บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บและบันทึกข้อมูลของอาคารพระอุโบสถ วัดกำแพง เพื่อนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมการเกิดการควบแน่น ขึ้นในอาคารนั้นจะกล่าวตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลที่ทำการวัดและบันทึกผล

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเตรียมการวัดและบันทึกผล

3.3 การกำหนดแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การเตรียมการวัดและบันทึกข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยนี้ต้องทำการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature) ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ค่าที่ได้จากการวัดเป็นองศาเซลเซียส โดยใช้เครื่อง Data Logger และ Sensor
2. อุณหภูมิผิว(Surface Temperature) ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ค่าที่ได้จากการวัดเป็นองศาเซลเซียส โดยใช้เครื่อง Stowaway Temperature Logger
3. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ค่าที่ได้จากการวัดเป็น เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ เทียบกับปริมาณไอน้ำที่อากาศในขณะนั้นจะสมารถรับได้สูงสุด โดยใช้เครื่อง Stowaway Humidity Logger
4. ค่าความชื้นภายในผนัง (Moisture Content) ค่าที่ได้จากการวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ของมวลของน้ำที่มีอยู่ในผนัง เทียบกับมวลของผนังนั้น โดยใช้เครื่อง เครื่อง Moisture Metre

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลมีดังต่อไปนี้

3.2.1 เครื่อง Scienmetric Data Logger รุ่น System 200 และ Sensor

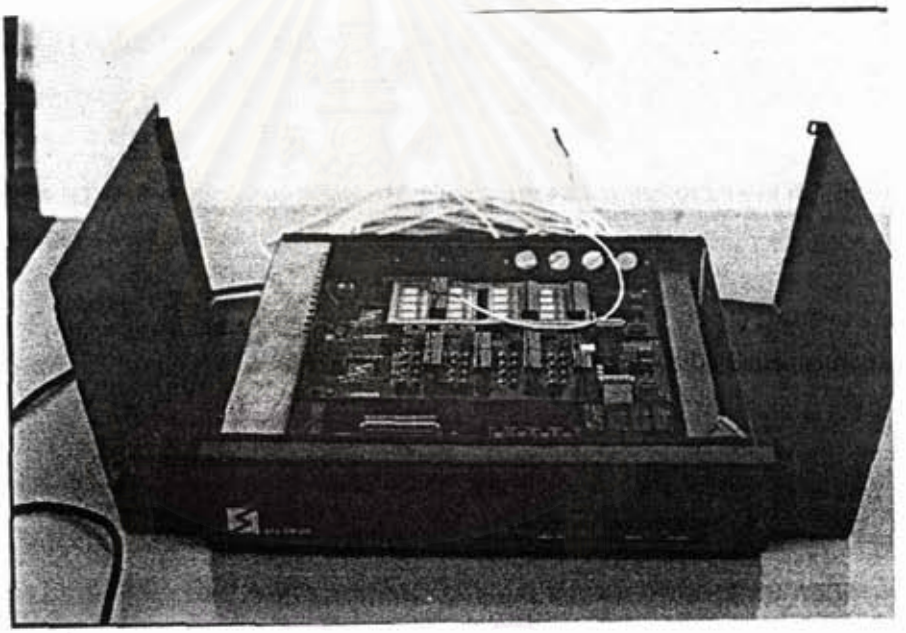
3.2.2 เครื่อง Stowaway Humidity Logger

3.2.3 เครื่อง Stowaway Temperature Logger

3.2.4 เครื่อง Humidtest Moisture Metre รุ่น MC100S

3.2.1 เครื่อง Scienmetric Data Logger และ Sensor

- เครื่อง Scienmetric Data Logger เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและบันทึกข้อมูล ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้เป็นเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ โดยการต่อเครื่อง Data Logger เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ทำการส่งสัญญาณไป (Output) ผ่านไปที่ Sensor หรือตำแหน่งวัด ส่งสัญญาณกลับ (Input) ไปยังที่เครื่อง Data Logger ทำการแปลงสัญญาณที่ส่งกลับมาเป็นข้อมูลผ่านเข้าโปรแกรม Gen 200 ที่ Setup ในคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะทำการประมวลข้อมูลในลักษณะแผนภูมิตามที่ผู้วิจัยตั้งค่าไว้ เพื่อจะนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบ ลักษณะ Scienmetric Data Logger ที่ใช้ในการทดลองตามภาพที่3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงเครื่องมือ Sciemetric Data Logger System 200

