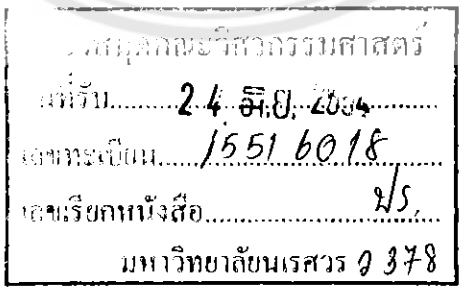
การวิเคราะห์ปัญหาการเกิดความชื้น กรณีศึกษาโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Analysis of humidity problem case study Faculty of dentistry Dental Hospital Naresuan University

นายวัชรพงษ์ นาสมรูป

นายศิริศักดิ์ แก้วอัคฮาด

นายอาทิตย์ จันทร์อนันต์



สำนักงานคณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่รับ 24 มิ.ย. 2554

เลขทะเบียน 1551 6018

เลขเรียกหนังสือ วร

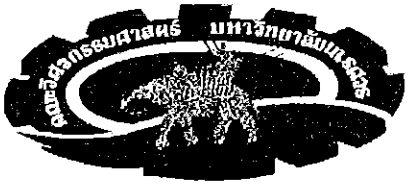
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ 378 ก 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553



ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมเครื่องกล

หัวข้อโครงงาน	: การวิเคราะห์ปัญหาการเกิดความชื้นภายในอาคาร กรณีศึกษาโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายวัชรพงษ์ นาสมรูป นายศิริศักดิ์ แก้วอัคฮาด นายอาทิตย์ จันทร์อนันต์
ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมเครื่องกล

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี)

..... กรรมการ
(ดร.ภาณุ พุทธวงศ์)

หัวข้อโครงงาน	: การวิเคราะห์ปัญหาการเกิดความชื้นภายในอาคาร กรณีศึกษาโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายวัชรพงษ์ นาสมรูป รหัสนิสิต 50364188
	นายศิริศักดิ์ แก้วอัคฮาด รหัสนิสิต 50364294
	นายอาทิตย์ จันทร์อนันต์ รหัสนิสิต 50364393
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2553

.....

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยอาคารโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประสบปัญหาความชื้นสะสมในตัวอาคาร ทำให้เกิดเชื้อราขึ้นเป็นจำนวนมาก ทางคณะผู้จัดทำจึงได้เข้าไปทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้น และบันทึกค่าอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในบริเวณต่างๆ ของห้อง โดยนำค่าที่ได้จากการบันทึกมาคำนวณหาค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง, มวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้นของอากาศ เพื่อนำมาวิเคราะห์สิ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งในการบันทึกค่าแต่ละครั้งใช้เวลาอย่างน้อย 24 ชม. โดยผลจากการวิเคราะห์พบว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างและเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในช่วงฤดูฝนจะสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว จึงทำให้อากาศที่อยู่รอบๆท่อน้ำเย็นและถาดรองน้ำกลั่นตัวเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำหยดลงบนฝ้าเพดาน ซึ่งนับเป็นแหล่งกำเนิดความชื้นที่ก่อให้เกิดเชื้อราและสร้างความเสียหายแก่แผ่นฝ้าเพดาน และแหล่งกำเนิดความชื้นที่พบอีกแหล่งคือ การรั่วไหลตามข้อต่อของท่อน้ำเย็นและการเสื่อมสภาพของฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นและถาดรองน้ำกลั่นตัว ทำให้อากาศสามารถซึมผ่านฉนวนเข้าไปสัมผัสกับท่อน้ำเย็นจนเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำสะสมอยู่ภายในฉนวนและหยดลงบนฝ้าเพดาน

แนวทางการแก้ไขปัญหาในเชิงป้องกันการเกิดความชื้นคือ การติดตั้งฉนวนท่อน้ำเย็นใหม่ที่มีความเหมาะสมกับสภาวะอากาศในโรงพยาบาลทันตกรรม ซึ่งจากการศึกษาพบว่าขนาดความหนาของฉนวนที่สามารถรองรับสภาวะอากาศในฤดูฝนที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงสุดคือ 1.5 นิ้ว และฉนวนแผ่นใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวขนาด 1ซม.ซึ่งไม่ก่อให้เกิดการกลั่นตัวของหยดน้ำ

Project title : Analysis of humidity problem in building case study Dental Hospital, Faculty of dentistry, Naresuan University

Name : Mr.Watcharapong Nasomroop ID 50364188

Mr.Sirisak Keawakkahad ID 50364294

Mr.Arthit Chananan ID 50364393

Project advisor : Prof. Sitpan Kanla

Major : Mechanical Engineering

Department : Mechanical Engineering

Academic year : 2010

.....

Abstract

For the building of Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Naresuan University has a lot of humidity and fungi problem. So we get in the building to collect data and record temperature and relative humidity in anywhere of each room for analysis and calculate dew point temperature, humid ratio and mass of vapor of each room. Recording of temperature and relative humidity were recorded in any 30 minute at least 24 hour. As a result of recording show the relative humidity and dew point temperature in rainy is higher than in winter. Therefore condensation on insulation surface of chilled water supply, return and condensate collected tray are generate and drop on the lining of a ceiling accumulate the fungi. Furthermore, we get another source of humidity are the leakage of chilled water supply, return and deterioration of insulation. The later is make condensation on insulation.

The approach of solving this problem is installation the new insulator which is suitably for air condition. From studying we get the thickness of insulator is 1.5" which is protect the generating of condensation.

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

จากที่รายงานวิชาโครงงานทางวิศวกรรมเครื่องกลบรรจุในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงได้รับมอบหมายให้จัดทำโครงงานเรื่อง "การวิเคราะห์ปัญหาการเกิดความชื้น กรณีศึกษาโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร" ในระหว่างการปฏิบัติงานนั้นทำให้กลุ่มของข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในด้านต่างๆมาก และปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จาก

- อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับข้อมูลการทำโครงงาน และคำแนะนำตลอดการทำโครงงาน ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี
- กรรมการและคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำ
- ผ.ศ.ทญ.ดร. พีรยา สุรภิพงศ์พันธ์ หัวหน้าภาควิชาทันตกรรมโรงพยาบาล ที่ให้ความอนุเคาระห์ในการเข้าไปศึกษาและตรวจวัดปัญหาความชื้นในโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- นายณรงค์ แซ่สุ ช่างยูนิตทำฟัน ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับระบบปรับอากาศภายในโรงพยาบาลทันตกรรม
- นางสาวอรวรรณ เนตรทิพย์ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ที่ช่วยเหลือและประสานงานในการเข้าตรวจวัดปัญหาการเกิดความชื้นในโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

และบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยช่วยสนับสนุนละเป็นกำลังใจในการทำโครงงานทางวิศวกรรมจนสำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

นายวัชรพงษ์ นามสมรูป

นายศิริศักดิ์ แก้วอัครฮาด

นายอาทิตย์ จันทร์อนันต์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมเครื่องกล ก

บทคัดย่อ ข

Abstract ค

กิตติกรรมประกาศ ง

สารบัญ จ

สารบัญรูปภาพ ช

สารบัญกราฟ ญ

สารบัญตาราง ณ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน 2

1.6 งบประมาณที่ใช้ 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 3

2.1 ปัญหาความชื้นในอาคาร (Moisture Problems in Buildings) 3

2.1.1 แหล่งความชื้น (Moisture Sources) 3

2.1.2 การเคลื่อนที่ของความชื้น (Moisture Transport Processes) 5

2.1.3 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ไวต่อความเสียหายจาก ความชื้น 7

2.2 คุณสมบัติของอากาศและการประยุกต์ใช้แผนภูมิไซโครเมตริก 8

2.3 ความหมายความชื้น 11

2.3.1 มวลของไอน้ำ 12

2.3.2 จุดน้ำค้าง (Dew Point) 12

2.3.3 การกลั่นตัว (Condensation) 12

2.3.4 การป้องกันการกลั่นตัวของหยดน้ำบริเวณผิวท่อน้ำเย็นด้วยการหุ้มฉนวน 13

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.5การเลือกใช้ขนาดความหนาของฉนวนที่เหมาะสม 13

2.4 วิธีการควบคุมและลดความชื้น 15

2.4.1 การลดอุณหภูมิอากาศชื้นให้เป็นอากาศแห้ง 15

2.4.2 การลดความชื้นโดยใช้สารดูดความชื้น 17

2.5 อัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์เย็น 18

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 19

3.1 การเข้าสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม 20

3.2 การติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและการบันทึกค่า 25

3.3 การตรวจวัดอุณหภูมิในจุดต่างๆ 27

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนวทางการแก้ไข 28

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงานและการวิเคราะห์ผล 29

4.1 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และการวิเคราะห์ข้อมูล 29

4.1.1 ห้องที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น 29

4.1.1.1 DT 4121 29

4.1.1.2 โถงทางเดินหน้าห้องประชุม 37

4.1.1.3 DT4128 42

4.1.1.4 DT4126 45

4.1.1.5 DT4127 48

4.1.1.6 DT4113 50

4.1.2 ห้องที่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น 55

4.1.2.1 DT4112 55

4.1.2.2 DT4103 57

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 63

4.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา 64

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทสรุป 69

5.1 แหล่งกำเนิดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม 69

5.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา 69

5.3 สรุปการวิเคราะห์ผล 70

5.4 ข้อเสนอแนะ 70

5.5 วิจารณ์การดำเนินงาน 71

บรรณานุกรม 72

ภาคผนวก 73

ภาคผนวก ก วิธีใช้เครื่อง AP-104 74

ภาคผนวก ข การใช้เครื่องเทอร์โมมิเตอร์ 82

Nameplate เครื่องดูดความชื้น 84

แบบแปลนโรงพยาบาลทันตกรรม 85

ภาค ค สื่อการนำเสนอการวิเคราะห์ปัญหาการเกิดความชื้น 87

กรณีศึกษาโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 น้ำฝนถูกปล่อยให้ระบายมาทางหลังคาลงบนผนังของอาคาร 4
และถูกดูดซึมเข้าไปในอิฐ ทำให้เกิดความเสียหายจากความชื้นเกิดขึ้นกับผนังอาคาร
รูปที่ 2.2 ไอน้ำผ่านบานกระจกที่ซึ่งน้ำซึมผ่านไม่ได้เข้าไปในบริเวณภายใน 7
โดยการพาไอน้ำผ่านไปตามช่องโหว่ต่างๆ และควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ
ที่บานกระจกด้านนอกในฤดูหนาว (ภาพขวา) เหตุการณ์เดียวกันที่เกิดขึ้น
บริเวณผนังและหลังคาของอาคาร
รูปที่ 2.3 แผนภาพไซโครเมตริกในหน่วย SI 9
รูปที่ 2.4 ตำแหน่งที่เหมาะสมในแผนภูมิไซโครเมตริกของการปรับอากาศ 10
รูปที่ 2.5 ความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิในปริมาตรหนึ่งๆ 10
รูปที่ 2.6 กระบวนการต่างๆในแผนภาพไซโครเมตริก 11
รูปที่ 2.7 ภาพจำลองแสดงการเกิดหยดน้ำและความชื้นจากผิวฉนวนท่อ 13
รูปที่ 2.8 กระบวนการลดความชื้นโดยคอยล์เย็น 15
รูปที่ 2.9 กระบวนการทำความเย็นลดความชื้นในแผนภาพไซโครเมตริก 16
รูปที่ 2.10 กระบวนการการลดความชื้นโดยใช้สารดูดความชื้น 17
รูปที่ 2.11 แผนภูมิไซโครเมตริกเปรียบเทียบสภาวะอากาศสำหรับระบบควบคุมความชื้น 17
แบบต่างๆ
รูปที่ 2.12 เส้นการทำความเย็นบนไซโครเมตริกชาร์ต 18
รูปที่ 3.1.1 แสดงให้เห็นถึงปัญหาเชื้อราและความชื้นที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ 20
(ก) เชื้อราที่เกิดขึ้นบนฝ้าและขอบผนังบริเวณทางเดิน
(ข) เชื้อราที่เกิดขึ้นบนฝ้าหน้ากากอากาศกลับของห้องประชุม
รูปที่ 3.1.2 แสดงให้เห็นถึงปัญหาเชื้อราและความชื้นที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ 21
(ค) เชื้อราที่เกิดขึ้นตามผนังทางเดิน
(ง) หยดน้ำบริเวณฉนวนใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวเครื่องส่งลมเย็นของห้องประชุม
รูปที่ 3.1.3 แสดงให้เห็นถึงปัญหาเชื้อราและความชื้นที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ 22
(จ) หยดน้ำและเชื้อราบริเวณฉนวนใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็นในรูป
(ฉ) ความเสียหายจากหยดน้ำ,เชื้อราของท่อนำอากาศเข้าเครื่องส่งลมเย็นของห้อง DT 4103

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.1.4 แสดงให้เห็นถึงปัญหาเชื้อราและความชื้นที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ 23
(ช) ความเสียหายจากหยดน้ำและเชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าในห้องประชุม
(ซ) หยดน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของความชื้นในอากาศบริเวณท่อจ่ายน้ำเย็นในฤดูฝน
รูปที่ 3.2 แสดงจุดติดตั้งหัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในจุดต่างๆ 24
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการติดตั้งหัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณหน้ากากอากาศกลับ 25
(Return air)
รูปที่ 3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 25
รูปที่ 3.5 อุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิ 26
(ก) Therno gun ใช้ในการวัดอุณหภูมิผิวฉนวนและพื้นผิวอื่นๆ
(ข) Digital Pocket Thermometer ใช้ในการวัดอุณหภูมิพื้นผิวใต้ฉนวน
รูปที่ 3.6.1 แสดงการวัดอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ 27
(ก) แสดงการวัดอุณหภูมิท่อน้ำเย็นหลัก
(ข) แสดงการวัดอุณหภูมิท่อน้ำเย็นสาขา
(ค) แสดงการวัดอุณหภูมิผิวฉนวนโฟมเพดาน
รูปที่ 3.6.2 แสดงการวัดอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ 28
(ก) แสดงการวัดอุณหภูมิผิวฉนวนท่อน้ำเย็น
(ข) แสดงการวัดอุณหภูมิผิวเพดาน

รูปที่ 4.1 เชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณแผ่นฝ้าใต้เครื่องส่งลมเย็นในห้องประชุม 29
รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบหยดน้ำและเชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่อง 33
ส่งลมเย็นในห้องประชุม ระหว่างฤดูฝน (ก) และฤดูหนาว (ข)
(ก) รูปหยดน้ำและเชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็นในห้องประชุม ในฤดูฝน
(ข)รูปหยดน้ำและเชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็นในห้องประชุมในฤดูหนาว

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบการเกิดการกลั่นตัวของอากาศในเครื่องส่งลมเย็นของห้องประชุม ระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว 35
(ก) ความเสียหายของแผ่นฝ้าใต้เครื่องส่งลมเย็นที่เกิดจากหยดน้ำตามแนวท่อน้ำเย็นภายในเครื่องส่งลมเย็น
(ข) หยดน้ำที่เกิดหยดตามแนวท่อน้ำเย็นภายในเครื่องส่งลมเย็นในห้องประชุม
รูปที่ 4.9 หยดน้ำที่หยดจากท่อน้ำเย็นในเครื่องส่งลมเย็นลงฝ้าเพดานในห้องประชุม 36
(ก) คราบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าบริเวณโถงทางเดินหน้าห้องประชุม
(ข) คราบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนผนังบริเวณโถงทางเดินหน้าห้องประชุม
รูปที่ 4.10 คราบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าและขอบผนังบริเวณโถงทางเดินหน้าห้องประชุม 37
(ก)คราบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าบริเวณโถงทางเดินหน้าห้องประชุม
(ข) คราบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนผนังบริเวณโถงทางเดินหน้าห้องประชุม
รูปที่4.13 แผนภาพไซโครเมตริกอธิบายเกิดหยดน้ำบริเวณผิวท่อน้ำเย็นในช่องฝ้าเพดาน 40
(ก) หยดน้ำที่เกิดขึ้นตามแนวท่อน้ำเย็นในช่องฝ้าเพดาน ช่วงฤดูฝน
(ข) คราบของหยดน้ำตามแนวท่อน้ำเย็นในช่องฝ้าเพดานบริเวณ ช่วงฤดูหนาว
รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบการเกิดหยดน้ำที่เกิดขึ้นตามแนวท่อน้ำเย็นในช่วง ฤดูฝน (ก) และฤดูหนาว (ข) 41
(ก) หยดน้ำที่เกิดขึ้นตามแนวท่อน้ำเย็นในช่องฝ้าเพดาน ช่วงฤดูฝน
(ข) คราบของหยดน้ำตามแนวท่อน้ำเย็นในช่องฝ้าเพดานบริเวณ ช่วงฤดูหนาว
รูปที่ 4.15 คราบหยดน้ำที่หยดจากแนวท่อน้ำเย็นลงแผ่นฝ้าเพดานในฤดูฝน 42
รูปที่ 4.16 ห้องDT4128 (ห้องเทปูน) 43
(ก) เชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณเหลอดไฟในห้องพัสดุ
(ข) เชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณตู้เก็บของในห้องพัสดุ
(ค) เชื้อราที่เกิดขึ้นบนประตูของห้องพัสดุ
รูปที่ 4.19.1 เชื้อราที่เกิดขึ้นในบริเวณต่างๆในห้องพัสดุ 45
(ก) เชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณหลอดไฟในห้องพัสดุ
(ข) เชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณตู้เก็บของในห้องพัสดุ
รูปที่ 4.19.2 เชื้อราที่เกิดขึ้นในบริเวณต่างๆในห้องพัสดุ 46
รูปที่ 4.24 เชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าเพดานบริเวณใต้เครื่องส่งลมเย็นในห้อง DT4113 50

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.25 หยดน้ำที่หยดตามข้อต่อท่อน้ำเย็นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นของห้อง DT4113 51
รูปที่ 4.26 แนวท่อน้ำเย็นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นของห้อง DT4113 51
รูปที่ 4.27 แผ่นฝ้าเพดานบริเวณใต้เครื่องส่งลมเย็นในห้อง DT4113 ที่ได้รับความเสียหาย จากหยดน้ำตามแนวท่อน้ำเย็น 52
รูปที่ 4.30 เครื่องดูดความชื้นขนาด 180 ลิตร/วัน ที่ติดตั้งภายในห้อง DT4112 55
รูปที่ 4.31 แสดงแผ่นฝ้าเพดานของห้องผ่าตัด DT4112 ที่ไม่เกิดปัญหาเชื้อรา 55
รูปที่ 4.34 เครื่องดูดความชื้นขนาด 350 ลิตร/วัน ภายในห้อง DT4103 57
รูปที่ 4.35 หยดน้ำบริเวณข้อต่อท่อน้ำเย็นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นของห้อง DT4103 58
รูปที่ 4.36 แผ่นฝ้าเพดานที่มีสภาพเสียหายจากหยดน้ำตามข้อต่อท่อน้ำเย็น ในห้องเครื่องส่งลมเย็นของห้อง DT4103 58
รูปที่ 4.41 เปรียบเทียบอุณหภูมิจุดน้ำค้างและอัตราส่วนความชื้นของอากาศระหว่างการเปิด และปิดเครื่องดูดความชื้น 62
รูปที่ 4.42 หยดน้ำที่หยดลงบนแผ่นฝ้าเพดานเป็นแนวยาวไปตามท่อน้ำเย็น 63

สารบัญกราฟ

หน้า

รูปที่ 4.2 กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในห้อง และในช่องฝ้าเพดานของห้องประชุมในฤดูฝน (ข้อมูล ณ วันที่ 30/09/53) 30

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงมวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในห้องประชุม ช่วงฤดูฝน (ข้อมูล ณ วันที่ 30/09/53) 31

รูปที่ 4.4 กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ ในช่องฝ้าเพดานและในห้องประชุมในฤดูหนาว (ข้อมูล ณ วันที่ 04/11/53) 32

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงมวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในห้องประชุมช่วงฤดูหนาว (ข้อมูล ณ วันที่ 04/11/53) 32

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในเครื่องส่งลมเย็นระหว่างช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว 34

รูปที่ 4.11 กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ ในช่องฝ้าเพดานและ โถงทางเดินหน้าห้องประชุมช่วงฤดูฝน (ข้อมูล ณ วันที่ 05/10/53) 38

รูปที่ 4.12 กราฟแสดงมวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในโถงทางเดินช่วงฤดูฝน (ข้อมูล ณ วันที่ 05/10/53) 39

รูปที่ 4.17 กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ ในช่องฝ้าเพดานและในห้อง (ข้อมูล ณ วันที่ 01/12/53) 43

รูปที่ 4.18 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง (ข้อมูล ณ วันที่ 01/12/53) 44

รูปที่ 4.20 กราฟแสดงอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ ในช่องฝ้าเพดานและในห้องพัสดุ DT4126 (ข้อมูล ณ วันที่ 23/11/53) 47 47

รูปที่ 4.21 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในห้องพัสดุ (ข้อมูล ณ วันที่ 23/11/53) 49

รูปที่ 4.22 กราฟแสดงอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ ในช่องฝ้าเพดานและในห้องพัสดุ DT4127 (ข้อมูล ณ วันที่ 15/12/53) 49

รูปที่ 4.23 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในห้องพัสดุ DT4127 (ข้อมูล ณ วันที่ 15/12/53) 49

รูปที่ 4.28 กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้าง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4113 (ข้อมูล ณ วันที่ 16/11/53) 53

สารบัญกราฟ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.29 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในห้อง DT4113(ข้อมูล ณ วันที่ 16/11/53) 54

รูปที่ 4.32 กราฟแสดงอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ ในช่องฝ้าเพดานและในห้องผ่าตัด DT4112 (ข้อมูล ณ วันที่ 08/12/53) 56

รูปที่ 4.33 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในห้อง DT4112(ข้อมูล ณ วันที่ 16/11/53) 56

รูปที่ 4.37 กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้างและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศ ในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4103 (ปิดเครื่องดูดความชื้นและเครื่องปรับอากาศ) ข้อมูล ณ วันที่ 25/12/53 59

รูปที่ 4.38 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในห้อง DT4103 (ปิดเครื่องดูดความชื้นและเครื่องปรับอากาศ) ข้อมูล ณ วันที่ 25/12/53 60

รูปที่ 4.39 กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้างและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศ ในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4103 (เปิดเครื่องดูดความชื้นและเครื่องปรับอากาศ) ข้อมูล ณ วันที่ 28/12/53 60

รูปที่ 4.40 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและ ในห้อง DT4103(เปิดเครื่องดูดความชื้นและเครื่องปรับอากาศ) ข้อมูล ณ วันที่ 28/12/53 61

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางแหล่งความชื้นภายใน อาคาร 4
ตารางที่ 2 ตารางแนะนำความหนาของฉนวนสำหรับท่อน้ำเย็น 14
ตารางที่ 4.1 ตารางอุณหภูมิของท่อน้ำเย็น, ผิวฉนวนต่างๆ และจุดอื่นๆที่น่าสนใจ ของห้อง DT 4121 34
ตารางที่ 4.4 ตารางการประเมินราคาฉนวนในส่วนที่ต้องใช้หุ้มแบบชนิดท่อ 65
ตารางที่ 4.4 ตารางการประเมินราคาฉนวนในส่วนที่ต้องใช้หุ้มแบบชนิดแผ่น 66

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ทำให้มีภูมิอากาศร้อนชื้นตลอดปี จึงพบว่าอาคารที่มีระบบปรับอากาศส่วนใหญ่มักมีปัญหาความชื้น ซึ่งมักสะท้อนออกมาในรูปของกลิ่นอับและเชื้อรา หากปริมาณความชื้นสูงมากเกินไป อาจส่งผลกระทบต่อโครงสร้างอาคารหรือเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆภายในอาคาร เกิดการชำรุดเสียหายได้ ซึ่งไม่เพียงแต่ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแล้ว ยังสิ้นเปลืองพลังงานอีกด้วย นอกจากนั้นปริมาณความชื้นที่สูงจะทำให้ผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคารรู้สึกอึดอัดและไม่สบายตัว อาจทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า "Sick building syndrome" ได้

ในโรงพยาบาลจัดเป็นอีกสถานที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาความชื้น สิ่งที่จะเกิดขึ้นถ้าหากความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงพยาบาลสูงกว่ามาตรฐานมาก คือ เชื้อราและแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งเชื้อราบางชนิดอาจเป็นพาหะของโรค ทำให้คนไข้อาจติดเชื้อได้ง่าย, เกิดกลิ่นอับ, อุปกรณ์การแพทย์เป็นสนิมหรือเกิดเชื้อราทำให้อายุการใช้งานสั้นลง,สิ้นเปลืองพลังงานที่ระบบปรับอากาศ นอกจากนั้นแล้วยังส่งผลให้ผู้มาใช้บริการและบุคลากรภายในรู้สึกอึดอัดและไม่ปลอดภัย ซึ่งส่งผลเสียกับโรงพยาบาลโดยตรง อาจทำให้ไม่ผ่านมาตรฐานโรงพยาบาล จึงจำเป็นต้องมีการกำจัดความชื้น

และเนื่องด้วยโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวรได้รับผลกระทบจากปัญหาความชื้นอยู่เช่นกัน ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจวัดและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงปัญหาพร้อมกับหาแนวทางการแก้ไขปัญหาความชื้นเพื่อเสนอต่อโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวรพิจารณาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.เพื่อตรวจหาแหล่งกำเนิดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.เพื่อตรวจวัดปริมาณความชื้นและเสนอมาตรการการลดความชื้นภายในอาคารต่อโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวรใช้พิจารณาการแก้ปัญหาต่อไป

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาทฤษฎีและการประยุกต์ใช้การปรับอากาศและการลดความชื้นภายในอาคารปรับอากาศ

1.3.2 ทำการตรวจวัด วิเคราะห์ หาที่มาของความชื้น พร้อมทั้งหามาตรการการลดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3.3 จัดทำรายงานและเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาให้กับโรงพยาบาลทันตกรรม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ค่าปริมาณความชื้น แหล่งที่มาของความชื้นและมาตรการการการลดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.4.2 เกิดความสะดวกและความปลอดภัยกับผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ

1.4.3 รักษาคุณภาพอากาศภายใน (IQA) ได้อย่างเหมาะสม

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

การดำเนินงาน/เวลา		2553							2554	
		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1	ศึกษารวบรวมข้อมูลทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง									
2	วางแผนการดำเนินงาน									
3	เก็บข้อมูล									
4	วิเคราะห์และสรุปผล									
5	จัดทำรายงานและนำเสนอ									

1.6 งบประมาณที่ใช้

1. ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่ม	1,000 บาท
2. ค่าพิมพ์งานและเอกสาร	1,000 บาท
3. ค่าวัสดุและอุปกรณ์	1,000 บาท

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ปัญหาความชื้นในอาคาร (Moisture Problems in Buildings)

โดยทั่วไปที่เราพูดถึงความชื้น เรามักจะหมายถึง "ความชื้นสัมพัทธ์" (Relative Humidity, RH) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศและปริมาณไอน้ำอิ่มตัว ที่อุณหภูมิห้องในขณะนั้น โดยมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น 50%, 60%, 70%, 80% เปอร์เซ็นต์ยิ่งมากก็หมายถึง ความชื้นยิ่งสูงมาก ห้องที่มีการปรับอากาศที่ดีจะมีค่า RH 50-60% ในช่วงเวลาที่ฝนตกหรือใกล้ฝนตกจะมีค่า RH สูงเกือบ 100%

ปัญหาเกี่ยวเนื่องกับความชื้นซึ่งเกิดขึ้นเป็นสิ่ง จำเป็นที่ต้องมีการแก้ไขอย่างน้อย 3 สภาวะด้วยกัน คือ

2.1.1 แหล่งความชื้น (Moisture Sources)

ความชื้นแหล่งที่ 1: การรั่วไหลจากท่อและการรั่วซึมจากฝน

นับเป็นแหล่งความชื้นที่เห็นได้อย่างชัดเจนและจะต้องทำการหลีกเลี่ยง โดยทั่วไปแล้วผนังสามารถรับภาระความชื้นนี้ได้ประมาณ 25-50% และถ้าปริมาณ น้ำฝนนี้เพียงจำนวนเล็กน้อยรั่วซึมเข้าสู่อาคารก็จะเกิด ความเสียหายขึ้นได้ในเวลาต่อมา

เราไม่สามารถจะบอกได้ว่าปริมาณน้ำฝนที่รั่วไหลจำนวนเท่าไร ที่จะทำให้เกิดปัญหาใหญ่ขึ้นมาได้ ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณน้ำที่รั่วซึมหรือหน้าต่างที่มีน้ำรั่ว เพียง 1 หยดต่อชั่วโมง ในบริเวณด้านบนของผนังเพดานที่แห้ง จะเป็นสาเหตุให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างรวดเร็วและเป็นที่น่ากลัว นอกเหนือจากนั้น หยดน้ำจากแหล่งดังกล่าว สามารถก่อให้เกิดความเสียหายให้กับตัวอาคารได้อย่างรวดเร็ว โดยการรั่วไหลของน้ำฝนหรือการรั่วซึมของท่อต่างๆ ที่เกิดความเสียหาย จะส่งผลทำให้เกิดน้ำปริมาณหลายร้อยแกลลอนไหลเข้าสู่ตัวอาคารได้

ความชื้นแหล่งที่ 2 : Water Vapor

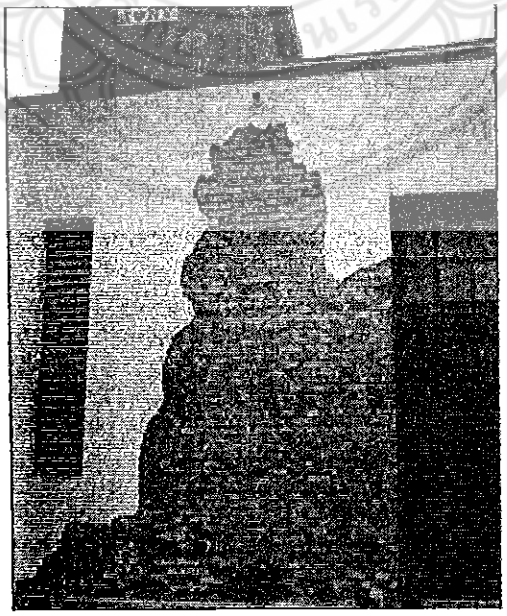
ความชื้นจากแหล่งนี้เกือบจะเป็นปัญหาโดยตรงเทียบเท่าได้กับแหล่งที่กล่าวมาแล้ว ถึงแม้ความสำคัญของความชื้นแหล่งนี้จะน้อยกว่ามาก ไอน้ำจะสามารถกลั่นตัวเป็นของเหลวได้ในบริเวณของท่อในระบบทำความเย็นที่ไม่ ได้ทำการหุ้มฉนวน หรือท่อน้ำเย็นภายในซึ่งเป็นส่วนที่เป็นปัญหาถ้าเกิดการควบแน่นขึ้นภายใน ผนังห้อง, หลังคา, เพดาน หรือตามหน้าต่าง ไอน้ำจากภายนอกจะเข้ามาในอาคารได้ทั้ง 2 ทาง คือ มากับลมส่งที่ใช้ในระบบปรับอากาศ หรือมากับอากาศที่รั่วไหลเข้ามาภายในตัวอาคารหรือมากับท่อลม

ในอาคารแบบต่างๆ ปริมาณของความชื้นจะเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงนี้ ขึ้นอยู่กับผู้อยู่อาศัย, ผู้ใช้อาคาร กิจกรรมและกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ในตารางที่ 1 ได้แสดงรายการแหล่งที่มาของความชื้น ภายในอาคารและจุดที่น่าสังเกตต่างๆ

ตารางที่ 1 แหล่งความชื้นภายใน อาคาร

Source	Moisture Production Liters per Day
People (Evaporation per Person)	0.75 (Sedate), 1.2 (Avg.) to 5 (Heavy Work)
Humidifier	2-20+
Hot Tub, Whirlpool	2-20+
Firewood, per Cord	1-3
Washing Floors etc.	0.2
Dishwashing	0.5
Cooking for Four	0.8 to 2 (3 with Gas Range)
Frost-Free Fridge	0.5
Typical Bathing/Washing per Person	0.2 to 0.4
Shower (ea.)	0.5
Bath (ea.)	0.1+
Unvented Gas Appliance	0.15 kg/kWh for Natural Gas, 0.10 kg/kWh for Kerosene
Seasonal Desorption (or New Meterials)	3 -8 Depends on the House Construction
Plants/Pets	0.2-0.5 (Five Plants or One Dog)

แหล่งที่มาของไอน้ำแหล่งนี้มีการเปลี่ยนแปลงสูงมาก ปริมาณของน้ำที่เกิดจากแหล่งน้ำที่ใช้ให้ความร้อนกับสระน้ำหรือกระบวนการ ผลิตเป็นจุดที่น่าสังเกตเมื่อเทียบกับความชื้นที่แพร่ออกมาจากร่างกายคน วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องทราบกระบวนการเฉพาะต่างๆ ลงลึกไปในรายละเอียดเพื่อที่จะสามารถคาดการค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุด ในการก่อให้เกิดไอน้ำได้



รูปที่ 2.1 น้ำฝนถูกปล่อยให้ระบายมาทางหลังคาลงบนผนังของอาคาร และถูกดูดซึมเข้าไปในอิฐ ทำให้เกิดความเสียหายจากความชื้นเกิดขึ้นกับผนังอาคาร

ความชื้นแหล่งที่ 3 : ดิน

พื้นดินบริเวณที่อยู่ใกล้กับฐานรากของตัวอาคารหรือชั้นแรกของอาคาร จะเป็นแหล่งความชื้นแหล่งใหญ่ที่มีความชื้นอยู่ในรูปของเหลวและไอน้ำ ของเหลวได้ถูกระบายโดยตรงจากผิวดินไหลลงมาตามรอยแยก รอยแตก หรือช่องเปิดต่างๆ โดยของเหลวจะถูกเก็บกักไว้ในชั้นดิน ของเหลวที่ได้ถูกเก็บกักไว้ลึกลงไปในผิวดินจะสามารถเป็นแหล่งของไอน้ำที่ไม่มีวันหมด จากการที่ดินมีการแพร่ที่ไม่ดีนัก ดังนั้น ผิวดินจะเป็นแหล่งความชื้นของไอน้ำน้อยกว่าของเหลว แต่ก็ยังถือว่าเป็นแหล่งความชื้นแหล่งใหญ่อยู่ ไอน้ำจากดินมักจะเข้าสู่ตัวอาคารโดยวิธีการแพร่ถึงแม้ว่าจะมีการพาความชื้น โดยอากาศเกิดขึ้นผ่านผิวดินในบางกรณีก็ตาม พบว่าดินที่อยู่บริเวณฐานรากที่เปียกชื้นหรือไม่มีสิ่งปกคลุมจะมีไอน้ำระเหย ไปในอัตรา 100-500 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (จากการสำรวจใน 60 แหล่ง จะพบว่าอัตราการระเหยโดยเฉลี่ยเป็น 400 กรัมต่อตารางเมตร (g/m^2) ใน 1 วัน) ชั้นหินจะเปรียบเหมือนตัวกั้นระหว่างดินชื้นกับตัวอาคาร แต่จะปล่อยให้ไอน้ำแพร่ผ่านไปได้ ดังนั้น แผ่นหรือสีที่ใช้กันความชื้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้สำหรับอาคาร

ความชื้นแหล่งที่ 4 : ความชื้นที่มากับโครงสร้าง และวัสดุต่างๆ

ความชื้นจากแหล่งนี้เป็นส่วนสำคัญ ซึ่งแหล่งความชื้นนี้จะขึ้นอยู่กับรูปแบบโครงสร้างของอาคารและจะมีผลกระทบใน ช่วงปีแรกๆ ของอายุอาคาร กรอบไม้โดยปกติแล้วมักจะสูญเสียน้ำหนักของมันไปประมาณ 10% จากความชื้นที่มีในตัว คอนกรีตผสมจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ ประมาณ 200กิโลกรัมต่อตารางเมตร (kg/m^2) (440 ปอนด์) ซึ่งในปริมาณครึ่งหนึ่งนี้จะกลายเป็นไอน้ำในภายหลัง ด้วยเหตุนี้ โดยปกติทั่วไปที่มีชั้นใต้ฐานคอนกรีตขนาด 20-30 ตารางเมตร (m^2) (700-1,050 ตารางฟุต (ft^2)) จะปล่อยน้ำออกมาหลายพันลิตรในช่วงปีแรกและปีที่ 2 ในทำนองเดียวกันพื้นที่คอนกรีตเสริมเหล็กหนาขนาด 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) ในสำนักงานทั่วไปจะสามารถปลดปล่อยน้ำได้ถึง 20 ลิตรต่อตารางเมตรในช่วง 2 ปีแรก, แท่งคอนกรีต (ซึ่งน้ำจะถูกกักไว้ที่แกนกลางในการก่อสร้าง), ส่วนประกอบของผนัง, สีทาอาคาร, รอยต่อบริเวณพื้น ทั้งหมดล้วนแล้วแต่เป็นที่มาของความชื้นในแหล่งที่ 4 นี้ทั้งสิ้น

2.1.2 การเคลื่อนที่ของความชื้น (Moisture Transport Processes)

ความชื้นเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยกลไกต่างๆ กัน ในแต่ละสถานะ ในที่นี้จะแสดงการเคลื่อนที่ของความชื้น เริ่มจากที่มีประสิทธิภาพต่ำสุดไปจนถึงสูงสุด

การแพร่ (Vapor Diffusion)

ความชื้นจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความหนาแน่นของไอสูงไปยังที่มีความหนาแน่นไอต่ำ โดยการแพร่นี้ เป็นการเคลื่อนตัวของไอน้ำโดยผ่านอากาศหรือโดยอากาศผ่านอุปกรณ์ที่มีการรั่ว ซึม เนื่องด้วยเหตุนี้ไอน้ำจึงไม่สามารถจะแพร่ผ่านวัสดุที่ไม่สามารถซึมได้ เช่น เหล็ก, กระจก หรือพลาสติกบางชนิด เป็นต้น

การแพร่ของไอน้ำจะมีผลกระทบต่อหลังคาและผนังโดยการดูดซึม อย่างไรก็ตาม น้ำฝนจะถูกดูดซึมลงมาที่วัสดุต่างๆ และก็ถูกทำให้แห้งด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ในเวลาต่อมา แม้กระทั่งในที่ๆ มีอากาศหนาวเย็น ความดันไอที่สูงมากสามารถก่อตัวและทำให้เกิดสภาวะ ดังกล่าว และทำให้ความชื้นจำนวนมากที่

เป็นอันตรายเข้ามาภายในตัวอาคารได้ และความเสียหายดังกล่าวนี้ จะเพิ่มมากขึ้นหากมีการใช้วัสดุป้องกันไอน้ำที่มีประสิทธิภาพต่ำ

การพา (Vapor Convection)

เป็นการเคลื่อนที่หลักของไอน้ำยาวไปตามท่อและกระจายไปตามพื้นที่ต่างๆ การไหลของอากาศแม้เพียงเล็กน้อยสามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของความชื้น เป็นจำนวนมากกว่าที่การแพร่จะทำได้ การพาไอน้ำผ่านอาคารที่มีช่องเปิดสามารถทำให้เกิดการควบแน่นได้ และเป็นแหล่งความชื้นภายในอาคารแหล่งใหญ่หลังจากเกิดฝนตก

การไหลแบบคาปิลารี่ (Capillary Suction)

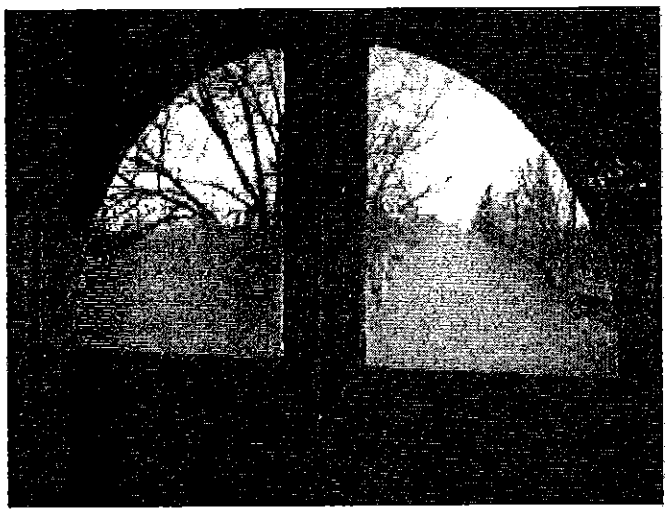
เป็นการเคลื่อนที่ของความชื้นเหลวอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอผ่านอุปกรณ์ที่เป็นช่องเปิดจากบริเวณที่ของเหลวมีความเข้มข้นสูง ถึงบริเวณที่ของเหลวมีความเข้มข้นต่ำ ยิ่งขนาดของช่องเปิดแคบเท่าใด ก็จะมีแรงคาปิลารี่มากยิ่งขึ้น แต่การไหลจะช้าลง แม้ว่าอัตราการเคลื่อนที่ของความชื้นแบบนี้จะค่อนข้างช้า แต่จะกินเวลานาน แรงคาปิลารี่นี้จะมีความสำคัญต่อสิ่งก่อสร้างที่อยู่ติดกับพื้นดิน (เนื่องด้วยพื้นที่ส่วนใหญ่ของดินจะเปียก) และพื้นที่เปียกฝน

การไหลโดยแรงดึงดูดของโลก (Gravity Flow)

เป็นการเคลื่อนที่ของความชื้นที่สำคัญ น้ำปริมาณ มากซึ่งโดยปกติจะวัดได้ในปริมาณหลายร้อยลิตรต่อวินาที จะสามารถไหลลงสู่ช่องเปิด, รอยแตก, รอยแยก, ท่อหรือช่องอากาศ เมื่อถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำ แรงดึงดูดของโลกสามารถขับน้ำฝนที่ไหลผ่านหน้าต่างที่รั่วลงสู่พื้น น้ำในดินจะเคลื่อนที่ผ่านผนังของฐานราก ขนาดของการไหลและแหล่งความชื้นเพียงพอที่จะทำให้เกิดความเสียหายอันใหญ่หลวง

การเคลื่อนที่ของความชื้นแบบรวม (Combine Process)

การเคลื่อนที่ของความชื้นทั้งหลายที่ผ่านตัวอาคารนั้น มักจะไม่เป็นแบบใดแบบหนึ่ง ในความเป็นจริงแล้ว ขบวนการต่างๆ จะเป็นทั้งแบบต่อเนื่อง และขนานกันไป ยกตัวอย่างเช่น น้ำจากพื้นดินอาจจะผ่านไปยังชั้นล่างสุดของอาคาร ซึ่งจะระเหยและเคลื่อนที่โดยการแพร่ผ่านดินไปสู่อาคาร ความดันอากาศจะทำหน้าที่เป็นตัวพาไอน้ำเข้าสู่พื้นที่ส่วนใหญ่ภายในอาคาร ทำให้ความชื้นภายในอาคารเพิ่มมากขึ้น และทำให้เกิดการควบแน่นที่บริเวณท่อของระบบทำน้ำเย็นภายในเพดานห้อง ไอน้ำจะควบแน่นจะสะสมถึงจุดจนกระทั่งหยดลงสู่ผนังเพดานด้านล่าง ณ ภาวะดังกล่าวนี้จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อราขึ้น และทำให้เพดานเกิดความเสียหายได้ แหล่งความชื้นในกรณีที่กล่าวมานี้ก็จะถือได้ว่าเป็นแหล่งความชื้นจากดิน



รูปที่ 2.2 ไอน้ำผ่านบานกระจกที่ซึ่งน้ำซึมผ่านไม่ได้เข้าไปในบริเวณภายใน โดยการพาไอน้ำผ่านไปตามช่องโหว่ต่างๆ และควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำที่บานกระจกด้านนอกในฤดูหนาว (ภาพขวา) เหตุการณ์เดียวกันที่เกิดขึ้นบริเวณผนังและหลังคาของอาคาร

2.1.3อุปกรณ์ต่างๆ ที่ไวต่อความเสียหายจาก ความชื้น

ความชื้นเป็นปัญหาสำคัญที่ได้อาคารทั่วไปประสบมาเป็นเวลานานแล้ว โดยเป็นสาเหตุหนึ่งของการเสื่อมของโครงสร้างตัวอาคาร ความชื้นจากแหล่งที่มาต่างๆ ทำให้เกิดปัญหาดังต่อไปนี้

- การผุกร่อนแบบเคมีไฟฟ้าของส่วนประกอบต่างๆ ของอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ, ท่อ, โครงสร้างต่างๆ ที่เป็นโลหะ, เสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก, ฐานรากของตัวอาคาร

- การเสื่อมทางเคมีและการละลายของโลหะ เช่น แผ่นยิปซั่ม, กระเบื้องหลังคา, ผลิตภัณฑ์จากไม้ และกระบวนการถูกทำลายทางเคมี เช่น การรวมตัวกันระหว่างคาร์บอเนตและอัลคาไลน์

- การเสื่อมของคอนกรีต, หิน และโครงสร้างของอาคารจากการละลายตัวของหิมะ (ในประเทศแถบที่มีอากาศหนาวเย็น)

- การซีดจางของสีภายในและภายนอกอาคาร

- การเปลี่ยนแปลงของปริมาตร (การบวม, โค้ง, งอ, การหดตัว) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ลักษณะภายนอกเสียรูปไป, โครงสร้างเสียหายแตกหัก เป็นต้น

- การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทางชีวภาพ รวมไปถึงรา, พืชเล็กๆ, ไรฝุ่น เป็นต้น