- Sensor ที่ใช้ในการทดลองนี้คือ Thermistor เป็น Sensor ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิมีคุณสมบัติไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทั้งร้อนและเย็น ที่ใช้ในการทดสอบคือขนาด 10 กิโลโอห์ม ($K\Omega$) ภาพที่ 3.2 แสดงลักษณะของ Thermistor และการต่อเข้ากับสายสัญญาณ

ภาพที่ 3.2 แสดงลักษณะของ Sensor (Thermistor) และการต่อเข้ากับสายสัญญาณ

ซึ่งในการวัดและบันทึกข้อมูลโดยเครื่อง Scienmetric Data Logger มีวิธีการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก) การต่อสายสัญญาณ

ข) การทดสอบ Sensor

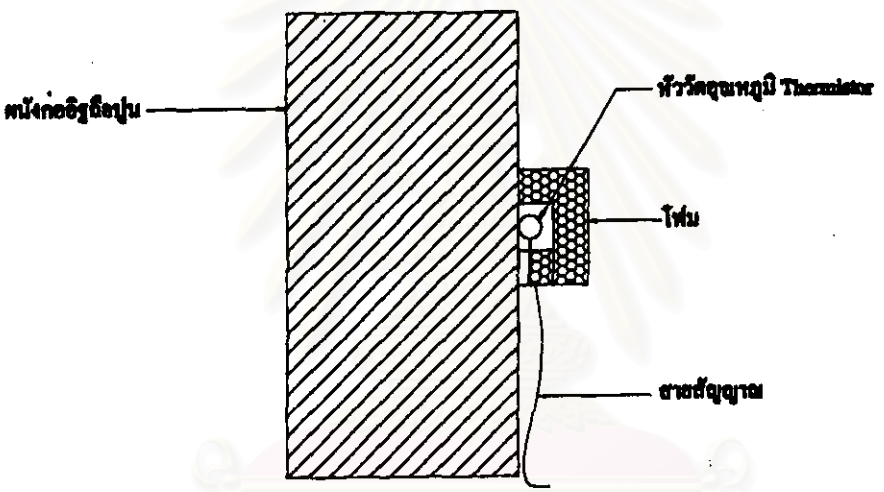
ค) การติดตั้ง Sensorในตำแหน่งที่ทำการเก็บและบันทึกข้อมูล

ง) การเก็บและบันทึกข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก) **การต่อสายสัญญาณ**

การต่อสายสัญญาณทำได้โดยการต่อหัว Sensor ที่ปลายด้านหนึ่ง ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับ Plug เพื่อเสียบเข้ากับเครื่องแปลงสัญญาณ System 200 โดยที่ตัวเครื่อง System 200 ต่อเข้ากับเครื่อง Computer โดยมีโปรกรม Gen 200 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลจากการอ่านค่าของหัว Sensor ณ ตำแหน่งที่ทำการวัดผ่านสายสัญญาณผ่านเครื่อง System 200 เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ สัญญาณที่ได้จาก Thermister มีขนาด 10 กิโลโอห์ม โปรแกรม Gen 200 จะทำการประมวลผล Output ออกมาเป็นค่าข้อมูลที่ได้ตั้งไว้ตามต้องการ ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงการติดตั้งสายสัญญาณและ Sensor ในตำแหน่งที่ทำการวัด

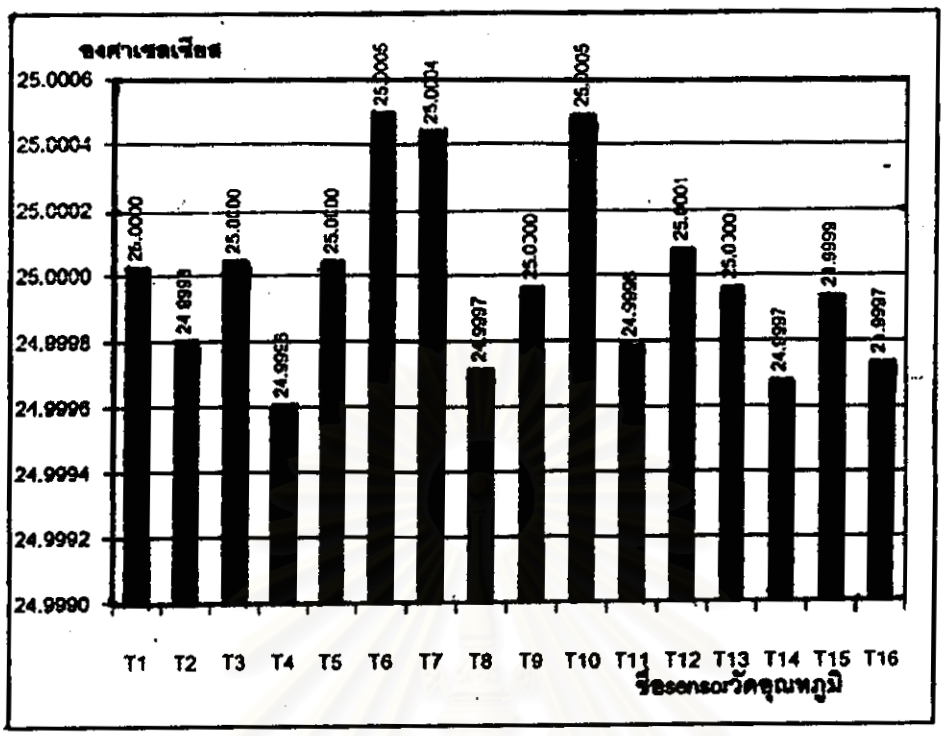
โดยการติดตั้ง Sensor นี้ได้ทำการติดตั้งที่บริเวณผิวผนังทางด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ที่ระดับความสูงจากพื้นภายในอาคาร 1.00 3.00 และ 5.00 เมตร ตามลำดับ โดยผนังทางด้านทิศใต้นั้นไม่ได้ทำการติดตั้ง Sensor เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องการใช้สอยพื้นที่ของทางวัด ดูรายละเอียดตำแหน่งที่ทำการติดตั้ง Sensor ในบทที่ 4

ภาพที่ 3.4 แสดงตำแหน่งของผนังอาคารที่ทำการติดตั้ง Sensor

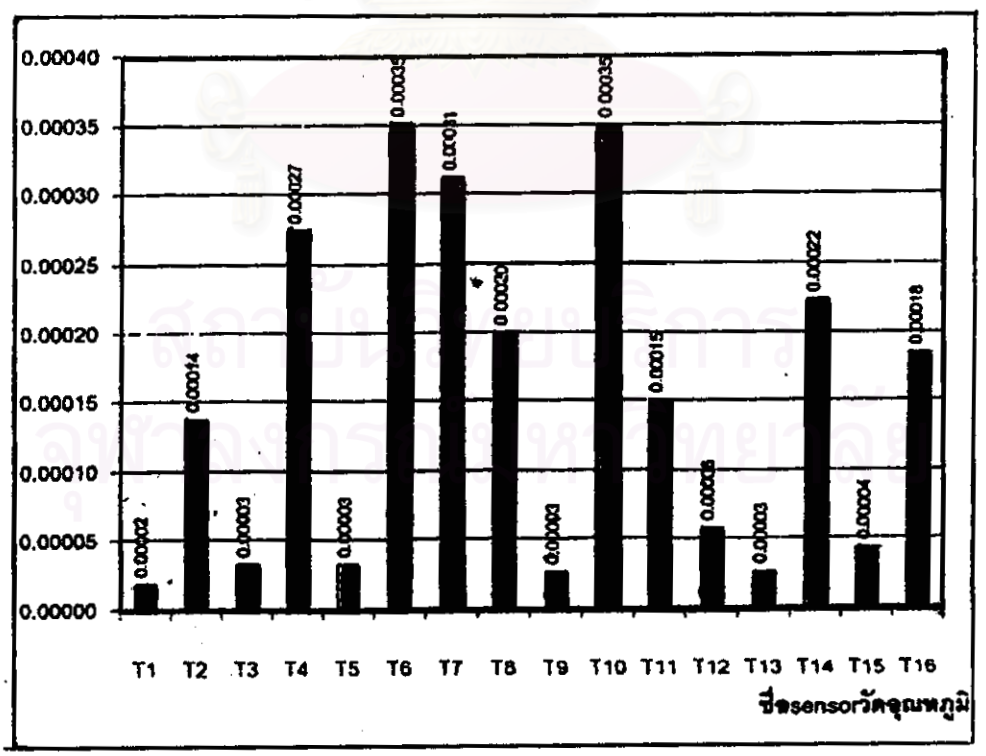
ข) การทดสอบ เซ็นเซอร์ (Sensor Calibration)