ความสัมพันธ์ของความชื้นกับการเจริญเติบโต ของสิ่งมีชีวิตทางชีวภาพ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำพวกเห็ด, รา) ได้เป็นสิ่งสำคัญสิ่งใหม่ในปัจจุบันนี้ เพราะการเจริญเติบโตดังกล่าว มีผลกระทบต่อผู้อยู่อาศัย, ผู้ใช้อาคารในด้านสุขภาพ, โครงสร้างของตัวอาคาร และลักษณะภายนอกของอาคารที่ปรากฏให้เห็น

การที่เราจะหลีกเลี่ยงปัญหาความชื้นนั้น จะต้องทำการกำจัดสภาวะทั้ง 3 ดังกล่าวเสียก่อน ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว การกำจัดแหล่งความชื้นให้หมดไป, การที่จะสร้างอาคารแห่งหนึ่งที่มีความสมบูรณ์ หรือการที่จะกำจัดแรงขับการเคลื่อนที่ของความชื้น แทบจะไม่มีความเป็นไปได้เลย อีกทั้งยังไม่เป็นการประหยัดด้วยที่จะใช้วัสดุที่ป้องกันการเสียหายจากความ ชื้น ดังนั้น ทางที่จะเป็นไปได้มากที่สุดคือ การระบุสาเหตุของปัญหาเพื่อที่จะเป็นการลดความเป็นไปได้ของปัญหาที่จะเกิดขึ้น

2.2 คุณสมบัติของอากาศและการประยุกต์ใช้แผนภูมิไซโครเมตริก (Air Properties and Psychromatric Chart Application)

อากาศประกอบไปด้วยไนโตรเจน 77%, ออกซิเจน 23% และปริมาณไอน้ำจำนวนหนึ่งประมาณ 0-3% ซึ่งปริมาณไอน้ำถูกวัดในหน่วยเกรนหรือปอนด์ต่อปอนด์อากาศแห้ง โดย 7,000 เกรนไอน้ำเท่ากับ 1 ปอนด์ อุณหภูมิเป็นตัวกำหนดปริมาณไอน้ำในอากาศ อากาศอุณหภูมิสูงจะสามารถจุปริมาณไอน้ำได้มากกว่า และจะกลั่นตัวเมื่อถูกให้ความเย็น เช่น ไอน้ำกลั่นตัวกลายเป็นฝน อากาศแห้งมีลักษณะเหมือนฟองน้ำที่ดูดรับความชื้น ซึ่งอากาศมีคุณสมบัติภายใต้สภาวะต่างๆดังนี้คือ

1. อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature, DB) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง หมายถึงอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะแห้ง ในการวัดจะต้องให้กระเปาะอยู่ในที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกเพื่อที่อ่านได้ถูกต้อง

2. อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature, WB) อุณหภูมิกระเปาะเปียก หมายถึงอุณหภูมที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะหุ้มด้วยผ้าที่เป็นกชุ่ม โดยมีกระแสลมที่มีความเร็วระหว่าง 5 และ 10 เมตรต่อวินาที ที่พัดผ่านกระเปาะ

3. อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature, DP) อุณหภูมิที่ไอน้ำในอากาศเริ่มเกิดความควบแน่น เมื่ออากาศถูกทำให้เย็นลงด้วยอุณหภูมิที่คงที่ โดยมีสูตรคำนวณในการหาดังนี้

$$DP = (-430.22+237.7 \times \ln(p))/(-\ln(p)+19.08)$$

4. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, %RH) อัตราส่วนมวลของน้ำในอากาศต่อมวลของน้ำในอากาศที่อิ่มตัว หรือ ความดันน้ำในอากาศต่อปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศนั้นสามารถรับได้ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ซึ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์จะอยู่ในรูปของร้อยละมีค่าตั้งแต่ 0-100 % โดยมีสูตรคำนวณในการหาดังนี้

$$\%RH = p/p_{sat}$$

P_w = ความดันของน้ำในอากาศ p_{sat} = ความดันของไออิ่มตัวในอากาศ

5. อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio,ω) อัตราส่วนความชื้นที่มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าความชื้นเพาะจำ หมายถึงมวลของน้ำต่อมวลอากาศแห้ง

$\omega = m_v / m_a$

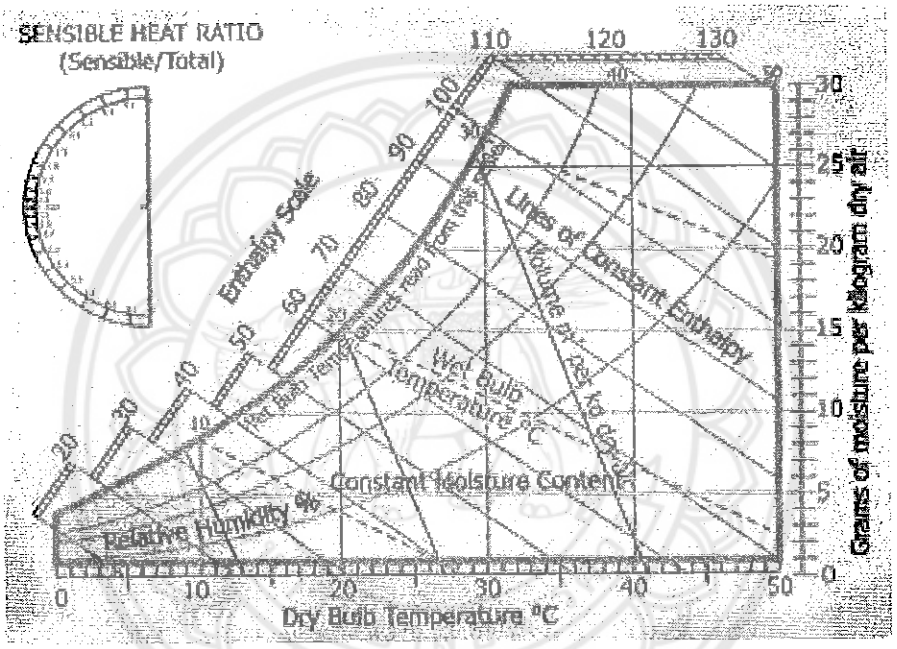
m_v = มวลของน้ำในอากาศ ($m_v = \omega \times m_a$)

m_a = มวลของอากาศแห้ง ($m_a = PV/RT$)

6. ปริมาตรจำเพาะ (Specific Volum, v) ปริมาตรของอากาศต่อหน่วยมวลของอากาศแห้ง

7. เอนทาลปีจำเพาะ (Specific Enthalpy, h) เป็นค่าความร้อนของอากาศต่อหน่วยมวลอากาศแห้ง โดยมีสูตรคำนวณในการหาดังนี้

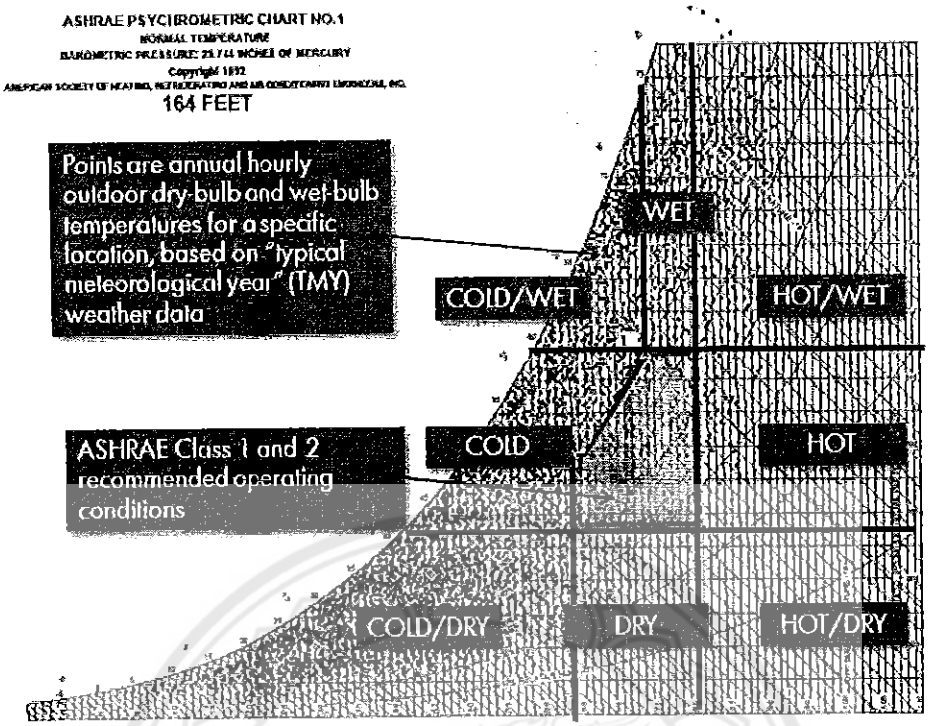
$$h = (1.007 \times T - 0.026) + \omega \times (2501 + 1.84 \times T)$$



รูปที่ 2.3 แผนภาพไซโครเมตริกในหน่วย SI

แผนภูมิไซโครเมตริก เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะอากาศ ในแผนภูมิประกอบด้วยเส้นหลายเส้นประกอบกัน เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ วิธีการอ่านค่าจากแผนภูมิ จึงแยกแนวเส้นแต่ละเส้นออกจากกันให้เห็นได้ชัดเจน

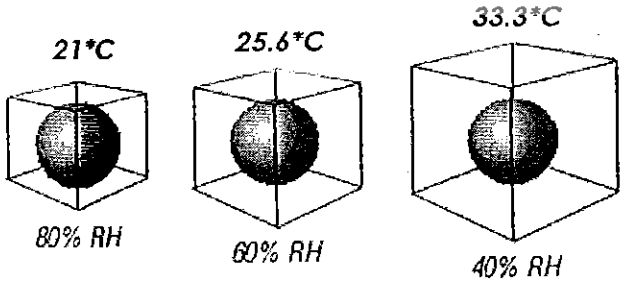
เส้นต่างๆในแผนภาพไซโครเมตริก



รูปที่ 2.4 ตำแหน่งที่เหมาะสมในแผนภูมิไซโครเมตริกของการปรับอากาศ

ความชื้นสัมพัทธ์

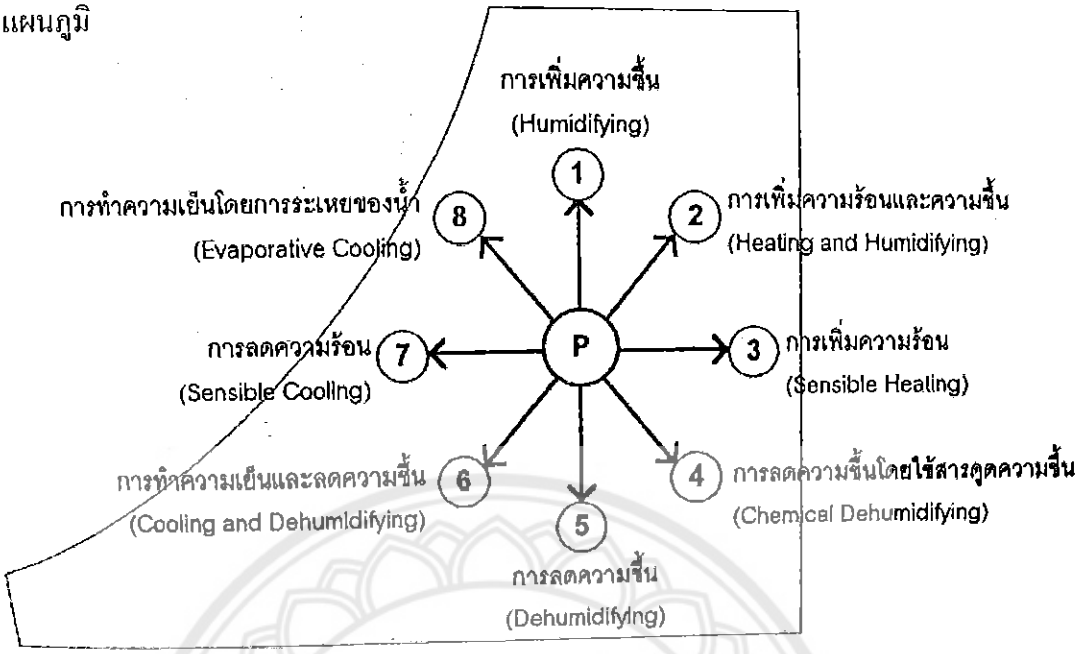
ความชื้นสัมพัทธ์มักเป็นที่เข้าใจผิดกัน คือมักใช้กันในรูปของความชื้นสัมบูรณ์ ซึ่งที่จริงแล้วมันเป็นกฎของธรรมชาติ อากาศเป็นของไหลที่อัดตัวได้ เมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น ปริมาตรรวมของมันก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ในทำนองเดียวกันหากอุณหภูมิอากาศลดลง ปริมาตรรวมก็จะลดลงด้วยเช่นกัน แต่ความดันกลับมีผลที่ตรงข้ามออกไป โดยความดันจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาตรลดลง แต่น้ำกดอัดไม่ได้ ดังนั้นปริมาตรของมันจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง ภาพที่ 2.5 อธิบายถึงความชื้นในอากาศถูกให้ความร้อนหรือทำให้เย็นลง ปริมาตรอากาศจะเปลี่ยนแต่ความชื้นไม่เปลี่ยน นั่นคือความชื้นสัมพัทธ์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ



รูปที่ 2.5 ความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิในปริมาตรหนึ่งๆ

ในการควบคุมสภาวะอากาศให้เป็นไปตามความต้องการ สามารถนำแผนภูมิไซโครเมตริกมาประยุทต์ใช้ในการพิจารณาเลือกกระบวนการที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศจากจุดใดๆ โดย

กำหนดจุด P บนแผนภูมิ จะมีกระบวนการที่ต้องใช้ในการปรับสภาพอากาศจากจุด P ไปยังทิศทางต่างๆ บนแผนภูมิ



รูปที่ 2.6 กระบวนการต่างๆในแผนภาพไซโครเมตริก

2.3 ความหมายความชื้น

จากพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ศัพท์ปรับอากาศ อังกฤษ-ไทย ได้ให้ความหมายกับอากาศชื้น (Moist air) และความชื้น (Moisture) ไว้คือ

-อากาศชื้น(Moist air) คือ อากาศที่มีไอน้ำผสมอยู่ในสัดส่วนหนึ่งซึ่งยังไม่ถึงจุดอิ่มตัว

-ความชื้น(Moisture) คือ น้ำที่ผสมอยู่ในตัวกลางหนึ่ง เช่น น้ำในอากาศ, น้ำในเนื้อไม้

การระเหยของน้ำต้องใช้ความร้อน ดังนั้นขณะที่น้ำระเหยจึงทำให้อุณหภูมิของน้ำและสิ่งที่อยู่รอบๆ น้ำลดลง เมื่อน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ บนโลกระเหยกลายเป็นไอลอยปะปนอยู่ในอากาศ ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในบรรยากาศก็คือ ความชื้นของอากาศ

2.3.1 มวลของไอน้ำ

ในอากาศหนึ่งหน่วยปริมาตรก็คือ ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ ปริมาณของไอน้ำที่อากาศรับไว้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบรรยากาศอุณหภูมิสูงจะรับไอน้ำได้มาก อุณหภูมิต่ำจะรับไอน้ำได้น้อย ถ้าอากาศอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถรับไอน้ำได้อีก แสดงว่าอากาศขณะนั้นอิ่มตัวด้วยไอน้ำ เรียกสภาวะนี้ว่า อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ หรืออากาศอิ่มตัว ซึ่งเป็นสภาวะที่อากาศมีความชื้นมากที่สุด เรามีวิธีบอกค่าความชื้น ของอากาศได้ 2 วิธี คือ ความชื้นสมบูรณ์ และความชื้นสัมพัทธ์

เมื่ออากาศมีความชื้น มากจะทำให้น้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆระเหยได้น้อย รวมทั้งเหงื่อจากตัวเราด้วย ทำให้เรารู้สึกอึดอัด เหนียวตัว แต่ถ้าอากาศมีความชื้นน้อย น้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆจะระเหยได้มาก เหงื่อจาก

ตัวเราระเหยได้มาก ทำให้รู้สึกเย็น จนบางครั้งทำให้ผิวหนังแห้งและแตก ความชื้นสัมพัทธ์ 60 % เป็นความชื้นในอากาศพอเหมาะที่จะทำให้เรารู้สึกสบาย

2.3.2 จุดน้ำค้าง (Dew Point)

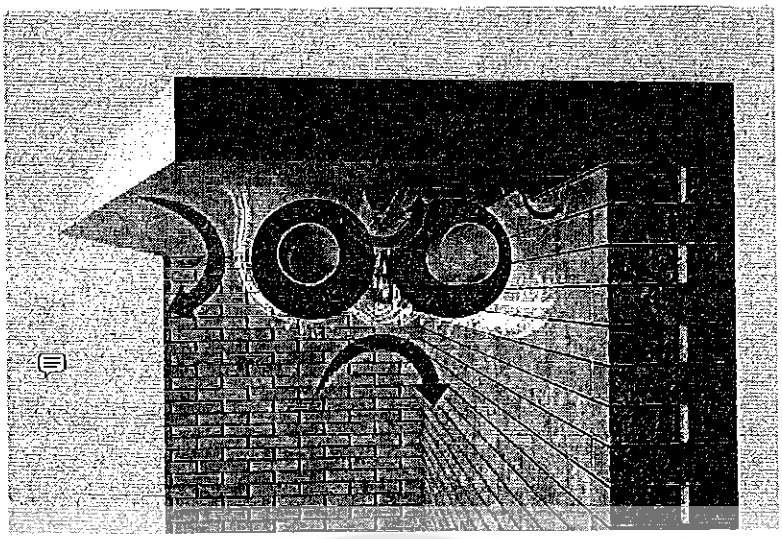
จุดที่มีการกลั่นตัวของไอน้ำที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากปริมาณไอน้ำในอากาศอิ่มตัวเต็มที่และอุณหภูมิของอากาศลดต่ำลงทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตามธรรมชาติการหาอุณหภูมิจุดน้ำค้างอย่างง่ายโดยการนำถ้วยแก้วมาใส่ในน้ำแข็งและนำเทอร์โมมิเตอร์ใส่ลงไปในแก้วคอยสังเกตดูว่าเมื่อมีไอน้ำมาเกาะถ้วยแก้วใส่น้ำแข็งเมื่อใดให้อ่านค่า อุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ทันที ค่าที่อ่านได้คือค่าอุณหภูมิของจุดน้ำค้าง อุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะบอกได้ถึงสภาวะความสบายของมนุษย์ เช่น ในช่วงที่มีอากาศอุ่นและชื้น คนส่วนใหญ่จะรู้สึกไม่สบายตัวที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างมากกว่า 17 องศาเซลเซียส เป็นต้น

2.3.3 การกลั่นตัว (Condensation)

มักเกิดขึ้นเนื่องจากอากาศลอยตัวสูงขึ้นอุณหภูมิจะลดลงตามความสูง ที่เพิ่มขึ้น การกลั่นตัวเป็นกระบวนการควบแน่นของไอน้ำที่เกิดจากอุณหภูมิของอากาศที่ลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิของจุดน้ำค้าง จึงทำให้ไอน้ำที่แขวนลอยอยู่ในอากาศเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเป็นของเหลว แต่เนื่องจากขนาดของหยดน้ำที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา อากาศจึงสามารถอุ้มละอองน้ำเหล่านั้นเอาไว้ได้ จากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงสถานะของความชื้นในอากาศเป็นละอองน้ำเหล่านั้น เรียกว่า "รูปแบบของการกลั่นตัว" รูปแบบของการกลั่นตัวที่สำคัญ ได้แก่ เมฆ หมอก น้ำค้าง และ น้ำค้างแข็ง

2.3.4 การป้องกันการกลั่นตัวของหยดน้ำบริเวณผิวท่อน้ำเย็นด้วยการหุ้มฉนวน

ภาวะอากาศในเขตร้อนชื้น ปัญหาอย่างหนึ่งของอาคารที่ติดตั้งระบบทำความเย็นแบบศูนย์กลาง (Chilled Water Central Cooling System) คือปัญหาการเกิดหยดเหงื่อ (Condensation) รอบท่อฉนวนซึ่งสาเหตุเกิดจากการกลั่นตัวของความชื้นในอากาศบนผิวฉนวนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง (Dew Point) ซึ่งสภาวะเช่นนี้ นอกจากหยดน้ำจะทำลายฝ้าเพดาน, อุปกรณ์ไฟฟ้า ฟื้นที่ทางเดินหรือเฟอร์นิเจอร์อื่นๆแต่ยังทำให้ความเย็นในท่อสูญเสียมาก เครื่องคอมเพรสเซอร์ต้องทำงานหนักตลอดเวลา เป็นเหตุให้ใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ขณะที่อายุการใช้งานของคอมเพรสเซอร์ลดลง



รูปที่ 2.7 ภาพจำลองแสดงการเกิดหยดน้ำและความชื้นจากผิวฉนวนท่อ

ปัญหาเหล่านี้ป้องกันได้โดยการเลือกใช้ฉนวนที่ถูกต้องและเหมาะสม และมีคุณสมบัติดังนี้

-ปริมาณการดูดซึมน้ำต่ำ

-ปริมาณการแทรกซึมของความชื้นต่ำ

-ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K.Value) ต่ำและคงที่ตลอดการใช้งาน

-ทำจากวัสดุชนิดไฟดับได้เอง (Self Extinguish) และมีปริมาณควันน้อยเมื่อเผาไฟ

-สภาพความยืดหยุ่นสูง การติดตั้งสะดวกรวดเร็ว

2.3.5การเลือกใช้ขนาดความหนาของฉนวนที่เหมาะสม

การกลั่นตัวของหยดน้ำ จะไม่เกิดขึ้นถ้าทุกจุดที่ผิวฉนวนอย่างน้อยมีอุณหภูมิเท่ากับหรือไม่สองกว่าอุณหภูมิผิวน้ำค้างที่อุณหภูมิห้องนั้นๆ ความหนาของฉนวนที่ถูกต้องจะสามรถป้องกันการเกิดหยดน้ำได้

ตารางแนะนำความหนาของฉนวนสำหรับท่อน้ำเย็น

ขนาดท่อน้ำเย็น	อุณหภูมิน้ำเย็นในท่อ 60°F (15.5 °C)	อุณหภูมิน้ำเย็นในท่อ 50°F (10 °C)	อุณหภูมิน้ำเย็นในท่อ 35°F (1.7 °C)	อุณหภูมิน้ำเย็นในท่อ 0°F (-18 °C)
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน	บริเวณที่มีความชื้นสัมพันธ์ระดับปานกลาง 70% RH , อุณหภูมิอากาศไม่เกิน 85°F (29.4 °C) *			
3/8 ถึง 3" IPS	ท่อหนา 1/4 "	ท่อหนา 3/8 "	ท่อหนา 1/2"	ท่อหนา 1"
ท่อใหญ่กว่า 3 " IPS	แผ่นหนา 3/8 "	แผ่นหนา 1/2 "	แผ่นหนา 3/4"	แผ่นหนา 1-1/4"
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน	บริเวณที่มีความชื้นสัมพันธ์ระดับต่ำ 50 % RH , อุณหภูมิอากาศไม่เกิน 80°F (26.6 °C) **			
3/8 ถึง 3" IPS	ท่อหนา 1/4 "	ท่อหนา 3/8 "	ท่อหนา 1/2"	ท่อหนา 1"
ท่อใหญ่กว่า 3" IPS	แผ่นหนา 3/8 "	แผ่นหนา 1/2 "	แผ่นหนา 3/4"	แผ่นหนา 1-1/4"
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3/8 "ถึง 3"IPS	บริเวณที่มีความชื้นสัมพันธ์ระดับสูง 80 % RH , อุณหภูมิอากาศไม่เกิน 90°F (32.2 °C) ***			
ท่อใหญ่กว่า 3"IPSถึง 10" IPS	ท่อหนา 1/2 "	ท่อหนา 3/4"	ท่อหนา 1"	ท่อหนา 1-1/2"
ท่อใหญ่กว่า 10 "IPS	แผ่นหนา 3/4 "	แผ่นหนา 1 "	แผ่นหนา 1-1/8"	แผ่นหนา 1-3/4"
	แผ่นหนา 3/4 "	แผ่นหนา 1 "	แผ่นหนา 1 -1/8"	แผ่นหนา 2"
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3/8" ถึง 3I"PS	บริเวณที่มีความชื้นสัมพันธ์ระดับสูงพิเศษ 85 % RH , อุณหภูมิอากาศไม่เกิน 90°F (32.2 °C) ****			
ท่อใหญ่กว่า 3" IPSถึง 10 "IPS	ท่อหนา 3/4"	ท่อหนา 1"	ท่อหนา 1-1/4"	ท่อหนา 2"
ท่อใหญ่กว่า 10" IPS	แผ่นหนา 1"	แผ่นหนา 1-1/4 "	แผ่นหนา 1-1/2 "	แผ่นหนา 2-1/2"
	แผ่นหนา 1"	แผ่นหนา 1 -1/4 "	แผ่นหนา 1 -1/2 "	แผ่นหนา 2 -1/2"

* บริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ระดับปานกลาง (70%RH) อุณหภูมิอากาศไม่เกิน30 °C เหมาะสำหรับการหุ้มท่อเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

** บริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่ำ (50%RH) อุณหภูมิอากาศไม่เกิน27 °C ส่วนมากใช้กับเครื่องปรับอากาศประเภทแยกส่วนที่ท่อติดกับบริเวณที่ปรับอากาศและควบคุมความชื้น

*** บริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ระดับสูง (80%RH) อุณหภูมิอากาศไม่เกิน 32°Cพบในบริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศปานกลาง เช่นในบริเวณช่องชาร์ฟ เป็นต้น เหมาะสำหรับหุ้มท่อน้ำเย็นในระบบปรับอากาศแบบศูนย์กลาง (Chilled Water Piping) ของอาคารทั่วไปในเขตร้อนชื้น

**** บริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ระดับสูงเป็นพิเศษ (85%RH) อุณหภูมิอากาศไม่เกิน 32 °Cการถ่ายเทอากาศไม่ดีนัก โดยเฉพาะบริเวณที่ต้องการป้องกันปัญหาหยดเหงื่อ (Condensation) เป็นพิเศษ เช่น ท่อน้ำเย็นที่ติดตั้งบริเวณเหนือฝ้า ช่องชาร์ฟของอาคาร โรงพยาบาล โรงแรม ห้องอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกคอมพิวเตอร์ หรือบริเวณคลังเก็บพัสดุ

2.4 วิธีการควบคุมและลดความชื้น

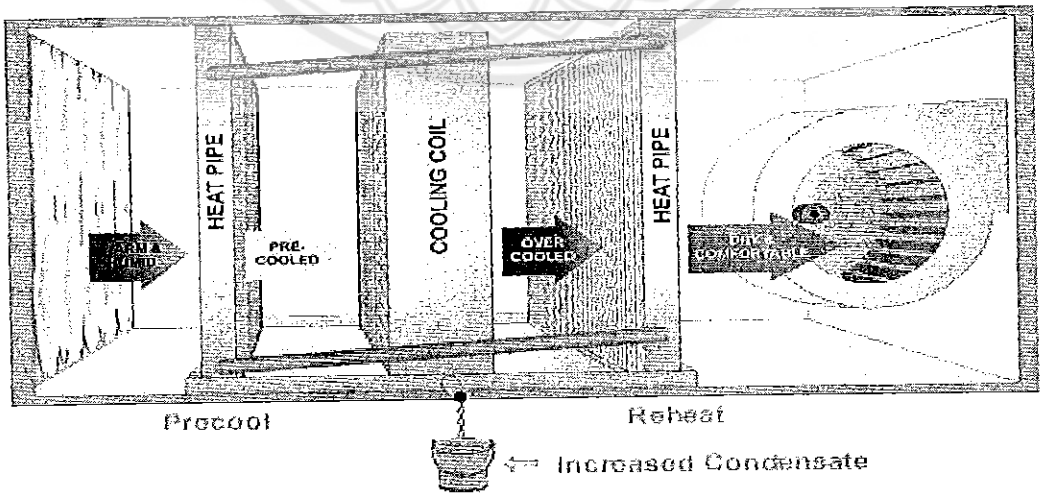
2.4.1 การลดอุณหภูมิอากาศชื้นให้เป็นอากาศแห้ง

อากาศเย็นจะมีความสามารถในการอุ้มความชื้นลดลง ดังนั้นอากาศชื้นสามารถทำให้เป็นอากาศแห้งโดยการให้ความเย็นกับอากาศนั่นเอง ดังเช่นตัวอย่างกระบวนการต่อไปนี้

กระบวนการทำความเย็นลดความชื้นโดยคอล์ยเย็น

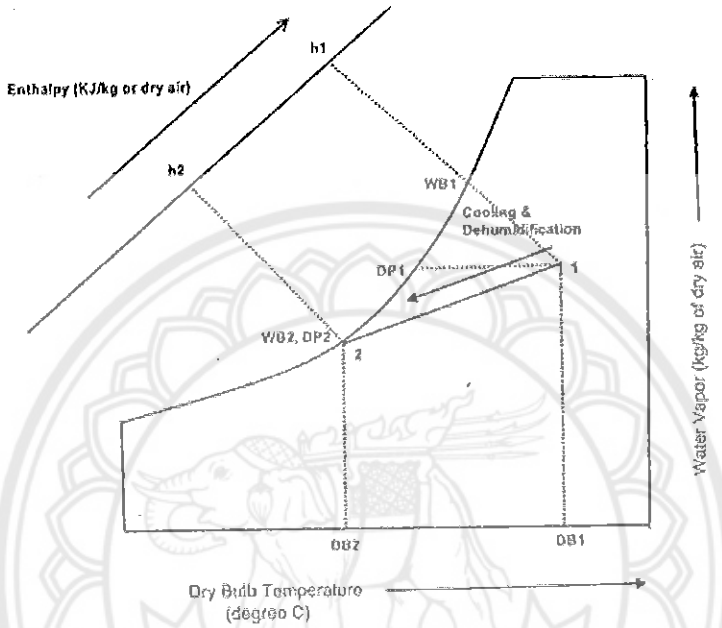
กระบวนการทำความเย็นลดความชื้นเป็นกระบวนการที่ซึ่งอากาศถูกลดอุณหภูมิสัมผัส และในขณะเดียวกันความชื้นถูกกำจัดออกไปด้วย โดยจะเกิดขึ้นเมื่ออากาศอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิจุดน้ำค้างใดๆถูกลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศเอง จะทำให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เช่น อากาศที่ผ่านคอล์ยเย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศจะลดลงจนเทียบเท่าอุณหภูมิคอล์ยเย็น ทำให้ไอน้ำในอากาศเริ่มกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะบนผิวคอล์ย ส่งผลให้ปริมาณไอน้ำในอากาศลดลง จึงสามารถกล่าวได้ว่าการลดอุณหภูมิของอากาศจนต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศเอง เป็นการทำความเย็นพร้อมไปกับการลดความชื้น

กระบวนการทำความเย็นลดความชื้นนั้นใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องปรับอากาศชนิดต่างๆ เช่น แบบแยกส่วน, แบบหน้าต่าง, แบบแพ็คเกจ หรือแม้แต่ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง เพื่อใช้ในการเพิ่มสภาวะความสบายภายในพื้นที่ทำความเย็น ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและแบบหน้าต่าง คอล์ยเย็นจะถูกรักษาอุณหภูมิไว้ให้ต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศโดยใช้สารทำความเย็นเป็นตัววิ่งผ่านคอล์ยเย็น เมื่ออากาศผ่านคอล์ยเย็น อุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นของอากาศจะลดลง หยดน้ำที่เกาะบนผิวคอล์ยจะไหลลงผ่านท่อเล็กๆที่ใช้ระบายน้ำ ส่วนในระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง คอล์ยเย็นจะถูกทำความเย็นโดยสารทำความเย็นหรือน้ำหล่อเย็น(Chilled water) เมื่ออากาศผ่านคอล์ยเย็นจะทำให้อากาศเย็นและลดความชื้นเช่นกัน



รูปที่ 2.8 กระบวนการลดความชื้นโดยคอล์ยเย็น

โดยฮีทไปป์เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความชื้นและช่วยลดพลังงานในระบบ ในระหว่างกระบวนการทำความเย็นลดความชื้น อุณหภูมิกระเปาะแห้ง, อุณหภูมิกระเปาะเปียก และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศจะลดลง ในทำนองเดียวกันความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงของอากาศก็ลดลงด้วย ซึ่งการลดลงดังกล่าวทั้งหมดนั้นเป็นผลให้เอนทาลปีของอากาศลดลง ดังแสดงในแผนภาพไซโครเมตริกด้านล่าง

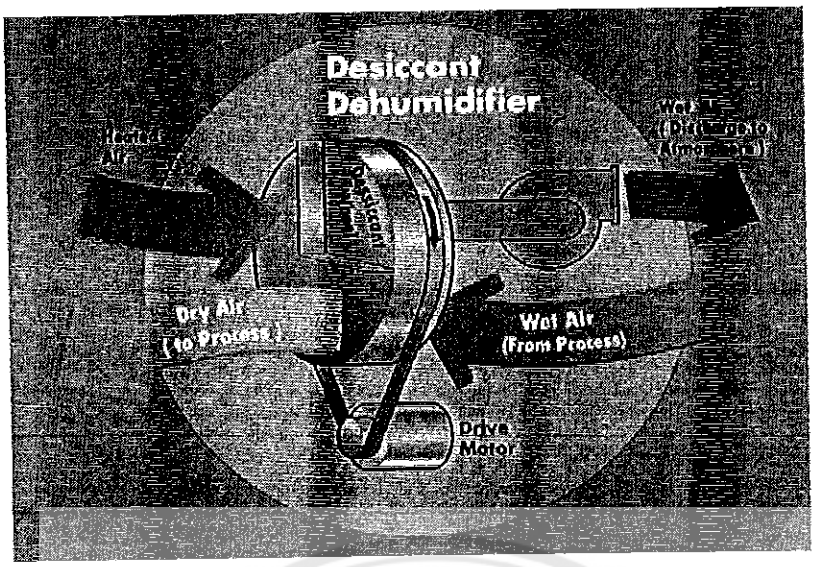


รูปที่ 2.9 กระบวนการทำความเย็นลดความชื้นในแผนภาพไซโครเมตริก

2.4.2 การลดความชื้นโดยใช้สารดูดความชื้น

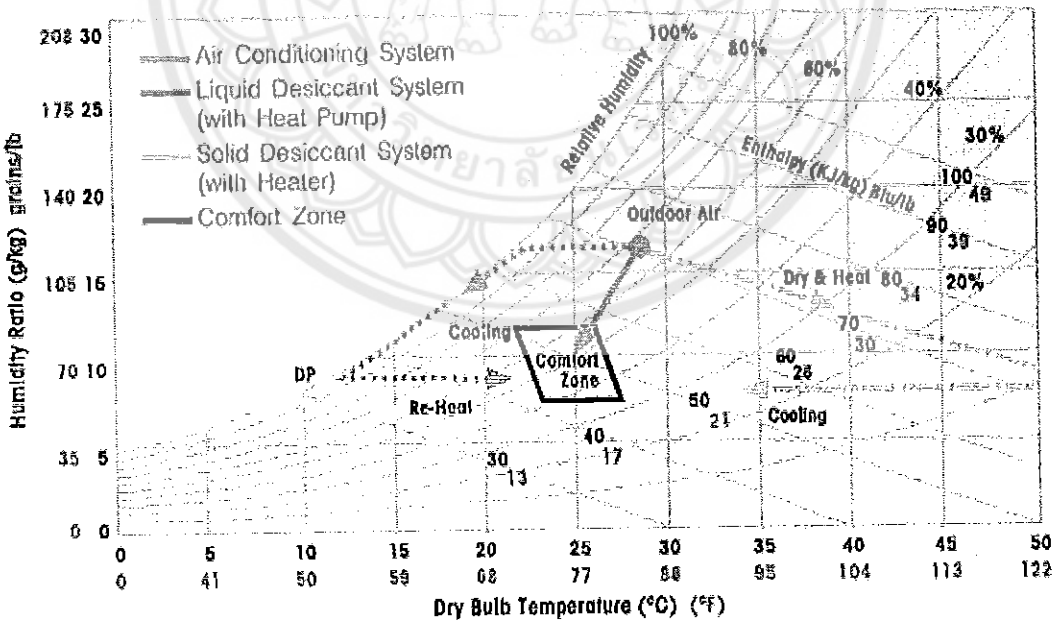
สารดูดความชื้นเป็นวัตถุที่สามารถดูดความชื้นออกจากอากาศโดยกระบวนการดูดความชื้นจะใช้อากาศซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์สูงไหลผ่านสารดูดความชื้นเพื่อดึงความชื้นออก โดยสารนี้จะดูดความชื้น ทำการกักเก็บความชื้นไว้และถูกหมุนไปในส่วนที่มีอากาศซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าไหลผ่าน เพื่อปล่อยความชื้นที่กักเก็บไว้ออกและกลับสู่สภาพเดิม โดยทั่วไปกระบวนการดูดความชื้นโดยใช้สารดูดความชื้นนี้จะต้องใช้พลังงานความ ร้อนเพื่อดึงความชื้นออก

สารดูดความชื้นที่นิยมใช้กัน ได้แก่ Silica Gel, Activated Alumina, Natural and Synthetic Zeolites, Lithium Chloride, Titanium Silicate and Synthetic Polymers



รูปที่ 2.10 กระบวนการการลดความชื้นโดยใช้สารดูดความชื้น

การใช้งานสารดูดความชื้น สามารถประยุกต์ใช้งานได้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการควบคุมสภาวะอุณหภูมิในช่วง 5 - 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 10 - 15% เช่น ห้อง Clean room และห้องเก็บชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิคส์ น้ำผลไม้ ลูกกวาด และคุกกี้ในอุตสาหกรรมอาหารแคปซูล และผงยา ในอุตสาหกรรมยาระบบปรับอากาศ



รูปที่ 2.11 แผนภูมิไซโครเมตริกเปรียบเทียบสภาวะอากาศสำหรับระบบควบคุมความชื้นแบบต่างๆ

2.5 อัตราการไหลของอากาศ

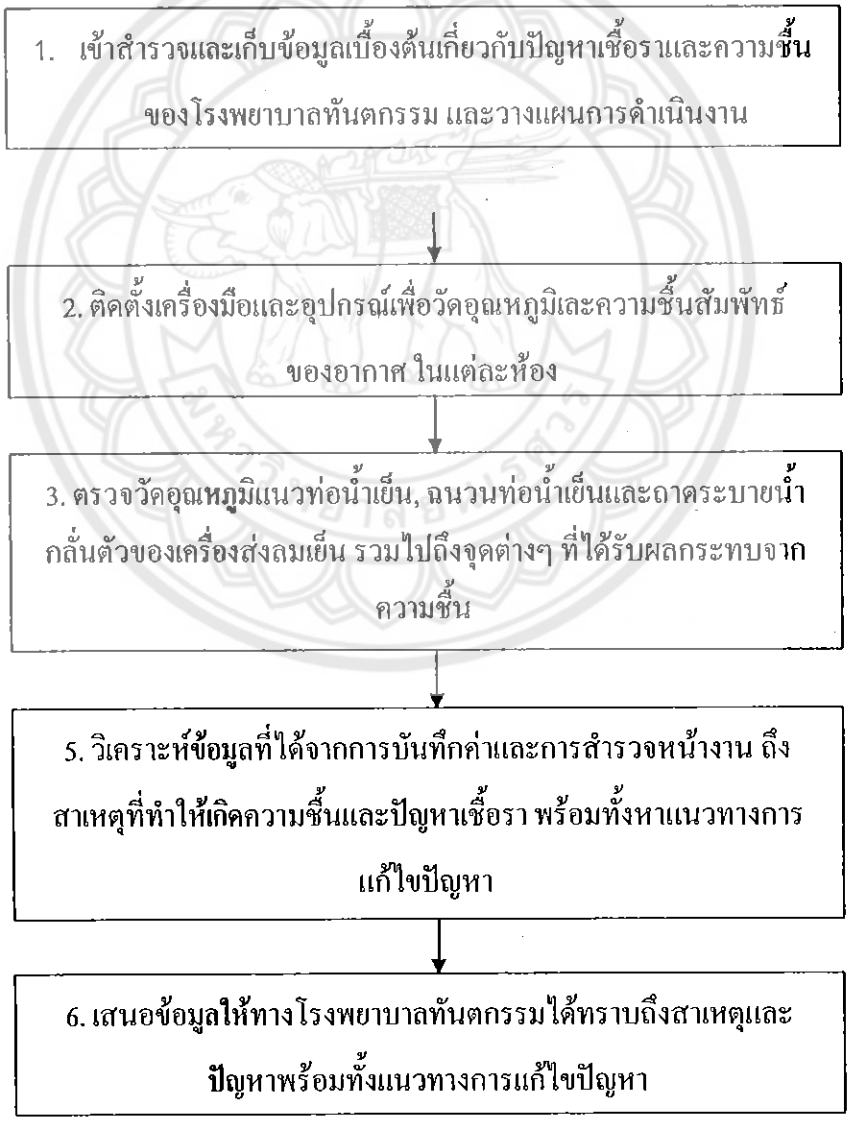
เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นให้เพิ่มขึ้น โดยที่ตัวแปรอื่นยังคงเดิม จะทำให้อากาศที่ออกจากคอยล์เย็นนั้นมีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าอัตราการไหลปกติ กล่าวคือ อุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ออกจากคอยล์อาจจะได้ไม่ต่ำเท่าที่ควร เส้นการทำความเย็นบนไซโครเมตริกชาร์ต ก็จะแสดงได้ดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 เส้นการทำความเย็นบนไซโครเมตริกชาร์ต

บทที่ 3

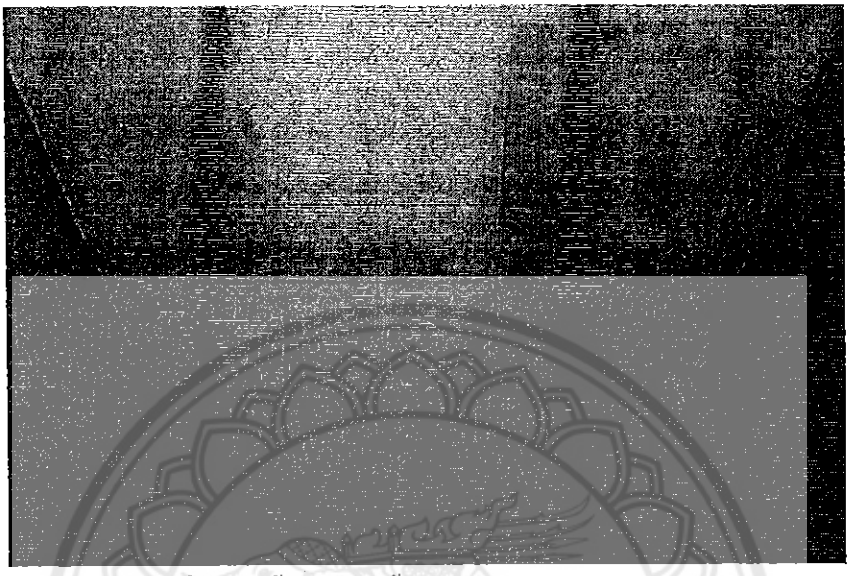
วิธีการดำเนินโครงงาน

จากการเข้าสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าเกิดปัญหาเชื้อราก่อตัวขึ้นมากบริเวณ ฝ้าเพดานและผนังภายในห้องต่างๆ ของโรงพยาบาลทันตกรรม ส่งผลให้บริเวณดังกล่าวได้รับความเสียหายจากปัญหาความชื้น ทางผู้จัดทำจึงได้วางแผนการดำเนินงานในการเข้าตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในแต่ละห้องของโรงพยาบาลทันตกรรม โดยเน้นไปที่บริเวณที่เกิดปัญหามาก เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น โดยวิธีการดำเนินงานสามารถอธิบายในรูปของ Flow chart และมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

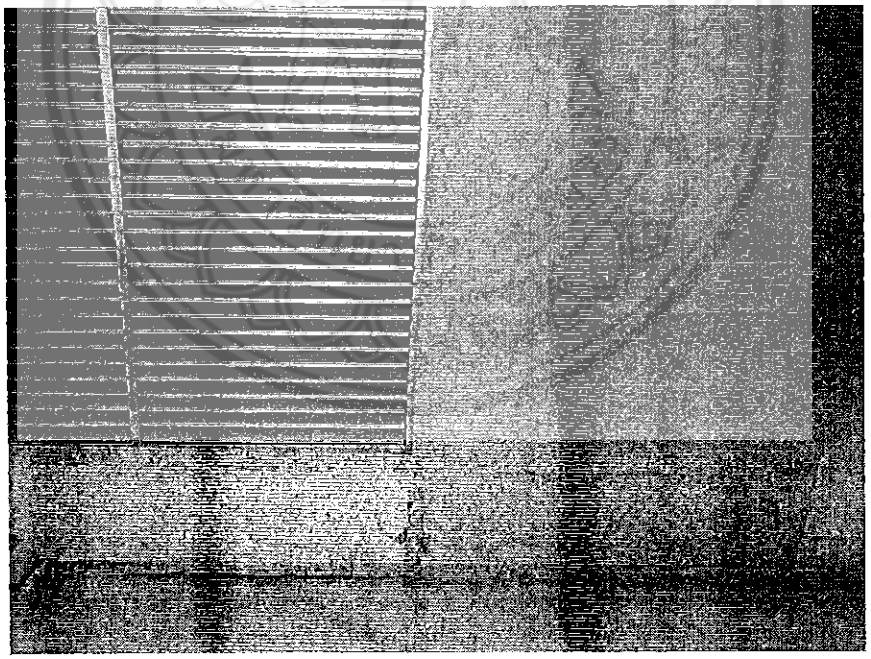


3.1 การดำเนินงานในการเข้าสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม

จากการเข้าสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นชี้ให้เห็นถึงปัญหาเชื้อราที่เกิดขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเชื้อราจะเกิดบริเวณผนัง, ฝ้าเพดาน และบริเวณอื่น รวมทั้งก่อให้เกิดความเสียหาย ดังแสดงในรูป 3.1

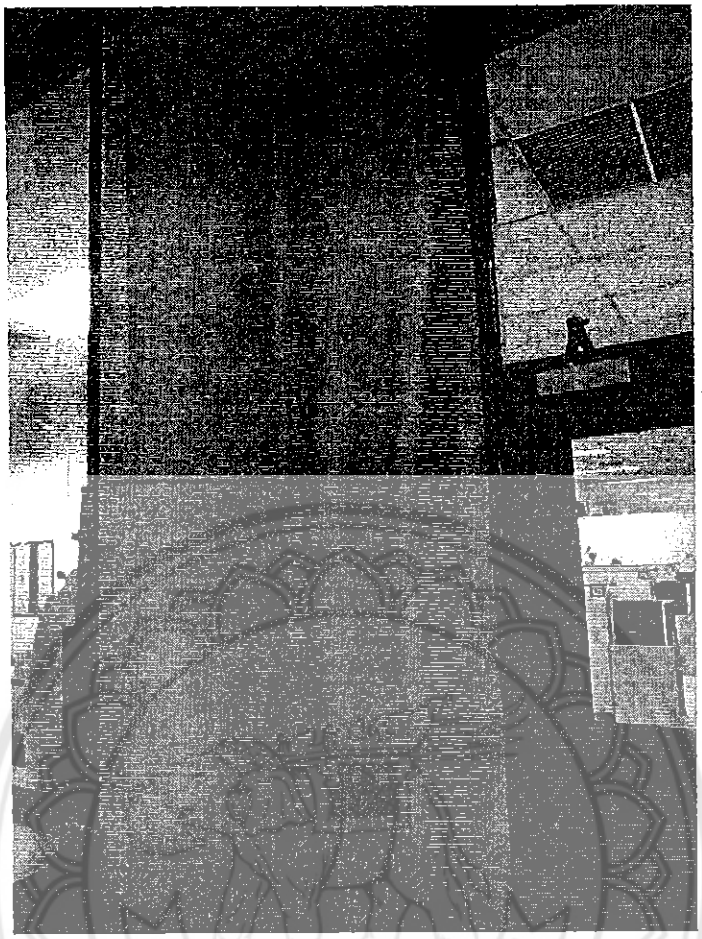


(ก) เชื้อราที่เกิดขึ้นบนฝ้าและขอบผนังบริเวณ

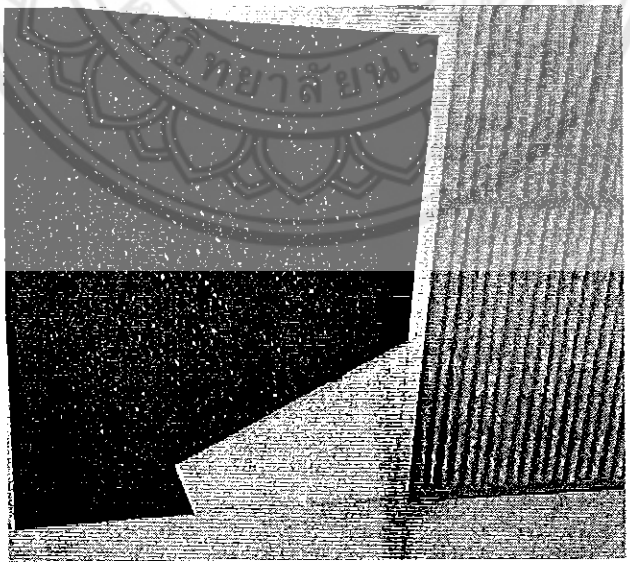


(ข) เชื้อราที่เกิดขึ้นบนฝ้าหน้ากากอากาศกลับของห้องประชุม

รูปที่ 3.1.1 แสดงให้เห็นถึงปัญหาเชื้อราและความชื้นที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ

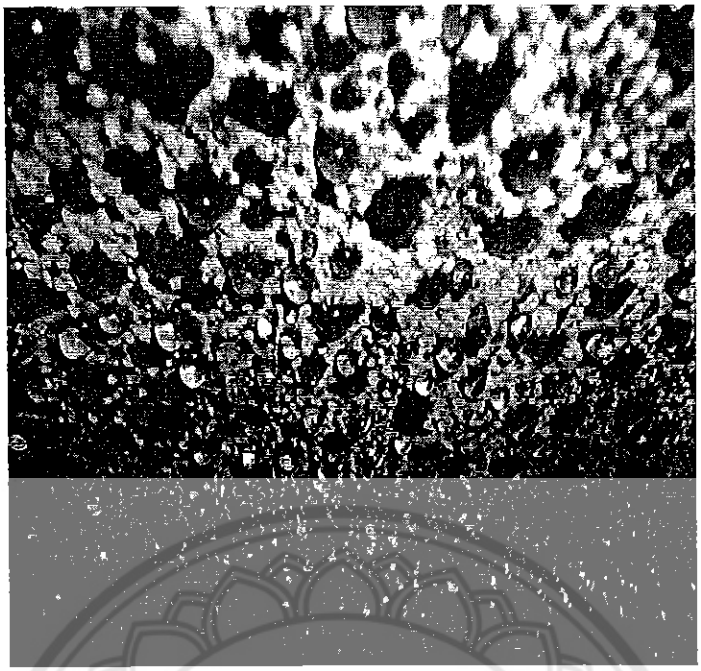


(ก) เชื้อราที่เกิดขึ้นตามผนังทางเดิน

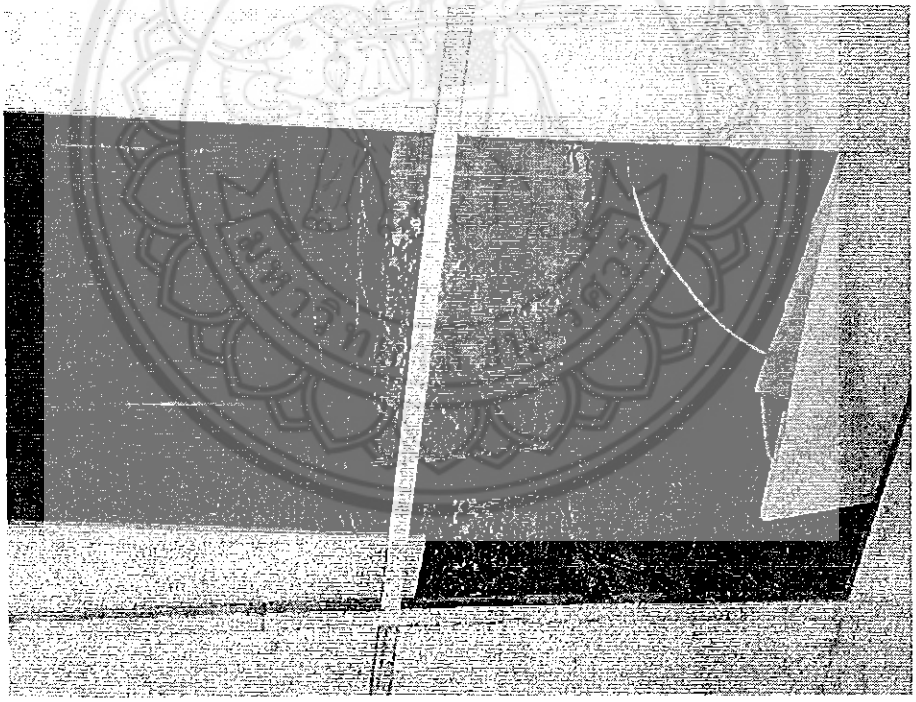


(ข) หยดน้ำบริเวณฉนวนใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวเครื่องส่งลมเย็นของห้องประชุม

รูปที่ 3.1.2 แสดงให้เห็นถึงปัญหาเชื้อราและความชื้นที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ

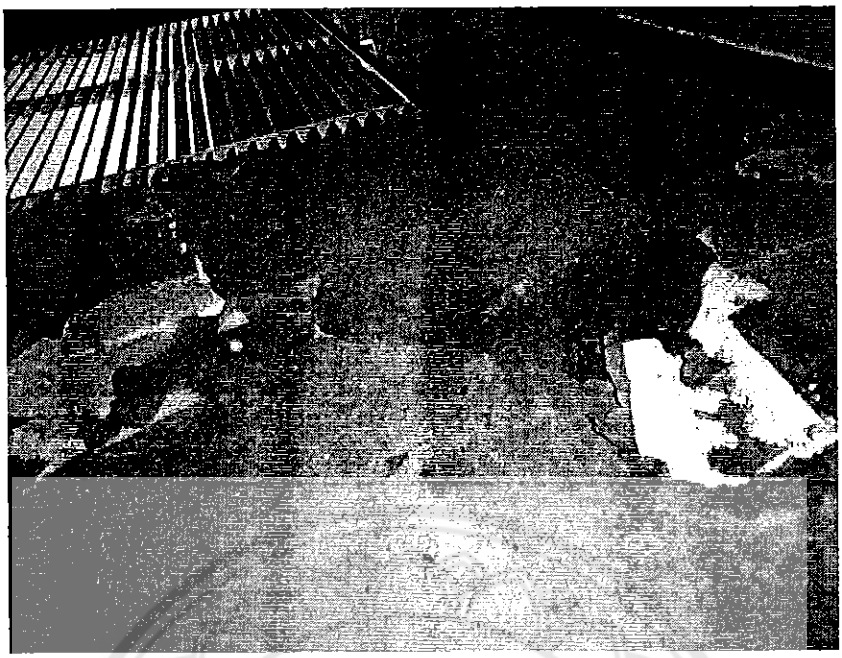


(ก) หยดน้ำและเชื้อราบริเวณฉนวนใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็นในรูป

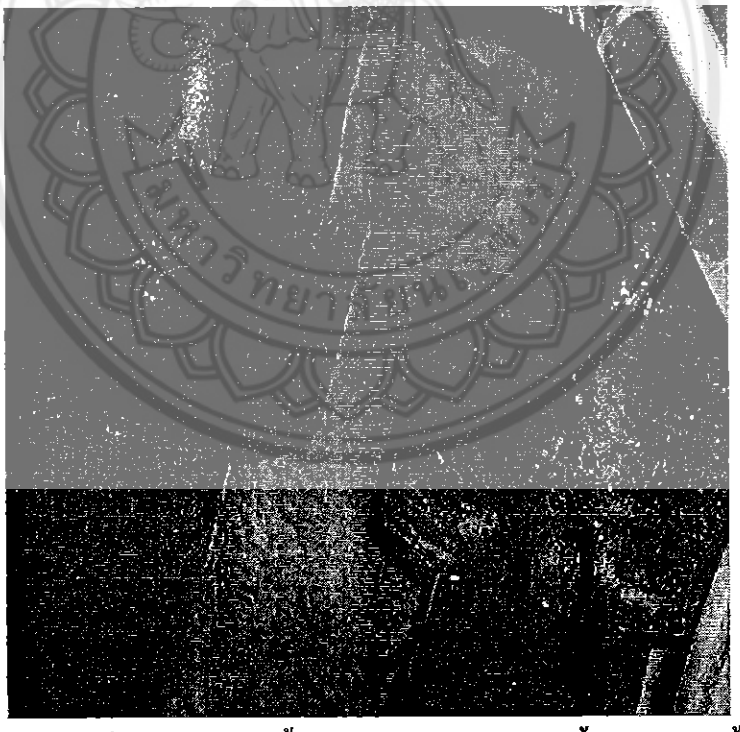


(ข) ความเสียหายจากหยดน้ำและเชื้อราของท่อนำอากาศเข้าเครื่องส่งลมเย็นของห้อง DT 4103

รูปที่ 3.1.3 แสดงให้เห็นถึงปัญหาเชื้อราและความชื้นที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ



(ก) ความเสียหายจากหยดน้ำและเชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าในห้องประชุม

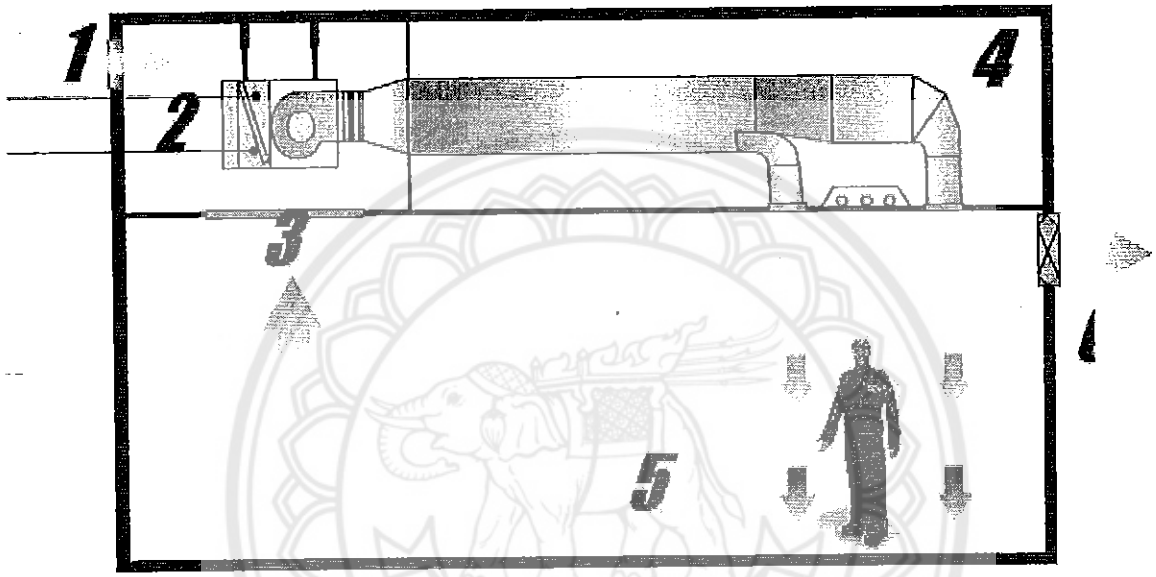


(ข) หยดน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของความชื้นในอากาศบริเวณท่อจ่ายน้ำเย็นและท่อน้ำเย็นกลับ ในฤดูฝน

รูปที่ 3.1.4 แสดงให้เห็นถึงปัญหาเชื้อราและความชื้นที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ

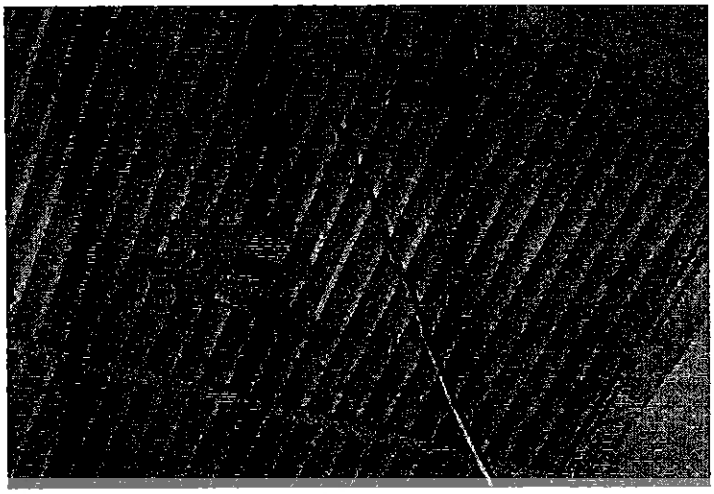
3.2 การดำเนินงานในส่วนการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและการบันทึกค่า

3.2.1 นำเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ AP-104 และเครื่องคอมพิวเตอร์ ติดตั้งในห้องต่างๆ ของโรงพยาบาล เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยทำการติดตั้งหัววัดในจุดต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.2 แสดงจุดติดตั้งหัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในจุดต่างๆ

1. บริเวณช่องอากาศเติม (Fresh air) ภายในเครื่องส่งลมเย็น 1 จุด
2. บริเวณอากาศผสม (Mixing air) ภายในเครื่องส่งลมเย็น 1 จุด
3. บริเวณหน้ากากอากาศกลับ (Return air) ภายในเครื่องส่งลมเย็น 1 จุด
4. บริเวณใต้ฝ้าเพดานของแต่ละห้อง (Ceiling) 1 จุด
5. บริเวณภายในห้อง (Room air) 1 จุด



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการติดตั้งหัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณหน้ากากอากาศกลับ (Return air)

I551601 8
ว/ร.
2378 ก
2553

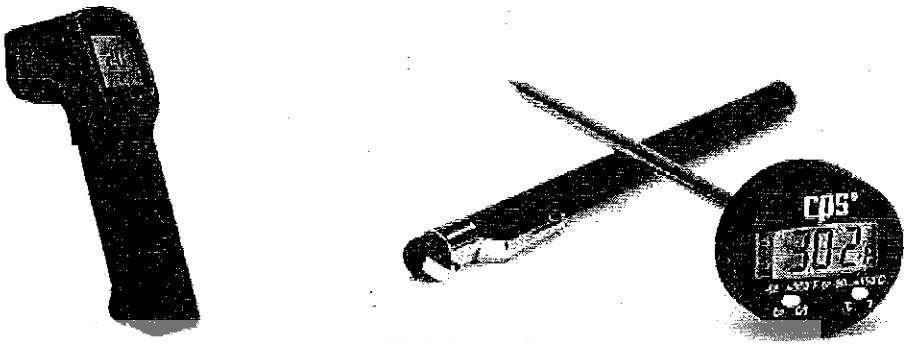
รูปที่ 3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

3.1.2 ต่อสายพอร์ทเครื่อง AP-104 เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม AP-104 แล้วเปิดโปรแกรมพร้อมกับตั้งค่าการบันทึกเพื่อบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้น โดยตั้งค่าการบันทึกทุก 30 นาที ภายในช่วงเวลา 24 ชม. (การใช้งานเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสามารถศึกษาได้ในภาคผนวก) ซึ่งในการบันทึกค่านั้นได้ทำการบันทึกข้อมูลไว้ใน 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝนและฤดูหนาว เพื่อนำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

3.1.3 นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกมาทำการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 24 ชม.

3.3 การดำเนินงานในการตรวจวัดอุณหภูมิในจุดต่างๆ ดังนี้

โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิ (Thermometer) 2 ชนิด ได้แก่



(ก) (ข)

รูปที่ 3.5 (ก) Thermo gun ใช้ในการวัดอุณหภูมิผิวฉนวนและพื้นผิวอื่นๆ
(ข) Digital Pocket Thermometer ใช้ในการวัดอุณหภูมิพื้นผิวใต้ฉนวน

ซึ่งได้ทำการวัดอุณหภูมิในจุดต่างๆ ดังนี้

3.3.1 อุณหภูมิผิวท่อน้ำเย็น Chilled water supply และ Chilled water return ทั้งท่อ Main และ Branch โดยทำการวัดค่าทุกๆ 2 เมตร

3.3.2 อุณหภูมิผิวฉนวนท่อน้ำเย็น Chilled water supply และ Chilled water return ทั้งท่อ Main และ Branch โดยทำการวัดค่าทุกๆ 2 เมตร

3.3.3 อุณหภูมิผิวเพดาน โดยทำการวัดค่าทุกๆ 5 ตารางเมตร

3.3.4 อุณหภูมิผิวฉนวนโฟมที่ฉีดหุ้มเพดาน โดยทำการวัดค่าทุกๆ 5 ตารางเมตร

3.3.5 อุณเหภูมิฉนวนใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็น โดยทำการวัดค่าทุกๆ 0.5 ตารางเมตร

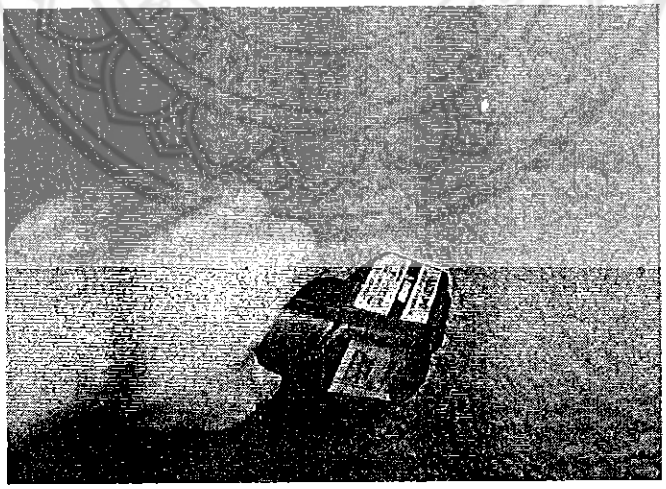
3.3.6 อุณหภูมิผิวท่อน้ำทิ้ง โดยทำการวัดค่าทุกๆ 2 เมตร

3.3.7 อุณเหภูมิผิวฉนวนท่อน้ำทิ้งโดยทำการวัดค่าทุกๆ 2 เมตร

3.3.8 อุณหภูมิผนังห้อง โดยทำการวัดค่าทุกๆ 4 ตารางเมตร

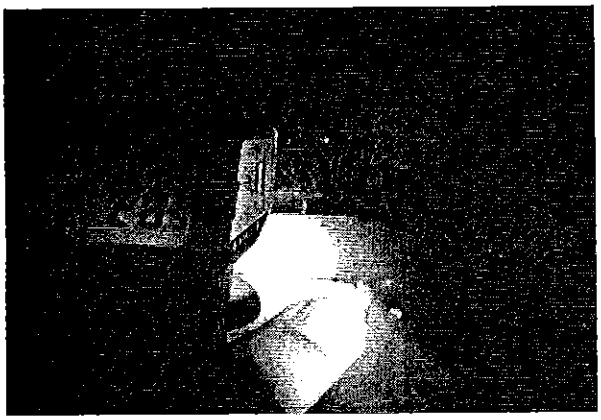
(ก) แสดงการวัดอุณหภูมิท่อน้ำเย็นหลัก

(ข) แสดงการวัดอุณหภูมิท่อน้ำเย็นสาขา

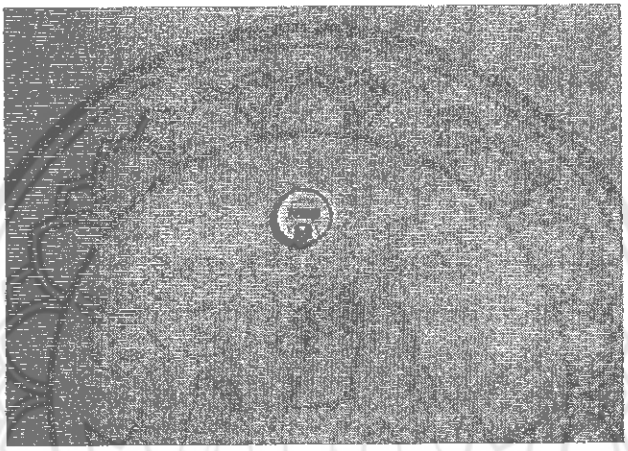


(ค) แสดงการวัดอุณเหภูมิผิวฉนวนโฟมเพดาน

รูปที่ 3.6.1 แสดงการตรวจวัดอุณหภูมิในจุดต่างๆ



(ก) แสดงการวัดอุณหภูมิผิวฉนวนท่อน้ำเย็น



(ข) แสดงการวัดอุณหภูมิผิวเพดาน

รูปที่ 3.6.2 แสดงการตรวจวัดอุณหภูมิในจุดต่างๆ

โดยค่าที่ได้จากการวัดแต่ละค่านั้นจะนำไปหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้ในการคำนวณต่อไป

3.4 การดำเนินงานในการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนวทางการแก้ไข

3.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก, การตรวจวัดและการตรวจสอบจากหน้างานถึงสาเหตุและปัจจัยของการเกิดปัญหาเชื้อรา พร้อมทั้งหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

3.4.2 ระบุถึงสาเหตุของการเกิดปัญหาเชื้อราพร้อมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาให้กับโรงพยาบาลพิจารณา

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงงานและการวิเคราะห์ผล

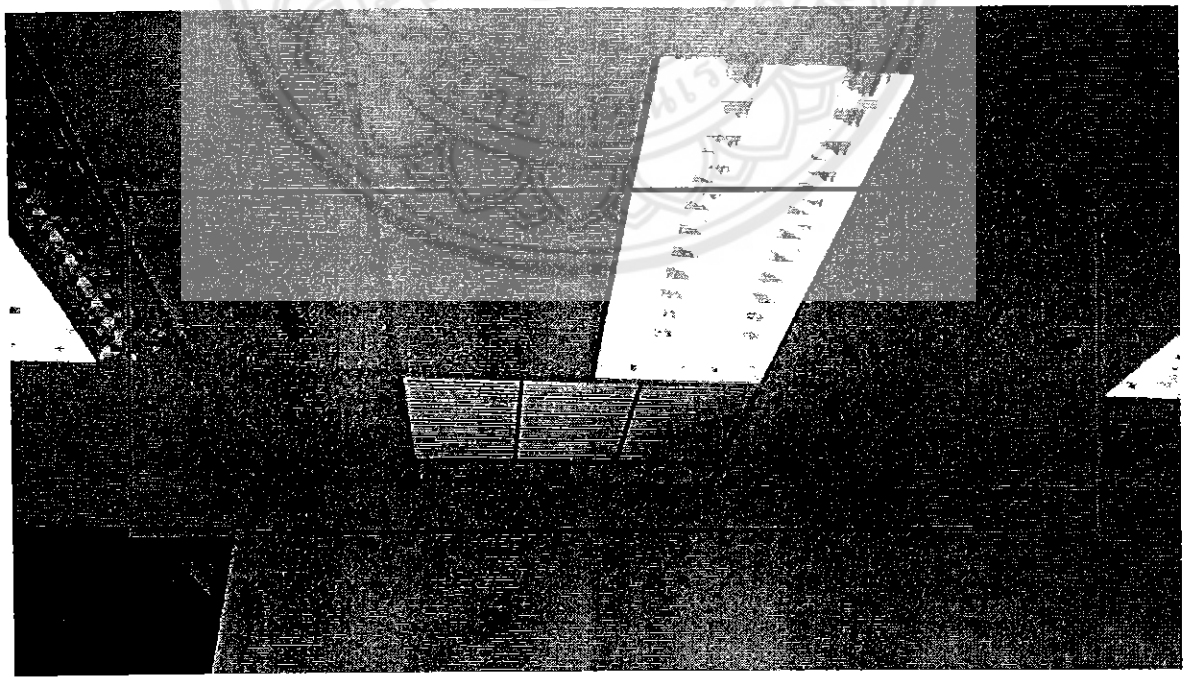
4.1 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และการวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากทางโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวรได้ทำการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น (Dehumidifier) ในบางพื้นที่ไปบ้างแล้ว จึงได้มีการออกแบบการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องที่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น และห้องที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้นต่างกันออกไป อีกทั้งด้วยข้อจำกัดของฤดูกาล ทำให้ข้อมูลที่จะนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาวมีไม่ครบทุกห้อง จึงนำผลการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องที่มีปัญหาเชื้อราและความชื้นสูงมาวิเคราะห์พิจารณาเป็นหลัก ซึ่งจากการวิเคราะห์คำนวณค่าต่างๆ สามารถนำมาเขียนกราฟต่างๆ ที่จะได้อธิบายดังต่อไปนี้

4.1.1 ห้องที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น

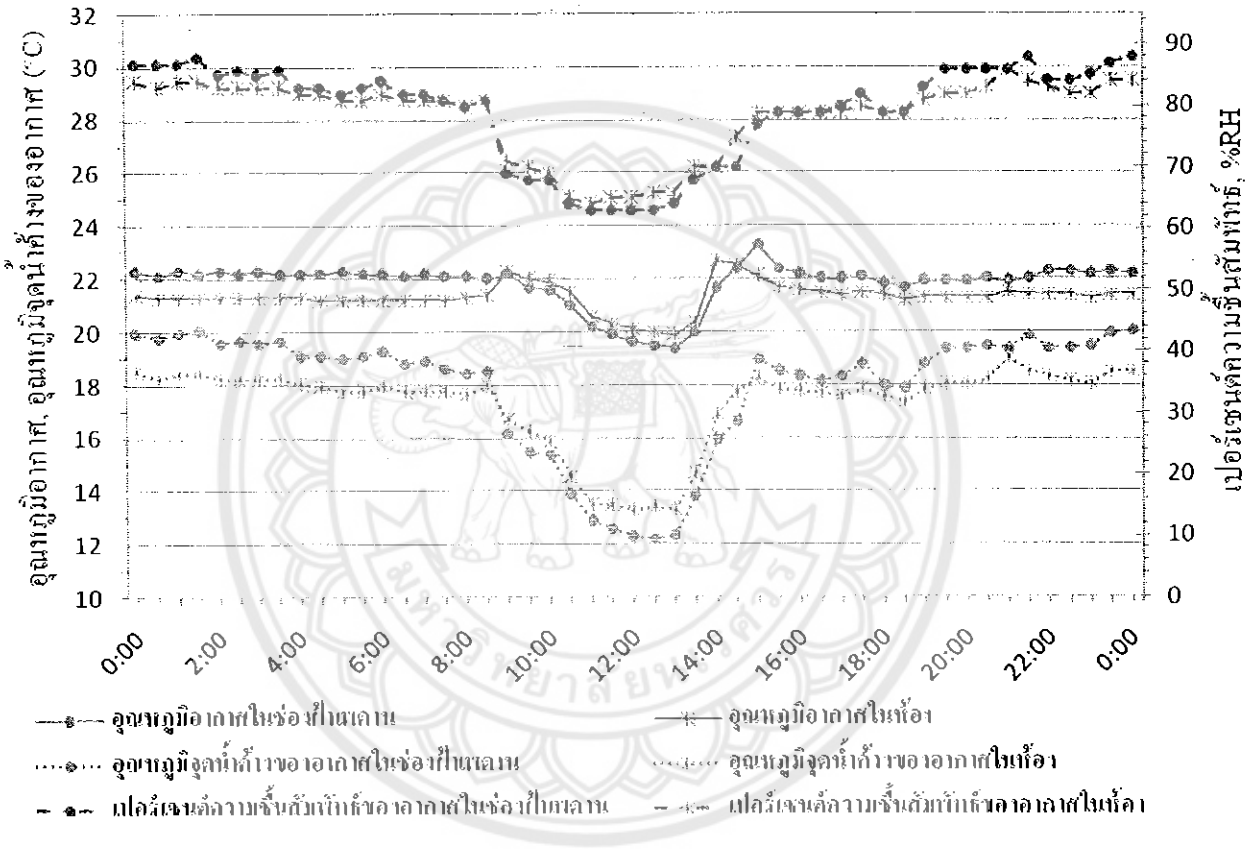
4.1.1.1 DT 4121 (ห้องประชุม)

เป็นห้องที่มีปัญหาเชื้อราและความชื้นมาก โดยเชื้อราจะเกิดขึ้นบริเวณแผ่นฝ้าใต้เครื่องส่งลมเย็นเป็นส่วนมาก ซึ่งแผ่นฝ้าบริเวณใต้เครื่องส่งลมเย็นนั้นได้รับความเสียหายเป็นอย่างมาก ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 เชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณแผ่นฝ้าใต้เครื่องส่งลมเย็นในห้องประชุม

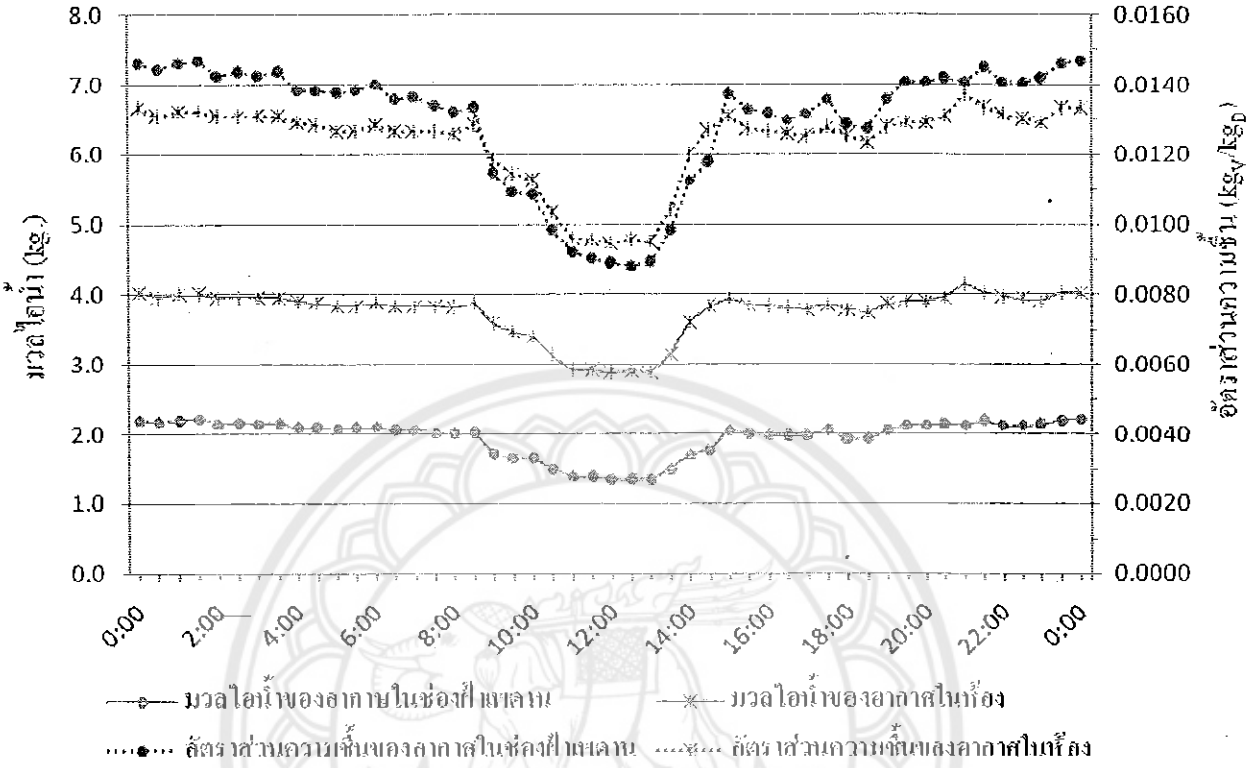
เนื่องจากห้องประชุมเป็นห้องที่เกิดเชื้อราบนแผ่นฝ้าและตามผนังบริเวณใต้เครื่องส่งลมเย็นเป็นจำนวนมาก จึงได้ออกแบบให้มีการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว โดยมีการเปิดเครื่องปรับอากาศแบบปกติในระหว่างการบันทึกค่า คือเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาทำงาน 08.30-16.00 น. เพื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่เกิดขึ้น และจากการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในฤดูฝนและฤดูหนาวสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสร้างกราฟต่างๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 4.2 กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในห้องและในช่องฝ้าเพดานของห้องประชุมในฤดูฝน (ข้อมูล ณ วันที่ 30/09/53)

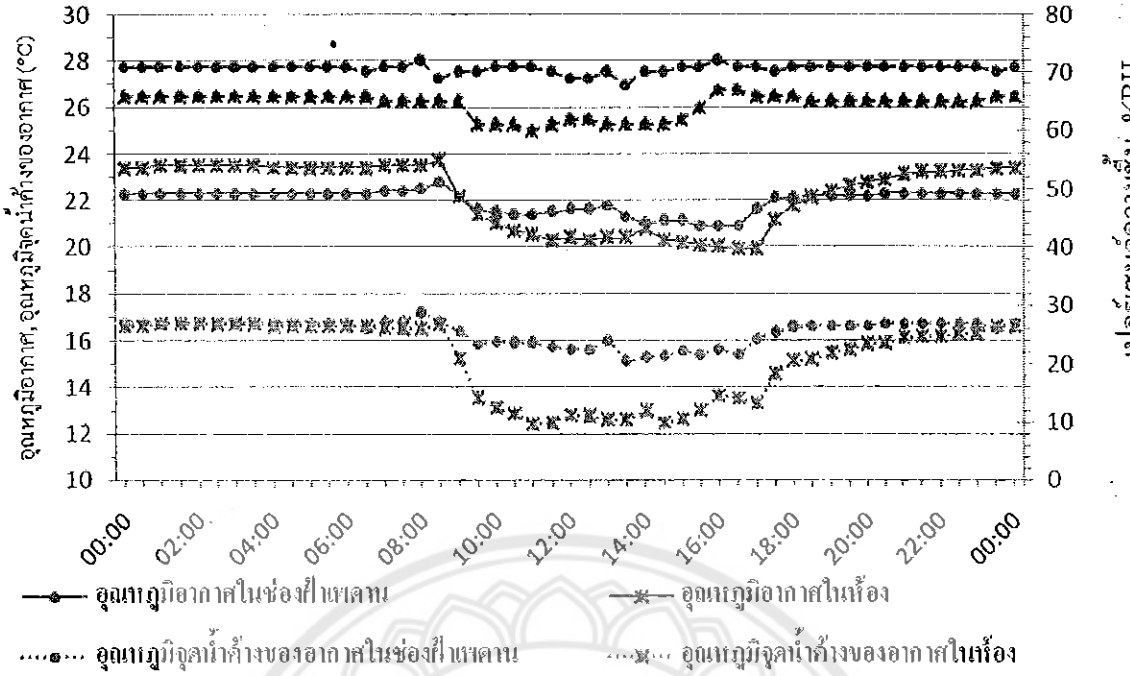
รูปที่ 4.2 เป็นกราฟอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้าง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในห้องประชุม ซึ่งบันทึกค่าในช่วงฤดูฝน ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์นั้นสูงถึง 90% เนื่องจากฝนตก จากกราฟจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาทำงาน อุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ จะลดลง เนื่องมาจาก

เครื่องปรับอากาศได้รีดความชื้นในอากาศออกไปจำนวนหนึ่ง ซึ่งมีส่วนที่ทำให้ความชื้นลดลงได้ นั่นคือ มวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นในอากาศลดลง ดังรูปที่ 4.3

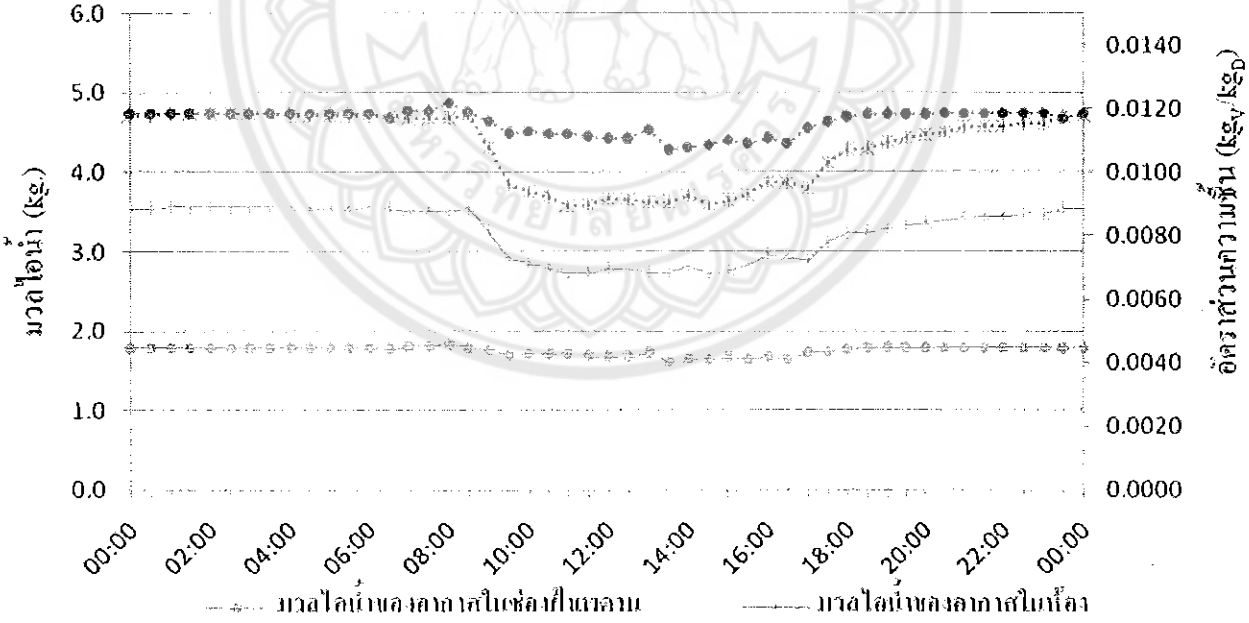


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงมวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้องประชุม ช่วงฤดูฝน (ข้อมูล ณ วันที่ 30/09/53)

และจากการบันทึกค่าในช่วงฤดูหนาวพบว่าอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิจุดน้ำค้าง, มวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และในห้องประชุม จะต่ำกว่าในช่วงฤดูฝน ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5 ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาทำงาน อุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ จะลดลงเช่นกัน เหมือนกราฟในฤดูฝน และเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ในขณะที่ไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศนั้นต่ำกว่าเพียง 60-70% ซึ่งต่ำกว่าในฤดูฝนมาก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้โอกาสในการกลั่นตัวของไอน้ำเป็นหยดน้ำในฤดูหนาวเกิดได้ยากกว่าในฤดูฝน



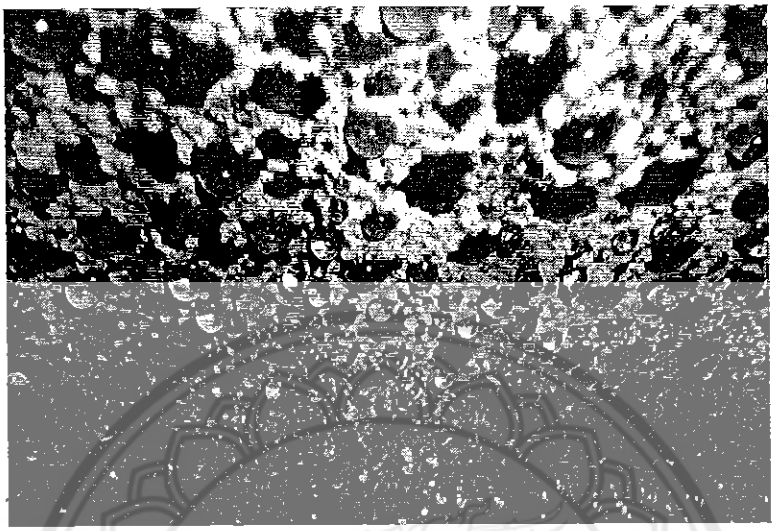
รูปที่ 4.4 กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้องประชุมในฤดูหนาว (ข้อมูล ณ วันที่ 04/11/53)



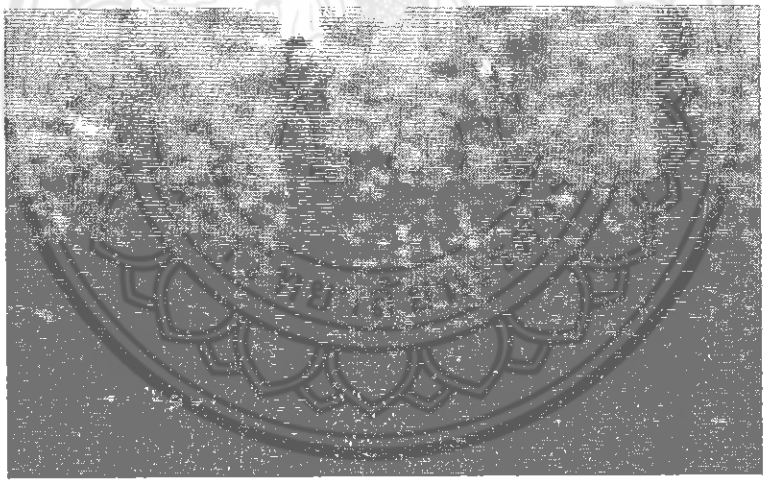
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงมวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้องประชุมช่วงฤดูหนาว (ข้อมูล ณ วันที่ 04/11/53)

จากการตรวจสอบแหล่งกำเนิดความชื้นก็พบว่าในฤดูฝน ที่บริเวณฉนวนใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็นนั้นเกิดมีหยดน้ำเกาะอยู่ปริมาณมาก แต่จะไม่เกิดขึ้นในฤดูหนาว ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งสามารถ

สันนิษฐานได้ว่า ในฤดูฝน อุณหภูมิของผิวฉนวนถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็นนั้นต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในเครื่องส่งลมเย็น จึงได้ทำการตรวจวัดอุณหภูมิในจุดต่างๆ ดังตารางที่ 4.1 เพื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิในจุดต่างๆกับอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในแต่ละจุด



(ก)รูปหยดน้ำและเชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็นในห้องประชุม ในฤดูฝน