Sensor ที่ใช้คือ Thermistor เป็นวัสดุที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แต่ละอันจะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่เท่ากัน จำเป็นจะต้องมีการทดสอบเซ็นเซอร์ก่อน โดยการทดสอบการวัดอุณหภูมิที่อุณหภูมิปกติ ต่อไปจึงนำไปทดสอบที่จุดเยือกแข็งเพื่อให้อุณหภูมิเข้าใกล้ 0 องศาเซลเซียสมากที่สุด แล้วจึงนำไปทดสอบที่อุณหภูมิจุดเดือดเพื่อให้เข้าใกล้ 100 องศาเซลเซียสมากที่สุด ผลการเก็บข้อมูลทั้งหมดจะนำมาผ่านกระบวนการทางสถิติ ด้วยวิธีการ Regression เพื่อหาค่าที่ใช้ในการปรับการอ่านค่าของ Thermistor ทุกตัวให้มีความสามารถในการอ่านค่า ณ อุณหภูมิเดียวกันให้ใกล้เคียงกันหมดทุกตัว โดยใช้ค่า Intercept และ Coefficient จากสมการ Regression มาใช้แทนค่า Offset และ Slope ตามลำดับเพื่อใช้ในการปรับแก้การอ่านข้อมูลบนโปรแกรม Gen 200 ให้มีการอ่านข้อมูลใกล้เคียงอุณหภูมิใด ๆ ณ จุดวัดมีความใกล้เคียงกันทั้งหมด

ผลจากการ Calibrate Thermistor ได้แสดงการเปรียบเทียบความใกล้เคียงกันของการวัด ณ อุณหภูมิ ณ จุดที่ทำการทดสอบดังแผนภูมิดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบการอ่านอุณหภูมิของ Thermistor ทุกตัว