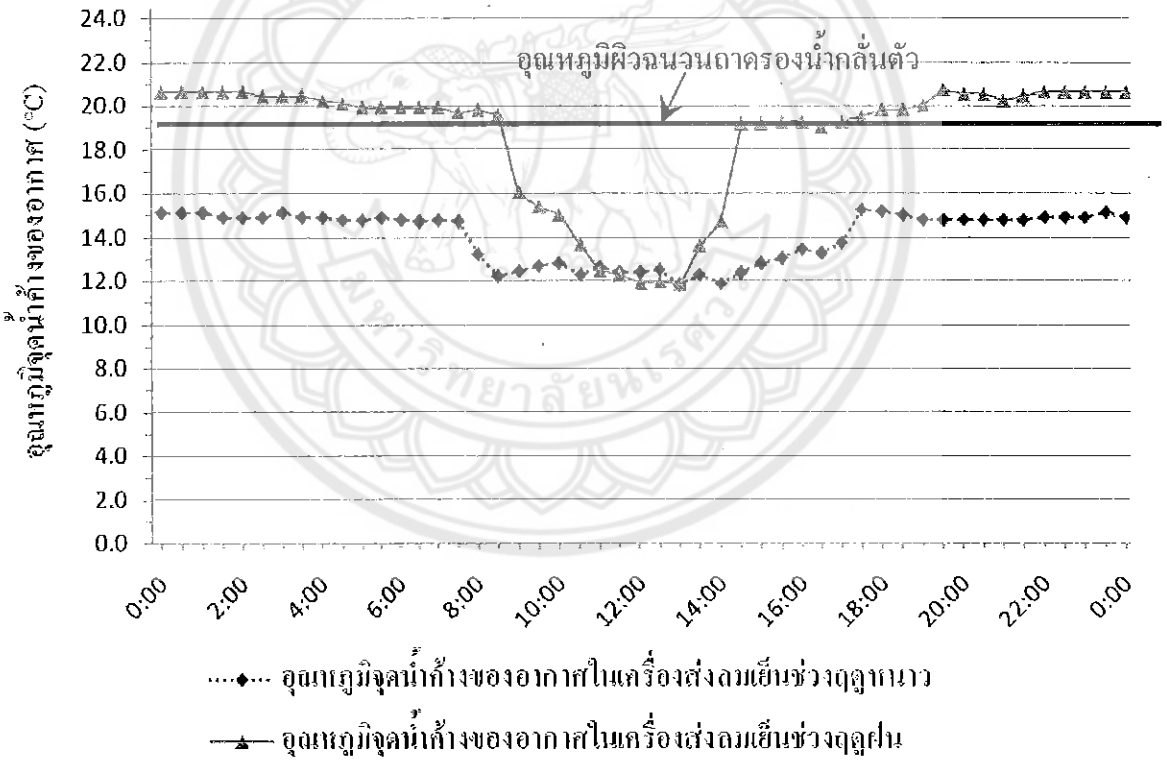


(ข)รูปหยดน้ำและเชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็นในห้องประชุมในฤดูหนาว

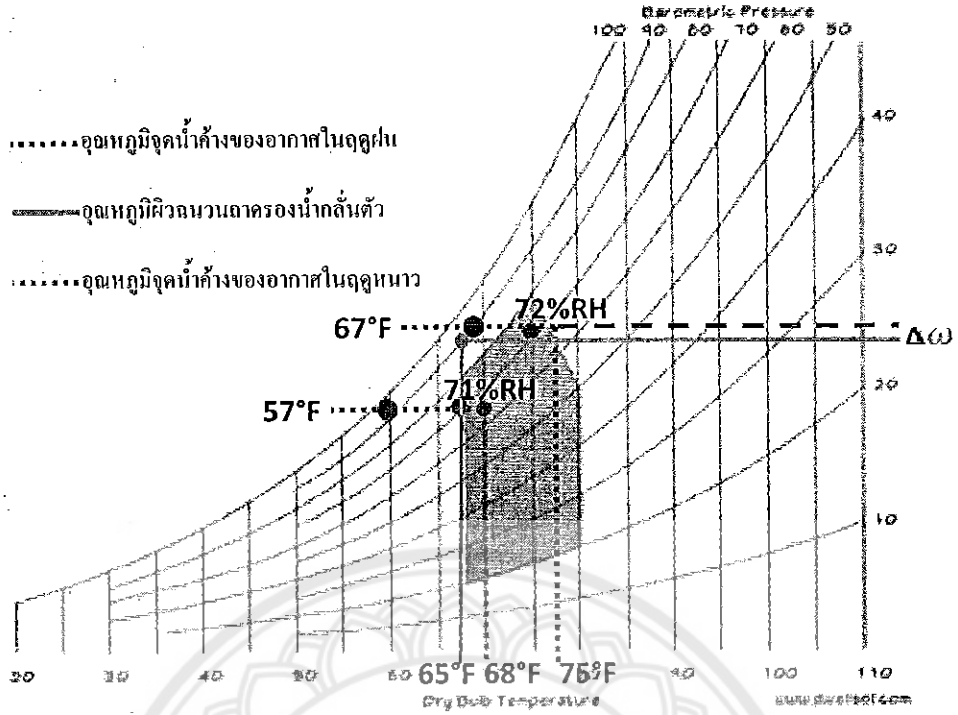
รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบหยดน้ำและเชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณใต้ถาดรองน้ำกลั้นตัวของเครื่องส่งลมเย็นในห้องประชุม ระหว่างฤดูฝน (ก) และฤดูหนาว (ข)

ตารางที่ 4.1 อุณหภูมิของท่อน้ำเย็น, ผิวฉนวนต่างๆ และจุดอื่นๆที่น่าสนใจของห้อง DT 4121

รายการที่วัดอุณหภูมิ	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ℃
ท่อน้ำเย็นจ่าย	7
ท่อน้ำเย็นกลับ	12
ผิวฉนวนท่อน้ำเย็นจ่าย	21
ผิวฉนวนท่อน้ำเย็นกลับ	22
ผิวฉนวนถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็น	18
เพดาน	21
ฉนวนโฟมเพดาน	22
ผนังห้อง	22
ท่อน้ำทิ้ง	19
ผิวฉนวนท่อน้ำทิ้ง	22



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในเครื่องส่งลมเย็นระหว่างช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว

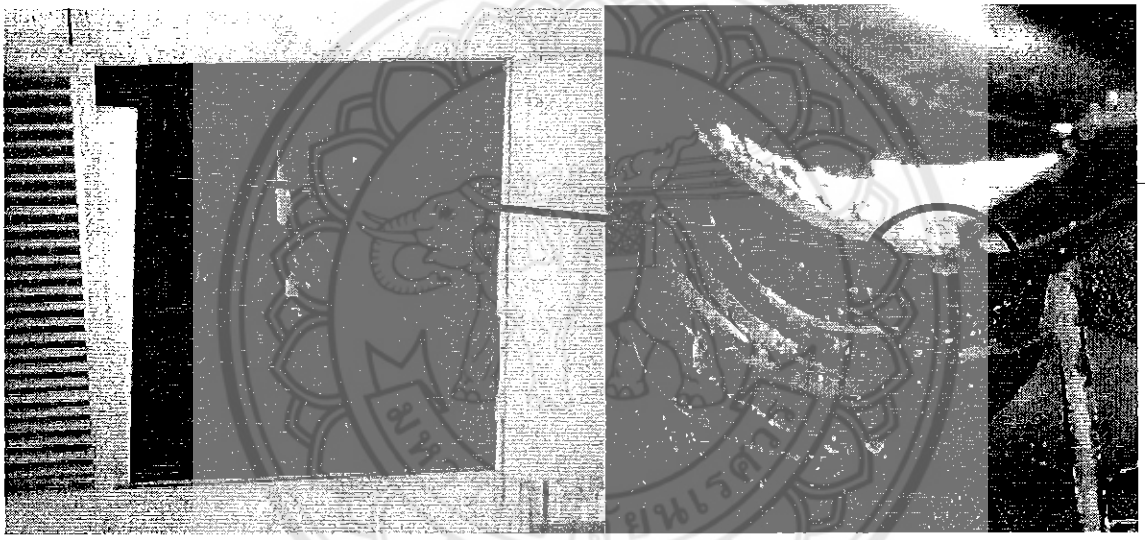


รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบการเกิดการกลั่นตัวของอากาศในเครื่องส่งลมเย็นของห้องประชุม ระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว

จากรูปที่ 4.8 เมื่อนำอุณหภูมิผิวฉนวนถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็น 19°C (65°F) มาเทียบกับอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในเครื่องส่งลมเย็นในฤดูฝน 20°C (68°F) และฤดูหนาว 14°C (57°F) พบว่าในฤดูฝน อุณหภูมิของผิวฉนวนถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็นมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในเครื่องส่งลมเย็น ดังนั้นจึงทำให้ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ($\Delta\omega$) เกาะตามผิวฉนวน ในขณะที่ในฤดูฝนนั้นอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในเครื่องส่งลมเย็นต่ำกว่าอุณหภูมิผิวฉนวน จึงไม่เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ดังนั้นอีกหนึ่งปัจจัยที่เป็นแหล่งความชื้นนั้นมาจากกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของอากาศในเครื่องส่งลมเย็น

นอกจากนี้แล้วสิ่งที่เกิดขึ้นเหมือนกันทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว คือบริเวณข้อต่อของท่อน้ำเย็นภายในเครื่องส่งลมเย็นนั้นมีการรั่วไหลของหยดผ่านฉนวนน้ำหยดลงบนแผ่นฝ้า ซึ่งอาจเป็นหยดน้ำที่รั่วไหลจากท่อน้ำเย็นโดยตรงหรือการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของอากาศภายในช่องว่างระหว่างฉนวนกับท่อน้ำเย็นรั่วไหลผ่านรอยต่อฉนวนหุ้มท่อออกมาหยดลงบนฝ้า ทำให้แผ่นฝ้าได้รับความเสียหาย ดังรูปที่ 4.9

(ก) ความเสียหายของแผ่นฝ้าใต้เครื่องส่งลมเย็นที่เกิดจากหยดน้ำตามแนวท่อน้ำเย็นภายในเครื่องส่งลมเย็น



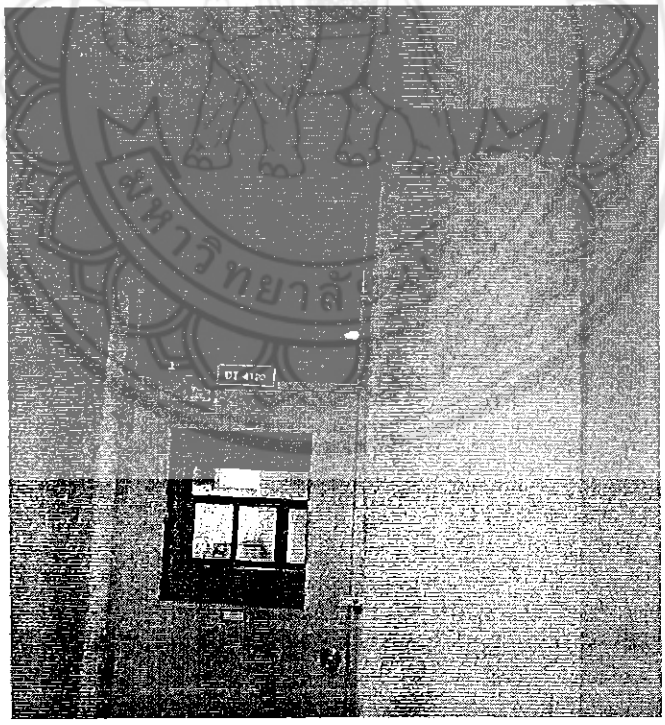
(ข)หยดน้ำที่เกิดหยดตามแนวท่อน้ำเย็นภายในเครื่องส่งลมเย็นในห้องประชุม

รูปที่ 4.9 หยดน้ำที่หยดจากท่อน้ำเย็นในเครื่องส่งลมเย็นลงฝ้าเพดานในห้องประชุม

4.1.1.2 โถงทางเดินหน้าห้องประชุม

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า แผ่นฝ้าเพดานและขอบผนังบริเวณนี้มีคราบเชื้อราอยู่เป็นจำนวนมากที่สุดในส่วนของโถงทางเดิน ดังรูปที่ 4.10

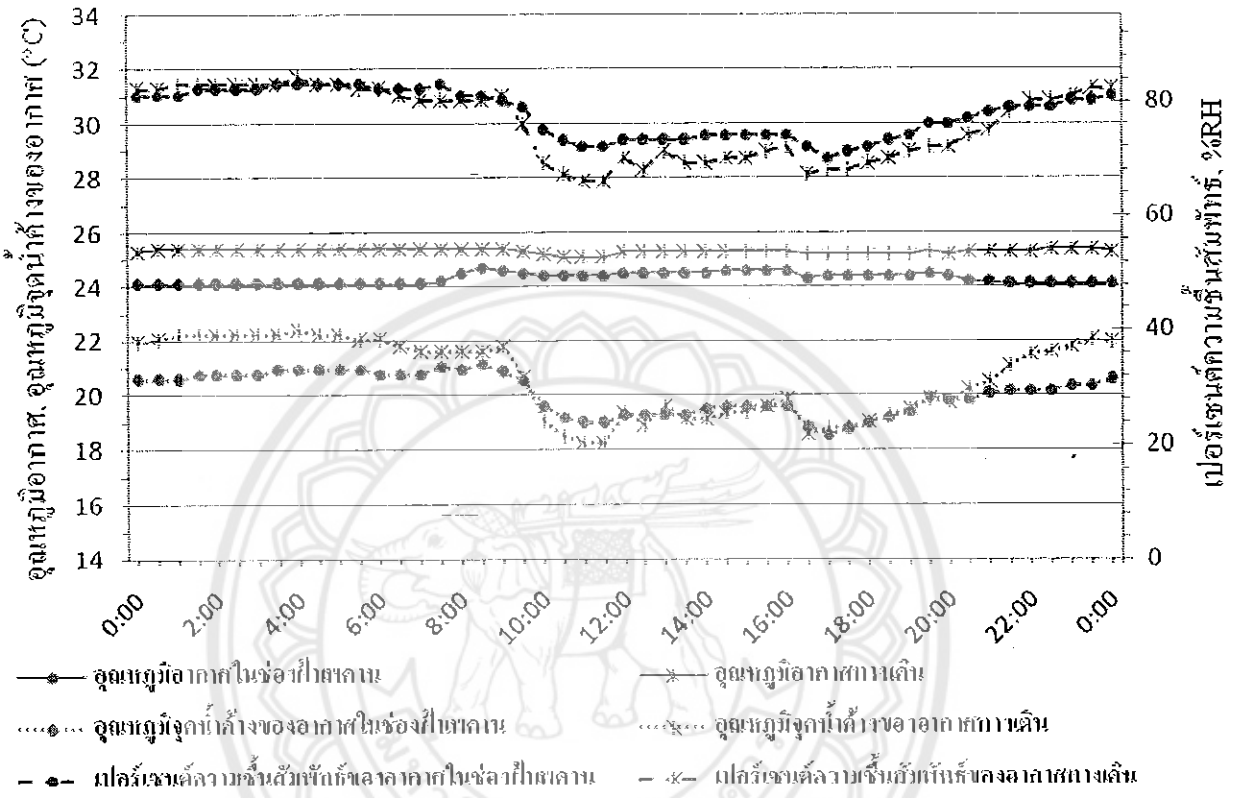
(ก)คราบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าบริเวณโถงทางเดินหน้าห้องประชุม



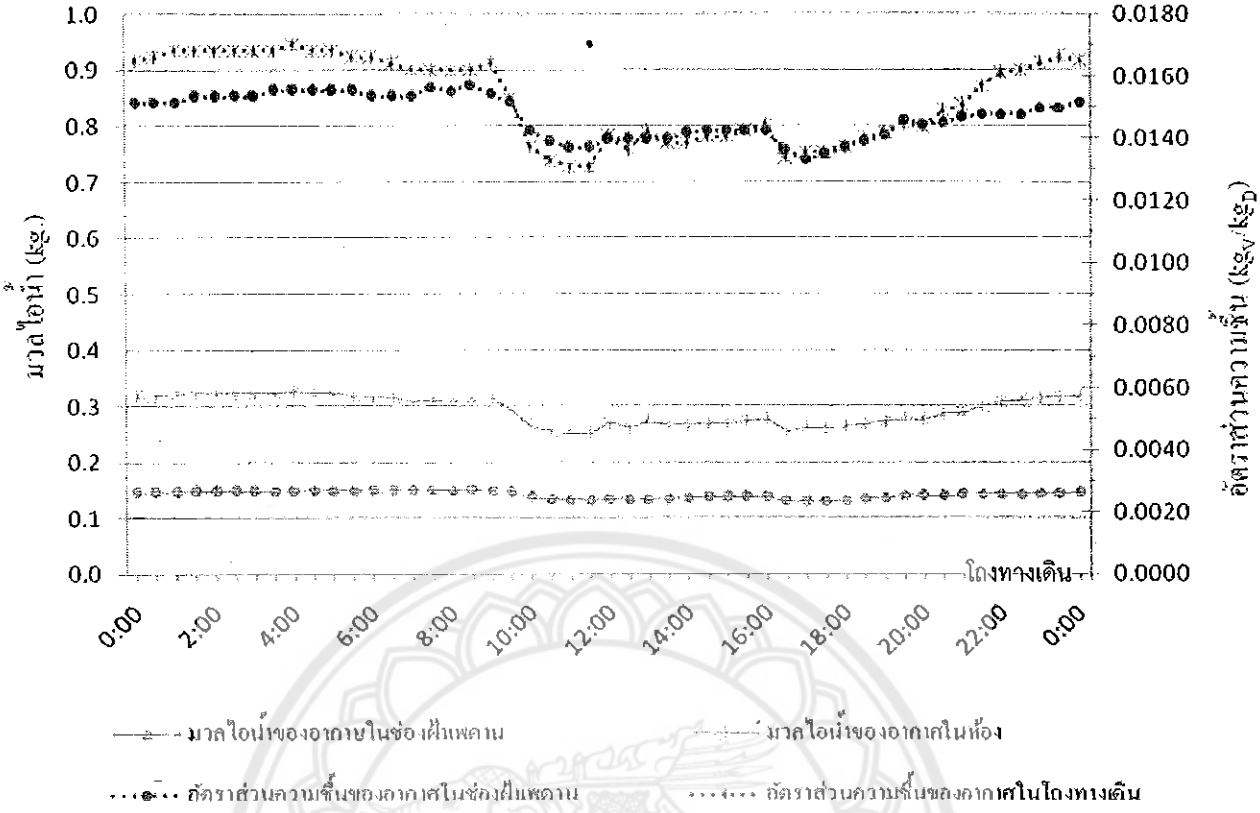
(ข) คราบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนผนังบริเวณโถงทางเดินหน้าห้องประชุม

รูปที่ 4.10 คราบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าและขอบผนังบริเวณโถงทางเดินหน้าห้องประชุม

การบันทึกค่าอุณหภูมิและเปอร์เซนต์ความชื้นของอากาศในบริเวณนี้เป็นการบันทึกค่าในช่วงฤดูฝน และไม่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศบริเวณโถงทางเดิน ซึ่งผลการบันทึกค่าต่างๆ เมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้กราฟต่างๆ ดังนี้

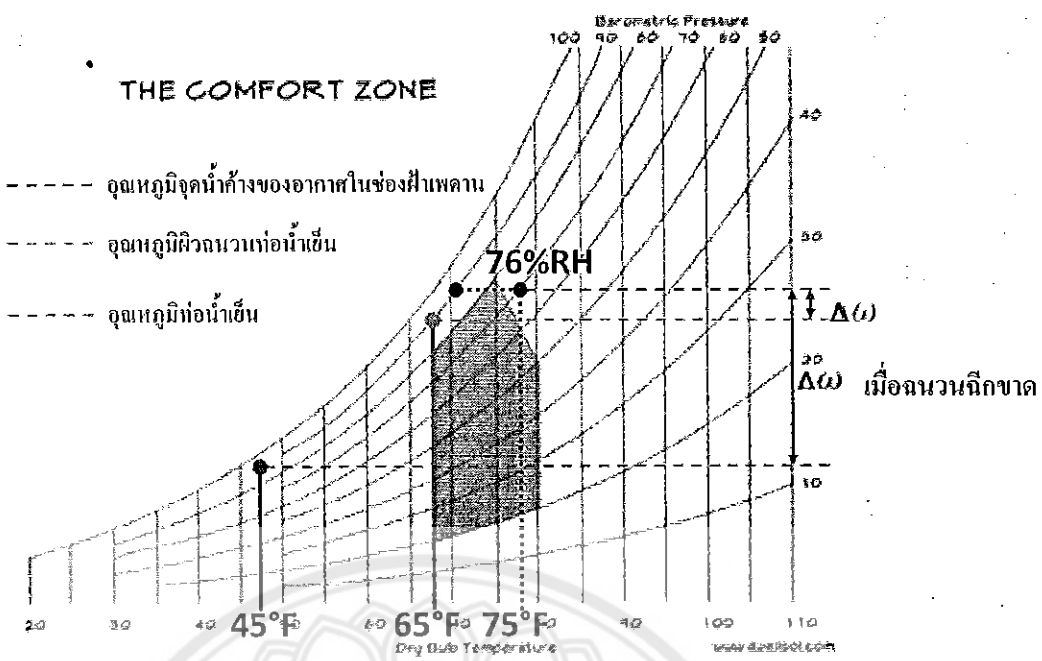


รูปที่ 4.11 กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องฝ้าเพดาน และโถงทางเดินหน้าห้องประชุมช่วงฤดูฝน (ข้อมูล ณ วันที่ 05/10/53)



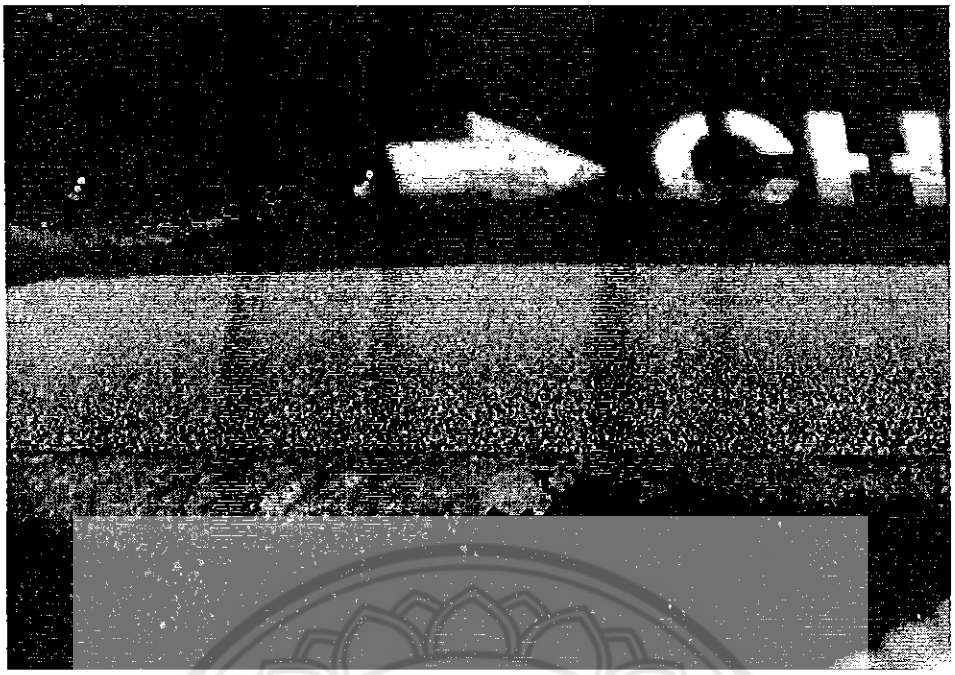
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงมวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในโถงทางเดิน ช่วงฤดูฝน (ข้อมูล ณ วันที่ 05/10/53)

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงส่งผลให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศลดลงไปด้วย แต่เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 80% ทำให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศสูงถึง 20-22 ℃ ส่งผลให้โอกาสในการเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำง่ายขึ้นถ้ามีสิ่งของหรือผิววัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ ซึ่งจากการตรวจสอบก็พบว่าในช่องฝ้าเพดานบริเวณโถงทางเดินนั้นมีการเดินท่อน้ำเย็นตลอดทางเดิน และพบปัญหาที่เกิดขึ้นในฤดูฝนคือ การกลั่นตัวของไอน้ำบริเวณแนวท่อน้ำเย็นหยดลงบนแผ่นฝ้าโถงทางเดิน (ซึ่งไม่เกิดในฤดูฝน) เมื่อเรานำอุณหภูมิผิวฉนวนท่อน้ำเย็น 21 ℃ (จากตารางที่ 4.1) มาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องฝ้าเพดาน จะพบว่าอุณหภูมิผิวฉนวนท่อน้ำเย็นนั้นต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องฝ้าเพดาน ซึ่งทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำเกาะตามแนวท่อน้ำเย็น ดังรูปที่ 4.14 และ 4.15

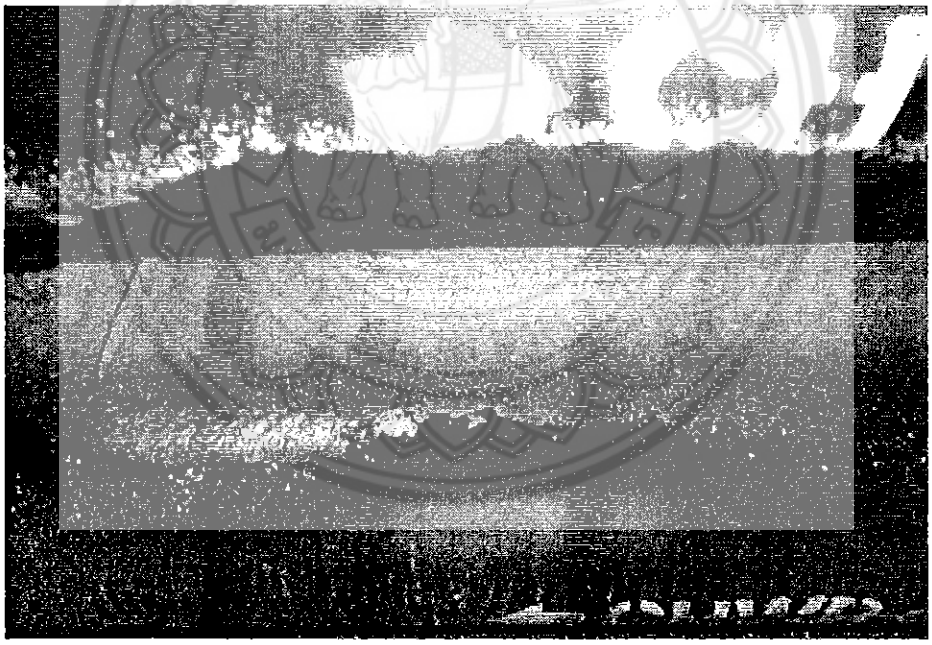


รูปที่4.13 แผนภาพไซโครเมตริกอธิบายเกิดหยดน้ำบริเวณผิวท่อน้ำเย็นในช่องฝ้าเพดาน

จากรูปที่ 4.13 อธิบายการเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศบริเวณท่อน้ำเย็นในช่องฝ้าเพดานโถงทางเดิน เมื่อพล็อตกราฟสภาวะอากาศรอบๆท่อน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิ 24°C (75°F), 76%RH จะได้อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ 20°C (68°F) เปรียบเทียบกับอุณหภูมิผิวฉนวนท่อน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิ 18°C (65°F) ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิผิวฉนวนท่อน้ำเย็นนั้นต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศรอบๆท่อน้ำเย็น ทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำเป็นหยดน้ำ ($\Delta\omega$) เกาะตามแนวท่อน้ำเย็น และถ้าหากฉนวนท่อน้ำเย็นเกิดการชำรุด ฉีกขาด จะทำให้อากาศสัมผัสกับท่อน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิ 7°C (45°F) โดยตรง ซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศอยู่มาก ทำให้การเกิดหยดน้ำนั้นมากขึ้นด้วย



(ก) หยดน้ำที่เกิดขึ้นตามแนวท่อน้ำเย็นในช่องฝ้าเพดาน ช่วงฤดูฝน

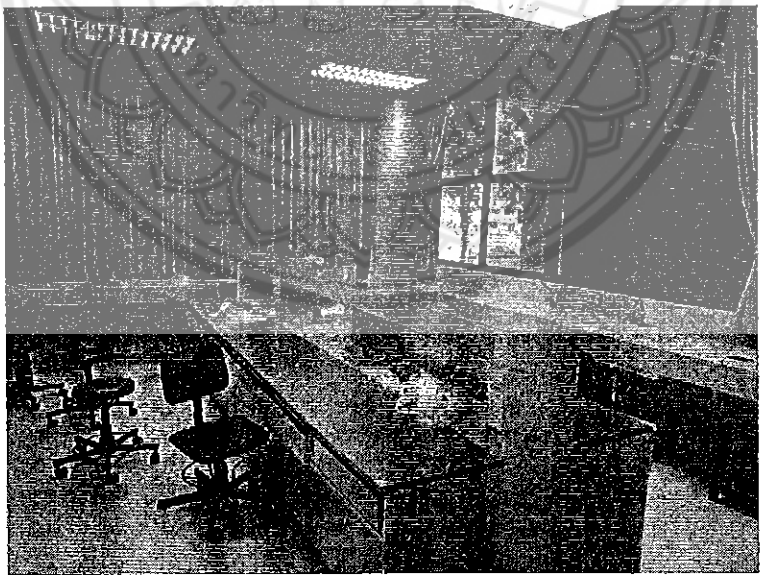


(ข) คราบของหยดน้ำตามแนวท่อน้ำเย็นในช่องฝ้าเพดานบริเวณ ช่วงฤดูหนาว

รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบการเกิดหยดน้ำที่เกิดขึ้นตามแนวท่อน้ำเย็นในช่วงฤดูฝน (ก) และฤดูหนาว (ข)

รูปที่ 4.15 คราบหยดน้ำที่หยดจากแนวท่อน้ำเย็นลงแผ่นฝ้าเพดานในฤดูฝน

4.1.1.3 DT4128

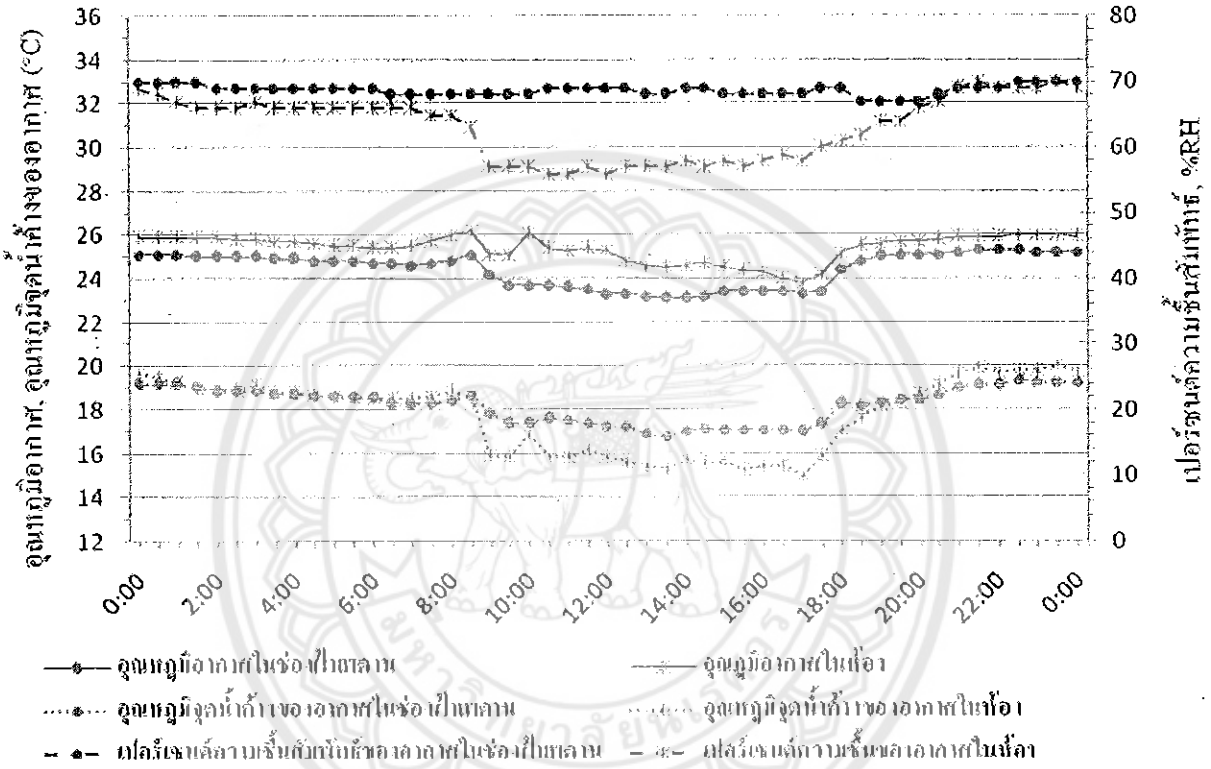


รูปที่ 4.16 ห้องDT4128 (ห้องเทปูน)

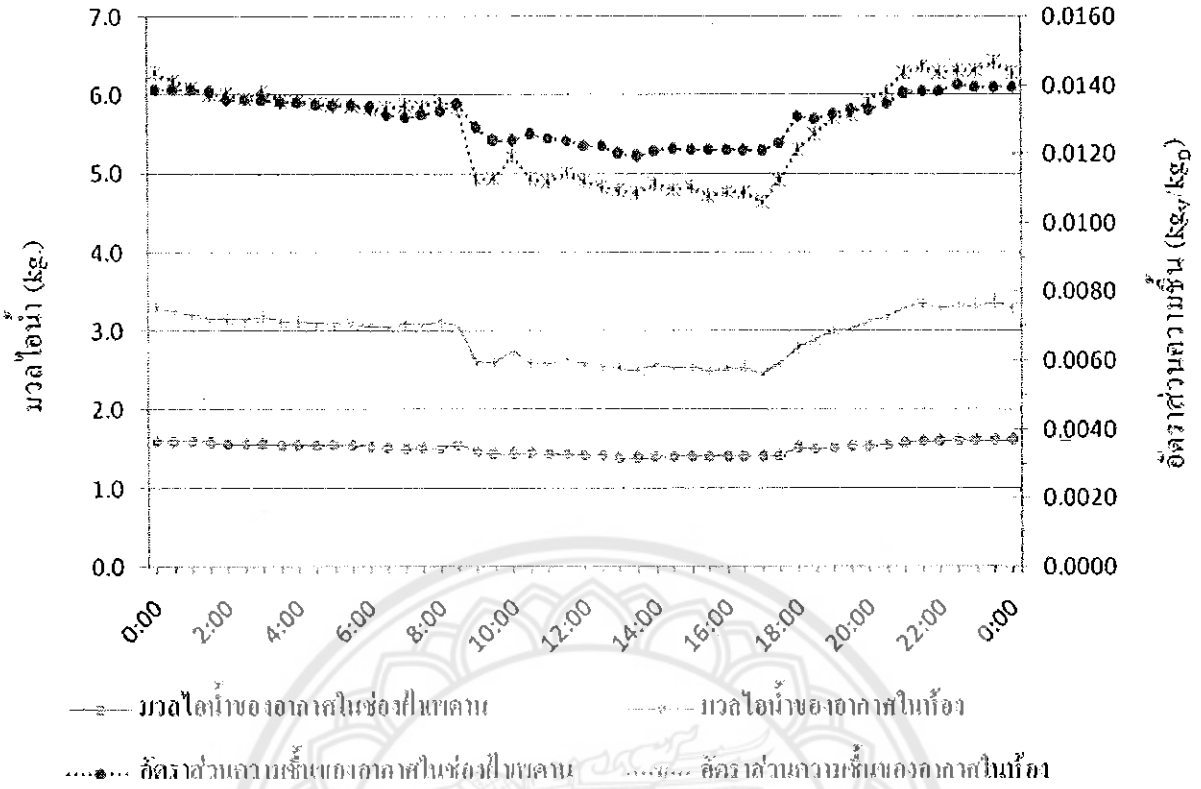
ห้องเทปูนเป็นห้องที่ต้องใช้น้ำในการเทปูนเป็นหลัก จึงเป็นแหล่งกำเนิดความชื้นภายในห้อง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาเชื้อราขึ้นตามกระจกและขอบประตูเป็นส่วนมาก แต่ไม่เกิดขึ้นตามแผ่นฝ้าเพดานเหมือน

ห้องอื่นๆ เนื่องจากท่อน้ำเย็นภายในเครื่องส่งลมเย็นไม่มีหยดน้ำเกิดขึ้น อีกทั้งยังมีพัดลมระบายอากาศ ช่วยให้มีอากาศไหลเวียนภายในห้องได้ดี

การบันทึกค่าอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ทำการบันทึกค่าในช่วงฤดูหนาว และเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาทำงาน คือ 08.00-16.30 น. เมื่อนำค่าที่ได้จากการบันทึกมาทำการวิเคราะห์ สามารถสร้างกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.17 กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง (ข้อมูล ณ วันที่ 01/12/53)



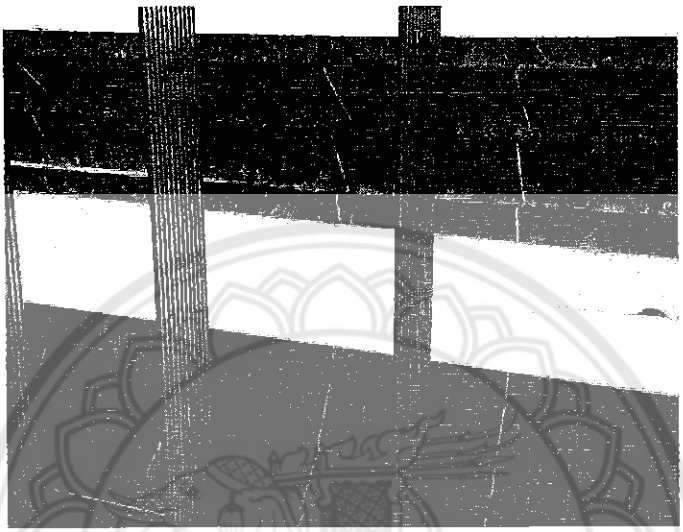
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง

(ข้อมูล ณ วันที่ 01/12/53)

จากรูปที่ 4.17 จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะค่อนข้างสูงทั้งที่เป็นการบันทึกค่าในฤดูหนาว ซึ่งเนื่องมาจากกิจกรรมการเทปูนที่ใช้น้ำเป็นหลัก และในช่วงเวลาทำงานจะมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ ทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิลดลงจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นเนื่องจากการหดตัวของอากาศ แต่เนื่องจากการเปิดเครื่องปรับอากาศ ทำให้มีการรีดความชื้นออกไป ช่วยให้ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศลดลง นอกจากนั้นมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นก็จะลดลงเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศ ดังรูปที่ 4.18

4.1.1.4 DT4126

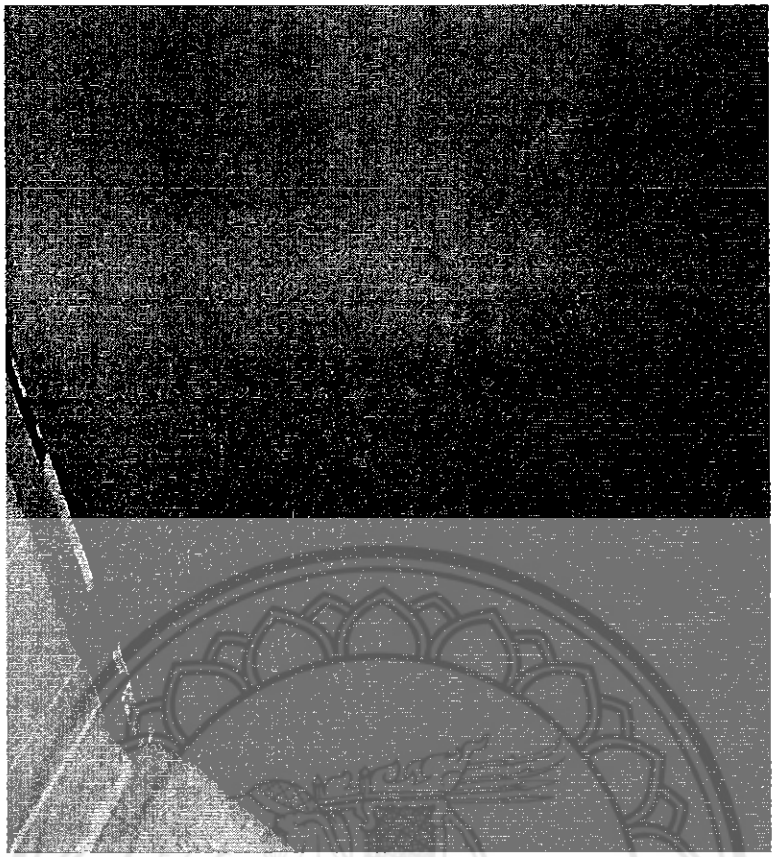
ห้องพัสดุเป็นห้องที่ใช้ในการเก็บอุปกรณ์ทางทันตกรรม ซึ่งปัญหาความชื้นที่พบคือ การเกิดเชื้อรา ที่ตู้เก็บของ กระจก ประตู หลอดไฟ และพัสดุต่างๆ แต่ไม่มีปัญหาเชื้อราตามฝ้าเพดาน เนื่องจากไม่มีหยดน้ำตามท่อน้ำเย็นในเครื่องส่งลมเย็น



(ก) เชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณหลอดไฟในห้องพัสดุ

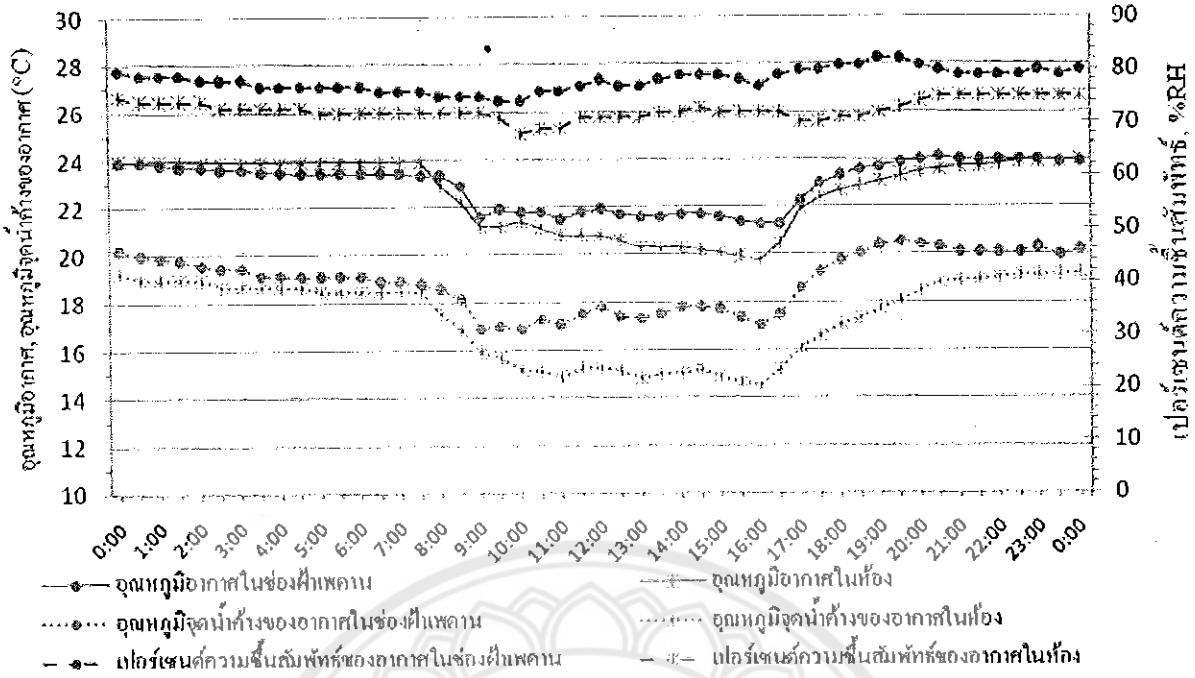
(ข) เชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณตู้เก็บของในห้องพัสดุ

รูปที่ 4.19.1 เชื้อราที่เกิดขึ้นในบริเวณต่างๆในห้องพัสดุ

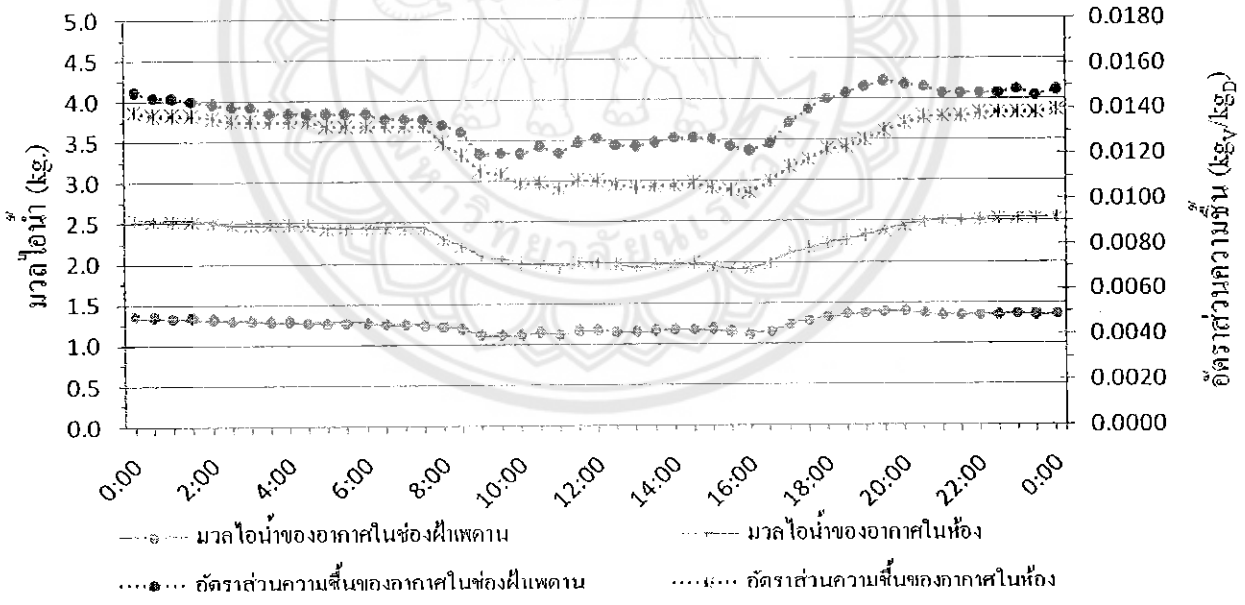


รูปที่ 4.19.2 เชื้อราที่เกิดขึ้นในบริเวณต่างๆในห้องพัสดุ

การบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องพัสดุนั้น ได้ทำการบันทึกค่าในช่วงฤดูหนาว และเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาทำงานระหว่างการวัดอุณหภูมิ ซึ่งผลจากการบันทึกค่า นำมาวิเคราะห์ และสร้างกราฟต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้องพัสดุ DT4126 (ข้อมูล ณ วันที่ 23/11/53)



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้องพัสดุ

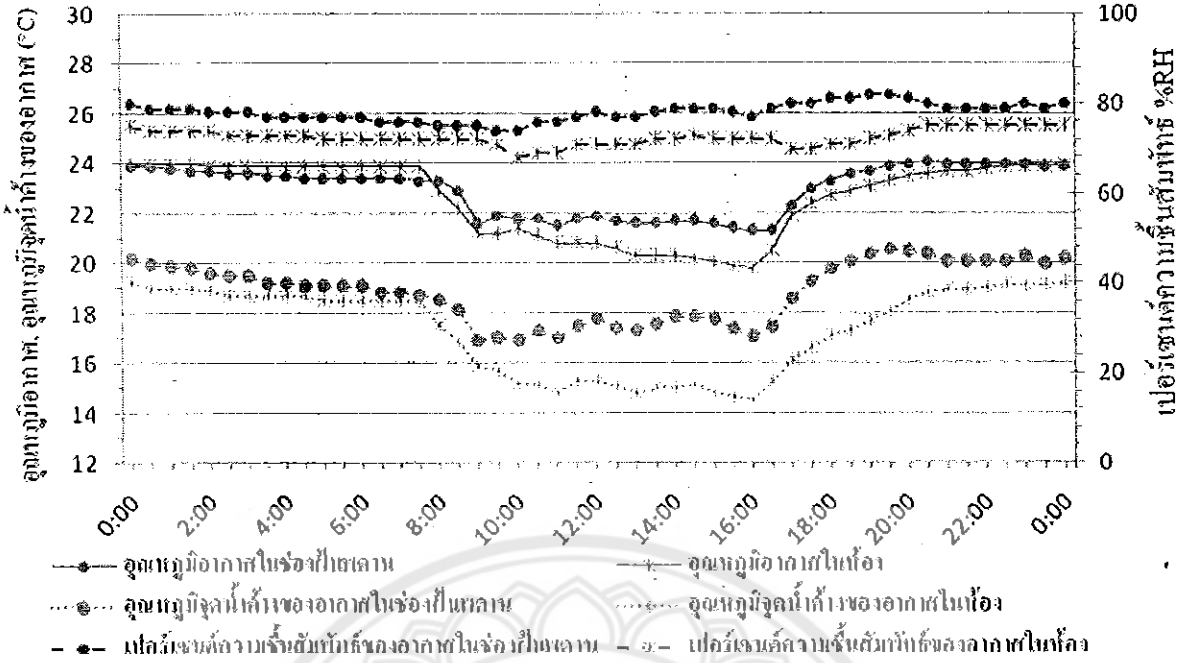
(ข้อมูล ณ วันที่ 23/11/53)

จากรูปที่ 4.20 และ 4.21 จะเห็นว่าอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิจุดน้ำค้าง, มวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้น คือ เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงในขณะเปิดเครื่องปรับอากาศ จะทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงเนื่องมาจากการรีดความชื้นในอากาศของเครื่องปรับอากาศ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงก็จะทำให้อุณหภูมิจุดน้ำค้าง, มวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศลดลงด้วยเช่นกัน แต่เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องพัสดุที่สูงถึง 70% นั้นอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดเชื้อรา เนื่องจากห้องพัสดุนั้นไม่มีการระบายอากาศที่ดี ทำให้เกิดความชื้นสะสม อีกทั้งระยะหลังไม่มีเจ้าหน้าที่ทำงานอยู่ จึงทำให้ไม่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศ อากาศจึงไม่มีการไหลเวียน เกิดการอับชื้นจนเกิดเป็นเชื้อราได้เช่นกัน

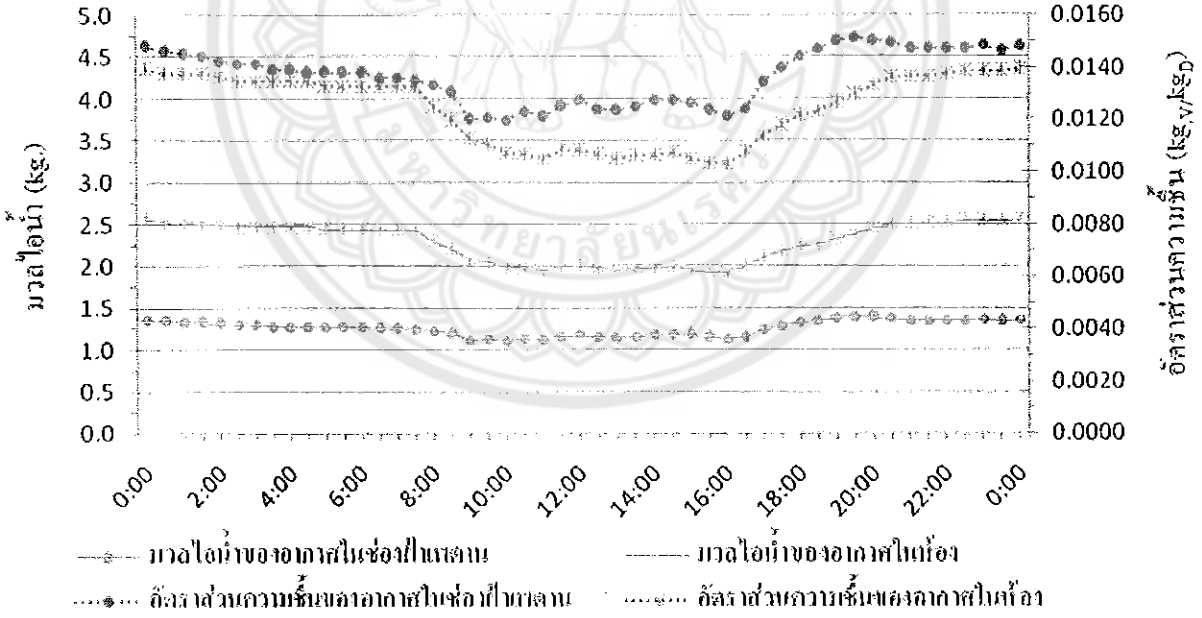
DT4127

ห้องพัสดุห้องนี้มีลักษณะเหมือนห้องDT4126 คือใช้ในการเก็บอุปกรณ์ทางทันตกรรม ซึ่งปัญหาความชื้นที่พบคือ การเกิดเชื้อราที่ตู้เก็บของ กระจก ประตู หลอดไฟ และพัสดุต่างๆ แต่ไม่มีปัญหาเชื้อราตามฝ้าเพดาน เนื่องจากไม่มีหยดน้ำตามท่อน้ำเย็นในเครื่องส่งลมเย็น

การบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องพัสดุนั้นได้ทำการบันทึกค่าในช่วงฤดูหนาว และเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาทำงานระหว่างการวัดอุณหภูมิ ซึ่งผลจากการบันทึกค่า นำมาวิเคราะห์ และสร้างกราฟต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องฟ้าเพดานและในห้องพัสดุ DT4127 (ข้อมูล ณ วันที่ 15/12/53)

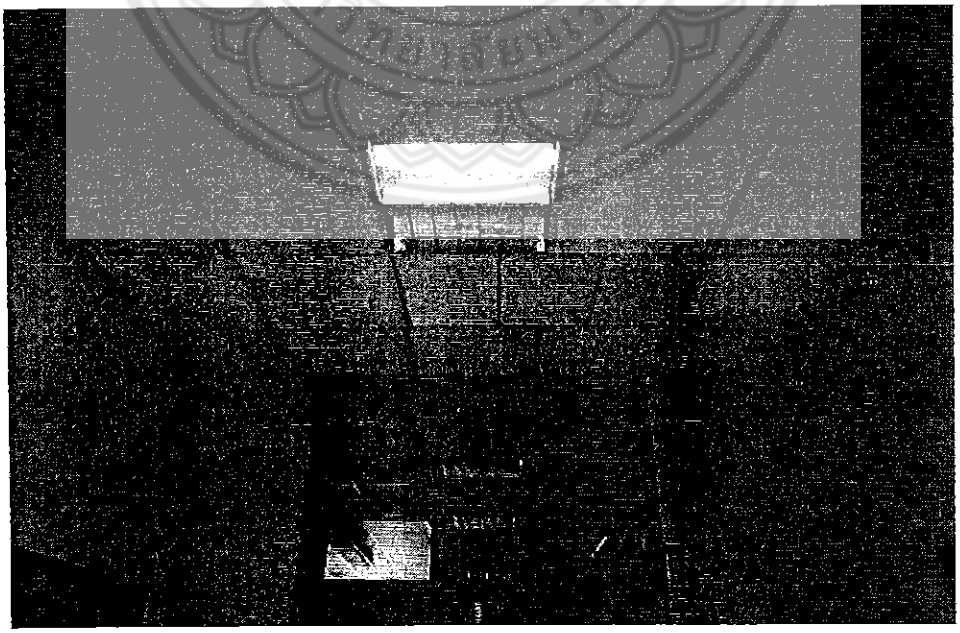


รูปที่ 4.23 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฟ้าเพดานและในห้องพัสดุ DT4127 (ข้อมูล ณ วันที่ 15/12/53)

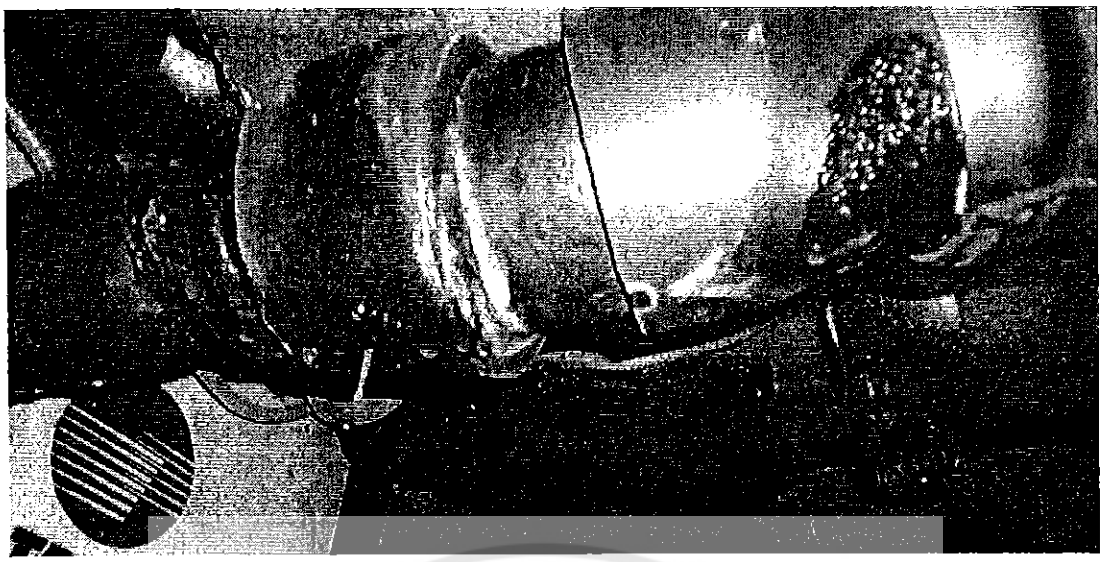
จากรูปที่ 4.22 และ 4.23 จะเห็นว่ากราฟของห้องพัสดุ (DT4127) จะคล้ายกับกราฟห้องพัสดุ (DT4126) โดยอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิจุดน้ำค้าง, มวลไอน้ำ และอัตราส่วนความชื้น คือ เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงในขณะเปิดเครื่องปรับอากาศจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงเนื่องมาจากการรีดความชื้นในอากาศของเครื่องปรับอากาศ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงก็จะทำให้อุณหภูมิจุดน้ำค้าง, มวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศลดลงด้วยเช่นกัน แต่เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องพัสดุที่สูงถึง 70% นั้นอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดเชื้อรา เนื่องจากห้องพัสดุนั้นไม่มีการระบายอากาศที่ดี ทำให้เกิดความชื้นสะสม อีกทั้งระยะหลังไม่มีเจ้าหน้าที่ทำงานอยู่ จึงทำให้ไม่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศ อากาศจึงไม่มีการไหลเวียน เกิดการอับชื้นจนเกิดเป็นเชื้อราได้เช่นกัน

4.1.2.1 DT4113

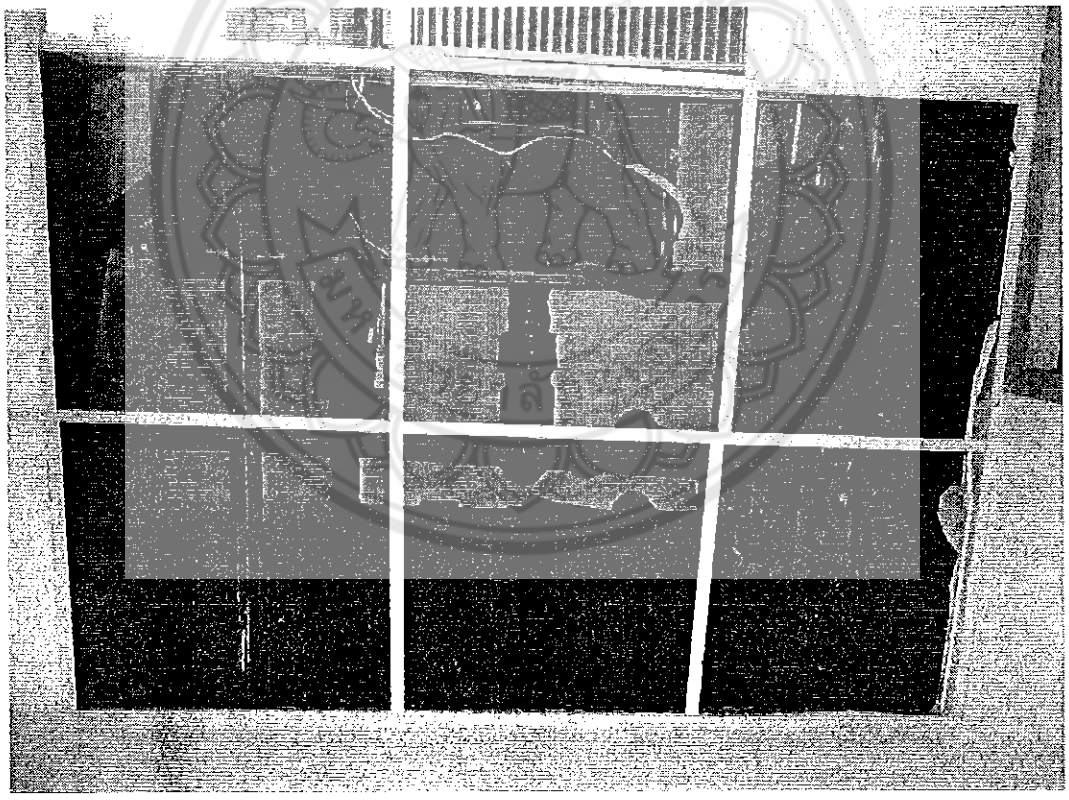
ห้องผ่าตัดนี้จะมีกิจกรรมทางทันตกรรมเป็นหลัก ซึ่งปัญหาความชื้นส่วนใหญ่คือ เกิดเชื้อราขึ้นบนแผ่นฝ้าเพดานใต้เครื่องส่งลมเย็น และมีเชื้อราเกิดขึ้นเล็กน้อยตามแผ่นฝ้าเพดานทั่วไป ซึ่งจากการตรวจสอบก็พบว่าเชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าเพดานนั้นอาจมาจากหยดน้ำที่รั่วไหลจากข้อต่อท่อน้ำเย็นหรือการกลั่นตัวของไอน้ำในช่องว่างระหว่างท่อน้ำเย็นและฉนวนเป็นหลัก ซึ่งสังเกตได้จากหยดน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณฉนวนท่อน้ำเย็น และแนวหยดน้ำตามฝ้าเพดาน ดังรูปที่ 4.24



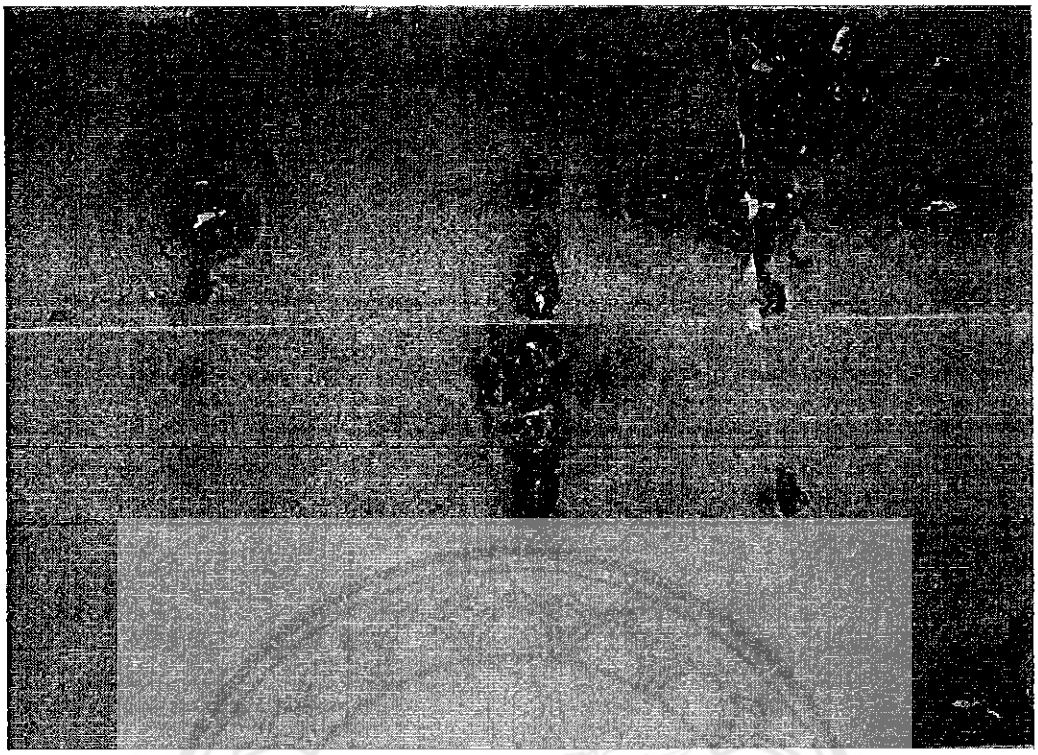
รูปที่ 4.24 เชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าเพดานบริเวณใต้เครื่องส่งลมเย็นในห้อง DT4113



รูปที่ 4.25 หยดน้ำที่หยดตามข้อต่อท่อน้ำเย็นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นของห้อง DT4113

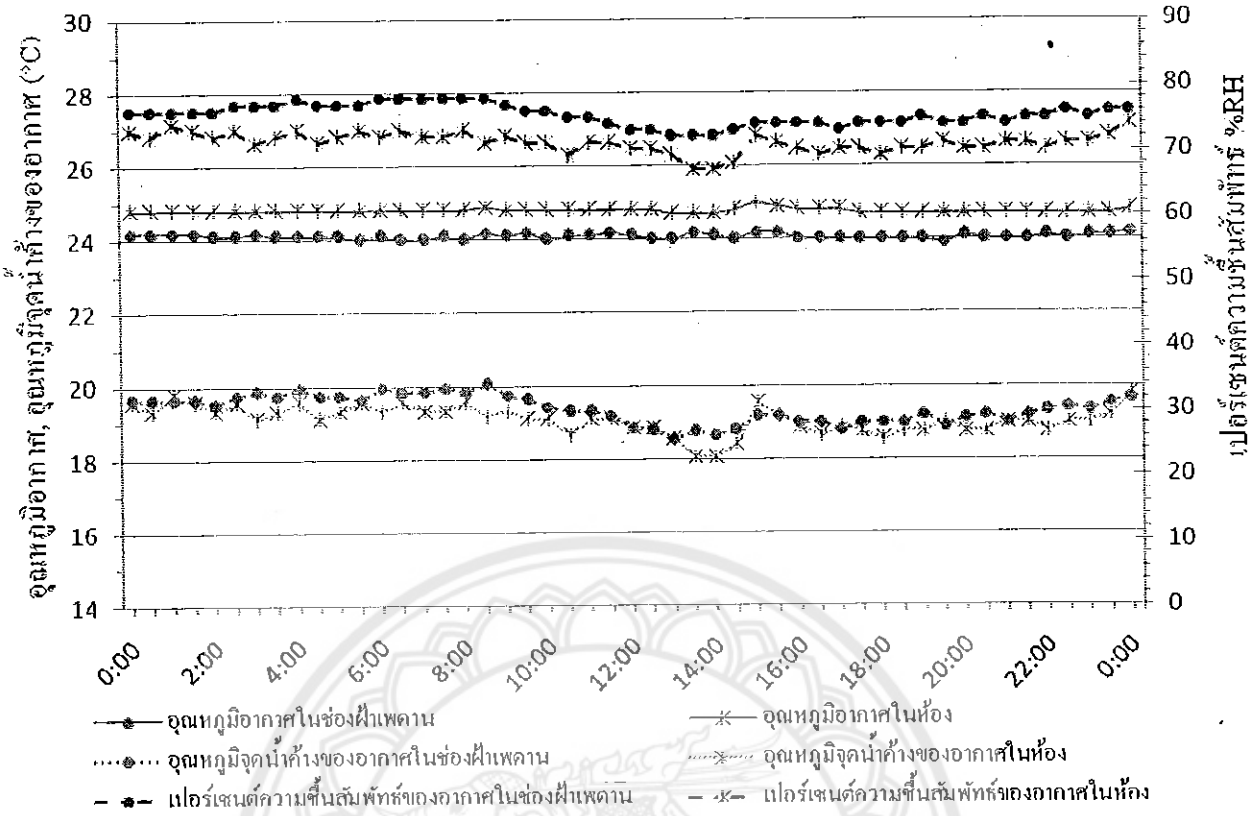


รูปที่ 4.26 แนวท่อน้ำเย็นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นของห้อง DT4113



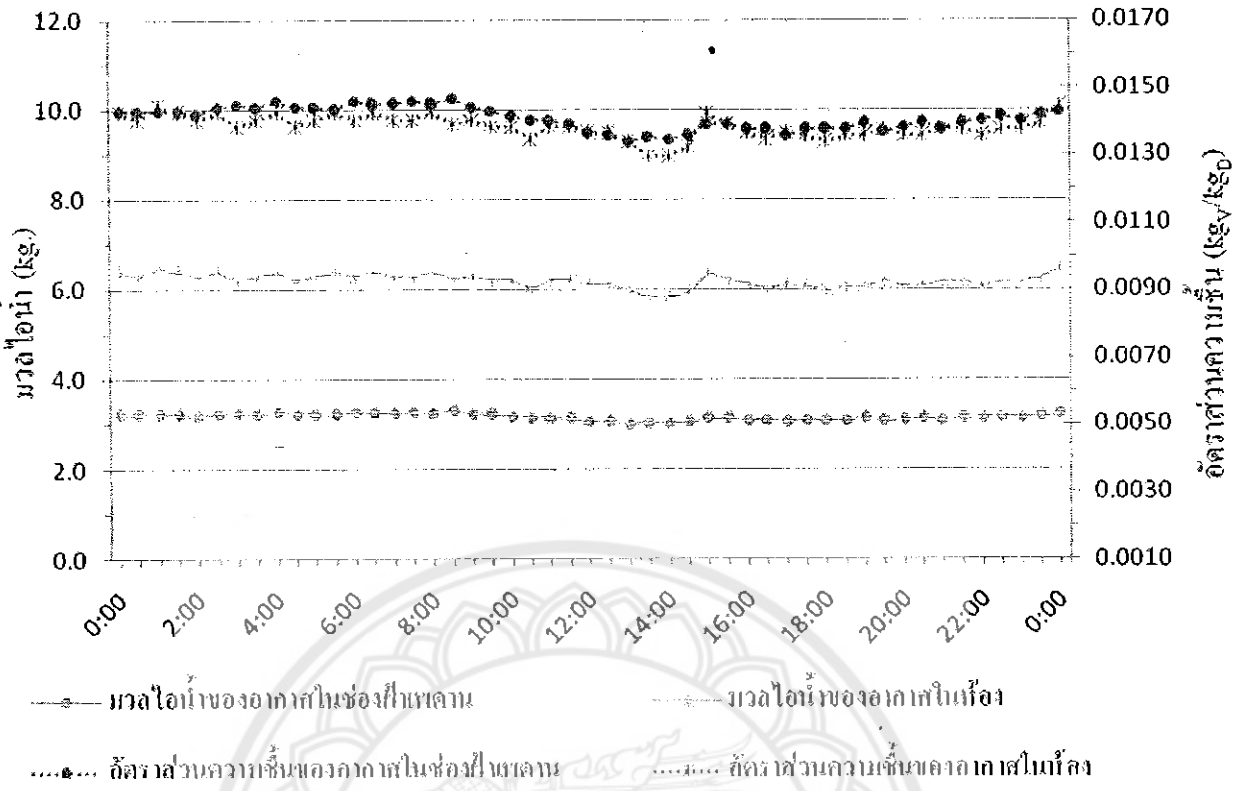
รูปที่ 4.27 แผ่นฝ้าเพดานบริเวณใต้เครื่องส่งลมเย็นในห้อง DT4113 ที่ได้รับความเสียหายจากหยดน้ำตามแนวท่อน้ำเย็น

การบันทึกค่าอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศของห้อง DT4113 นั้น ได้ทำการบันทึกค่าในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นการวัดแบบปิดแอร์ เนื่องจากเครื่องปรับอากาศเสีย แต่ยังมีน้ำเย็นไหลผ่านท่อน้ำเย็นอยู่ และเครื่องดูดความชื้นที่เปิดปิดอัตโนมัติตามค่าระดับความชื้นที่ตั้งไว้ ซึ่งจากค่าที่บันทึกได้สามารถนำมาวิเคราะห์และสร้างกราฟได้ ดังนี้



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้าง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4113 (ข้อมูล ณ วันที่ 16/11/53)

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อไม่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศ เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์จะคงที่ เนื่องจากไม่มีการดึงความชื้นออกโดยเครื่องปรับอากาศ มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเกิน 70% ซึ่งยังคงเป็นค่าที่สูง และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศสูงถึง 19-20 ℃ ซึ่งง่ายต่อการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศ และอาจกล่าวได้ว่าในขณะที่ไม่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศ สภาวะอากาศโดยทั่วไปของโรงพยาบาลทันตกรรม จะเหมือนกับสภาวะดังกล่าว ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่ทำให้เกิดความสบายเชิงความร้อน



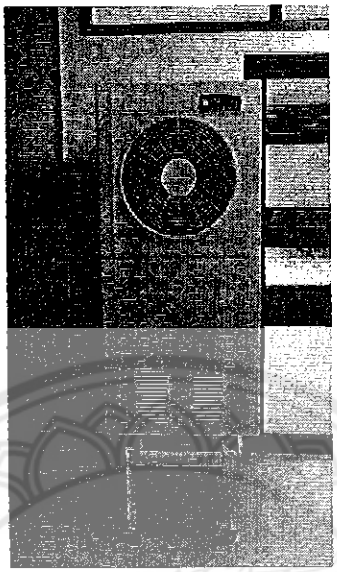
รูปที่ 4.29 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4113

(ข้อมูล ณ วันที่ 16/11/53)

จากกราฟจะเห็นได้ว่ามวลไอน้ำของอากาศในห้องจะมีค่าสูงกว่ามวลไอน้ำของอากาศในช่องฝ้าเพดาน เนื่องจากปริมาตรใหญ่กว่า แต่อัตราส่วนความชื้นของอากาศทั้งสองนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน และมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

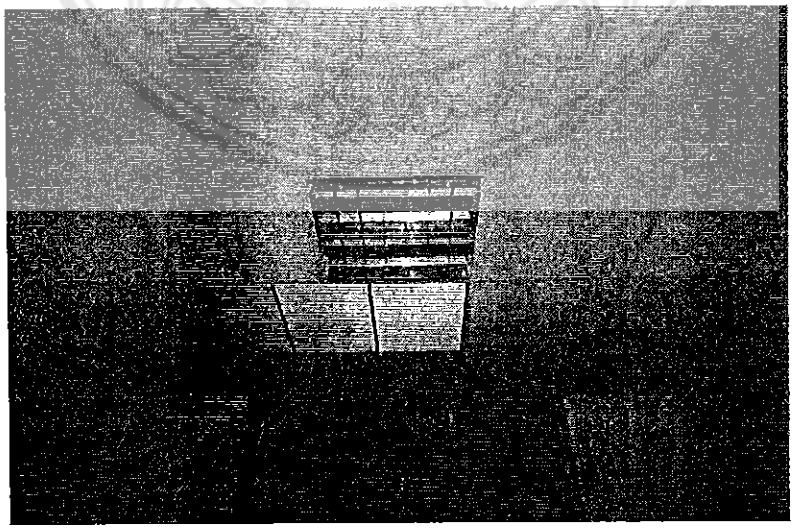
4.1.2 ห้องที่มีการติดตั้งเครื่องดูดควบคุมชื้น

DT4112

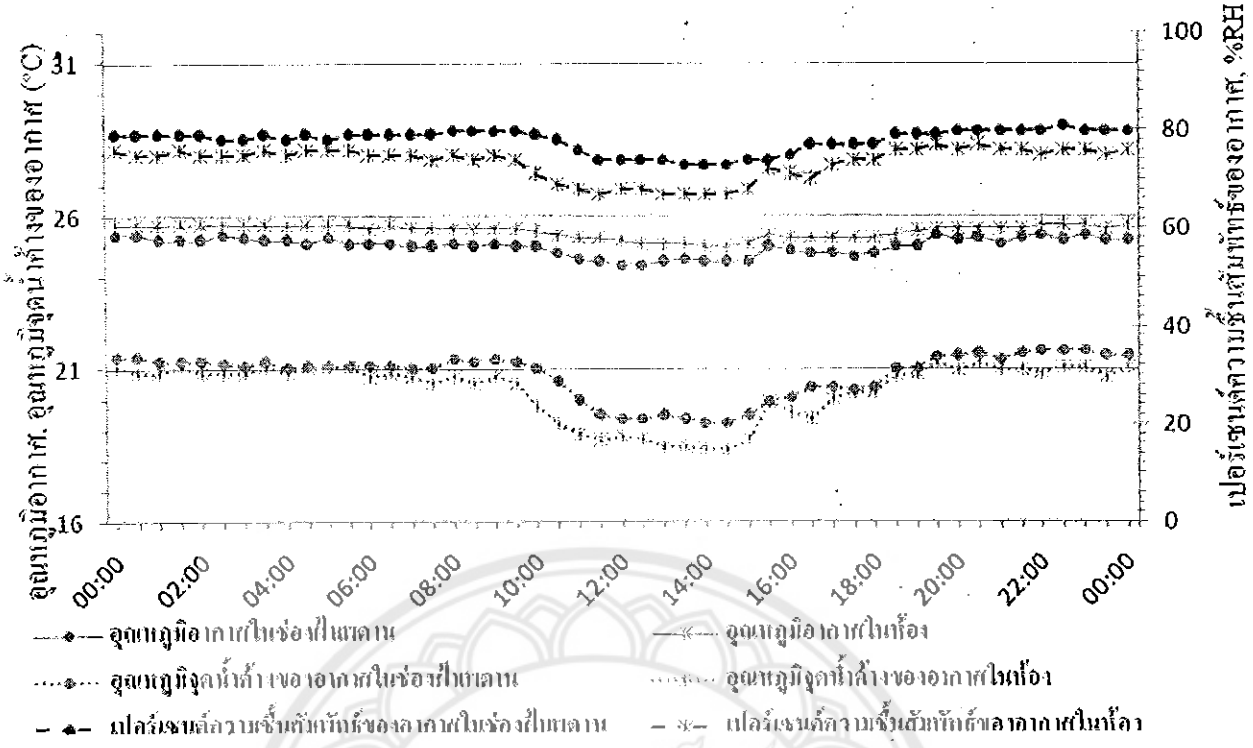


รูปที่ 4.30 เครื่องดูดความชื้นขนาด 180 ลิตร/วัน ที่ติดตั้งภายในห้อง DT4112

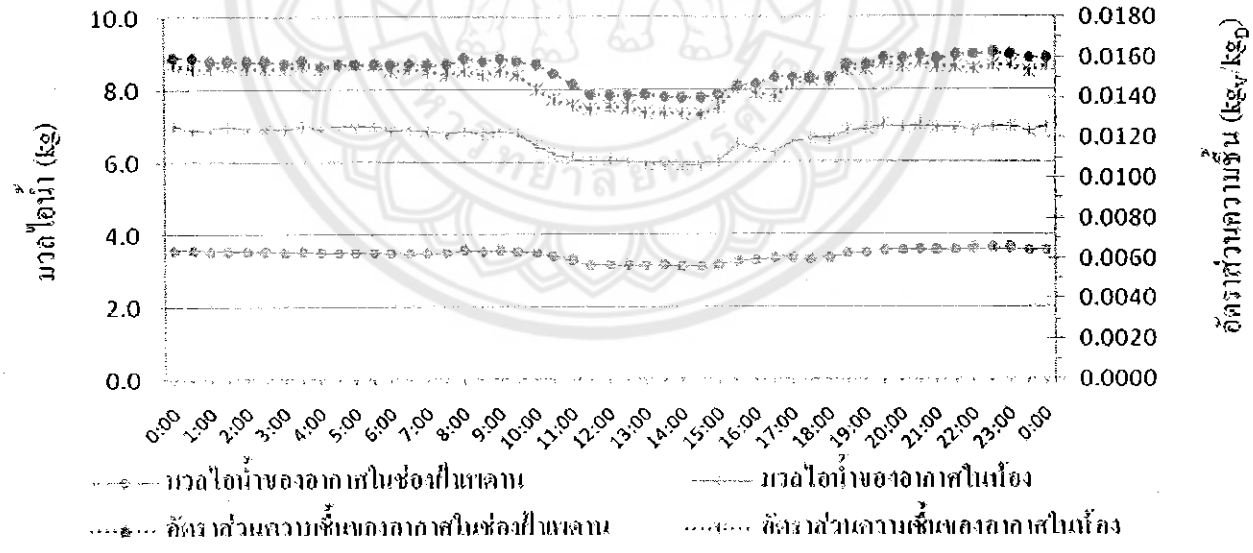
ห้องผ่าตัด DT 4112 เป็นห้องผ่าตัดที่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้นขนาด 180 ลิตร/วัน แบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเพื่อควบคุมปริมาณความชื้น ซึ่งพบว่าไม่มีปัญหาความชื้นและเชื้อราที่เกิดขึ้นตามฝ้าเพดานและไม่มีหยดน้ำเกิดขึ้นตามฉนวนท่อน้ำเย็นเหมือนห้องผ่าตัดอื่น ดังแสดงในรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 แสดงแผ่นฝ้าเพดานของห้องผ่าตัด DT4112 ที่ไม่เกิดปัญหาเชื้อรา



รูปที่ 4.32 กราฟแสดงอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้องผ่าตัด DT4112 (ข้อมูล ณ วันที่ 08/12/53)

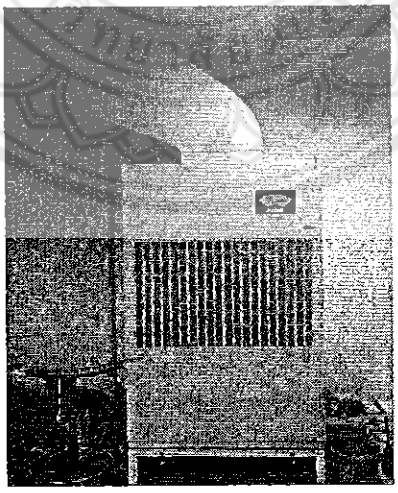


รูปที่ 4.33 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4112 (ข้อมูล ณ วันที่ 16/11/53)

จากกราฟเป็นการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูหนาว และมีการเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาทำงาน ระหว่างการบันทึกค่า จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศทั้งในช่องฝ้าเพดานและในห้องนั้นสูงถึง 70-80 %RH สาเหตุเนื่องมาจากระหว่างที่ทำการบันทึกค่าเกิดฝนตก ซึ่งถือว่าสูงเหมือนกับห้องผ่าตัดอื่น แต่กลับไม่มีปัญหาเชื้อราเกิดขึ้น ทั้งนี้เหตุผลหนึ่งก็เนื่องมาจากไม่มีหยดน้ำเกิดขึ้นบริเวณฉนวนท่อน้ำเย็นสภาพฉนวนท่อน้ำเย็นในเครื่องส่งลมเย็นภายในห้องผ่าตัด DT4112 ซึ่งฉนวนไม่ได้อยู่ในสภาพที่ชำรุด ฉีกขาด จึงทำให้ไม่เกิดปัญหาหยดน้ำหยดลงบนแผ่นฝ้าเพดาน อีกทั้งยังมีเครื่องดูดความชื้นที่เปิดปิดอัตโนมัติเพื่อควบคุมความชื้น และอีกเหตุผลหนึ่งอาจจะมาจากการที่ห้องนี้ตั้งอยู่ในบริเวณที่ติดกับทางออกของอาคาร ซึ่งมีอากาศไหลเวียนดีกว่าด้านในตัวอาคาร จึงทำให้ความชื้นถูกพาออกไป

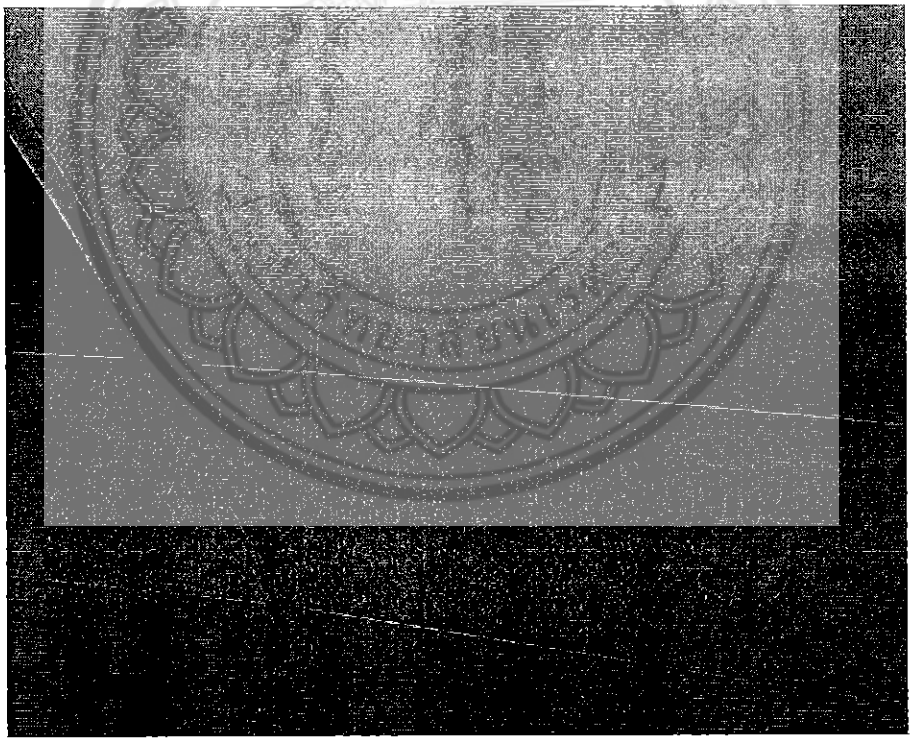
4.1.2.2 DT4103

เป็นห้องผ่าตัดที่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้นขนาด 350 ลิตร/วัน โดยมีกิจกรรมทางทันตกรรมเป็นหลัก ซึ่งปัญหาความชื้นส่วนใหญ่คือ เกิดเชื้อราขึ้นบนแผ่นฝ้าเพดานใต้เครื่องส่งลมเย็น และมีเชื้อราเกิดขึ้นเล็กน้อยตามแผ่นฝ้าเพดานทั่วไป แผ่นฝ้าเพดานบางแผ่นมีสภาพชำรุดเสียหาย ซึ่งจากการตรวจสอบก็พบว่าเชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าเพดานนั้นอาจมาจากหยดน้ำที่รั่วไหลจากข้อต่อท่อน้ำเย็นหรือการกลั่นตัวของไอน้ำในช่องว่างระหว่างท่อน้ำเย็นและฉนวนเป็นหลัก ซึ่งสังเกตได้จากหยดน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณฉนวนท่อน้ำเย็น ดังรูปที่4.35



รูปที่ 4.34 เครื่องดูดความชื้นขนาด 350 ลิตร/วัน ภายในห้อง DT4103

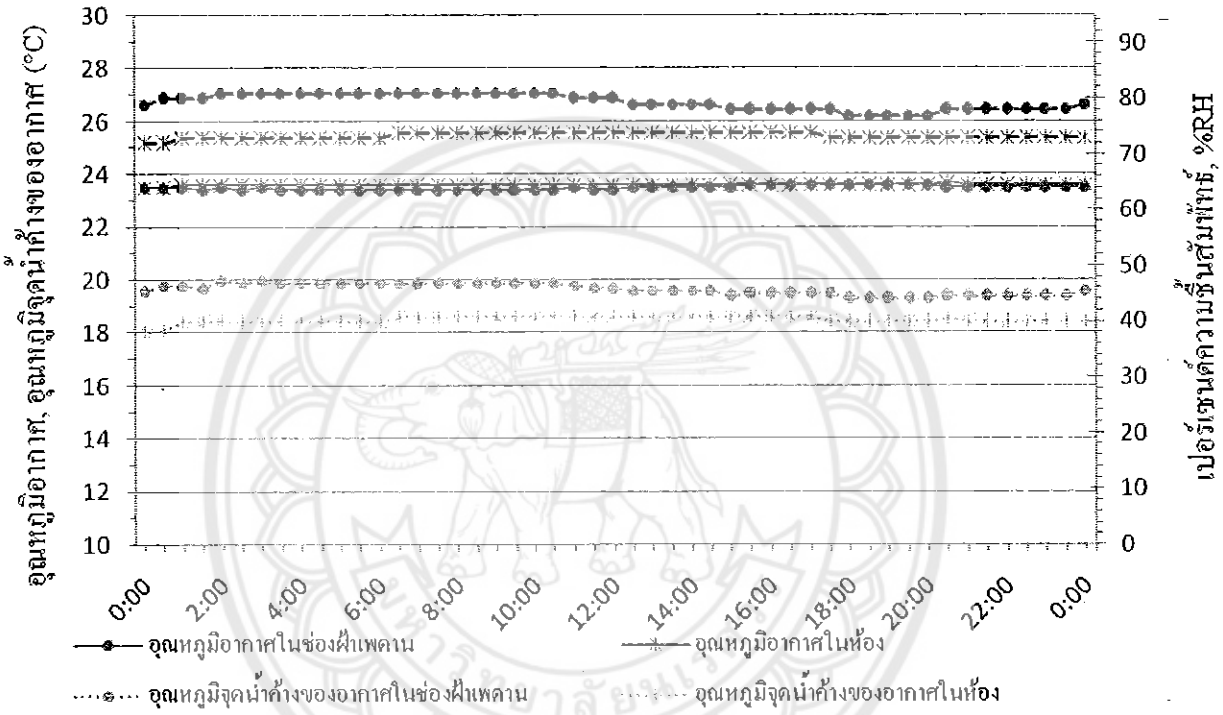
รูปที่ 4.35 หยดน้ำบริเวณข้อต่อท่อน้ำเย็นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นของห้อง DT4103



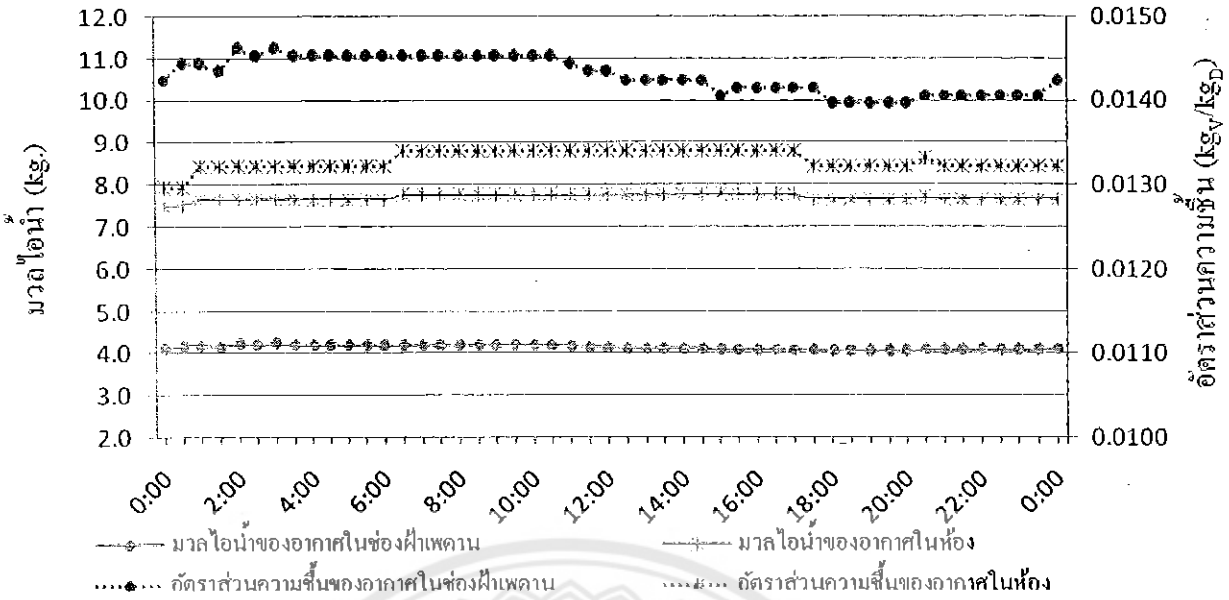
รูปที่ 4.36 แผ่นฝ้าเพดานที่มีสภาพเสียหายจากหยดน้ำตามข้อต่อท่อน้ำเย็นในห้องเครื่องส่งลมเย็น