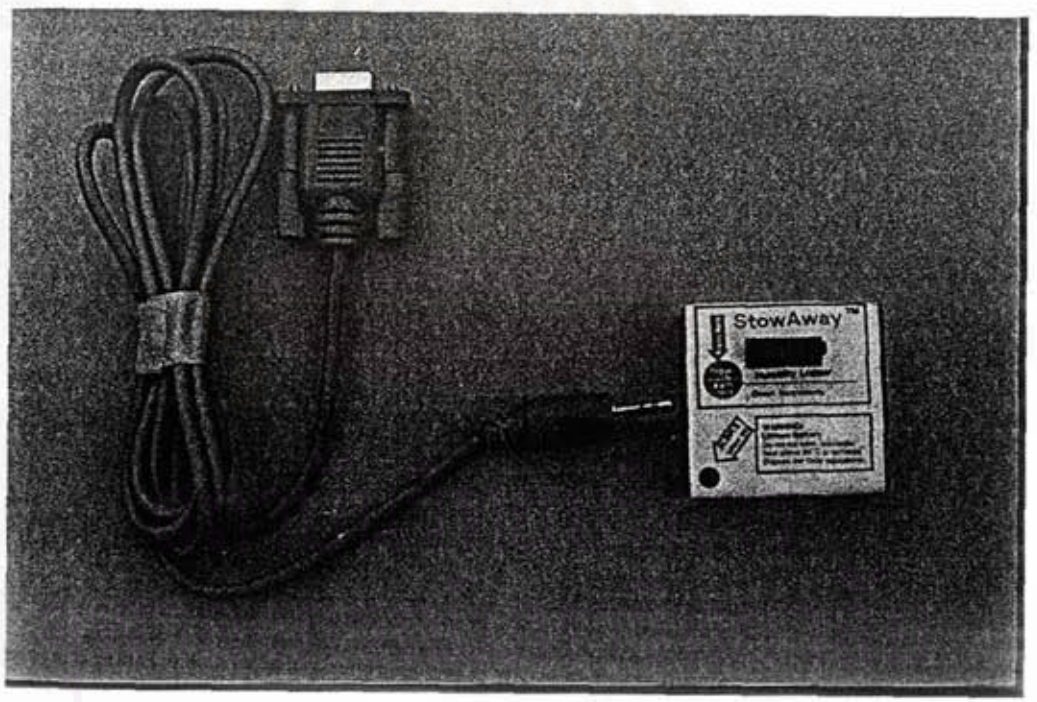
แผนภูมิที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า Standard Deviation ของ Thermistor ทุกตัว

ค) การบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อว่า Gen 200 ช่วยในการประเมินผลและแสดงค่าข้อมูลออกมาตามวันเวลาที่ได้ตั้งค่าไว้ในโปรแกรม นอกจากจะเก็บข้อมูลเป็นตัวเลขแล้วยังเก็บข้อมูลโดยการบันทึกภาพเป็น Graphic ทำให้สะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลมากยิ่งขึ้น

3.2.2 เครื่อง Stowaway Humidity Logger

เป็นเครื่องที่ใช้ในการวัดและบันทึก ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ซึ่งเป็นเครื่องที่มี Sensor ที่ใช้ในการตรวจจับวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ติดกับตัวเครื่องเองและจะบันทึกข้อมูลเก็บไว้ในเครื่องและนำข้อมูลมา Load ลงในคอมพิวเตอร์โดยผ่านโปรแกรม Boxcarpro เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลที่ได้ต่อไป ลักษณะเครื่อง Stowaway Humidity Logger ที่ใช้ในการทดลอง ภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แสดงเครื่องมือ Stowaway Humidity Logger

3.2.3 เครื่อง Stowaway Temperature Logger

เป็นเครื่องที่ใช้ในการวัดและบันทึกอุณหภูมิ ซึ่งเป็นเครื่องที่มี Sensor ที่ใช้ในการตรวจจับวัดอุณหภูมิอยู่ติดกับตัวเครื่องเองและจะบันทึกข้อมูลเก็บไว้ในเครื่องและนำข้อมูลมา Load ลงในคอมพิวเตอร์โดยผ่านโปรแกรม Boxcarpro เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลที่ได้ต่อไป ลักษณะเครื่อง Stowaway Temperature Logger ที่ใช้ในการทดลอง ภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 แสดงเครื่องมือ Stowaway Temperature Logger

เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องเครื่องมือที่ในใช้ในการวิจัย ทำให้การใช้เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกอุณหภูมิ ต้องใช้เครื่องมือ Stowaway Temperature Logger ด้วยในบางช่วงเวลา โดยการติดตั้งเครื่องมือจะนำเครื่องไปติดตั้งตามจุดที่ต้องการวัดและบันทึกผล

3.2.4 เครื่อง Moisture Metre

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความชื้นในวัสดุต่าง ๆ ซึ่งเครื่องวัดค่าความชื้นในผนังรุ่น Humitest MC-100S นี้จะสามารถวัดค่าความชื้นออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของน้ำต่อมวลของวัสดุนั้น ที่ความลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.7 แสดงเครื่องมือ Humitest Moisture Metre รุ่น MC 100S

แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นมีทั้งหมด 3 แนวทาง

3.3.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังและหลังคา อุณหภูมิอากาศภายในและภายนอก

3.3.2 การวิเคราะห์โอกาสการเกิดการควบแน่นที่ผิวผนังภายใน

3.3.3 การวิเคราะห์โอกาสการเกิดการควบแน่นที่บริเวณผิวด้านในของกระเบื้องหลังคา

3.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในผนัง

3.3.1การวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังและหลังคา อุณหภูมิอากาศภายในและภายนอก

เป็นการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายในและหลังคาในแต่ละวันว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างสูงสุดและต่ำสุดของอุณหภูมิผิวผนังและหลังคา อุณหภูมิอากาศภายในและภายนอก หาค่าความแตกต่างของระหว่างอุณหภูมิผิวผนังภายในกับอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอก และค่าความแตกต่างของระหว่างอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในกับอุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศช่องหลังคา ในวันที่ทำการบันทึกข้อมูล โดยวิเคราะห์แยกเป็น ช่วงเดือน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันและเดือน

3.3.2การวิเคราะห์โอกาสการเกิดการควบแน่นที่ผิวผนังภายใน

การวิเคราะห์โอกาสการเกิดการควบแน่นที่ผิวผนังภายในของอาคาร พิจารณาจากค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศภายนอกและภายใน โดยค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างนี้จะสัมพันธ์กับค่า อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกและภายใน โดยที่อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงจะมีค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงตามไปด้วย โดยนำมาเทียบกับอุณหภูมิผิวผนังภายใน หากเมื่อใดอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศภายนอกและภายในต่ำกว่าอุณหภูมิผิวใด ๆ ก็ตาม หมายความว่าอากาศนั้นมีโอกาสที่จะควบแน่นเป็นหยดน้ำที่พื้นผิวนั้น ซึ่งการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างนั้นสามารถทำได้โดยการนำข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ต้องการหาค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างไป Plot ลงในแผนภูมิไซโครเมติค หรือหาได้จากสมการคำนวณ ของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้การคำนวณจากสมการของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งคำนวณได้จากค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$Td = [116.9 + 237.3 * Ln(e)] / [16.78 - Ln(e)]$$

โดยที่

Td = อุณหภูมิจุดน้ำค้าง หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

e = ค่าความกดไอน้ำ หน่วยเป็นกิโลปาสคาล

ซึ่งการหาค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างได้จะต้องทำการคำนวณหาค่าความกดไอน้ำก่อน ได้จากสมการซึ่งจะเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง

$$e = (rh / 100) \times es(T)$$

$$es(T) = 0.611 \times EXP (17.27 \times T / (T+237.3)) \text{ กิโลปาสคาล}$$

โดยที่

es(T) = ความกดไอน้ำอิ่มตัวในขณะที่อุณหภูมิขณะนั้นในบรรยากาศมีความชื้นสูงสุด หน่วยเป็นกิโลปาสคาล

e = ความดันไอน้ำ หน่วยเป็นกิโลปาสคาล

T = อุณหภูมิ หน่วยองศาเซลเซียส

rh = ความชื้นสัมพัทธ์มี หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

โดยที่ความกดไอน้ำจะสูงสุดเมื่ออากาศเกิดการอิ่มตัว ความกดไอน้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาภายในหนึ่งวัน

3.3.3 การวิเคราะห์โอกาสการเกิดการควบแน่นที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน

การวิเคราะห์โอกาสการเกิดการควบแน่นที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน พิจารณาจากค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศภายนอกและภายใน โดยค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างนี้จะสัมพันธ์กับค่า อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกและภายใน อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงจะมีค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงตามไปด้วย โดยนำมาเทียบกับอุณหภูมิผิวผนังภายใน หากเมื่อใดที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศภายนอกและภายในต่ำกว่าอุณหภูมิผิวใด ๆ ก็ตาม หมายความว่าอากาศนั้นมีโอกาสที่จะควบแน่นเป็นหยดน้ำที่พื้นผิวนั้น ซึ่งการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างสามารถดูได้จากข้อ 3.3.2