ของห้อง DT4103

เครื่องดูดความชื้นในห้องนี้จะเปิดหลังเวลาเลิกงานจนถึงตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น คือ16.30 - 08.30 น. จึงได้ออกแบบการบันทึกค่าอุณหภูมิและเปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์เป็น 2 ลักษณะคือบันทึกค่าแบบเปิดเครื่องดูดความชื้น และปิดเครื่องดูดความชื้น เพื่อนำค่าต่างๆทั้ง 2 กรณีมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งการบันทึกค่าก็ยังคงบันทึกตามปกติคือ บันทึกค่าในช่วงเวลา 24 ชม. ซึ่งค่าที่ได้จากการบันทึก สามารถนำมาวิเคราะห์และสร้างกราฟได้ดังนี้

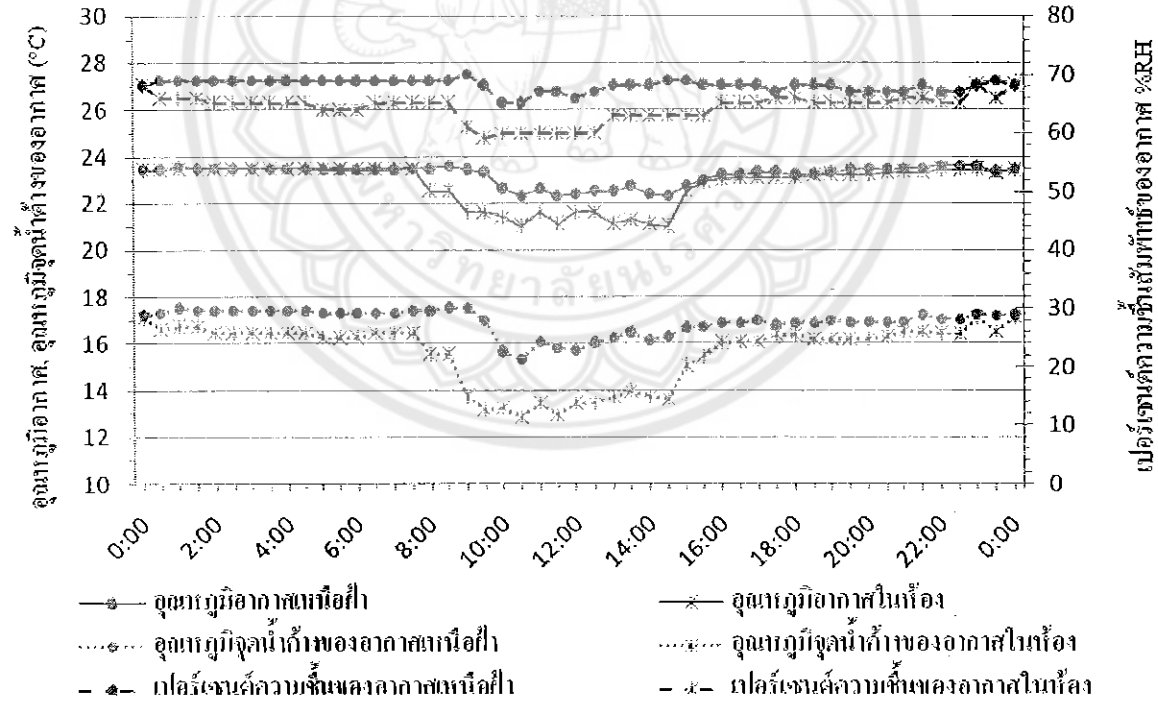


รูปที่ 4.37 กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้างและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4103 (ปิดเครื่องดูดความชื้นและเครื่องปรับอากาศ) ข้อมูล ณ วันที่ 25/12/53

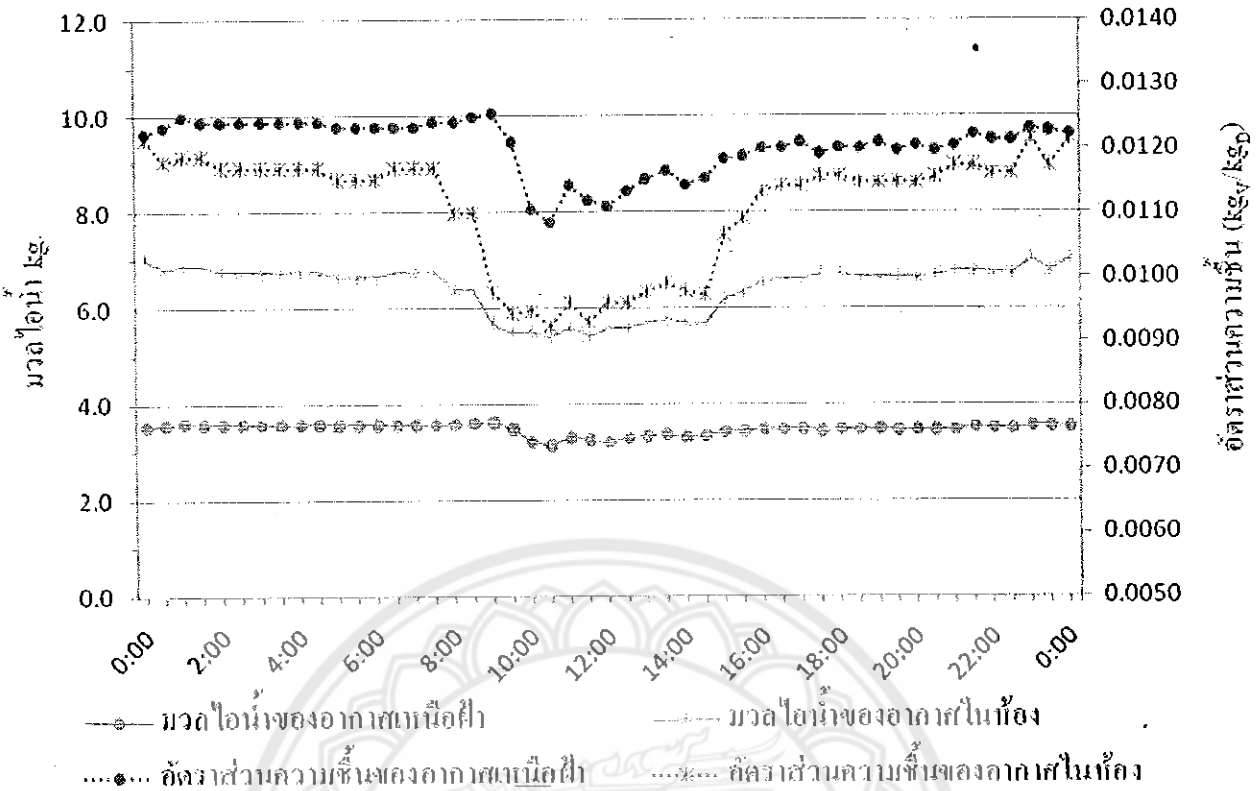


รูปที่ 4.38 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4103

(ปิดเครื่องดูดความชื้นและเครื่องปรับอากาศ) ข้อมูล ณ วันที่ 25/12/53

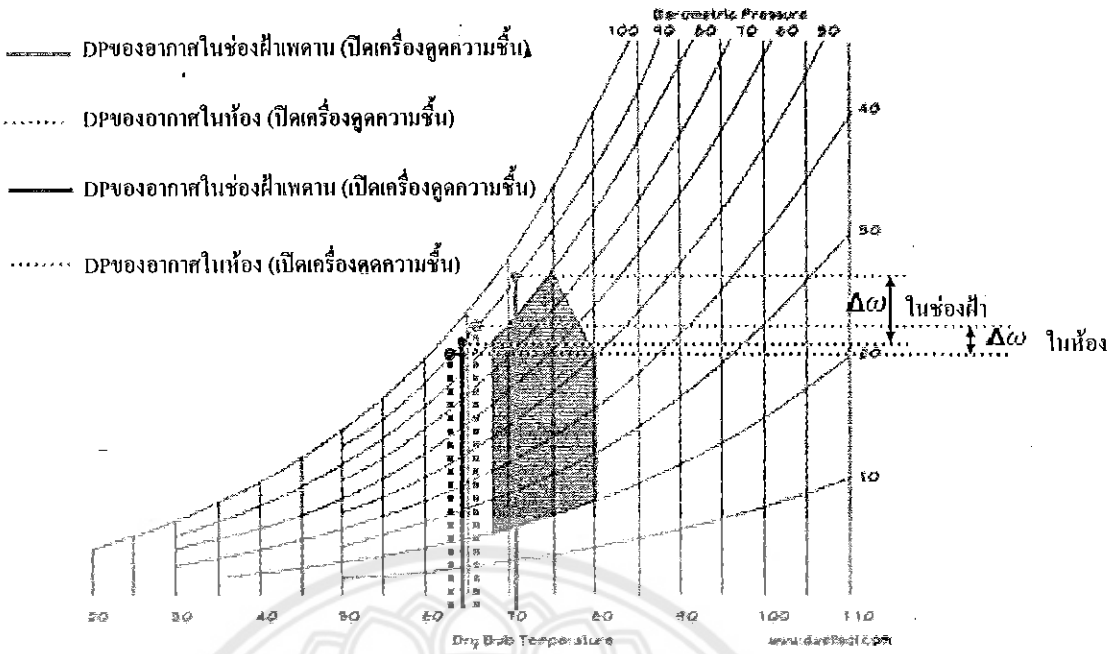


รูปที่ 4.39 กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้างและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4103 (เปิดเครื่องดูดความชื้นและเครื่องปรับอากาศ) ข้อมูล ณ วันที่ 28/12/53



รูปที่ 4.40 กราฟแสดงมวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4103 (เปิดเครื่องดูดความชื้นและเครื่องปรับอากาศ) ข้อมูล ณ วันที่ 28/12/53

จากรูปที่ 4.39 และ 4.40 กราฟที่มีการเปิดเครื่องดูดความชื้นและเปิดเครื่องปรับอากาศ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ, มวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้น จะลดลงเมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ แสดงให้เห็นว่าเครื่องปรับอากาศนั้นได้มีการรีดความชื้นออกไปจำนวนหนึ่ง ช่วยลดอัตราการเกิดความชื้น และดึงอุณหภูมิจุดน้ำค้างให้ต่ำลง ซึ่งมีส่วนทำให้ช่วยลดความชื้นลงไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับกราฟที่ปิดเครื่องปรับอากาศและปิดเครื่องดูดความชื้นแล้วจะเห็นความแตกต่างคือ อุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ, มวลไอน้ำและอัตราส่วนความชื้นจะคงที่และสูงกว่ากราฟที่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศนั้นคงที่ เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์คงที่ ไม่มีการดึงความชื้นออก และจะเห็นได้ว่าการเปิดเครื่องดูดความชื้นนั้นจะช่วยลดอัตราการเกิดความชื้นได้ประมาณ 1 kg.

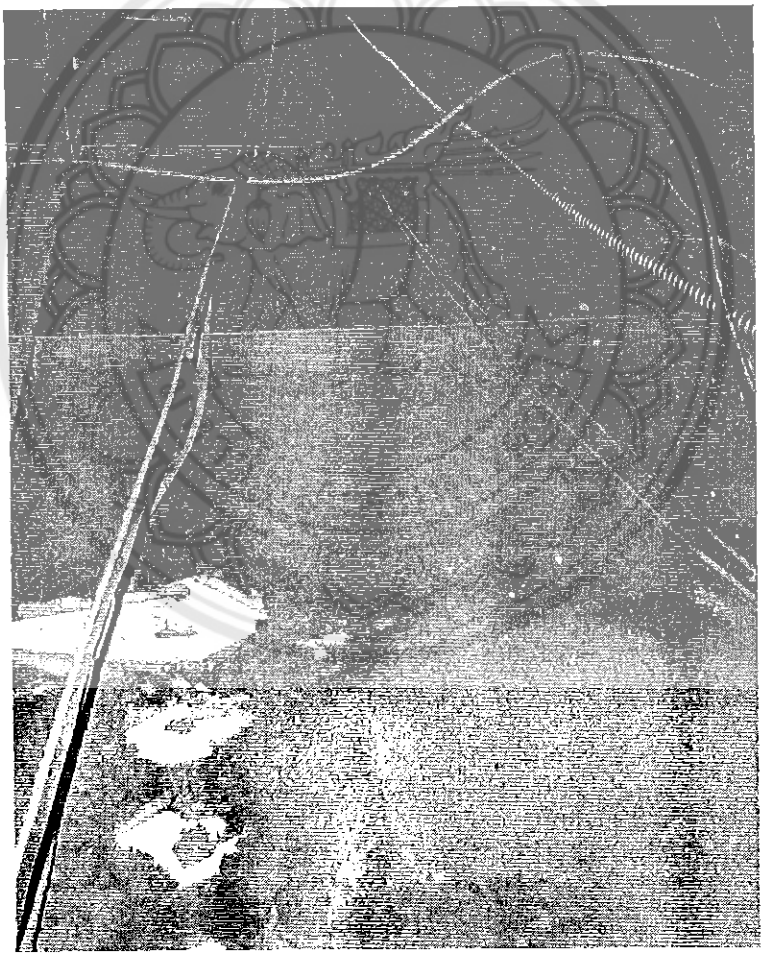


รูปที่ 4.41 เปรียบเทียบอุณหภูมิจุดน้ำค้างและอัตราส่วนความชื้นของอากาศระหว่างการเปิดและปิดเครื่องดูดความชื้น

จากรูปที่ จะเห็นได้ว่าการเปิดเครื่องดูดความชื้นและเครื่องปรับอากาศจะทำให้ความชื้นลดลง และส่งผลให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศลดลงไปด้วย ทำให้ความชื้นในอากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้ยากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้จะไม่มีการกลั่นตัวของหยดน้ำในฤดูหนาว แต่อาจมีการกลั่นตัวในฤดูฝน เพราะความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝนนั้นมีค่าสูง และอาจสร้างแหล่งกำเนิดความชื้นในจุดต่างๆได้ แต่ในปัจจุบันความชื้นก็ยังคงเกิดขึ้นและสร้างความเสียหายตามจุดต่างๆ จึงได้ทำการตรวจสอบสาเหตุที่เกิดขึ้น ซึ่งจากการสำรวจพบว่ามีหยดน้ำเกิดขึ้นบริเวณข้อต่อท่อนำเย็นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็น ซึ่งอาจเป็นหยดน้ำที่รั่วไหลจากท่อหรือการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของอากาศภายในฉนวนรั่วไหลผ่านรอยต่อฉนวนหุ้มท่อออกมาหยดลงบนฝ้าอย่างเห็นได้ชัด จึงสันนิษฐานได้ว่าความชื้นส่วนหนึ่งนั้นมาจากการรั่วไหลของท่อน้ำเย็นหรือรั่วไหลของหยดน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของอากาศภายในฉนวน ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับแผ่นฝ้าใต้เครื่องส่งลมเย็น

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นที่ผ่านมาพบว่าปัญหาเชื้อราที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่นั้นเกิดขึ้นจากการรั่วไหลของหยดน้ำจากท่อน้ำเย็น ซึ่งอาจเป็นการรั่วไหลออกมาจากข้อต่อข้องอของท่อน้ำเย็นโดยตรง หรืออาจเกิดจากการที่อากาศรั่วไหลเข้าไปช่องว่างระหว่างฉนวนและท่อน้ำเย็น ทำให้อากาศสัมผัสกับท่อน้ำเย็นจนทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำไหลออกมาทางรอยต่อของฉนวน และการแทรกซึมผ่านฉนวนออกมาเนื่องจากการเสื่อมสภาพของฉนวน นอกจากนั้นพบว่าในฤดูฝน อากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากถึง 90% ทำให้ไอน้ำในอากาศเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะบริเวณผิวฉนวนตามแนวท่อน้ำเย็นเป็นจำนวนมาก หยดลงบนแผ่นฝ้าเพดานเป็นแนวยาวไปตามท่อน้ำเย็น ดังรูปที่ 4.42 ทำให้หยดน้ำนั้นรั่วซึมผ่านแผ่นฝ้าเพดานไปยังผนัง จึงเป็นสาเหตุให้เกิดเชื้อราและสร้างความเสียหายให้กับแผ่นฝ้าเพดาน



รูปที่ 4.42 หยดน้ำที่หยดลงบนแผ่นฝ้าเพดานเป็นแนวยาวไปตามท่อน้ำเย็น

4.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

เนื่องจากสาเหตุหลักของการเกิดเชื้อราและความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวรนั้น เกิดจากการที่ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นเสื่อมสภาพเนื่องจากอายุการใช้งาน และความหนาของฉนวนไม่เพียงพอต่อการป้องกันการเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศ แนวทางในการแก้ไขปัญหาคือการหุ้มฉนวนใหม่ที่มีขนาดหนากว่าเดิม และมีคุณสมบัติที่เหมาะกับพื้นที่ที่มีความชื้นสูง โดยได้ทำการคำนวณหาขนาดความหนาที่เหมาะสม และประเมินราคาการติดตั้งฉนวนใหม่

ในการคำนวณหาความหนาฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นที่ต้องรองรับกับสภาวะอากาศภายในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวรที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 95%, อุณหภูมิอากาศต่ำสุด 22 °C และอุณหภูมิท่อน้ำเย็น 6°C นั้น ได้อ้างอิงวิธีการคำนวณรวมถึงราคาฉนวนขนาดต่างๆ มาจากแคตตาล็อกของฉนวน Aeroflex (สามารถศึกษาวิธีการหาความหนาฉนวนได้ในภาคผนวก) ซึ่งเมื่อใช้ข้อมูลอุณหภูมิข้างต้นคำนวณหาขนาดความหนาของฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นแล้วจะได้ขนาดความหนาที่เหมาะสม คือ 1.5 นิ้ว โดยมีรายละเอียดการประเมินราคาการติดตั้งฉนวนใหม่ ดังตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4 การประเมินราคาฉนวนในส่วนที่ต้องใช้หุ้มแบบชนิดท่

ลำดับ	รายการ	ความยาวรวมท่อน้ำเย็น (เมตร)	จำนวน (ตัว)	ราคาต่อเส้น (บาท)	จำนวนที่ต้องใช้ (เส้น)	ค่าติดตั้งฉนวน/เมตร	ค่าติดตั้งฉนวน/ตัว	รวมราคาค่าฉนวน (บาท)	รวมค่าแรงติดตั้ง (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	ท่อตรงขนาด 1/2"	92	-	459	46	60	-	21,114	5,520	26,634
2	ท่อตรงขนาด 3/4"	72	-	546	36	60	-	19,656	4,320	23,976
3	ท่อตรงขนาด 1"	14	-	644	7	60	-	4,508	840	5,348
4	ท่อตรงขนาด 1.1/2"	64	-	797	32	60	-	25,504	3,840	29,344
5	ท่อตรงขนาด 2"	6	-	950	3	60	-	2,850	360	3,210
6	ท่อตรงขนาด 2.1/2"	15	-	1,115	8	60	-	8,363	900	9,263
7	ท่อตรงขนาด 3"	15	-	1,256	8	60	-	9,420	900	10,320
8	ข้องอ 90 องศา	60	230	650	30	-	30	19,500	6,900	26,400
									total	**134,495**

ราคา ณ เดือนมกราคม

***ราคาฉนวนและค่าติดตั้งจะขึ้นอยู่กับความยากง่ายของบริเวณที่ติดตั้ง

ตารางที่ 4.4 การประเมินราคาฉนวนในส่วนที่ต้องใช้หุ้มแบบชนิดแผ่น

ลำดับ	รายการ	ขนาดฉนวนแผ่นที่ต้องใช้ (ตร.ม)/ตัว	จำนวน (ตัว)	จำนวนที่หุ้มได้ (ตัว) / ฉนวน 1 ม้วน	จำนวนฉนวนแผ่นที่ต้องใช้ (ม้วน)	ราคาฉนวน / ม้วน	ค่าติดตั้ง ฉนวน/ตัว	รวมราคาค่าฉนวน (บาท)	รวมค่าแรงติดตั้ง (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	Tee	0.3	27	10.0	3	1,300	50	3,900	1,350	5,250
2	strainer	0.375	27	8.0	4	1,300	60	5,200	1,620	6,820
3	Gate valve	0.375	27	8.0	4	1,300	60	5,200	1,620	6,820
4	Globe valve	0.375	27	8.0	4	1,300	60	5,200	1,620	6,820
5	Control valve	0.375	27	8.0	4	1,300	60	5,200	1,620	6,820
6	Check valve	0.54	2	5.6	1	1,300	60	1,300	120	1,420
7	ฉนวนใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวในเครื่องส่งลมเย็น	1.8	7	-	5	1,300	150	6,500	1,050	7,550
									total	**41,500**

ราคา ณ เดือนมกราคม

***ราคาฉนวนและค่าติดตั้งจะขึ้นอยู่กับความยากง่ายของบริเวณที่ติดตั้ง

โดยราคาฉนวนการติดตั้งฉนวนใหม่ทั้งฉนวนชนิดท่อและฉนวนชนิดแผ่น พร้อมค่าแรงการติดตั้ง รวมทั้งหมด 175,000บาท ซึ่งเป็นการลงทุนในเชิงป้องกันที่ต้นเหตุของปัญหา เมื่อเปรียบเทียบกับการกำจัดที่ปลายเหตุของปัญหาโดยการติดตั้งเครื่องดูดความชื้นที่รวมทั้งค่าติดตั้ง, บำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานแล้วนั้นถือว่าการติดตั้งฉนวนใหม่นั้นมีราคาต่ำกว่ามาก

บทที่ 5
บทสรุป

หลังจากการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและการตรวจสอบสาเหตุของการเกิดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร สามารถสรุปแหล่งกำเนิดความชื้นที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

5.1 แหล่งกำเนิดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม

5.1.1 ปัญหาจากการจากการเสื่อมสภาพอันเนื่องมาจากอายุการใช้งานและขนาดความหนาของฉนวนไม่เหมาะสมกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริเวณรอบๆท่อน้ำเย็น ซึ่งความชื้นที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าสูงถึง 90% เป็นเหตุให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศกลายเป็นหยดน้ำ โดยความหนาของฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นที่หุ้มอยู่ในปัจจุบันนั้นมีความหนา 1 ซึ่งจากการวิเคราะห์และคำนวณค่าความหนาฉนวนที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดนั้นจะได้ความหนาฉนวนที่เหมาะสมที่ 1.1/2 จะสามารถป้องกันการเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศได้ และเป็นการป้องกันการเกิดหยดน้ำที่จะหยดลงสู่ฝ้าเพดานอันเป็นสาเหตุทำให้เกิดเชื้อราได้

5.1.2 ความชื้นที่เกิดกิจกรรมทางทันตกรรม และกระบวนการต่างๆที่ก่อให้เกิดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม

5.1.3 การรั่วไหลของอากาศที่นำพาอากาศที่มีความชื้นเข้ามาสู่ตัวอาคาร

5.1.4 ความชื้นจากการรั่วซึมของข้อต่อและข้องอต่างๆ ทั้งตามแนวท่อน้ำเย็นหลัก และท่อน้ำเย็นสาขาในเครื่องส่งลมเย็น ทำให้เกิดหยดน้ำหยดลงบนแผ่นฝ้าตลอดปี สร้างความเสียหายกับแผ่นฝ้าเพดานเป็นจำนวนมาก

5.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการวิเคราะห์ผลการบันทึกค่าและการตรวจสอบสาเหตุการเกิดความชื้นทำให้ทราบถึงที่มาของความชื้น โดยมีสาเหตุหลัก คือการเสื่อมสภาพของฉนวนและความหนาของฉนวนที่ไม่เพียงพอต่อการรองรับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์สูงๆได้ ทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศเป็นหยดน้ำเกาะตามแนวท่อ รวมทั้งการรั่วไหลของหยดน้ำที่ออกมาจากฉนวนซึ่งอาจเกิดจากการรั่วไหลของข้อต่อ ข้อ งอ หรือการรั่วไหลของอากาศที่เข้าไปในฉนวนสัมผัสกับท่อน้ำเย็น ทำให้เกิดการกลั่นตัวอยู่ภายใน แล้วรั่วไหลออกมาจากฉนวน หยดลงบนแผ่นฝ้าเพดาน สร้างความเสียหายเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องมีการหุ้มฉนวนใหม่ที่มีคุณสมบัติดีกว่าเดิมและมีความหนาที่เพียงพอต่อการรองรับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์สูงๆได้

สรุปการวิเคราะห์ผล

ระบบปรับอากาศภายในโรงพยาบาลทันตกรรม

1. **บริเวณที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน** ไม่พบปัญหาความชื้นและเชื้อรา

2. **บริเวณที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง** มีหยดน้ำเกิดขึ้นตามแนวท่อน้ำเย็น ซึ่งสันนิษฐานได้ว่าอาจเกิด จากการรั่วไหลของข้อต่อท่อน้ำเย็น หรือการเสื่อมสภาพของฉนวน ชำรุด ฉีกขาด อากาศจึงรั่วซึมผ่านฉนวนเข้าไปสัมผัสกับผิวท่อน้ำเย็น ทำให้เกิดการกลั่นตัวของหยดน้ำหยดลงบนแผ่นฝ้าเพดานกลายเป็นความชื้นสะสม

ห้องที่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น

ห้องที่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้นจะสามารถลดและควบคุมปริมาณความชื้นได้จำนวนหนึ่ง ซึ่งปริมาณความชื้นจะน้อยกว่าห้องที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น

การเปิดเครื่องปรับอากาศ

เมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ ปริมาณความชื้นจะลดลงเนื่องจากการรีดความชื้นออกโดยเครื่องปรับอากาศ ทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ลดลง และทำให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างและอัตราส่วนความชื้นลดลงไปด้วย

ฤดูกาล

ปัญหาความชื้นที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศเป็นหยดน้ำเกาะตามแนวฉนวนท่อน้ำเย็นจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนมากที่สุด เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศสูงกว่าฤดูอื่น

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากสาเหตุหลักของการเกิดเชื้อราและความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวรนั้น เกิดจากการที่ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นเสื่อมสภาพเป็นสาเหตุหลัก การแก้ไขในเชิงการป้องกันคือการติดตั้งฉนวนท่อน้ำเย็นและฉนวนใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวใต้เครื่องส่งลมเย็นใหม่ให้มีความเหมาะสมเพียงพอต่อสภาวะอากาศในโรงพยาบาลทันตกรรม

วิจารณ์การดำเนินงาน

1.เครื่องมือในการเก็บข้อมูลเกิดความผิดพลาดบ่อย ทำให้เกิดความล่าช้าในการเก็บบันทึก ข้อมูล

2.ในฤดูฝนเป็นช่วงที่เหมาะสมในเก็บบันทึกข้อมูลแต่เนื่องจากต้องใช้เวลาการศึกษาการใช้เครื่องมือวัดต่างๆการออกแบบการบันทึกค่ารวมถึงการศึกษาทฤษฎีทำให้เก็บบันทึกข้อมูลได้ไม่ครบถ้วน

3.การติดตั้งฉนวนนั้นเป็นการแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุซึ่งเป็นการแก้ไขในเชิงป้องกัน แต่การติดตั้งเครื่องดูดความชื้นเป็นการแก้ไขปัญหาที่ปลายเหตุ

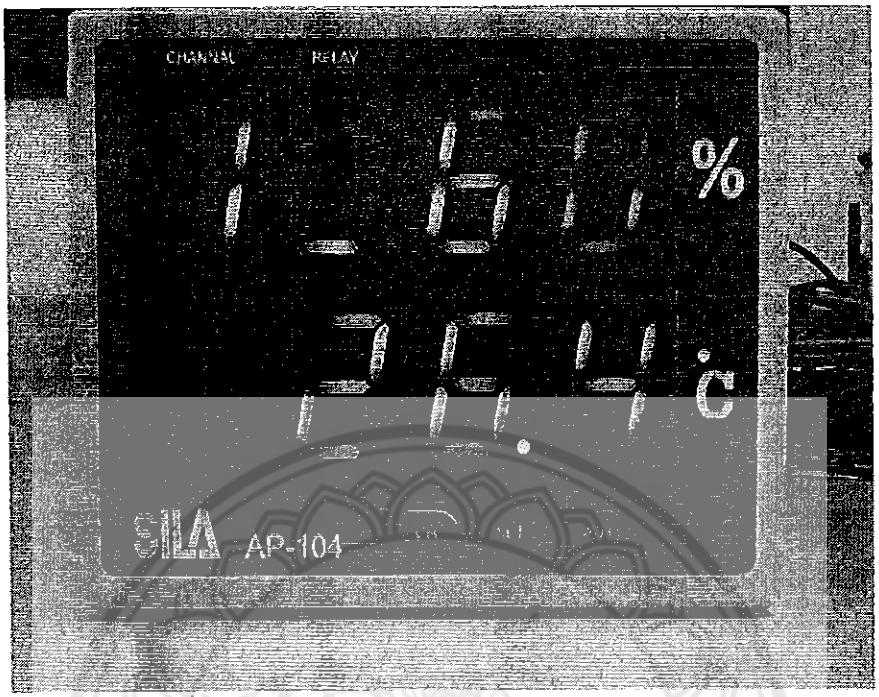
บรรณานุกรม

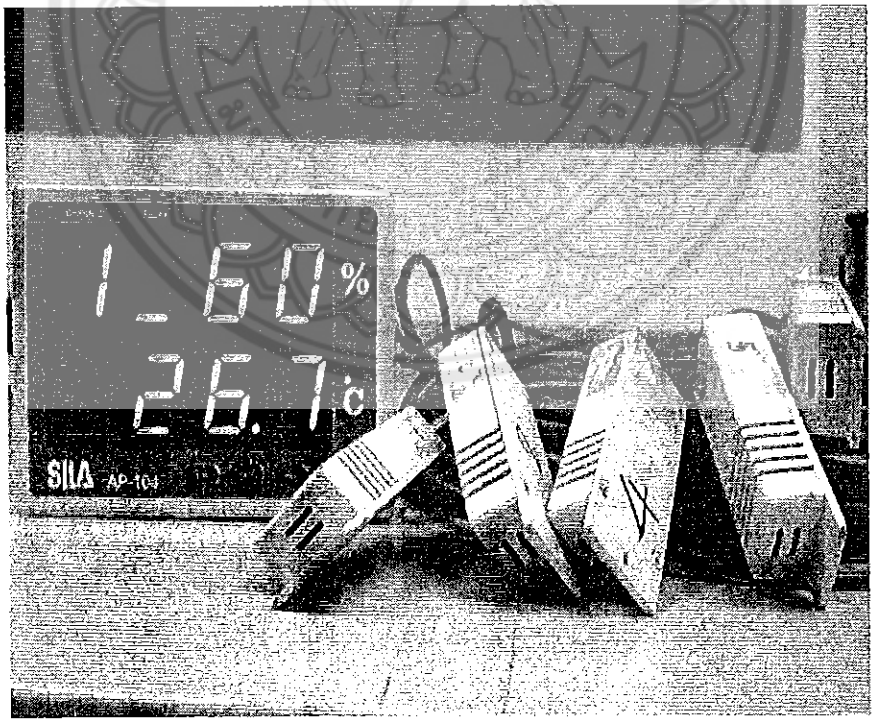
1. เอกสารประกอบการสัมนาเรื่อง รอบรู้ผลิตภัณฑ์งานระบบ รุ่นที่ 2 โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยและสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
2. การลดความชื้นด้วยฮีทไปป์, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
3. การลดความชื้นด้วยสารดูดความชื้นเหลว, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
4. ฉนัด เกษประดิษฐ์. "ท่อความร้อน" โลกพลังงาน 24 : 14-18 : กรกฎาคม-กันยายน 2547
5. เกียรติศักดิ์ จันทร์แดง. "อาคารป่วย" โลกพลังงาน 28 : 65-69 : กรกฎาคม-กันยายน 2548
6. จันทร์จิรา เตชะเวชเจริญ. "ความชื้นในอาคาร" โลกพลังงาน ปีที่ 5 ฉบับที่17, ตุลาคม-ธันวาคม 2545
7. เกชา ธีรโกเมน. "นวัตกรรมสำหรับอนาคต" 2541
8. Edward G. Pita. Air conditioning Principles and Systems. 4 th ed. New Jersey. Prentice Hall, 2002

ภาคผนวก

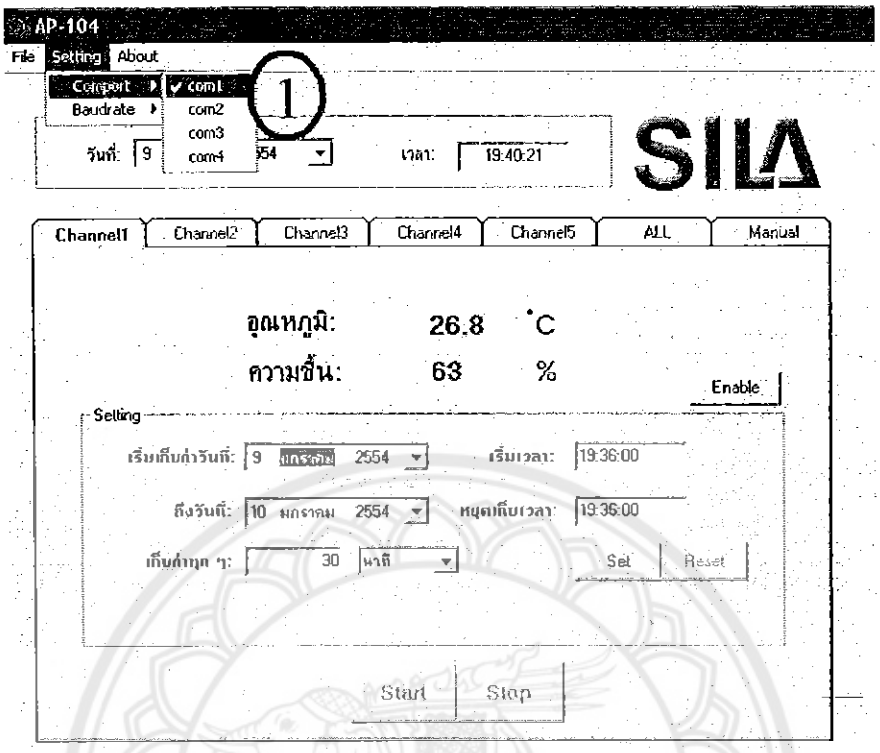
ภาคผนวก ภาค ก
การใช้เครื่อง AP - 104

เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น AP 104

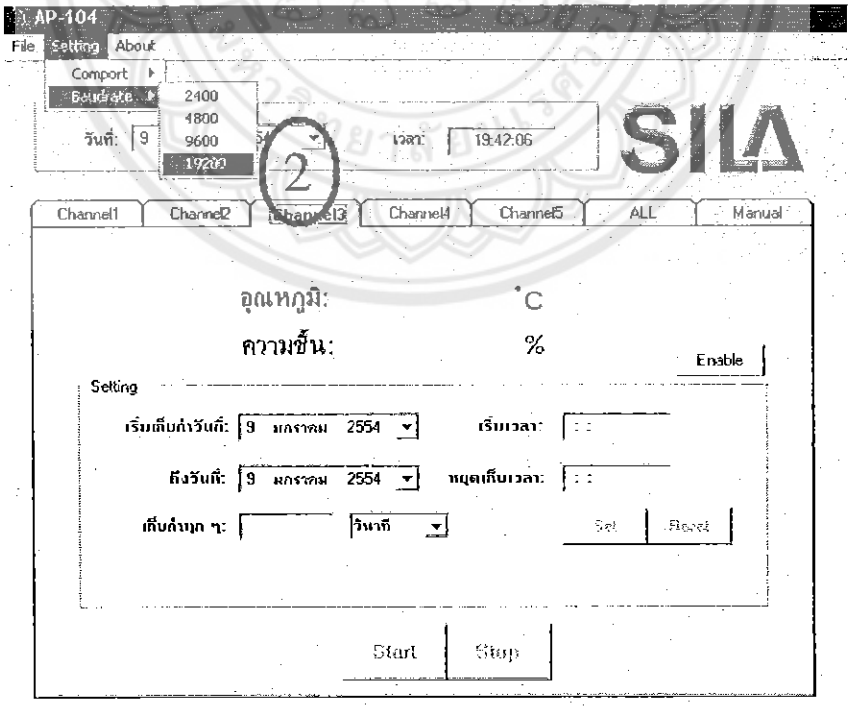




1. ทำการตั้งค่า Comport โดยกำหนดค่าไปที่ com 1



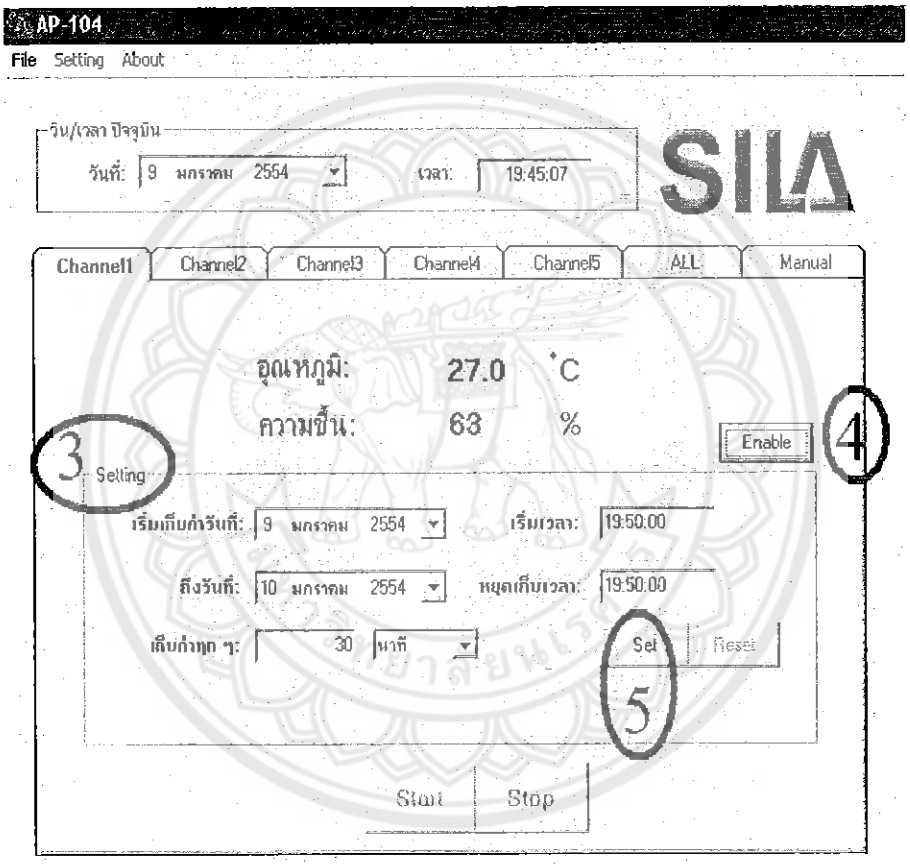
2. ตั้งค่า Baudrate โดยกำหนดค่าไปที่ 19200



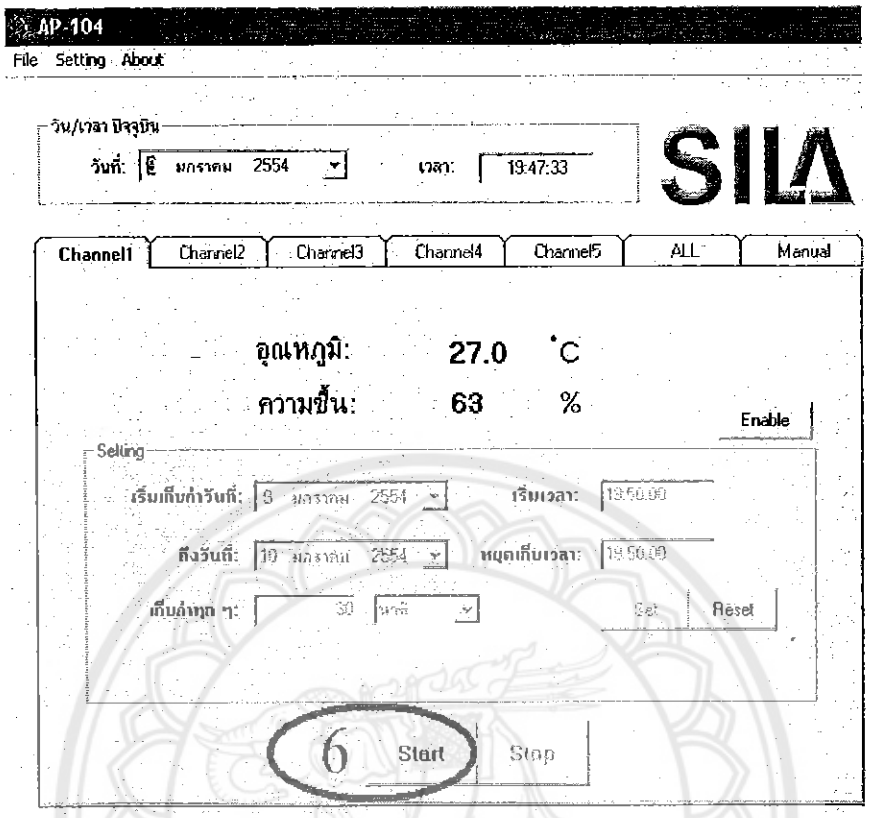
3. จะปรากฏเห็นช่องสัญญาณที่1 (Channel 1)ให้ทำการตั้งค่าวันที่และเวลาที่เริ่มการเก็บข้อมูลและตั้งค่าการเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาที

4. เมื่อตั้งค่าเสร็จเรียบร้อยให้กดปุ่ม Enable

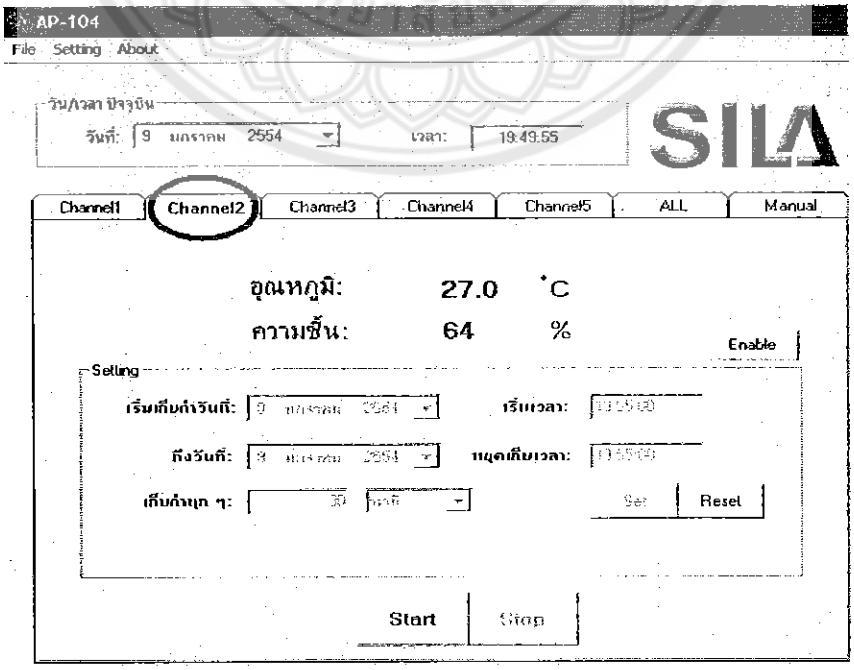
5. กดปุ่ม Set เพื่อทำการติดตั้งค่าที่ต้องการ จะสังเกตเห็นค่าอุณหภูมิและความชื้นปรากฏ หากต้องการแก้ไข ให้กดปุ่ม Reset

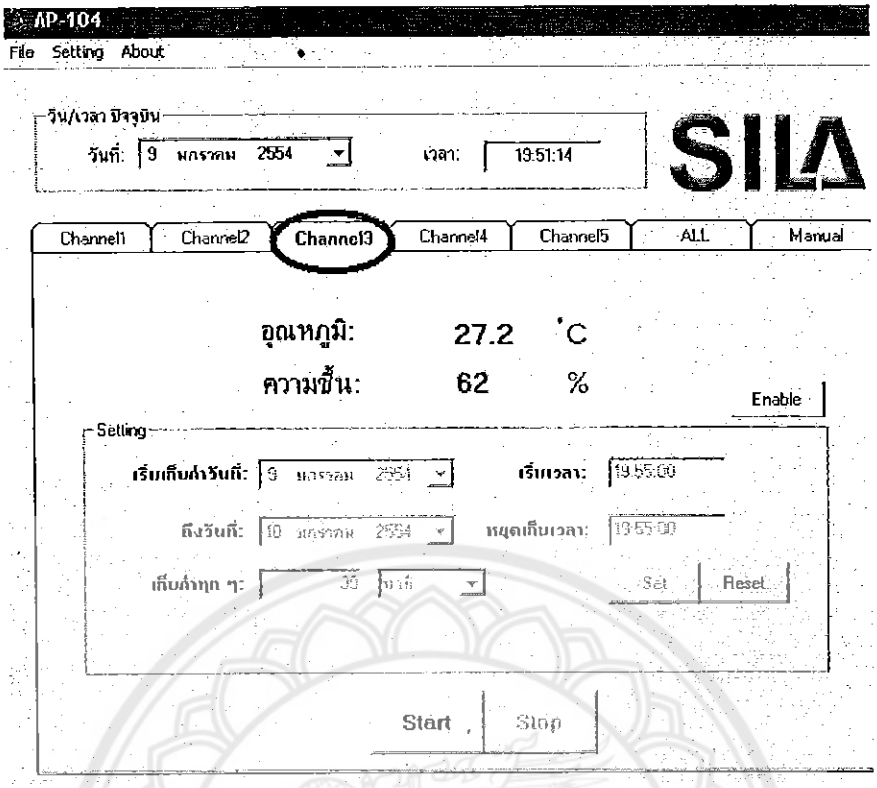


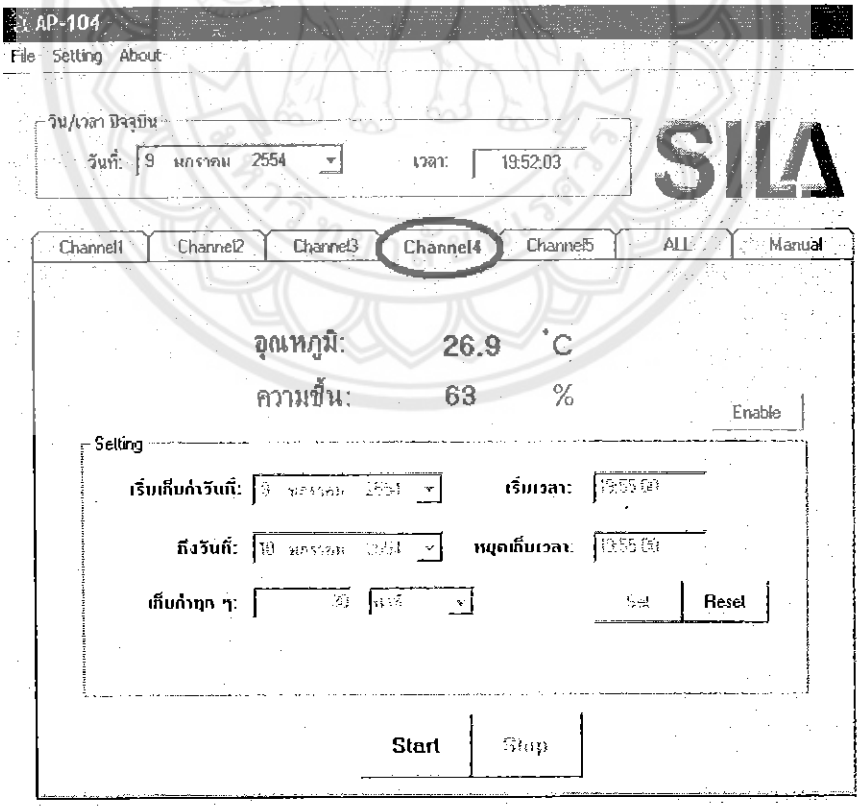
6. กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มต้นการทำงานของช่องสัญญาณที่1 (Channel 1)

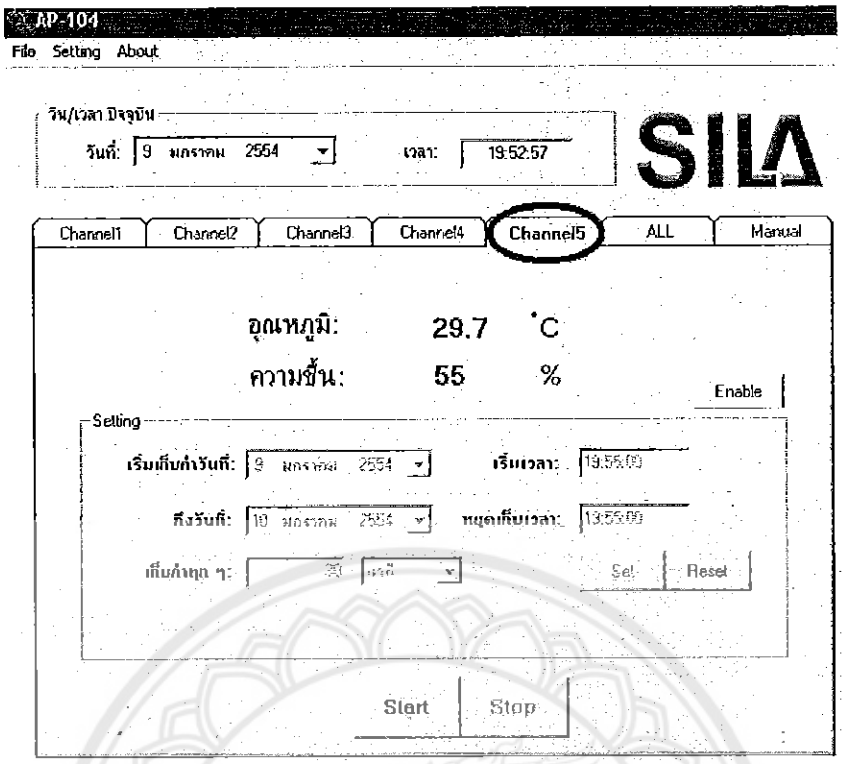


7. เลือกช่องสัญญาณที่ 2 - 5(Channel2 – 5) แล้วทำซ้ำขั้นตอนกระบวนการของช่องสัญญาณที่ 1(channel1)

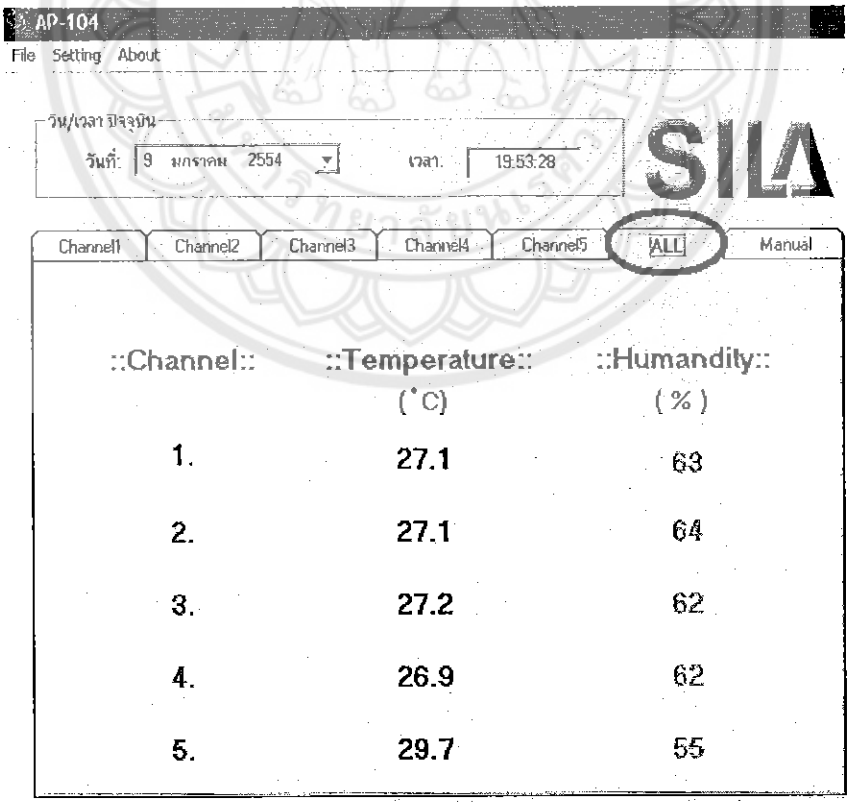



AP-104
File Setting About
วัน/เวลา ปัจจุบัน
วันที่: 9 มกราคม 2554
เวลา: 19:51:14
SILA
Channel1 Channel2 Channel3 Channel4 Channel5 ALL Manual
อุณหภูมิ: 27.2 °C
ความชื้น: 62 %
Enable
Setting
เริ่มเก็บค่าวันที่: 9 มกราคม 2554
เริ่มเวลา: 19:55:00
ถึงวันที่: 10 มกราคม 2554
หยุดเก็บเวลา: 19:55:00
เก็บค่าทุก ๆ: 30 วินาที
Set
Reset
Start
Stop


AP-104
File Setting About
วัน/เวลา ปัจจุบัน
วันที่: 9 มกราคม 2554
เวลา: 19:52:03
SILA
Channel1 Channel2 Channel3 Channel4 Channel5 ALL Manual
อุณหภูมิ: 26.9 °C
ความชื้น: 63 %
Enable
Setting
Reset
Start
Stop



8. กดปุ่ม ALL จะแสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นของทุกๆช่องสัญญาณ



9. แสดงข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด

Channel1 - Notepad

File Edit Format View Help

Number	Date	Time	Temperature (°C)	Humidity (%RH)
001	30/09/53	14:20:00	23.5	70
002	30/09/53	14:30:00	23.6	70
003	30/09/53	14:40:00	23.5	70
004	30/09/53	14:50:00	23.5	70
005	30/09/53	15:00:00	23.4	70
006	30/09/53	15:10:00	23.4	71
007	30/09/53	15:20:00	23.5	70
008	30/09/53	15:30:00	23.5	70
009	30/09/53	15:40:00	23.5	70
010	30/09/53	15:50:00	23.5	69
011	30/09/53	16:00:00	23.4	69
012	30/09/53	16:10:00	23.4	70
013	30/09/53	16:20:00	23.4	71
014	30/09/53	16:30:00	23.5	71
015	30/09/53	16:40:01	23.5	71
016	30/09/53	16:50:01	23.5	71
017	30/09/53	17:00:01	23.5	71
018	30/09/53	17:10:01	23.6	71
019	30/09/53	17:20:01	23.6	71
020	30/09/53	17:30:01	23.6	71
021	30/09/53	17:40:01	23.6	72
022	30/09/53	17:50:01	23.6	72
023	30/09/53	18:00:01	23.6	72
024	30/09/53	18:10:01	23.6	72
025	30/09/53	18:20:01	23.6	72
026	30/09/53	18:30:01	23.6	73
027	30/09/53	18:40:01	23.6	73
028	30/09/53	18:50:01	23.6	74
029	30/09/53	19:00:01	23.6	74
030	30/09/53	19:10:01	23.7	74
031	30/09/53	19:20:01	23.7	74
032	30/09/53	19:30:01	23.6	74
033	30/09/53	19:40:01	23.6	74
034	30/09/53	19:50:01	23.6	74
035	30/09/53	20:00:01	23.6	74
036	30/09/53	20:10:01	23.6	74

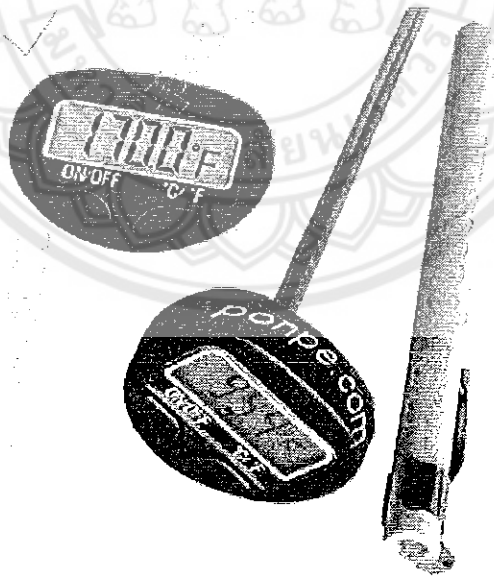
ภาค ข

การใช้เครื่องเทอร์โมมิเตอร์

เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอลชนิดลำแสงอินฟราเรด

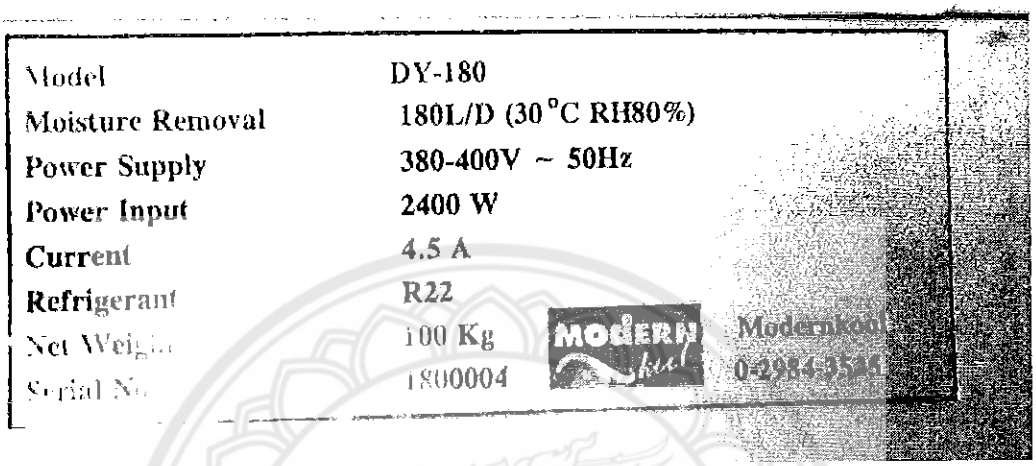
เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอลชนิดลำแสงอินฟราเรดใช้วัดอุณหภูมิบริเวณฝ้าเพดาน ผิวฉนวน ผนังห้อง บริเวณภายในห้อง AHU และบริเวณต่างๆที่ต้องการซึ่ง Thermometer ประเภทนี้สามารถวัดอุณหภูมิได้ในระยะไกล

เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอลชนิดปลายแหลม

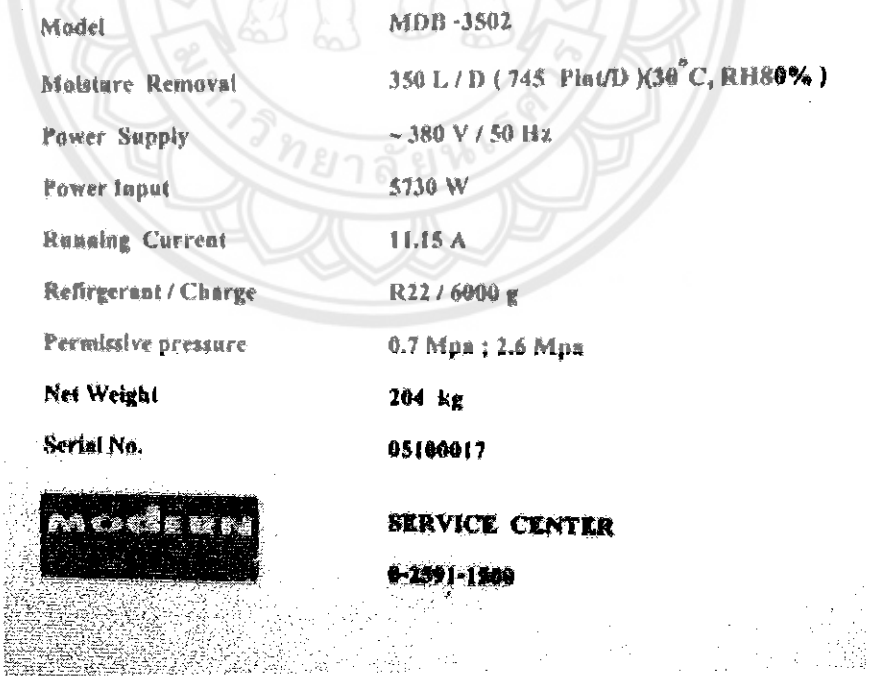


เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอลชนิดปลายแหลมใช้วัดอุณหภูมิผิวท่อนำเย็น และบริเวณที่มีฉนวนหุ้ม เพราะเทอร์โมมิเตอร์ประเภทนี้มีปลายแหลมสามารถแทงทะลุฉนวนเข้าไปวัดอุณหภูมิผิวภายในได้

Nameplate เครื่องดูดความชื้น

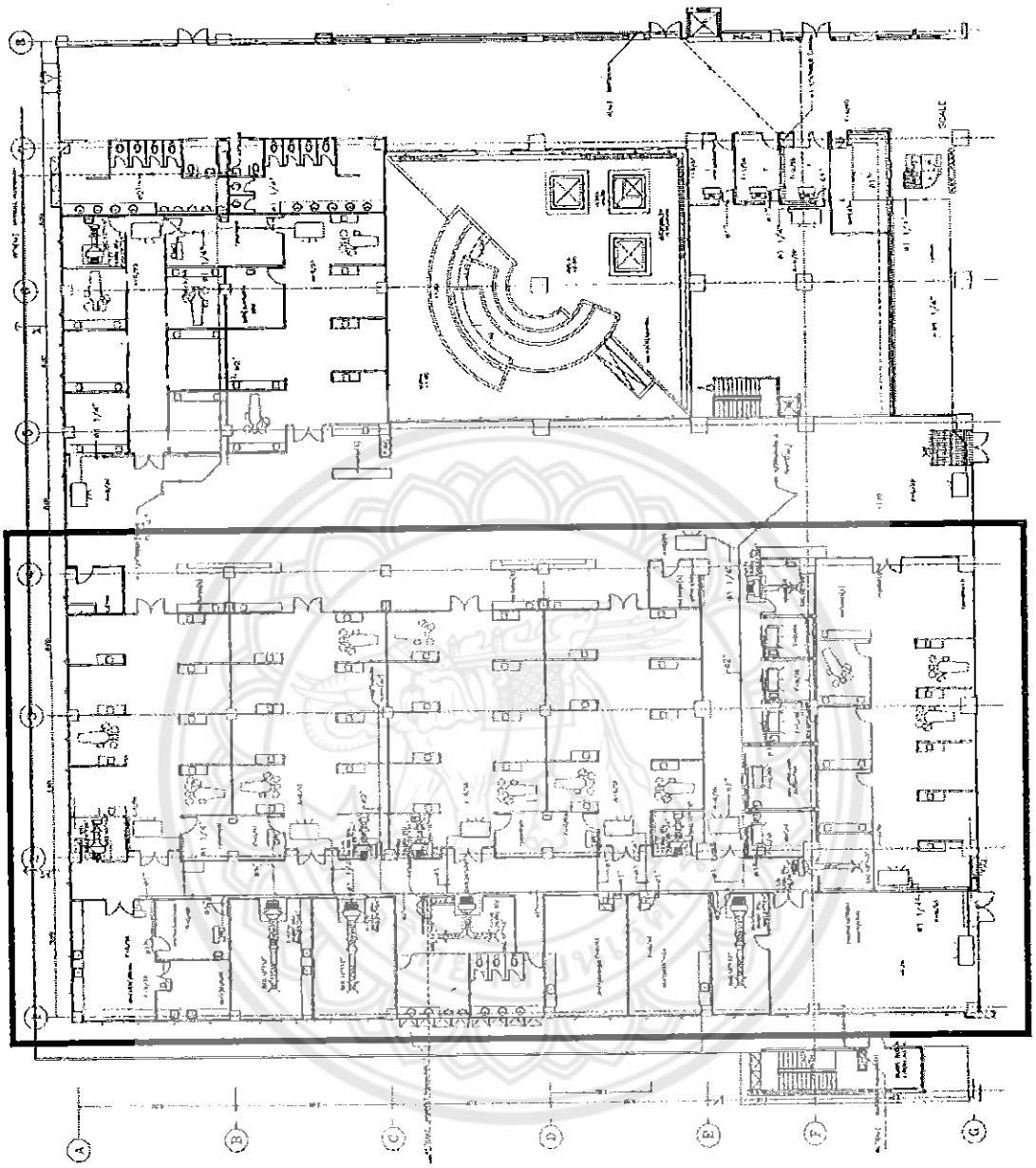


เครื่องดูดความชื้นขนาด 180 L/D

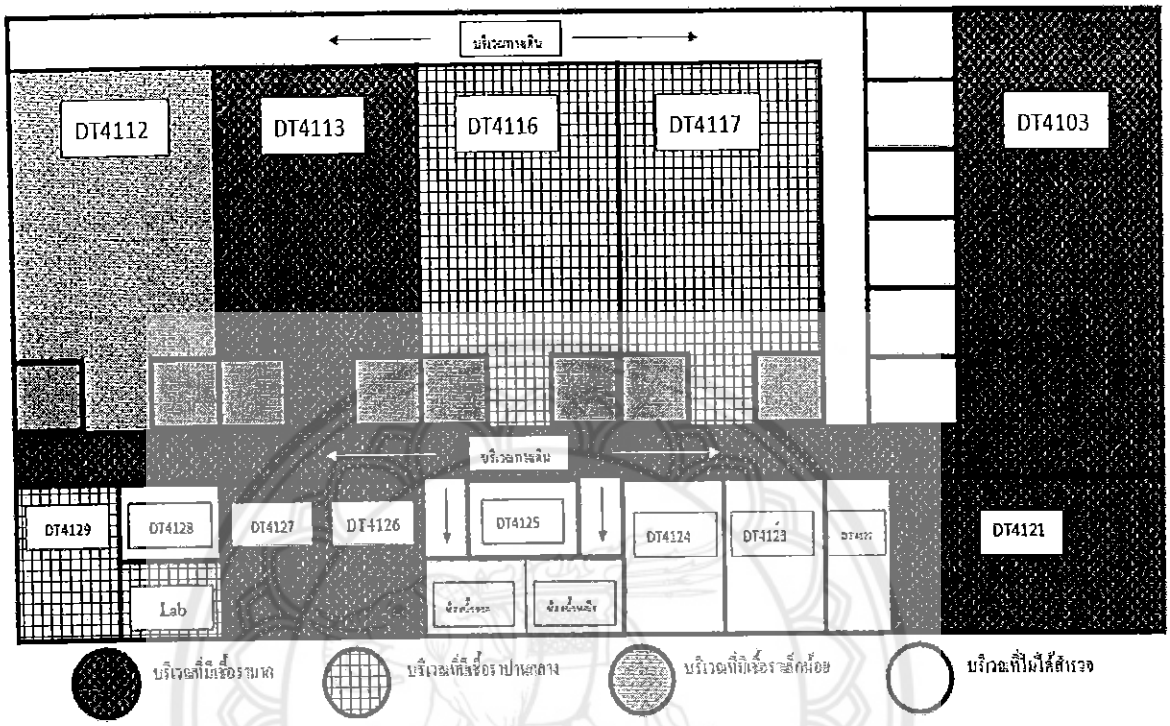


เครื่องดูดความชื้นขนาด 350 L/D

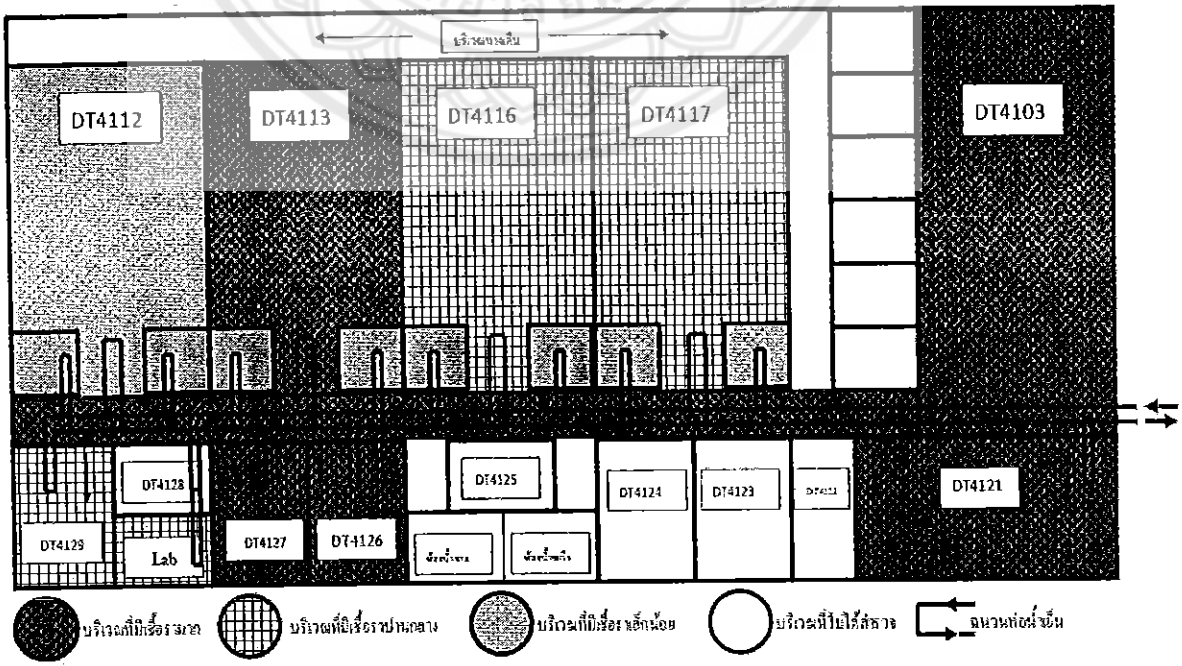
แผนผังโรงพยาบาลทันตกรรม



บริเวณที่ทำการตรวจวัดภายในโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



บริเวณทางเดินของระบบท่อน้ำเย็นที่ต้องติดตั้งฉนวนใหม่



ภาค ค
สื่อการนำเสนอ
การวิเคราะห์ปัญหาการเกิดความชื้นภายในอาคาร
กรณีศึกษาโรงพยาบาลทันตกรรม
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

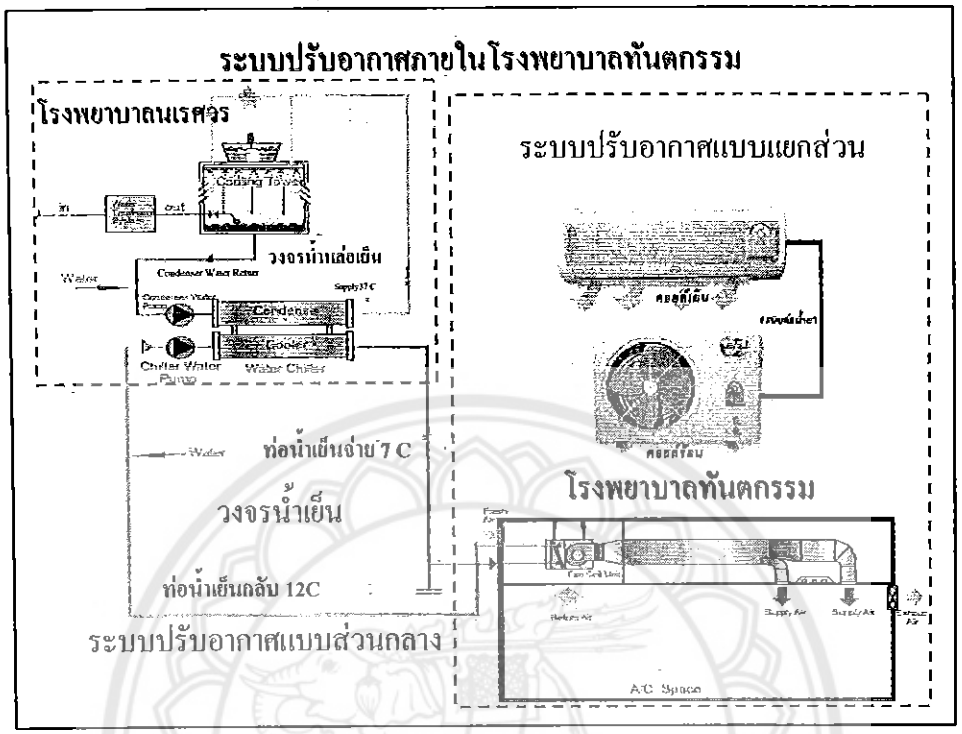
ปัญหาความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Humidity Problem in Dental Hospital, Faculty of Dentistry,
Naresuan University

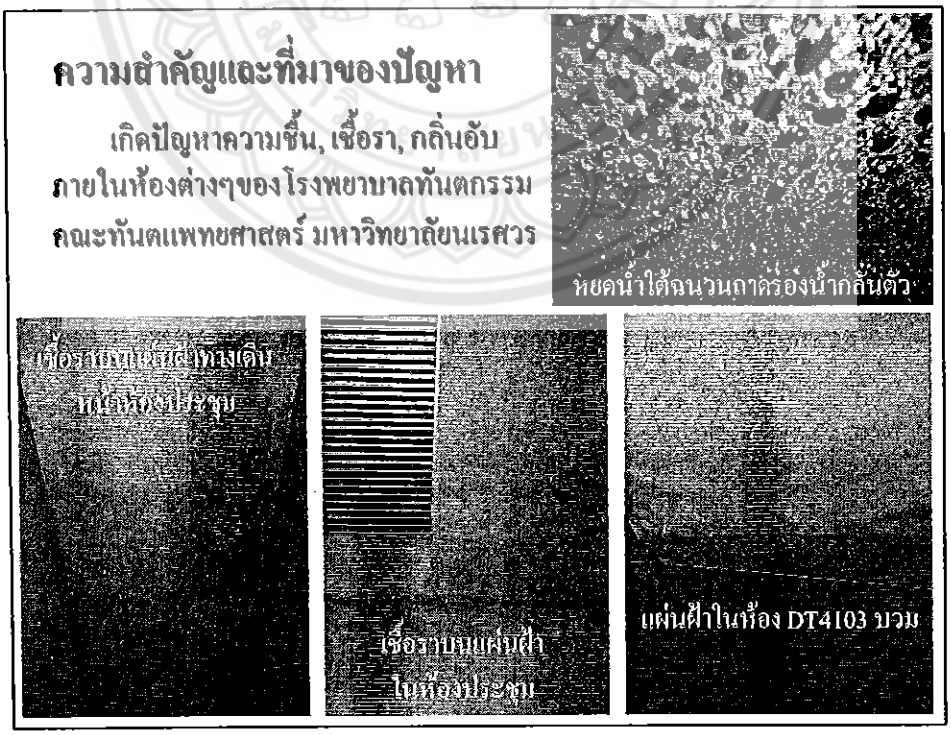
ปัญหาความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Humidity Problem in Dental Hospital, Faculty of Dentistry,
Naresuan University

ผู้ทำโครงงาน

1.นายวัชรพงษ์ นาสมรูป	รหัสประจำตัว 50364188
2.นายศิริศักดิ์ แก้วอัคฮาด	รหัสประจำตัว 50364294
3.นายอาทิตย์ จันทร์อนันต์	รหัสประจำตัว 50364393

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา
คณะกรรมการ
รศ.ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี
ดร.ภาณุ พุทธวงศ์


ระบบปรับอากาศภายในโรงพยาบาลทันตกรรม
โรงพยาบาลนเรศวร
วงจรน้ำเลี่ยเย็น
Condenser Water Return
Condenser
Cooler
Chiller Water Pump
Water Chiller
ท่อน้ำเย็นจ่าย 7 C
วงจรน้ำเย็น
ท่อน้ำเย็นกลับ 12C
ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน
โรงพยาบาลทันตกรรม
A/C Space


ความสำคัญและที่มาของปัญหา
เกิดปัญหาความชื้น, เชื้อรา, กลิ่นอับ
ภายในห้องต่างๆของโรงพยาบาลทันตกรรม
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
หยดน้ำใต้ฉนวนกาดร่องน้ำกลับตัว
เชื้อราบนแผ่นฝา
ในห้องประชุม
แผ่นฝาในห้อง DT4103 บวม

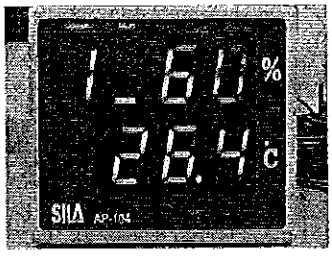
วัตถุประสงค์

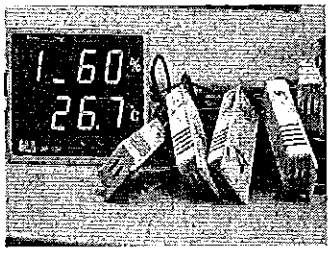
1. เพื่อตรวจหาแหล่งกำเนิดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม

2. เพื่อตรวจวัดปริมาณความชื้นและเสนอมาตรการการลดความชื้นภายในอาคาร

ขอบเขตโครงงาน

- ตรวจหาแหล่งกำเนิดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม
- ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณห้องที่พบปัญหา
- เสนอมาตรการป้องกันการเกิดความชื้นและแนวทางการลดความชื้น





เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงแหล่งกำเนิดความชื้นรวมถึงปริมาณความชื้นที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องของโรงพยาบาลทันตกรรม

2. มีมาตรการป้องกันการเกิดความชื้นและแนวทางการลดความชื้นในโรงพยาบาลทันตกรรม

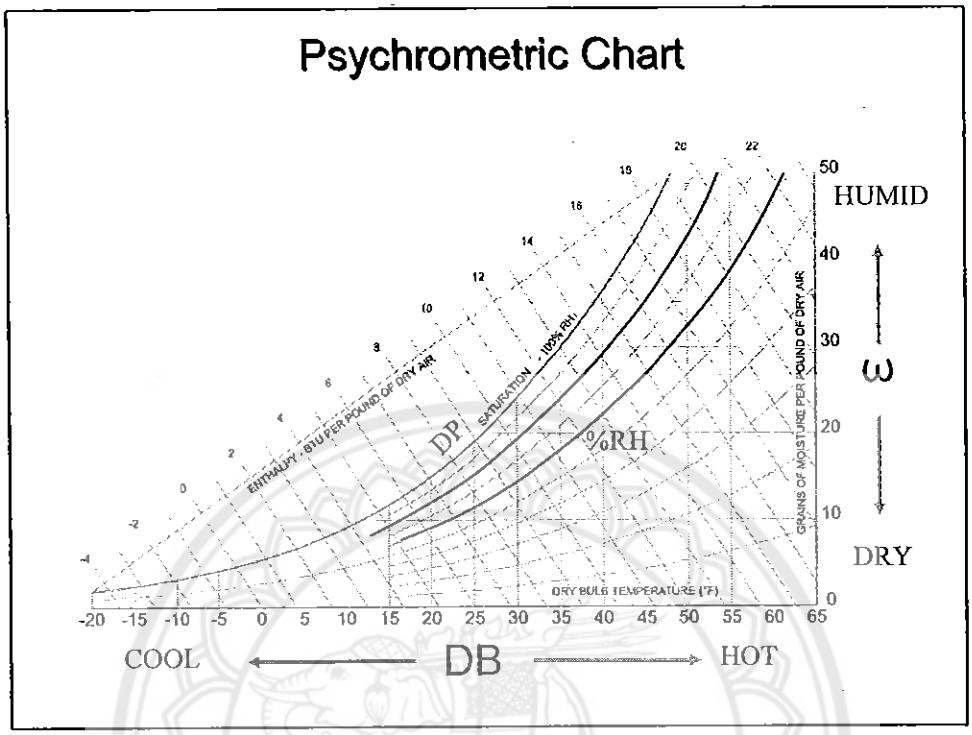
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

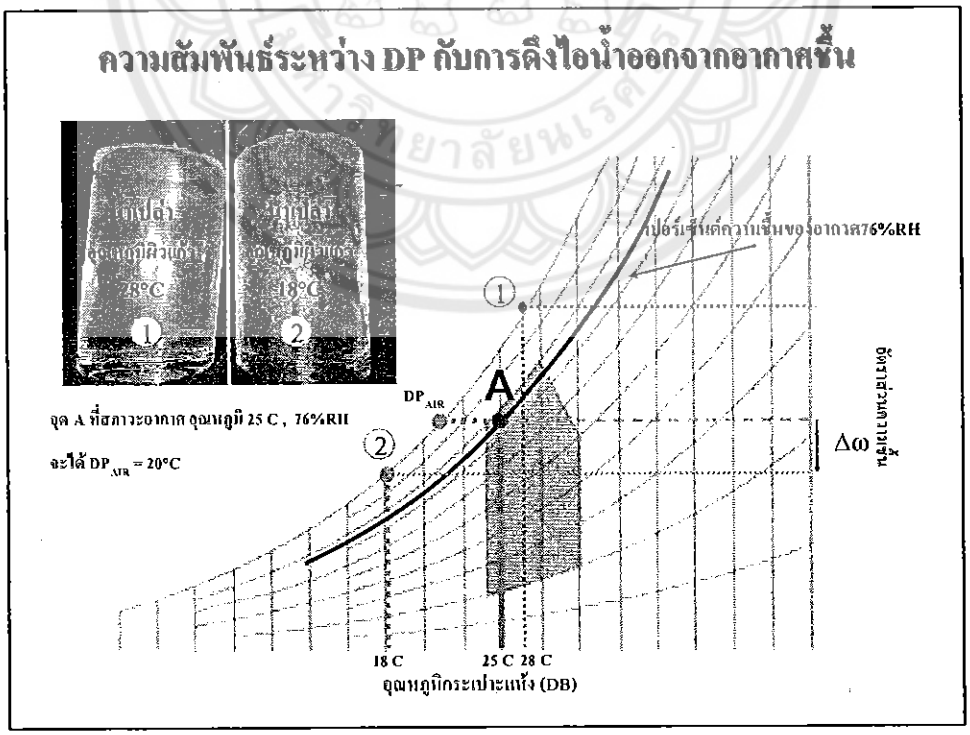
- อากาศชื้น คือ อากาศที่เราหายใจเข้าไปซึ่งมีทั้งอากาศแห้ง (Dry air) และไอน้ำ(Vapor) ในอากาศผสมอยู่ด้วยกัน
- ในการศึกษาคุณสมบัติของอากาศจำเป็นต้องทราบตัวแปรดังนี้คือ
  - 1. อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb temperature, DB)
  - 2. เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, %RH)
  - 3. อัตราส่วนความชื้น (Humid ratio, ω)
  - 4.อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point temperature, DP)

- อุณหภูมิกระเปาะแห้ง หมายอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา
- อัตราส่วนความชื้น คือ มวลไอน้ำ(kg_V) ต่อมวลอากาศแห้ง(kg_D)

$$\omega = \frac{m_v}{m_a}$$

- อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (DP) คือ อุณหภูมิอากาศอิ่มตัวที่ทำให้ไอน้ำเริ่มกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ


Psychrometric Chart
HUMID
DRY
ω
DP
SATURATION - 100% RH
%RH
ENTHALPY - BTU PER POUND OF DRY AIR
GRAINS OF MOISTURE PER POUND OF DRY AIR
DRY BULB TEMPERATURE (°F)
COOL
DB
HOT


ความสัมพันธ์ระหว่าง DP กับการดึงไอน้ำออกจากอากาศชื้น
18°C
18°C
1
2
จุด A ที่สภาวะอากาศ อุณหภูมิ 25 C , 76%RH
จะได้ DP AIR = 20°C
DP AIR
A
เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศ76%RH
Δω
18 C
25 C 28 C
อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DB)

มวลอากาศแห้งและมวลไอน้ำ

m_a = มวลของอากาศแห้ง (kg)

$$m_a = \frac{PV}{RT}$$

R= 287 J/kg.K

V= ปริมาตรห้อง (m^3)

P= ความดันบรรยากาศ มีค่าเท่ากับ 101,325 (Pa)

T=อุณหภูมิอากาศ (K)

W=อัตราส่วนความชื้น(kg_V/kg_D)

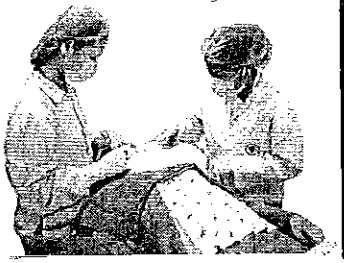
m_v = มวลของน้ำในอากาศ (kg)

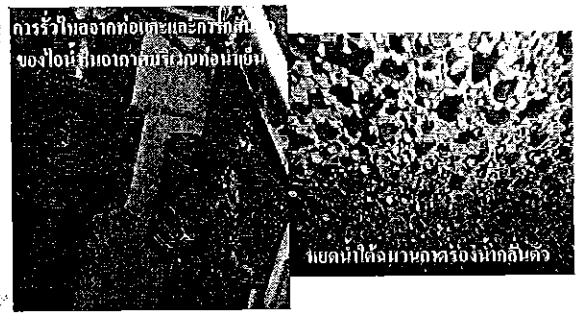
$$m_v = \omega \times m_a$$

แหล่งที่ทำให้เกิดความความชื้นภายในอาคาร

- ความชื้นแหล่งที่ 1 : การรั่วไหลจากท่อและการรั่วซึมจากฝน
- ความชื้นแหล่งที่ 2 : กิจกรรมในอาคาร
- ความชื้นแหล่งที่ 3 : พื้นดินใต้อาคาร
- ความชื้นแหล่งที่ 4 : ความชื้นที่มากับโครงสร้าง และวัสดุต่างๆ

กิจกรรมในอาคาร



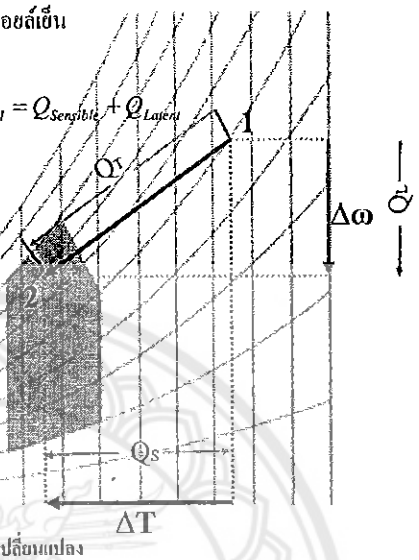


วิธีการควบคุมและลดความชื้น

กระบวนการทำความเย็นลดความชื้นโดยคอยล์เย็น

การปรับอากาศทั่วไป

$Q_{Total} = Q_{Sensible} + Q_{Latent}$



Q_{total} คือ ความร้อนรวม

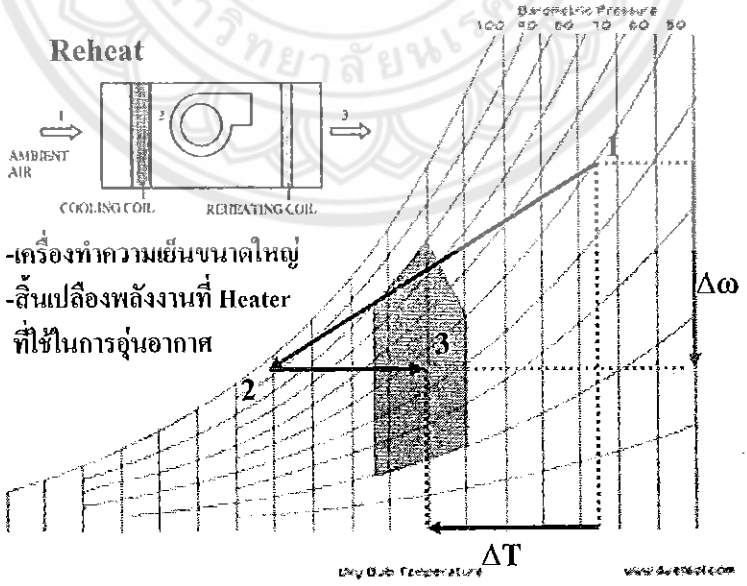
$Q_{Sensible}$ คือเพื่อให้ความร้อนหรือดึงความร้อนออกสู่บริเวณ แต่สถานะของอากาศจะไม่เปลี่ยนแปลง

Q_{Latent} คือเพื่อให้ความร้อนหรือดึงความร้อน สถานะของอากาศจะเปลี่ยนแปลง แต่อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยน

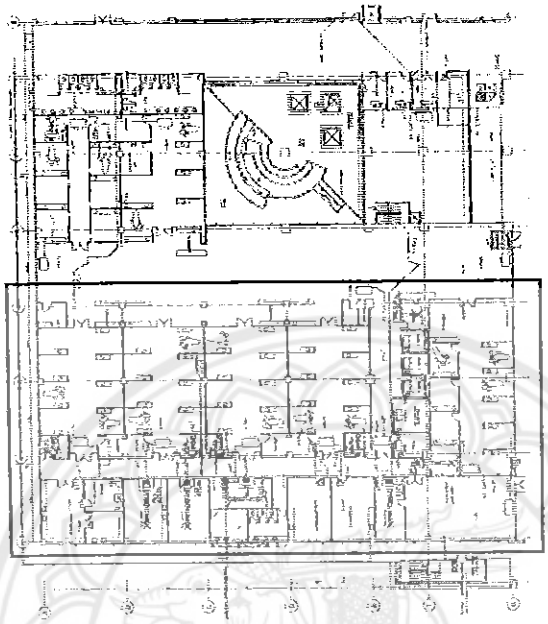
Reheat

-เครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่

-สิ้นเปลืองพลังงานที่ Heater ที่ใช้ในการอุ่นอากาศ



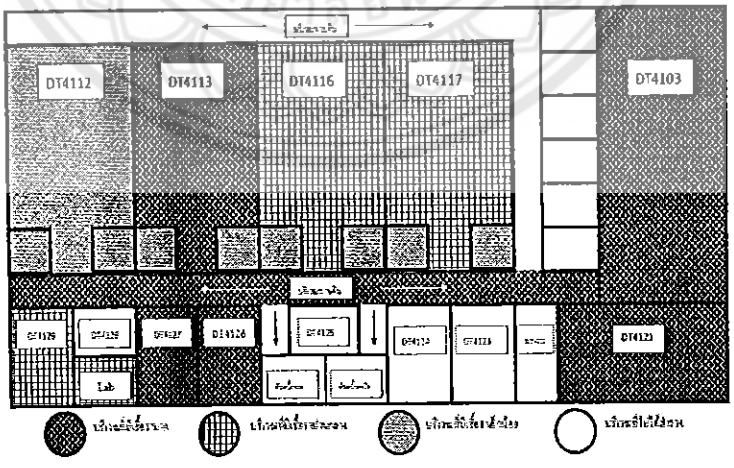
แผนผังโรงพยาบาลทันตกรรม



บริเวณที่ทำการตรวจวัด

พื้นที่ภายในโรงพยาบาลทันตกรรมที่ได้ทำการตรวจวัด

- การบันทึกค่าอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแต่ละครั้งจะใช้เวลาอย่างน้อย **24** ชม. ซึ่งค่าที่ได้จากการวัดจะนำไปหาค่าอัตราส่วนความชื้น มวลไอน้ำในอากาศ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างในอากาศ



ซึ่งการแบ่งบริเวณต่างๆออกเป็นยกโซนที่จากผลของเชื้อราและความเสียหายของแผ่นฝ้าเพดาน

ตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องตรวจวัด ณ จุดต่างๆ

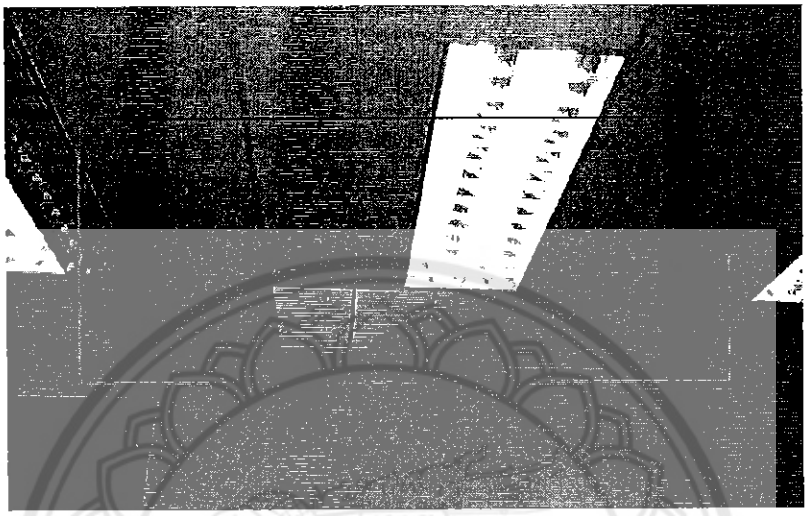
ผลการตรวจวัดอุณหภูมิของท่อน้ำเย็น, ผิวฉนวนต่างๆ และจุดอื่นๆที่น่าสนใจ

รายการที่วัดอุณหภูมิ	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ°C
ท่อน้ำเย็นจ่าย	7
ท่อน้ำเย็นกลับ	12
ผิวฉนวนท่อน้ำเย็นจ่าย	21
ผิวฉนวนท่อน้ำเย็นกลับ	22
ผิวฉนวนถาดรองน้ำกลั่นตัวของเครื่องส่งลมเย็น	18
ท่อน้ำกลั่นตัวจากถาดเครื่องส่งลมเย็น	19
ผิวฉนวนท่อน้ำกลั่นตัวจากถาดเครื่องส่งลมเย็น	22
เพดาน	21
ฉนวนโฟมเพดาน	22
ผนังห้อง	22

*ซึ่งหากอุณหภูมิเหล่านี้ต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ (DP) อากาศบริเวณนั้นจะเกิดการกลั่นตัวเป็นเหยดน้ำ

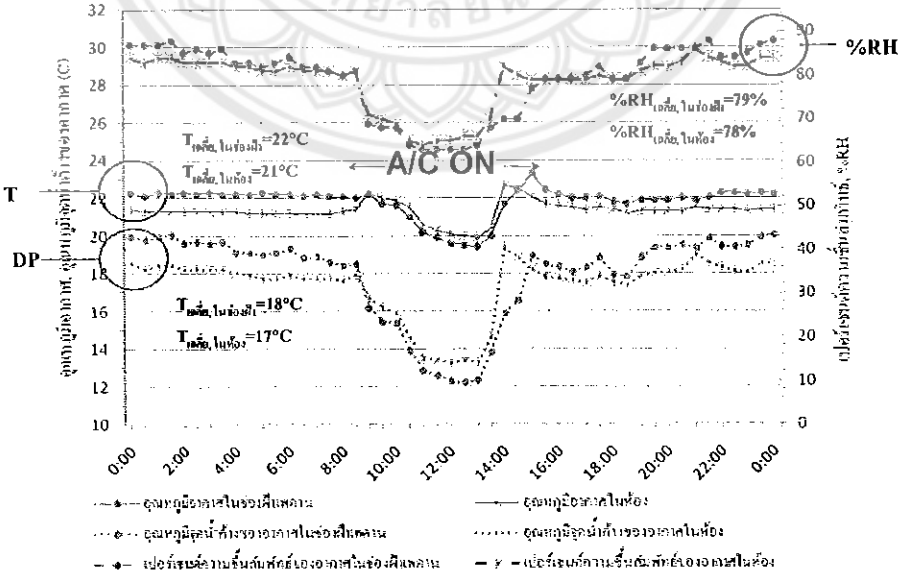
ห้องที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น

DT4121

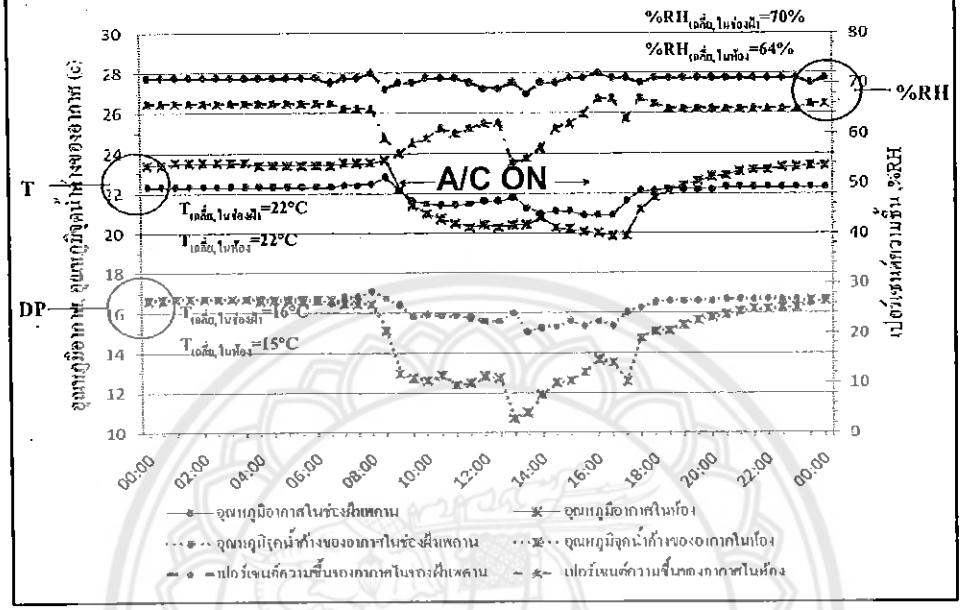


เชื้อราที่เกิดขึ้นบริเวณแผ่นฝ้าใต้เครื่องส่งลมเย็นในห้องDT4121(ห้องประชุม)

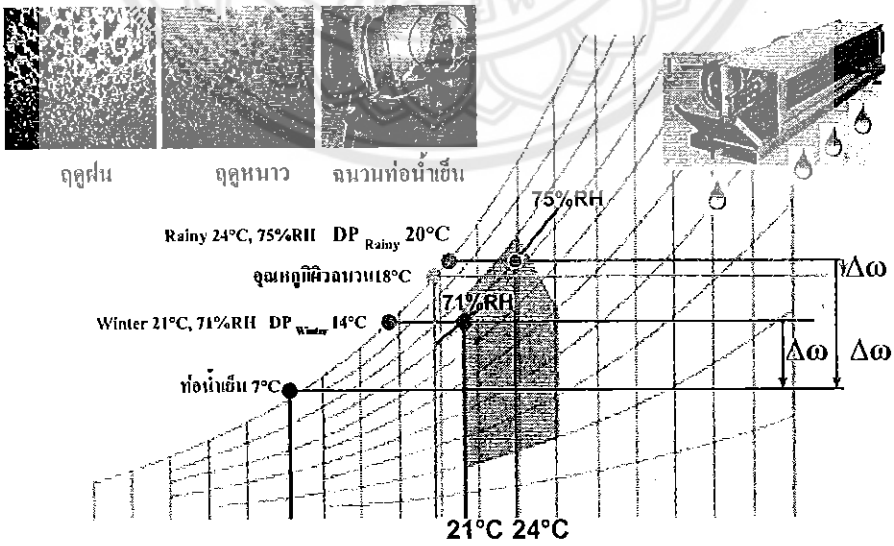
กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในห้องและในช่องฝ้าเพดานของห้อง DT4121(ห้องประชุม)ในฤดูฝน (30/09/53)



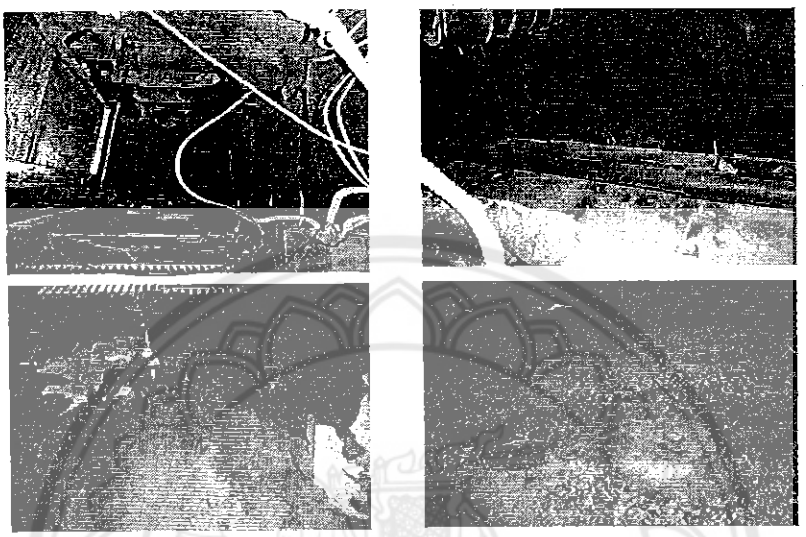
กราฟอุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4121(ห้องประชุม) ช่วงฤดูหนาว (04/11/53)



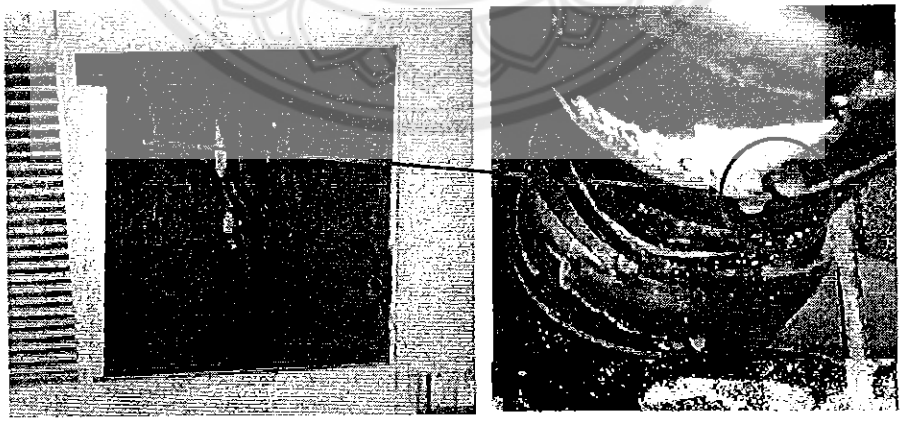
Psychometric chart เปรียบเทียบการเกิดการกลั่นตัวของอากาศในเครื่องส่งลมเย็นของห้องประชุมระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว



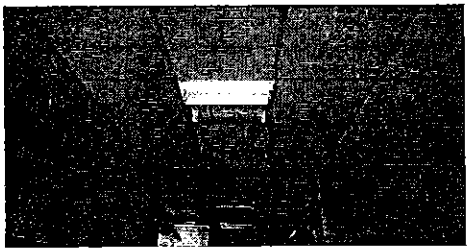
ความเสียหายของแผ่นฝ้าเพดานใต้เครื่องส่งลมเย็นที่เกิดจากหยดน้ำตามแนวท่อน้ำเย็นภายในเครื่องส่งลมเย็น

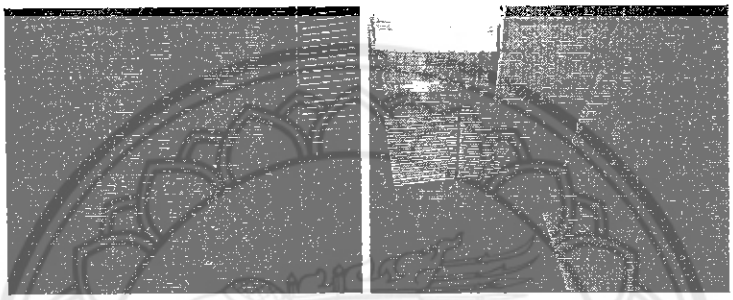


หยดน้ำที่เกิดหยดตามแนวท่อน้ำเย็นภายในเครื่องส่งลมเย็นในห้องDT4121 (ห้องประชุม)

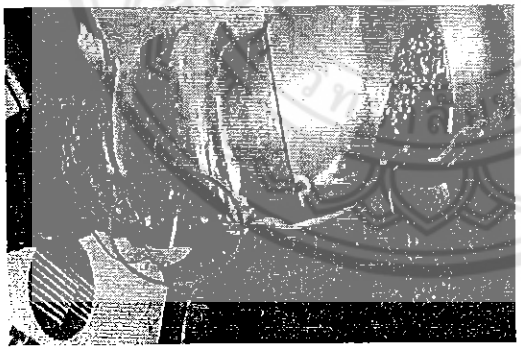


ห้อง DT4113

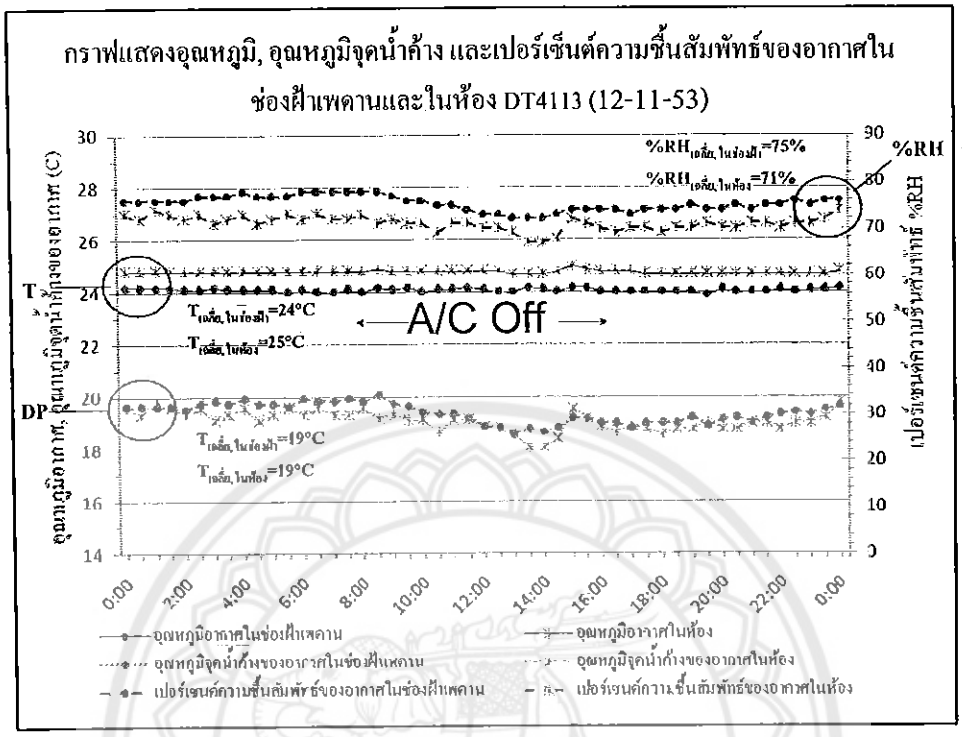


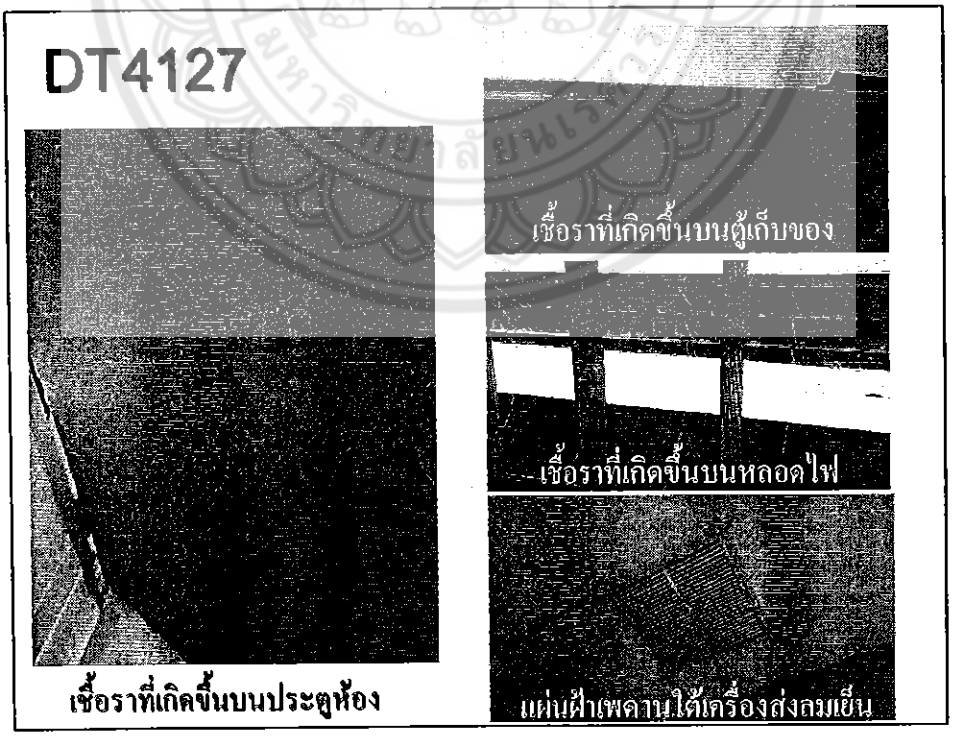


เชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นฝ้าเพดานบริเวณใต้เครื่องส่งลมเย็นในห้อง DT4113

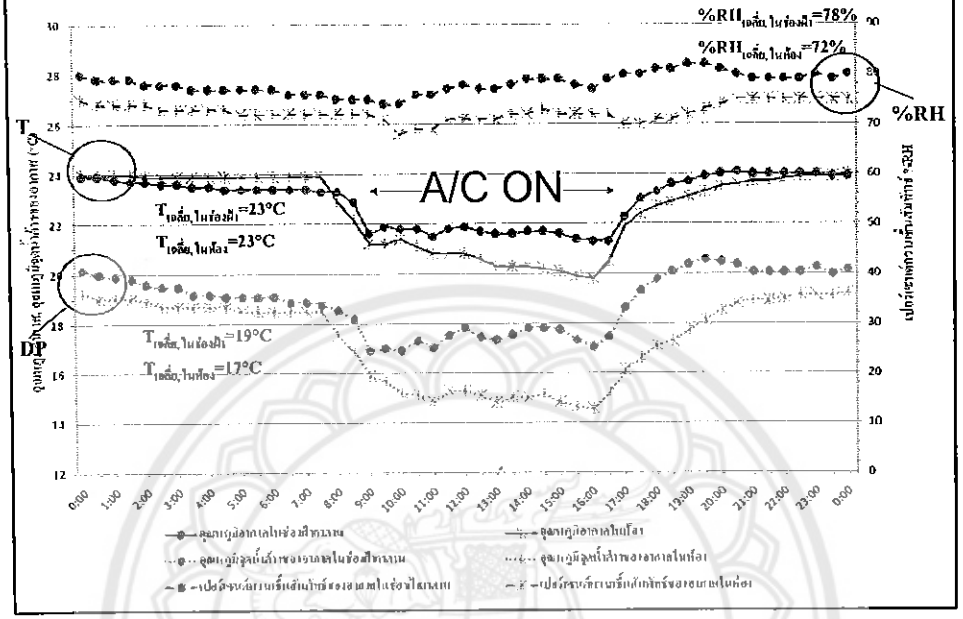


หยดน้ำที่หยดตามข้อต่อท่อน้ำเย็นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นหยดลงบนฝ้าเพดานของห้อง DT4113


กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้าง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศใน
ช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4113 (12-11-53)
%RH
A/C Off
T
DP
0:00
2:00
4:00
6:00
8:00
10:00
12:00
14:00
16:00
18:00
20:00
22:00
0:00

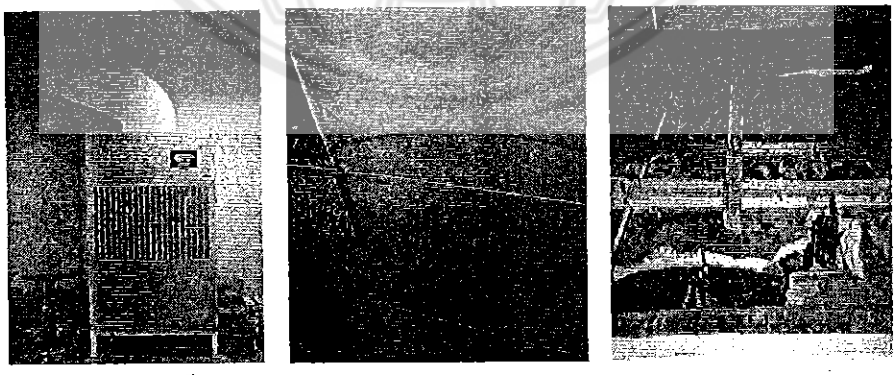

DT4127
เชื้อราที่เกิดขึ้นบนตู้เก็บของ
เชื้อราที่เกิดขึ้นบนหลอดไฟ
เชื้อราที่เกิดขึ้นบนประตูห้อง
แผ่นฝ้าเพดานใต้เครื่องส่งลมเย็น

กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้าง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศใน
ช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4127 (16/12/53)

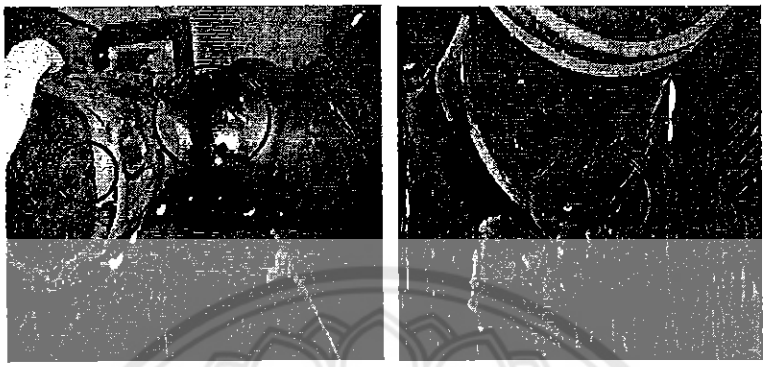


ห้องDT4103

ห้องที่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น

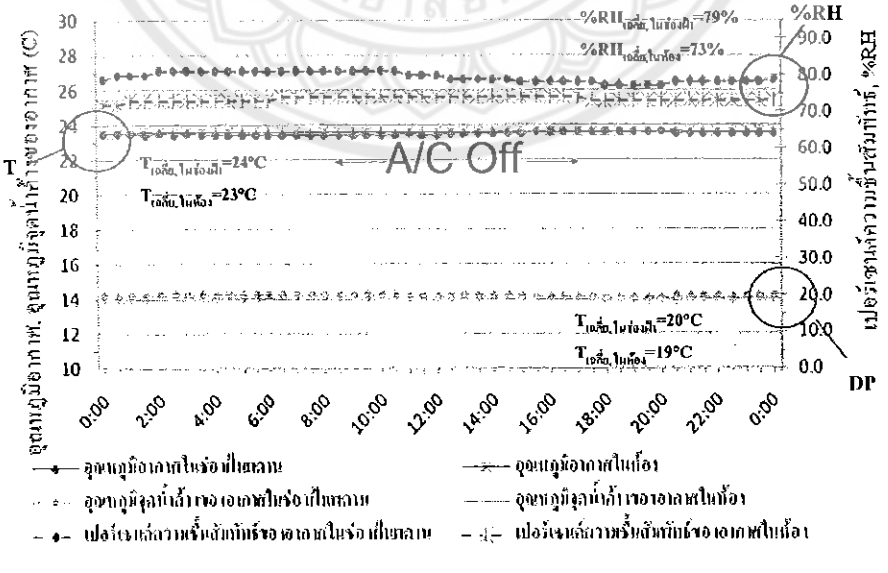


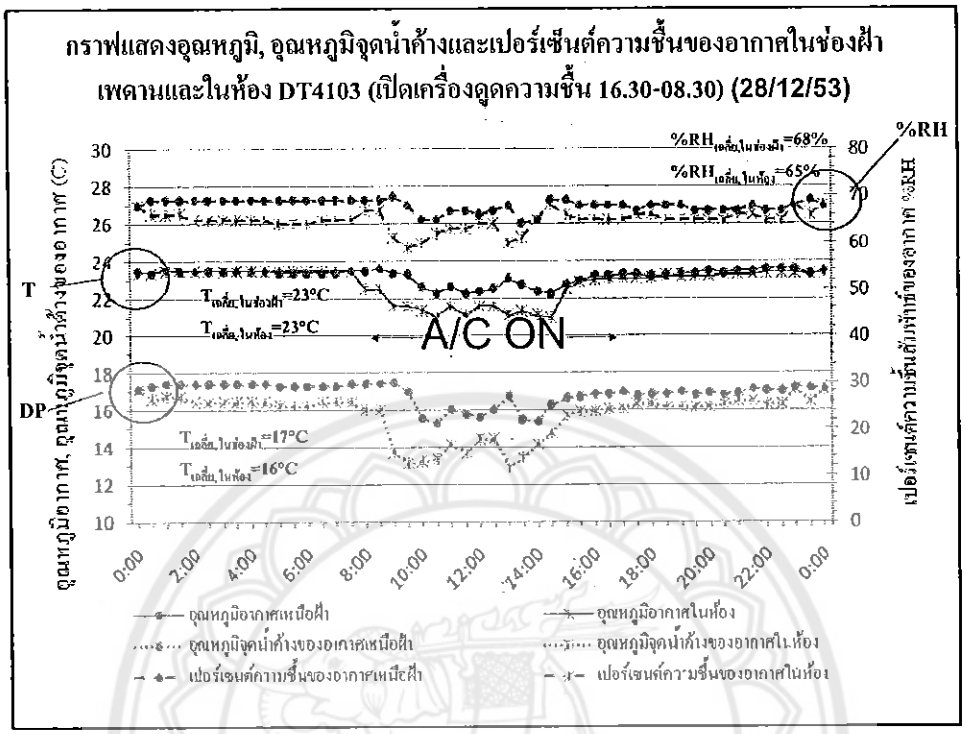
เครื่องดูดความชื้นเปิดและปิดช่วงหลังเวลาเลิกงาน, แผ่นฝ้าเพดานและผนังห้อง
เครื่องส่งลมเย็นที่มีสภาพเสียหายจากหยดน้ำ

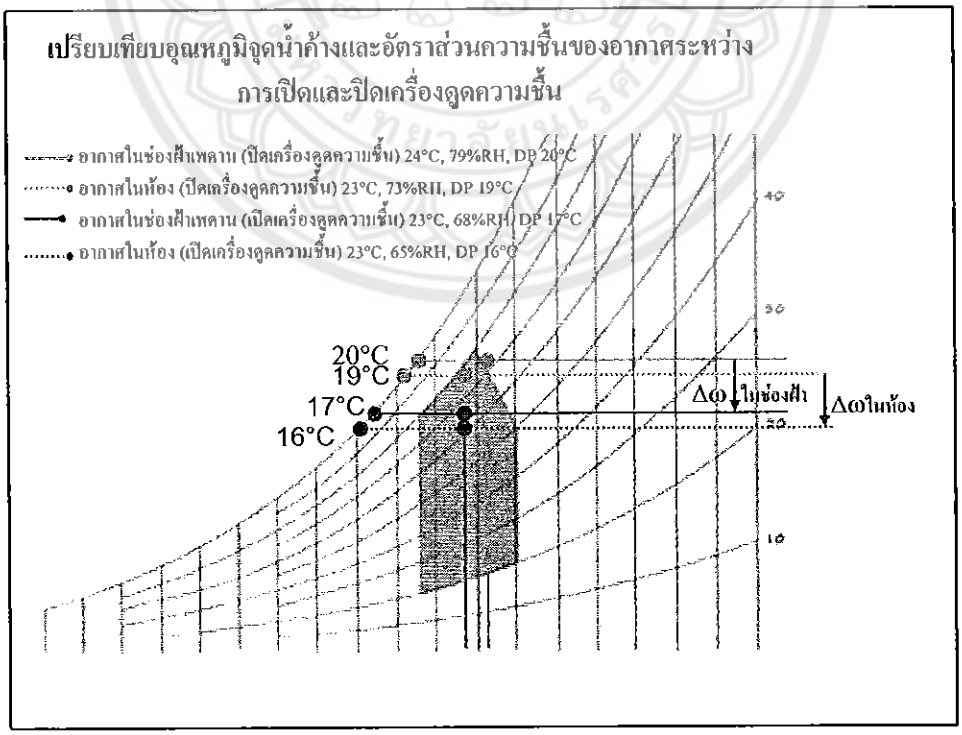


หยดน้ำบริเวณข้อต่อท่อน้ำเย็นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นของห้อง

กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้างและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4103 (ปิดเครื่องดูดความชื้น) (20/12/53)

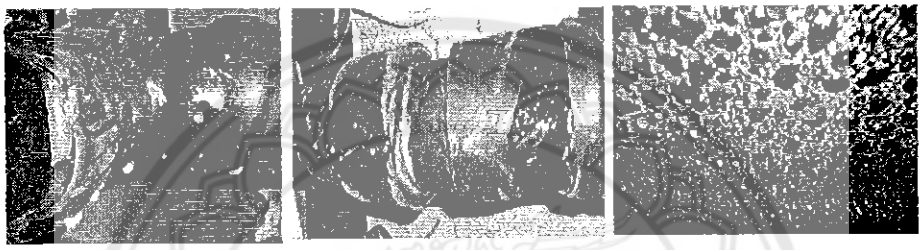



กราฟแสดงอุณหภูมิ, อุณหภูมิจุดน้ำค้างและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศในช่องฝ้าเพดานและในห้อง DT4103 (เปิดเครื่องดูดความชื้น 16.30-08.30) (28/12/53)
%RH
T
DP
A/C ON
อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ (C)
เปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ %RH
อุณหภูมิอากาศเหนือฝ้า
อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศเหนือฝ้า
เปอร์เซนต์ความชื้นของอากาศเหนือฝ้า
อุณหภูมิอากาศในห้อง
อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในห้อง
เปอร์เซนต์ความชื้นของอากาศในห้อง


เปรียบเทียบอุณหภูมิจุดน้ำค้างและอัตราส่วนความชื้นของอากาศระหว่างการเปิดและปิดเครื่องดูดความชื้น
อากาศในช่องฝ้าเพดาน (ปิดเครื่องดูดความชื้น) 24°C, 79%RH, DP 20°C
อากาศในห้อง (ปิดเครื่องดูดความชื้น) 23°C, 73%RH, DP 19°C
อากาศในช่องฝ้าเพดาน (เปิดเครื่องดูดความชื้น) 23°C, 68%RH, DP 17°C
อากาศในห้อง (เปิดเครื่องดูดความชื้น) 23°C, 65%RH, DP 16°C
20°C
19°C
17°C
16°C
Δω ในช่องฝ้า
Δω ในห้อง

แหล่งกำเนิดความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม

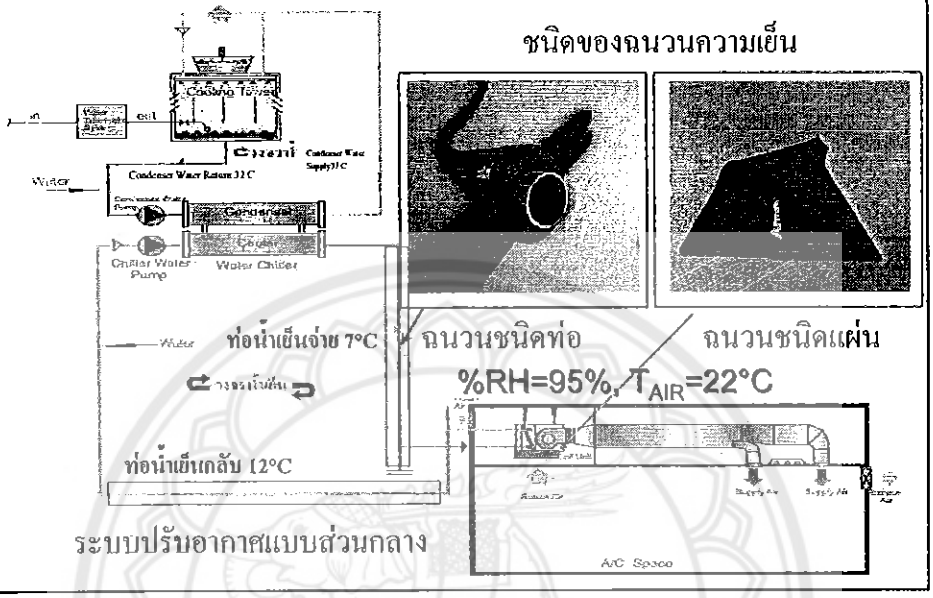
ปัญหาจากการจากการเสื่อมสภาพของฉนวนอันเนื่องมาจากอายุการใช้งาน ทำให้อากาศรั่วซึมเข้าไปสัมผัสกับผิวท่อน้ำเย็น เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตามแนวท่อน้ำเย็น



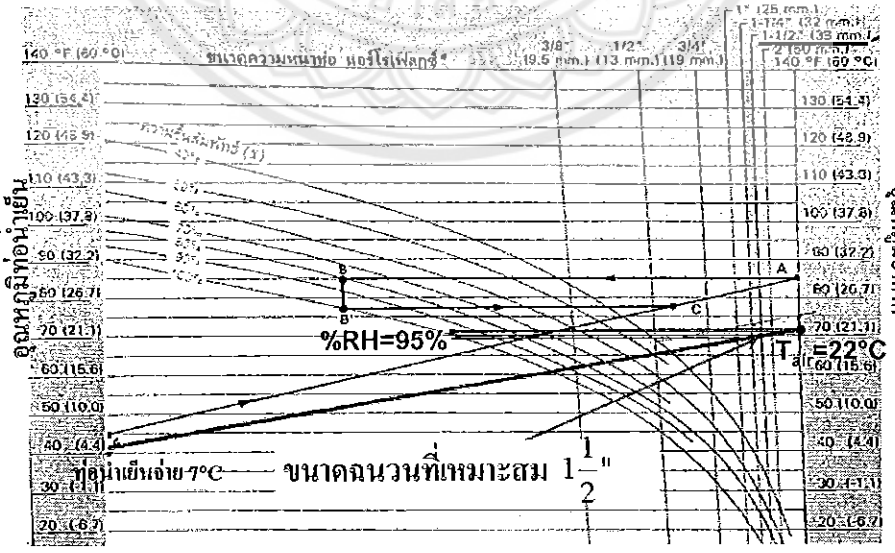
ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากสาเหตุหลักของการเกิดเชื้อราและความชื้นภายในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวรนั้น เกิดจากการที่ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นเสื่อมสภาพเป็นสาเหตุหลัก การแก้ไขในเชิงการป้องกันคือ การติดตั้งฉนวนท่อน้ำเย็นและฉนวนใต้ถาดรองน้ำกลั่นตัวใต้เครื่องส่งลมเย็นใหม่ให้มีความเหมาะสมเพียงพอต่อสภาวะอากาศในโรงพยาบาลทันตกรรม

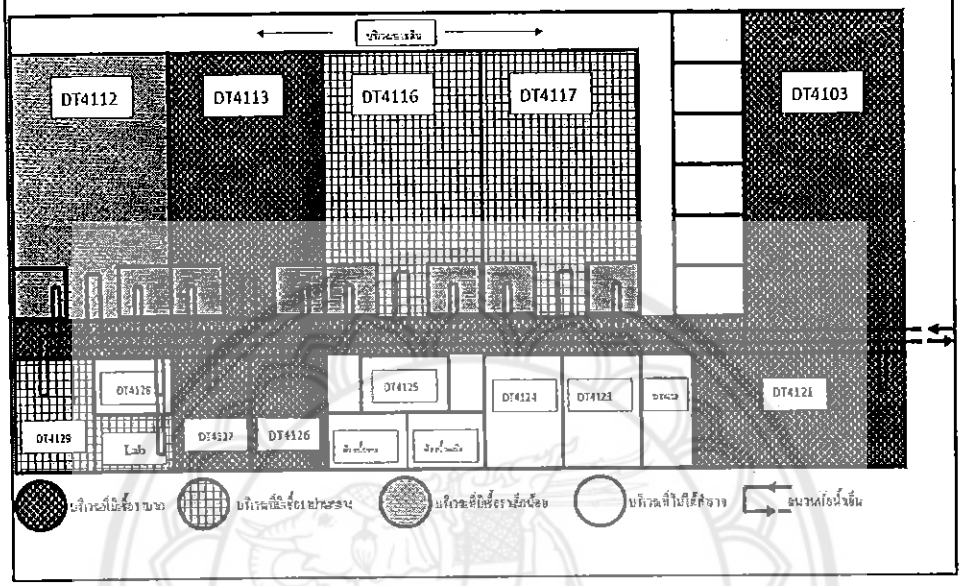
การเลือกขนาดฉนวนที่เหมาะสม
(อิงสภาวะอุณหภูมิและความชื้นของโรงพยาบาล)



กราฟหาขนาดความหนาฉนวน



บริเวณที่ต้องติดตั้งฉนวนใหม่



ตารางการประเมินราคาฉนวนในส่วนที่ต้องใช้หุ้มแบบชนิดท่อ

ลำดับ	รายการ	ความยาวท่อ (เมตร)	ข้องอ (ตัว)	ราคาฉนวน (บาท)	จำนวนที่ต้องใช้ (ตัว)	ค่าติดตั้ง (บาท/ตัว)	ค่าติดตั้ง (บาท/ชิ้น)	ราคาฉนวน+ติดตั้ง (บาท)	ราคาค่าแรง (บาท)	รวม (บาท)
1	ท่อลมขนาด 1-2"	92	-	459	46	60	-	21,114	5,520	26,634
2	ท่อลมขนาด 3/4"	72	-	546	36	60	-	19,656	4,320	23,976
3	ท่อลมขนาด 1"	14	-	644	7	60	-	4,508	840	5,348
4	ท่อลมขนาด 1.1/2"	64	-	797	32	60	-	25,504	3,840	29,344
5	ท่อลมขนาด 2"	6	-	950	3	60	-	2,850	360	3,210
6	ท่อลมขนาด 2.1/2"	15	-	1,115	8	60	-	8,363	900	9,263
7	ท่อลมขนาด 3"	15	-	1,256	8	60	-	9,420	900	10,320
8	ข้องอ 90 องศา	60	250	650	30	-	30	19,500	6,900	26,400
									รวม	144,015

ราคา ณ เดือนมกราคม

ราคาฉนวนและค่าติดตั้งจะขึ้นอยู่กับความยากง่ายของบริเวณที่ติดตั้ง

ตารางการประเมินราคาฉนวนในส่วนที่ต้องใช้หุ้มแบบชนิดแผ่น

ลำดับ	รายการ	ขนาดของฉนวนแต่ละชิ้นที่ต้องใช้ (ตร.ม.) ต่อ	จำนวน (ชิ้น)	ความยาวที่หุ้มได้ (ม.) ต่อจำนวน 1 ม้วน	จำนวนฉนวนแต่ละชิ้นที่ต้องใช้ (ม้วน)	ราคาฉนวน (บาท)	ค่าติดตั้ง จำนวน (ชิ้น)	ราคารวม (บาท)	ราคาค่าแรงติดตั้ง (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	Tee	0.3	27	10.0	3	1,300	50	3,900	1,350	5,250
2	strainer	0.375	27	8.0	4	1,300	60	5,200	1,620	6,820
3	Gate valve	0.375	27	8.0	4	1,300	60	5,200	1,620	6,820
4	Globe valve	0.375	27	8.0	4	1,300	60	5,200	1,620	6,820
5	Control valve	0.375	27	8.0	4	1,300	60	5,200	1,620	6,820
6	Check valve	0.54	2	5.6	1	1,300	60	1,300	120	1,420
7	ฉนวนใช้หุ้มท่อน้ำยาที่วิ่งเข้าเครื่องทำระเหย	1.8	7		5	1,300	150	6,500	1,050	7,550
									total	35,910

ราคา ณ เดือนมกราคม 2554

ราคาฉนวนและค่าติดตั้งจะขึ้นอยู่กับความยากง่ายของบริเวณที่ติดตั้ง

รวมราคาทั้งหมด 176,000 บาท

สรุปการวิเคราะห์ผล

- **การเปิดเครื่องปรับอากาศ**

  เมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ ปริมาณความชื้นจะลดลง เนื่องจากการรีดความชื้นออกโดยเครื่องปรับอากาศ ทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ลดลง และทำให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างและอัตราส่วนความชื้นลดลงไปด้วย

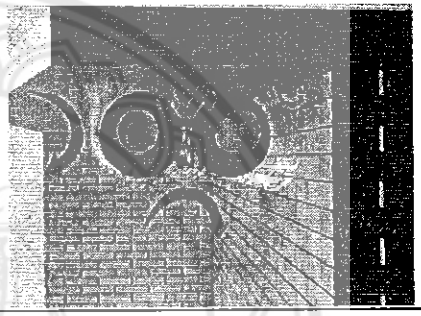
- **ห้องที่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น**

  ห้องที่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้นจะสามารถลดและควบคุมปริมาณความชื้นได้จำนวนหนึ่ง ซึ่งปริมาณความชื้นจะน้อยกว่าห้องที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องดูดความชื้น

สรุปผลการวิเคราะห์ผล

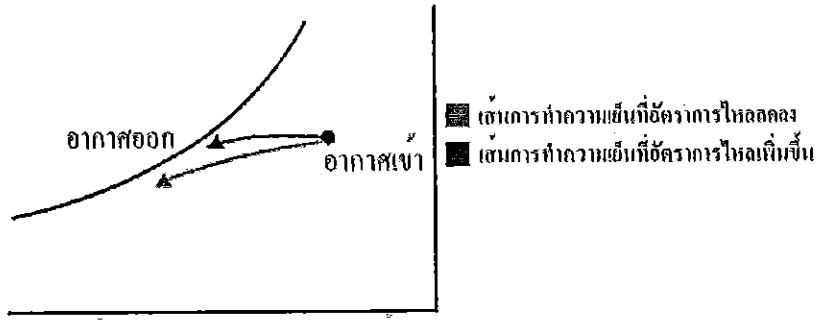
➢ **ระบบปรับอากาศภายในโรงพยาบาลทันตกรรม**

- บริเวณที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ไม่พบปัญหาความชื้นและเชื้อรา เนื่องจากฉนวนไม่เสื่อมสภาพ
- บริเวณที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง มีหยดน้ำเกิดขึ้นตามแนวท่อน้ำเย็น ซึ่งจากการรั่วไหลของข้อต่อท่อน้ำเย็น และการเสื่อมสภาพของฉนวน ชำรุด ฉีกขาด อากาศจึงรั่วซึมผ่านฉนวนเข้าไปสัมผัสกับผิวท่อน้ำเย็น ทำให้เกิดการกลั่นตัวของหยดน้ำหยดลงบนแผ่นฝ้าเพดานกลายเป็นความชื้นสะสม ซึ่งเกิดขึ้นในฤดูฝน



อัตราการไหลของอากาศ

➢ เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นให้เพิ่มขึ้น โดยที่ตัวแปรอื่นยังคงเดิม จะทำให้อากาศที่ออกจากคอยล์เย็นนั้นมีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าอัตราการไหลปกติ กล่าวคือ อุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ออกจากคอยล์อาจจะได้ไม่ต่ำเท่าที่ควร เส้นการทำความเย็นบนไซโครเมตริกชาร์ท



กิตติกรรมประกาศ

ในระหว่างการปฏิบัติงานนั้นทำให้กลุ่มขอข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในด้านต่างๆมากและปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จาก

-อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับข้อมูลการทำโครงงาน และ คำแนะนำตลอดการทำโครงงาน ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

-ผ.ศ.ทญ.คร. พีรยา สุรภิพงศ์พันธ์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลทันตกรรม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไปศึกษาและ ตรวจวัดปัญหาความชื้นในโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

-นายณรงค์ แซ่สุ ช่างยูนิตทำฟัน ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับระบบปรับอากาศภายในโรงพยาบาลทันตกรรม

-นางสาวอรวรรณ เนตรทิพย์ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ที่ช่วยเหลือและประสานงานในการเข้าตรวจวัดปัญหาการเกิดความชื้นในโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

และบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

คณะผู้จัดทำ

ปิดพัดลมปุ๊บ..เปิดหน้าต่างปั๊บ ก็ได้อุณหภูมิ+ความชื้น เล่นงานอ่วมใช่ไหมครับ แบบนี้....!!

ขอบคุณครับ

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ-นามสกุล : นายวัชรพงษ์ นาสมรูป

วัน เดือน ปี เกิด : 15 เมษายน 2531

ที่อยู่ปัจจุบัน : 47 หมู่ 1 ตำบล พลับพลา อำเภอ เชียงขวัญ จังหวัด ร้อยเอ็ด 45000

ประวัติการศึกษา

-ระดับประถมศึกษา โรงเรียนเมืองร้อยเอ็ด

-ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

-ระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อ-นามสกุล : นายศิริศักดิ์ แก้วอัคฮาด

วัน เดือน ปี เกิด : 7 ธันวาคม 2531

ที่อยู่ปัจจุบัน : 11 หมู่ 1 ตำบล นายูง อำเภอ นายูง จังหวัด อุดรธานี 41380

ประวัติการศึกษา

-ระดับประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาล 2 มุขมนตรี

-ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล

-ระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อ-นามสกุล : นายอาทิตย์ จันทร์อนันต์

วัน เดือน ปี เกิด : 8 พฤษภาคม 2531

ที่อยู่ปัจจุบัน : 191 หมู่ 4 ตำบล พังตรุ อำเภอ พนมทวน จังหวัด กาญจนบุรี 71140

ประวัติการศึกษา

-ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลกาญจนบุรี

-ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี

-ระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร