อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด
สัญญาเลขที่ AR 066/2552

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบาย ด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม กรณีศึกษา : อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์5 มหาวิทยาลัยนเรศวร

Energy Conservation by Passive Cooling Methods of Creating Thermal Comfort for Apartment Building . : A Case Study of Mo-No Nivet No.5 Staff Residence, Naresuan University

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 16 ก.ย. 2554
เลขทะเบียน 1 5641652
เลขเรียกหนังสือ 3 TK
LD15
ส๓๖๒ว
2554

คณะผู้วิจัย
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา
2. นางสาวกรธิชา อุ่นไพร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดย
กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบาย ด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม กรณีศึกษา : อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์5 มหาวิทยาลัยนเรศวร

Energy Conservation by Passive Cooling Methods of Creating Thermal Comfort for Apartment Building . : A Case Study of Mo-No Nivet No.5 Staff Residence, Naresuan University

สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา [1*] และ กรธิชา อุ่นไพร [2*]

Suthat Yiemwattana1 and Kornticha Oonprai2

[1]ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[2]ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

* Corresponding Author โทรศัพท์ 05-5964 -301 โทรสาร 05-5964 -308

E-mail: suthaty@nu.ac.th

การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบาย ด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม กรณีศึกษา : อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์5 มหาวิทยาลัยนเรศวร

Energy Conservation by Passive Cooling Methods of Creating Thermal Comfort for Apartment Building . : A Case Study of Mo-No Nivet No.5 Staff Residence, Naresuan University

สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา [1*] และ กรธิชา อุ่นไพร [2*]

Suthat Yiemwattana1 and Kornticha Oonprai2

[1]ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[2]ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[*] Corresponding Author โทรศัพท์ 05-5964 -301 โทรสาร 05-5964 -308

E-mail: suthaty@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะและรูปแบบทางสถาปัตยกรรม ตลอดจนแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ของอาคารชุดอยู่อาศัยรวม ศึกษาผลกระทบ ข้อดี ข้อเสียของวิธีการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ที่นำมาใช้กับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา ระบบการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ที่เหมาะสมกับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม โดยมีอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์5 มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นอาคารกรณีศึกษา ผลการวิจัยพบว่า อาคารชุดอยู่อาศัยรวมมน.นิเวศน์5 ซึ่งเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง9ชั้น มีลักษณะของอาคารเป็นรูปทรงแบบเปิด (0pen form) ห้องพักต่างๆภายในอาคารสามารถสัมผัสกับธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังมีรูปแบบของอาคารชุดพักอาศัยที่เป็นแบบทางสัญจรเดี่ยว (Single load corridor) ซึ่งมีทางเดินจ่ายไปตามห้องพักต่างๆที่เกาะติดอยู่กับทางเดินเพียงด้านเดียว อีกด้านหนึ่งของทางเดินจะเป็นระเบียงเปิดโล่งสัมผัสกับสภาพธรรมชาติภายนอก จากการศึกษาวิจัยกับอาคารกรณีศึกษาพบว่าอาคารในลักษณะดังกล่าวสร้างปัญหาให้กับผู้พักอาศัยอยู่บ้างพอสมควร โดยสามารถสรุปเป็นประเด็นปัญหาที่สำคัญได้ดังนี้

ปัญหาความร้อนจากแสงแดดที่ส่องกระทบกับผนังอาคารอย่างเต็มที่ จนทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องพักสูงเกินไป รวมทั้งอุณหภูมิที่ผิวผนังและอุณหภูมิที่ผิวฝ้าเพดานภายในห้องพักมีค่าสูงด้วย แนวทางการปรับปรุงคือการปรับปรุงเปลือกอาคารให้มีค่าการต้านทานความร้อนที่ดีขึ้น โดยการติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ผนังและฝ้าเพดาน ตลอดจนการติดตั้งแผงกันแดดบริเวณระเบียงห้อง เมื่อได้ทำการประเมินผลการปรับปรุงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์(Ottvee) คำนวณค่าการส่งผ่านความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร (OTTV) และค่าการส่งผ่านความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร (RTTV) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่าหลังการปรับปรุง ค่า OTTV ลดลงไปได้ 27.5% สำหรับห้องพักที่อยู่บริเวณกลางอาคาร และ ค่า OTTV ลดลงไปได้ 42% สำหรับห้องพักที่อยู่ด้านริมอาคาร และค่า RTTV ลดลงไปได้ถึง 75% สำหรับห้องพักที่อยู่บริเวณชั้นบนสุดของอาคาร

ปัญหาที่เกิดจากระบบการระบายอากาศของห้องพักที่ยังไม่เหมาะสม กระแสลมธรรมชาติจึงพัดผ่านเข้ามาได้อย่างจำกัด ทำให้ในห้องพักมีความชื้นที่อยู่ในระดับสูง แนวทางการปรับปรุงอาคารคือการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น เพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าภายในห้องน้ำ เพื่อให้สามารถรับลมและแสงธรรมชาติได้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งการเปลี่ยนชนิดของบานเปิดในห้องนอนใหญ่และในห้องครัว จากเดิมที่เป็นหน้าต่างบานเลื่อน เป็นหน้าต่างบานเปิดเพื่อให้กระแสลมสามารถพัดผ่านเข้ามาได้มากขึ้น เมื่อได้ทำการประเมินผลแนวทางการปรับปรุง โดยการเปรียบเทียบค่าความเร็วลมในอาคารจริงกับค่าความเร็วลมในอุโมงค์ลม(Wind tunnel) พบว่า ในการวัดค่าความเร็วลมในอาคารจริงนั้น ค่าความเร็วลมโดยเฉลี่ยสำหรับห้องที่มีกระแสลมพัดผ่านเข้ามาได้น้อยที่สุด มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารได้ คิดเป็นค่าที่ต่ำสุดคือ 1.08% และมีค่าที่สูงที่สุดคือ 2.00% แต่หลังจากการแก้ไขปรับปรุง แล้วนำไปทดสอบค่าความเร็วลมภายในอุโมงค์ลม โดยใช้การจำลองสภาพด้วยหุ่นจำลอง พบว่าสำหรับห้องที่มีกระแสลมพัดผ่านเข้ามาได้น้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งสามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าที่ต่ำสุดคือ 2.94% และค่าที่สูงสุด 49.06 %

ปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติในอาคารยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ แนวทางการปรับปรุงมีอยู่สองแนวทาง คือ พื้นที่ที่มีค่าความส่องสว่างมากเกินไป สามารถแก้ไขได้โดยการติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มที่บริเวณระเบียงห้องพักเพื่อลดปริมาณแสงสว่างลง แนวทางที่สองสำหรับพื้นที่ที่มีค่าส่องสว่างน้อยเกินไปสามารถแก้ไขได้โดยการการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น รวมทั้งการเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าภายในห้องน้ำให้มากขึ้นเพื่อให้แสงธรรมชาติส่องผ่านข้ามาในอาคารได้มากขึ้น เมื่อได้ทำการประเมินผลแนวทางการปรับปรุง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์(Dialux) คำนวณค่าการส่องสว่างของแสงธรรมชาติเป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่าที่บริเวณห้องนั่งเล่นที่อยู่ติดกับระเบียงก่อนการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 559.18 lux เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการติดตั้งแผงกันแดดที่ระเบียงแล้วพบว่าค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าลดลงเล็กน้อยอยู่ที่ 548.35 lux ที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 226.47 lux เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการเพิ่มจำนวนช่องเปิดของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น พบว่า ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 358.84 lux และที่ห้องน้ำ ก่อนการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 285.13 lux เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดในห้องน้ำให้มากขึ้นพบว่าค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากอยู่ที่ 676.8 lux

ปัญหาเรื่องฝนซัดสาดเข้าสู่บริเวณโถงทางเดินหน้าห้องพักและบริเวณโถงหน้าลิฟท์ แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารคือการติดตั้งแผงกันแดดแนวนอน เป็นแบบระแนงอลูมิเนียมซ้อนเกล็ด เพื่อช่วยป้องกันฝนสาดเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าว

คำสำคัญ : สภาวะน่าสบาย, อาคารชุดอยู่อาศัยรวม, การสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ

Abstract

As an applied research, energy conservation by passive cooling methods for creating thermal comfort in apartments has the main objective to determine the passive cooling methods that are suitable for building characteristics of apartments. To do this, previous studies about multi-storey residential buildings were reviewed to analyze several passive cooling methods in terms of their applications and limitations. The researchers then developed the passive cooling method suitable for apartments in Phitsanulok by using a residential building, Mono Nivet no.5 as the case study. This reinforced concrete building has nine storeys. Its open form (U-shaped plan) allows all residential units to connect to outdoor environment. With single load corridor which all units are on one side, the corridor itself opens to the surroundings. Four major energy-related problems due to poor building design can be concluded as follows:

1. Excess heat load on the wall structure. As the apartment's walls are exposed to sunlight for a long time during a day, a large amount of heat transferred to exterior wall and ceiling, leading to high temperature in each residential unit. All the building envelope components should therefore be higher heat resistant. To increase R-value, insulating walls and ceiling and installing external shading devices can effectively reduce heat transfer rate. Calculated overall thermal transfer value (OTTV) and roof thermal transfer value (RTTV) by using Ottvee software, it is found that the OTTV decreases by 27.5% for the units in the middle of U-plan and 42% for the units in two wings of the building with building retrofit. The RTTV also decreases by 42% for the units on the top floor.

2. Inadequate ventilation. Due to the small amount of fresh air flowing through, the unit contains high moisture. To solve this problem, increasing the number of opening above and below the existing sliding windows of small bedrooms and enlarging frosted louvered window of toilet help to allow more air and daylight entering the rooms. Replacing the sliding windows of master bedrooms and kitchens with double-hung windows also increase air movement inside the unit. The improvement of air flow rate was tested by comparing wind velocity measured in the building with that measured in wind tunnel. The percentage of wind velocity from the exterior to the interior measured in the building ranges from 1.08% to 2.00% for the room with the lowest air flow. With changes in window sizes and number, the percentage of wind velocity from the exterior to the interior measured in the wind tunnel increases, the lowest value is 2.94% and the highest value is 49.06%.

3. Problems with natural light. Two improvements can be made to reduce heat gain caused by poor daylighting design. To protect the front door of each unit from the exposure to excessive light, the first improvement is to install shading devices at the corridor. On the other hand, inadequate natural lighting was found at the small bedrooms and toilets due to the small areas of glazing, leading to increased use of artificial light and high heat gain from the light bulbs. The improvement of ventilation can immediately increase daylight as more glazing in small bedrooms and toilets allow more visible light to penetrate further into the rooms. Assessed the results of two improvements by using Dialux software, the researchers found that the illumination of the living area adjacent to the corridor decreased from 559.18 lux to 548.35 lux and the illumination of a small bedroom increased to 358.84 lux. More glazing in toilet can significantly increase the illumination from 285.13 lux to 676.8 lux.

4. High humidity due to rain splashing on the corridor and hallway in front of the residential units. Horizontal shading devices should be installed to protect the building from the rain. The shading should be made of aluminum with overlapping louvers.

Keywords: thermal comfort, multi-storey residential buildings, passive cooling methods

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	4
ระเบียบวิธีวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	6
ประโยชน์ที่ได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	8
ขอบเขตสภาวะน่าสบาย (COMFORT ZONE)	8
ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงและการป้องกันความร้อนจากแสงแดด	11
ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายความร้อนโดยการไหลเวียนของอากาศ	12
ทฤษฎี สมมุติฐาน กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	15
ลักษณะทางกายภาพของอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5	16
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์	17
บทที่ 3 การสำรวจเก็บข้อมูลและวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษา	20
รายละเอียดห้องที่ทำการวัด	24
การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา	28
บทที่ 4 แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารและการประเมินผล	76
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิผิวผนัง	76
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิอากาศ	78
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์	79
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหากระแสลมธรรมชาติ	80
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาแสงธรรมชาติ	81
การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายของอาคารกรณีศึกษาหลังการปรับปรุง	83

สารบัญ (ต่อ)

ผลการทดสอบแสงสว่างของอาคารกรณีศึกษาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก่อน
และภายหลังมีการออกแบบปรับปรุง 96

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 104

การปรับปรุงอาคารเพื่อลดปัญหาอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบและอุณหภูมิอากาศในห้องที่สูงเกินไป 104

การปรับปรุงอาคารโดยการเพิ่มความเร็วของกระแสลมเพื่อนำมาช่วยในการระบายอากาศ
และใช้ในการปรับเย็นแบบธรรมชาติ 113

การปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคาร 117

การปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ปัญหาฝนสาดเข้ามาในโถงทางเดินส่วนกลางของอาคาร 118

บรรณานุกรม 120

ภาคผนวก 121

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในสถานการณ์ปัจจุบัน ปัญหาด้านพลังงานนับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง หลายๆประเทศประสบกับปัญหาวิกฤตการณ์ด้านพลังงานอย่างหนัก ทั้งการขาดแคลนพลังงานที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาประเทศและปัญหาด้านค่าใช้จ่ายทางพลังงานที่มีราคาแพงและมีแนวโน้มที่ราคาจะสูงขึ้นเรื่อยๆ

สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาวิกฤตการณ์ด้านพลังงานคือ ปริมาณพลังงานที่ทั่วโลกใช้เป็นหลักอยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่อย่างจำกัด และมีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆจนกระทั่งหมดไปในอนาคต เมื่อความต้องการใช้พลังงานมีมากขึ้น แต่แหล่งพลังงานมีอยู่อย่างจำกัดจึงทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงานและราคาพลังงานแพงขึ้นในที่สุด

พลังงานหลักที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันคือ น้ำมัน ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ จัดเป็นพลังงานสิ้นเปลือง พลังงานเหล่านี้เกิดขึ้นจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ตั้งแต่สมัยโบราณเป็นเวลาหลายล้านปี จนมนุษย์ได้พัฒนาความรู้และนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในที่สุด พลังงานเหล่านี้นอกจากจะมีปัญหาด้านปริมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดแล้ว ยังสร้างปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโลกอีกด้วย มลพิษที่เกิดจากการเผาผลาญ น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาตินั้น จะส่งผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศของโลก เกิดสภาวะเรือนกระจก ทำให้อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น เป็นสาเหตุของภาวการณ์โลกร้อน ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ฝนกรด หมอกควันพิษ ซึ่งล้วนแต่ส่งผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมของโลกและมนุษยชาติในที่สุด การแสวงหาแนวทางการจัดการด้านพลังงาน เพื่อลดการใช้พลังงาน ตลอดจนการแสวงหาแนวทางในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหาด้านพลังงานต่อไป

ปัญหาด้านพลังงานนับเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งของประเทศไทยเช่นกัน ปัญหาด้านพลังงานส่งผลกระทบโดยตรงต่อทุกภาคส่วนของประเทศ ทั้งภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ภาคพาณิชยกรรม ตลอดจนภาคคมนาคม ซึ่งล้วนแต่ต้องใช้พลังงานในการขับเคลื่อนด้วยกันทั้งนั้น การจัดการด้านการใช้พลังงานจึงมีผลต่อเศรษฐกิจในทุกระดับ รวมทั้งต่อสภาพสังคมและวิถีการดำรงชีวิตของคนในสังคมด้วย ในขณะเดียวกันปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมก็เป็นปัญหาที่สำคัญควบคู่กับปัญหาด้านการใช้พลังงานเช่นกัน ดังนั้นการศึกษาแนวทางการจัดการด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีและยั่งยืนของประชาชนในประเทศ

สำหรับการพัฒนาของประเทศไทยในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ได้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสังคมและเศรษฐกิจในประเทศอย่างเห็นได้ชัด มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น การเร่งรัดพัฒนาโครงสร้างทางกายภาพ โดยเน้นไปที่การสร้างโครงข่ายสาธารณูปโภคขนาดใหญ่และการพัฒนาเฉพาะพื้นที่ในเขตเมืองเพื่อตอบสนองความต้องการทางเศรษฐกิจเป็นสำคัญ ส่งผลให้เกิดความเลื่อมล้ำทางสังคมและเศรษฐกิจ เกิดความไม่

สมดุลและคุณภาพชีวิตที่แตกต่างกันระหว่างเมืองกับชนบท จึงทำให้เกิดการไหลบ่าและอพยพของประชาชนจากชนบทสู่เมืองเป็นจำนวนมาก และด้วยขีดจำกัดของชุมชนเมือง ทำให้การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานไม่สามารถรองรับความต้องการที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วได้ทัน จากการเจริญเติบโตแบบไร้ขอบเขตนี้ ก่อให้เกิดปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการใช้ทรัพยากรและการจัดการด้านพลังงานอย่างไร้ประสิทธิภาพ

ปัญหาการขยายตัวของประชากรที่อพยพเข้ามาอาศัยอยู่ในเมืองอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนในเมืองไปอย่างมาก ผลกระทบที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการพัฒนาแหล่งที่อยู่อาศัยในเมืองเกิดการขยายตัวของชุมชนแออัด โครงการหมู่บ้านจัดสรรต่างๆ รวมทั้งอาคารแบบอยู่อาศัยรวม

อาคารอยู่อาศัยรวม เกิดขึ้นจากความต้องการที่พักอาศัยที่ตั้งอยู่ในเขตเมืองหรือในชุมชนที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและมีแหล่งงานเป็นจำนวนมาก เมื่อราคาที่ดินในเขตเมืองมีราคาสูงขึ้น จึงเกิดที่พักอาศัยในรูปแบบของอาคารที่ตั้งสูงขึ้นไปโดยมีห้องพักอาศัยซ้อนกันอยู่หลายๆชั้น เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อที่ดินที่มีราคาแพง ในรูปแบบต่างๆ เช่น หอพัก อพาร์ทเมนท์ หรือ คอนโดมิเนียม

อาคารแบบอยู่อาศัยรวม เป็นวิถีการดำรงชีวิตแบบใหม่ สำหรับคนไทยในสังคมเมือง การอยู่อาศัยร่วมกันของหลายๆครอบครัวหรือผู้คนจำนวนมากในอาคารเดียวกัน ย่อมส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานในอาคารเป็นปริมาณมาก การแสวงหาแนวทางเพื่อจัดการให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารอยู่อาศัยรวม จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสภาพสังคมในปัจจุบัน

สำหรับมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งตั้งอยู่ที่ ต.หนองอ้อ อ.เมือง จ.พิษณุโลก บนพื้นที่ประมาณ 1,284 ไร่ มีหลักสูตรการเรียนการสอนทั้งในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก มีจำนวนนิสิตทั้งสิ้นประมาณ 23,976 คน มีบุคลากรทั้งอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประมาณ 2,865 คน (ข้อมูลจากการสำรวจ ณ วันที่ 5 กค. 2550) ด้วยปริมาณของทั้งนิสิตและบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวรที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก จึงทำให้พื้นที่ในมหาวิทยาลัยและบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยได้รับการบุกเบิก และเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย อาคารพาณิชยกรรม ตลอดจนระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ขึ้นมากมายเพื่อรองรับการขยายตัวของประชากรที่อพยพโยกย้ายถิ่นฐานเข้ามาอยู่ทั้งในและรอบๆบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร

สำหรับพื้นที่บริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร ในเขตตำบลหนองอ้อนั้น มีการเจริญเติบโตและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอย่างรวดเร็ว อาคารห้องแถว หมู่บ้านจัดสรร ตลอดจนหอพักขนาดใหญ่ๆ ได้รับการก่อสร้างเพิ่มขึ้นมากมาย การขยายตัวอย่างรวดเร็วโดยขาดมาตรการในด้านต่างๆมารองรับเช่นนี้ จึงส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากร การจัดการพลังงาน การคมนาคม ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและมลภาวะในด้านต่างๆ เป็นอย่างมาก

พื้นที่ในมหาวิทยาลัยนเรศวรก็ได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเช่นกัน เพื่อรองรับการอยู่อาศัยของนิสิตและบุคลากร ทั้งอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก มหาวิทยาลัยจึงได้ก่อสร้างอาคารอยู่อาศัยรวมขนาดใหญ่ขึ้นมากมาย ทั้งอาคารหอพักนิสิตชั้นปี1ซึ่งเป็นอาคารสูง 4 ชั้นจำนวนถึง 15 อาคาร อาคารหอพักนิสิตหญิงสูง 4 ชั้นจำนวน 4 อาคาร อาคารหอพักนิสิตแพทย์สูง 4 ชั้น จำนวน 1 อาคาร อาคารอยู่อาศัยรวมของอาจารย์และเจ้าหน้าที่สูง 4 ชั้น จำนวน 4 อาคาร และอาคารอยู่อาศัยรวมของอาจารย์สายวิทยาศาสตร์สุขภาพสูง 9 ชั้นอีก 2 อาคาร ซึ่งตามแผนการขยายตัวของมหาวิทยาลัยนเรศวรในอนาคตจะต้องมีการก่อสร้างอาคารหอพักนิสิตและอาคารอยู่อาศัยรวมของบุคลากรเพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวนมาก

อาคารอยู่อาศัยรวมในมหาวิทยาลัยนเรศวรจำนวนทั้ง 26 อาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ จัดเป็นอาคารขนาดใหญ่ที่จำเป็นต้องใช้พลังงานในการอยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก ทั้งการนำพลังงานไปใช้กับการให้แสงสว่าง การนำพลังงานไปใช้กับระบบการทำความเย็นในอาคาร และการนำพลังงานไปใช้สำหรับการสัญจรในแนวดิ่ง (สำหรับอาคารสูงที่จำเป็นต้องมีลิฟต์) ส่วนที่เหลืออีกบางส่วนจะถูกใช้ไปกับอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น โทรทัศน์ เครื่องซักผ้า ตู้เย็น เตารีด เป็นต้น

จากการศึกษาพบว่าพลังงานในที่พักอาศัยจะถูกใช้ไปกับระบบการทำความเย็นในอาคารเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เนื่องมาจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น อากาศจะค่อนข้างร้อน อบอ้าว และมีแสงแดดจัดเกือบตลอดทั้งปี พัดลมและเครื่องปรับอากาศจึงถูกนำมาใช้เพื่อสร้างสภาวะน่าสบายขึ้นภายในอาคาร โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะทำหน้าที่ปรับอุณหภูมิและความชื้นในอาคารให้อยู่ในระดับที่เย็นสบายอย่างรวดเร็ว การใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างความสบายนี้เป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว จึงได้รับความนิยมมากขึ้น แต่เครื่องปรับอากาศก็เป็นตัวการสำคัญในการเผาผลาญพลังงานไปอย่างสิ้นเปลืองเช่นกัน

กล่าวสำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 ซึ่งใช้เป็นอาคารพักอาศัยของอาจารย์สายวิทยาศาสตร์สุขภาพและครอบครัว สร้างเสร็จและเริ่มใช้งาน ในปี พ.ศ. 2543 จนถึงปัจจุบัน จัดเป็นอาคารขนาดใหญ่ประกอบด้วยห้องพักจำนวนมาก ในแต่ละห้องพักจะแบ่งเป็นห้องชุดอยู่อาศัยสำหรับหนึ่งครอบครัว ภายในห้องชุดจะประกอบด้วย 2 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ 1ห้องครัว 1ห้องรับแขกและ1ห้องเก็บของ อาคารทั้งหลังมีห้องชุดรวมทั้งสิ้น 96 ห้อง โดยอาคารในชั้นที่ 1-5 มีห้องพักชั้นละ12 ห้อง อาคารชั้นที่ 6-7 มีห้องพักชั้นละ10 ห้อง อาคารชั้นที่ 8-9 มีห้องพักชั้นละ 8 ห้อง ปัจจุบันมีครอบครัวเข้ามาพักอาศัยเต็มหมดแล้วทุกห้อง ในห้องพักเกือบทุกห้องมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสำหรับระบบการทำความเย็นภายในห้อง และเนื่องจากเป็นอาคารที่สูงถึง9 ชั้น จึงต้องมีระบบลิฟต์สำหรับการสัญจรในแนวดิ่ง โดยมีลิฟต์ส่วนกลางจำนวน 2 ตัวสำหรับการใช้งานขึ้นลงในอาคาร

อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 9 ชั้น ระบบโครงสร้างหลักคือเสาและคาน ระบบเปลือกอาคารเป็นผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี มีกระจกหน้าต่างบานเลื่อนทุกห้อง หลังคาเป็นกระเบื้องคอนกรีต โดยมีผนังลิฟต์เป็นผนังคอนกรีตรับแรงเฉือน อาคารถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบของอาคารที่มีทางสัญจรเดี่ยว

(single load corridor) ซึ่งมีทางเดินจ่ายไปตามห้องพักต่างๆที่เกาะติดอยู่กับทางเดินเพียงด้านเดียว อีกด้านหนึ่งของทางเดินจะเป็นระเบียงเปิดโล่งสัมผัสกับบรรยากาศตามธรรมชาติอย่างเต็มที่ รูปร่างอาคารมีลักษณะที่แคบยาว เปิดโอกาสให้ใช้ประโยชน์จากกระแสลมธรรมชาติได้เป็นอย่างดี และมีศักยภาพในการนำแสงจากธรรมชาติมาใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ในอาคารได้อย่างเหมาะสม อาคาร มน.นิเวศ 5 จึงเป็นอาคารที่มีรูปแบบที่เหมาะสำหรับใช้เป็นอาคารกรณีศึกษาในเรื่องการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานในอาคารโดยการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ตลอดจนมีความเหมาะสมในการใช้เป็นอาคารสำหรับศึกษาแนวทางการนำกระแสลมธรรมชาติเข้ามาใช้ประโยชน์ในการหมุนเวียนและระบายอากาศในอาคาร

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาลักษณะและรูปแบบทางสถาปัตยกรรม ผลกระทบ ข้อดีข้อเสีย ตลอดจนวิธีการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติของอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาและออกแบบอาคารชุดอยู่อาศัยรวม ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในเขตภาคเหนือตอนล่าง ตลอดจนนำข้อมูลบางส่วนไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการเรียนการสอนในหลักสูตรสถาปัตยกรรมบัณฑิต ซึ่งจะเป็นการเผยแพร่และส่งต่อความรู้สำหรับแนวทางการประหยัดพลังงานในอาคารด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติสู่สถาปนิกรุ่นใหม่ต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะและรูปแบบทางสถาปัตยกรรม ตลอดจนแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ของอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5
2. เพื่อศึกษาผลกระทบ ตลอดจนข้อดี ข้อเสียของวิธีการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ที่นำมาใช้กับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา ระบบการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติที่เหมาะสมกับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 ตลอดจนแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อพัฒนาอาคารชุดอยู่อาศัยรวม และอาคารอยู่อาศัยประเภทอื่นๆที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในเขตภาคเหนือตอนล่างต่อไปในอนาคต

3. ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยที่เน้นการสำรวจรังวัด การเก็บข้อมูลภาคสนามและการทดลอง แต่ต้องมีขั้นตอนในการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบความเป็นมา ทฤษฎี ลักษณะและรูปแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารชุดอยู่อาศัยรวม รวมทั้งศึกษาวิถีการดำรงชีวิต สภาพเศรษฐกิจ สังคม ของครอบครัวที่พักอาศัยอยู่ในอาคาร ตลอดจนการตรวจสอบสภาพภูมิอากาศทั้งในระดับ Macro climate และในระดับMicro climate ของพื้นที่เป้าหมาย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาสำรวจและเก็บข้อมูลอาคารกรณีศึกษา

ขั้นตอนในการสำรวจและเก็บข้อมูลอาคารกรณีศึกษา จะดำเนินการด้วยการถ่ายภาพ สำรวจรังวัด จัดทำแผนผัง ผังบริเวณ ผังอาคาร รูปด้าน รูปตัด และรายละเอียดของอาคาร การเก็บข้อมูลทางด้านสภาวะน่าสบาย จะใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการเก็บข้อมูลตัวแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอาคารกรณีศึกษาและบริเวณโดยรอบ เช่น อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิผิวผนัง ความชื้น ความเร็วลมธรรมชาติ ระดับค่าความสว่างของแสงธรรมชาติ เป็นต้น ตลอดจนการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์สมาชิกที่อยู่อาศัยภายในห้องพัก เพื่อรวบรวมข้อมูลทางด้านลักษณะการใช้ชีวิตประจำวัน การแต่งกาย อาชีพการงาน และการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน

เมื่อได้สำรวจและเก็บข้อมูลจนครบถ้วนแล้วจะนำมาจัดทำเป็นแผนผัง และแผนที่ต่างๆให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานทางสถาปัตยกรรม โดยแสดงรายละเอียดทางด้านสถาปัตยกรรมที่ชัดเจน แสดงแบบร่วมกับภาพถ่ายที่ได้จากการสำรวจ สำหรับข้อมูลตัวแปรทางด้านสภาวะน่าสบายที่ได้สำรวจไว้จะนำมาจัดเก็บในรูปของแผนภูมิ และตารางต่างๆ เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ และ ประเมินผล อาคารกรณีศึกษา

ในขั้นตอนนี้เมื่อคณะวิจัยรวบรวมข้อมูลได้ครบถ้วนแล้ว จะวิเคราะห์ข้อมูลอาคารกรณีศึกษาโดยมุ่งเน้นไปที่แนวทางการปรับสู่สภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติที่แสดงถึงความสัมพันธ์กับลักษณะและรูปแบบทางสถาปัตยกรรม ลักษณะการออกแบบช่องเปิดและเปลือกอาคาร ตลอดคุณสมบัติของวัสดุต่างๆที่นำมาใช้ในอาคาร ตัวแปรหลักที่จะนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ และประเมินผล คือ ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort) ซึ่งจะส่งผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวและความรู้สึกน่าสบายของผู้อยู่อาศัยในอาคารมากที่สุด รวมทั้งตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อความส่องสว่างของแสงธรรมชาติในอาคารด้วย

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จะทำการประเมินผลของอาคารกรณีศึกษา โดยประเมินถึงผลกระทบ ตลอดจนข้อดีข้อเสียของวิธีการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ที่นำมาใช้กับอาคารกรณีศึกษา และพิจารณาปัญหาที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข

ขั้นตอนที่ 4 เสนอวิธีการปรับปรุงอาคารกรณีศึกษา พร้อมทั้งประเมินแนวทางในการปรับปรุง

เมื่อประเมินผลกระทบ ข้อดี ข้อเสียแล้ว จะเสนอวิธีการปรับปรุงอาคารกรณีศึกษา โดยใช้เกณฑ์ทางด้านเทคนิคการก่อสร้าง และความเป็นไปได้ในการดำเนินการจริง ที่สอดคล้องกับหลักการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร คือการประหยัดพลังงานแต่ยังคงไว้ซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้อยู่อาศัย เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเสนอแนวทางในการปรับปรุง

เมื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงอาคารแล้ว จะทำการประเมินผลแนวทางที่เสนอโดยการทดลองในห้องทดลองใช้เทคนิคในการจำลองสภาพโดยการทำหุ่นจำลองที่มีลักษณะเหมือนจริงแต่มีขนาดย่อส่วน นำมาทำการทดสอบ ด้วย

อุปกรณ์วัดความเร็วลมในอุโมงค์ลม ผลการทดลองจะแสดงให้เห็นถึงสภาพและลักษณะของกระแสลมธรรมชาติที่จะพัดผ่านเข้ามาในอาคารว่ามีมากน้อยเพียงใด ในกระบวนการทดลองหุ่นจำลองจะถูกนำมาปรับเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพให้อยู่ในรูปแบบต่างๆตามวิธีการที่ได้เสนอปรับปรุงไว้ และทำการประเมินผลวัดค่าความเร็วลมที่เปลี่ยนไปในแต่ละรูปแบบ

นอกจากการทดลองด้วยอุปกรณ์วัดความเร็วลมในอุโมงค์ลม เพื่อตรวจสอบลักษณะของกระแสลมธรรมชาติที่พัดผ่านเข้ามาในอาคารแล้ว ยังจะได้ทำการประเมินผลการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ประโยชน์ในอาคารอีกด้วย โดยการทดลองด้วยหุ่นจำลองเช่นเดียวกัน แต่จะเป็นหุ่นจำลองที่จะเน้นเฉพาะหน้าต่างและช่องเปิดบนผนังที่อยู่ในลักษณะต่างๆ ตามรูปแบบที่ได้มีการเสนอปรับปรุงไว้ และทำการประเมินผลวัดค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาติที่เปลี่ยนไปในแต่ละรูปแบบ

สำหรับการประเมินผลด้านอุณหภูมิ ความร้อน และความชื้นที่ผ่านเปลือกอาคารทั้งทางผนังทึบ หน้าต่าง หรือทางหลังคานั้น จะได้ทำการทดสอบโดยใช้เทคนิคการคำนวณและจำลองสภาพในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และทำการประเมินผลวัดค่าอุณหภูมิ ความร้อน และความชื้นที่เปลี่ยนไปในแต่ละรูปแบบ

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการปรับปรุงอาคารที่เหมาะสมตามแนวทางต่างๆ

ขั้นตอนนี้คณะวิจัยจะทำการสรุปผลการปรับปรุงอาคารที่เหมาะสมตามแนวทางต่างๆ ตลอดจนจัดทำข้อเสนอแนะและความรู้พื้นฐานที่ได้จากการทำวิจัยเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคารชุดอยู่อาศัยรวม และอาคารอยู่อาศัยประเภทอื่นๆที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในเขตภาคเหนือตอนล่างต่อไปในอนาคต พร้อมทั้งนำเสนอรายงานวิจัยโดยการเขียนบรรยายประกอบ ภาพถ่าย แผนที่ แผนภูมิ กราฟต่างๆตลอดจนแผนผังและรายละเอียดทางสถาปัตยกรรม

4. ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาเฉพาะอาคารชุดอยู่อาศัยรวมที่ตั้งอยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยจะศึกษาระดับสภาวะน่าสบายในบริเวณอาคารกรณีศึกษา เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยศึกษาขอบเขตของตัวแปรต่างๆว่ามีอิทธิพลต่อระดับสภาวะน่าสบายมากน้อยเพียงใด ตลอดจนศึกษาว่าองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่นำมาใช้ในอาคารมีผลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อสภาวะน่าสบายมากน้อยเพียงใด โดยใช้อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เป็นตัวแทนของอาคารชุดอยู่อาศัย ในเขตภาคเหนือตอนล่าง

งานวิจัยนี้มีขอบเขตในการสำรวจและเก็บข้อมูลที่อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก โดยทำการสำรวจและเก็บข้อมูลบริเวณภายนอกรอบๆอาคารและเก็บข้อมูลภายในห้องชุดพักอาศัย จำนวนประมาณ 10-12 ห้อง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของห้องพักอาศัยทั้งหมด โดยทำการสำรวจรังวัด เก็บข้อมูลทางกายภาพและ

นำมาจัดทำเป็นข้อมูลในรูปแบบทางสถาปัตยกรรม ได้แก่ แผนผัง ผังบริเวณโดยรอบ ผังพื้น รูปด้าน รูปตัด และหุ่นจำลองย่อส่วนของอาคาร

สำหรับการเก็บข้อมูลทางด้านสภาวะน่าสบายนั้น จะใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการบันทึกข้อมูลตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อระดับสภาวะน่าสบายในอาคาร โดยมีขอบเขตในการเก็บข้อมูลตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

- สำรวจข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ โดยการบันทึกค่าทั้งภายในและภายนอกอาคาร
- สำรวจข้อมูลอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิผิวผนัง โดยการบันทึกค่าทั้งภายในและภายนอกอาคาร
- สำรวจข้อมูลความเร็วลม โดยการบันทึกค่าตามจุดต่างๆทั้งภายในและภายนอกอาคาร
- สำรวจข้อมูลความเข้มของแสงสว่างธรรมชาติ โดยการบันทึกค่าทั้งภายในและภายนอกอาคาร

นอกจากนี้ยังต้องสำรวจข้อมูลในด้านอื่นๆอีกด้วย ได้แก่ ลักษณะการแต่งกายและการทำกิจกรรมต่างๆของผู้อยู่อาศัย ตารางการใช้งานในอาคาร ลักษณะพื้นที่โดยรอบอาคาร ลักษณะของพืชพรรณ แหล่งน้ำและสิ่งก่อสร้างข้างเคียง ตลอดจนต้องศึกษาข้อมูลของสภาพภูมิอากาศโดยรวมของจังหวัดพิษณุโลกด้วย เช่น ค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุดและต่ำสุดในรอบปี ความชื้นและปริมาณฝน ค่าความเร็วลมตลอดทั้งปี เป็นต้น

เมื่อเก็บข้อมูลจากพื้นที่จริงได้แล้ว จะมีการทดลองโดยใช้หุ่นจำลองเพื่อทดสอบแนวทางในการออกแบบและปรับปรุงพัฒนา ในแต่ละแนวทางโดยการทดลองกับ เครื่องวัดแสง เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น ตลอดเครื่องวัดความเร็วลม ชนิดอุโมงค์ลมด้วย

5. ประโยชน์ที่ได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำองค์ความรู้ที่ได้รับไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อพัฒนาอาคารชุดอยู่อาศัยรวมและอาคารอยู่อาศัยประเภทอื่นๆที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนล่าง เพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารโดยการปรับสู่สภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ

2. นำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อสร้างองค์ความรู้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ต่อไป

3. เป็นการช่วยส่งเสริม และเผยแพร่ การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร โดยใช้ แนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรมด้วยระบบการปรับสู่สภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ซึ่งเป็นการลดการพึ่งพาและลดการใช้พลังงานจากกระแสไฟฟ้า

บทที่ 2
ทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. ขอบเขตสภาวะน่าสบาย (COMFORT ZONE)

ขอบเขตสภาวะน่าสบาย หมายถึงขอบเขตของปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์มากที่สุดคือ สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ(Thermal Comfort) ซึ่งส่งผลต่อความรู้สึกร้อนหรือหนาวของมนุษย์เป็นหลักส่วนปัจจัยด้านอื่นๆก็เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญเช่นกัน แต่ไม่มากเท่ากับสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ

ตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ มีอยู่หลายตัวแปร โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ด้านหลักๆ คือ ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมและตัวแปรด้านบุคคล

1.1 ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม (Environmental Factor)

ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมเป็นตัวแปรที่มีผลโดยตรงต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์แบ่งออกได้เป็น 4 ตัวแปร

- อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)

อุณหภูมิอากาศ หมายถึงผลที่ก่อให้เกิดความอบอุ่นหรือความหนาวเย็น ซึ่งเกิดจากอิทธิพลการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์เป็นหลัก อุณหภูมิอากาศจัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง ที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย ซึ่งส่งผลกระทบถึงร่างกายและจิตใจของมนุษย์เป็นอย่างมาก ในห้องที่มีอากาศร้อน อุณหภูมิสูงมากๆ จะทำให้ร่างกายไม่มีความสุขสบายและจิตใจจะพลอยหงุดหงิด อึดอัดและอารมณ์ไม่ดีได้ง่ายๆ

- ความชื้นสัมพัทธ์ (RH.)

ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึงอัตราส่วนของจำนวนไอน้ำในอากาศ กับจำนวนไอน้ำสูงสุดที่อากาศในอุณหภูมินั้นสามารถรับได้ จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากอุณหภูมิอากาศ ปริมาณไอน้ำในอากาศไม่สามารถทำให้อุณหภูมิในร่างกายเราสูงหรือต่ำลงได้โดยตรง แต่สามารถทำให้เรารู้สึกร้อนขึ้นหรือเย็นขึ้นได้จากเหงื่อที่ไหลออกมาทางผิวหนัง ถ้าอากาศมีความชื้นมากเกินไป เหงื่อก็จะระเหยไม่ค่อยได้ เราจะรู้สึกว่าร้อนและอึดอัด แต่ถ้ามีกระแสลมพัดเข้ามาสัมผัสร่างกายช่วยเร่งการระเหยของเหงื่อให้ดีขึ้น จะทำให้เรารู้สึกเย็นสบายขึ้นได้

- อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ (MRT)

อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ หมายถึงความรู้สึกทางด้านความร้อนที่มนุษย์ได้รับจากการแผ่รังสีของผิววัสดุที่อยู่บริเวณรอบๆข้าง โดยผลรวมของการแผ่รังสีความร้อนในลักษณะนี้ เราจะเรียกว่า Mean Radiant Temperature (MRT)

MRT จะมีค่าเป็นบวก ถ้าผิววัสดุรอบๆตัวมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิผิวของร่างกาย ร่างกายจะได้รับการถ่ายเทความร้อนทำให้รู้สึกว่าร้อนขึ้น

MRT จะมีค่าเป็นลบ ถ้าผิววัสดุรอบๆตัวมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวของร่างกาย ร่างกายจะเกิดการสูญเสียความร้อน

ถึงแม้ว่าอุณหภูมิภายในห้องจะอยู่ในระดับสภาวะน่าสบาย แต่ถ้าพื้นผิวผนังโดยรอบห้องนั้น ๆ มีอุณหภูมิสูงมาก ผู้ใช้อาคารก็จะรู้สึกว่าร้อนได้ ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบมีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของผู้อยู่อาศัยมากกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องถึง 40% จึงกล่าวได้ว่า ถ้าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบตัวเราร้อนขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียสเราจะรู้สึกเสมือนว่าอุณหภูมิอากาศขณะนั้นร้อนขึ้นกว่าเดิม 1.4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นไปตามหลักการถ่ายเทความร้อนที่ว่า ความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปสู่ที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ดังนั้นถ้าพื้นผิวโดยรอบ ๆ ตัวเรามีอุณหภูมิสูงมาก พื้นผิวนั้น ๆ ก็จะแผ่รังสีความร้อนมาสู่ตัวเรา ทำให้เรารู้สึกเสมือนว่าร้อนกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องจริง ๆ ณ. เวลาขณะนั้น พื้นผิวที่ร้อนนั้นส่วนมากจะมีสาเหตุมาจากการถูกแสงแดดแผดเผาเป็นเวลานาน ๆ โดยเฉพาะผนังห้องทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตก วัสดุที่ทำผนังอาคารนั้น ส่วนใหญ่ในบ้านเราจะนิยมใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งจัดเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากเป็นตัวกักเก็บและสะสมความร้อนได้อย่างดี (thermal mass) ในช่วงเวลากลางวันที่แสงแดดจัด ถ้าเราเข้าไปนั่งทำงานอยู่ในห้องใกล้กับผนังที่ถูกแสงแดด ความร้อนจากผนังจะถ่ายเทมาสู่ตัวเราทำให้รู้สึกร้อนขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องได้

- ความเร็วลม (Air Velocity)

สภาวะน่าสบายนอกจากจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้น และอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ แล้ว ส่วนหนึ่งยังขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่มาปะทะร่างกายอีกด้วย ที่ระดับอุณหภูมิสูง ๆ ประมาณ 30 – 35 องศาเซลเซียสและที่ความชื้นสัมพัทธ์ 80 – 85% ซึ่งเป็นระดับที่อยู่นอกเขตสภาวะน่าสบายไปมาก ปกติจะเป็นช่วงที่ร่างกายร้อนมากอึดอัดและไม่สบายตัวเลย แต่ถ้าในขณะนั้นมีลมพัดมาอยู่ตลอดเวลา จะทำให้เรารู้สึกสบายขึ้น ไม่ร้อนและอึดอัดมาก เนื่องจากลมจะช่วยเร่งการระเหยของเหงื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย จากการศึกษา พบว่า ลมที่มีความเร็ว 1 กม./ชม. จะทำให้เรารู้สึกเย็นลง 0.4 องศาเซลเซียส ซึ่งโดยปกติแล้ว หากเราไปยืนอยู่หน้าเครื่องพัดลม ลมที่พัดออกมาจะมีความเร็วประมาณ 10 กม./ชม. จึงทำให้เรารู้สึกเย็นลง ณ. จุดนั้นประมาณ 4 องศาเซลเซียส กระแสลมนอกจากจะช่วยเร่งการระเหยของเหงื่อแล้วยังจะช่วยพัดพาความชื้นและความร้อนที่สะสมอยู่ภายในอาคารให้ออกไปได้ด้วย

1.2 ตัวแปรด้านบุคคล (Personal Factor)

ตัวแปรด้านบุคคลที่มีผลทำให้คนเรารู้สึกว่าร้อนหรือหนาวมีอยู่2ตัวแปรหลักคือ

- เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo – value)

เสื้อผ้ามีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่อความรู้สึกสบายหรือไม่สบายของคนที่สวมใส่ เสื้อผ้าที่สวมใส่นั้นจะมีคุณสมบัติในความเป็นฉนวน โดยแสดงเป็นค่าความต้านทานอุณหภูมิเฉลี่ยของเสื้อผ้าที่สวมใส่ มีหน่วยเป็นค่า clo ตัวอย่างเช่น ถ้าเราสวมเสื้อผ้าที่มีค่า 1 clo เราจะต้องการอุณหภูมิน้อยกว่าการที่ไม่ได้สวมเสื้อผ้าเลยประมาณ 9 องศาเซลเซียส

เราสามารถกำหนดค่า clo ของเสื้อผ้าแบบต่างๆในเบื้องต้นโดยวิธีการประมาณการได้ดังนี้

กางเกงขาสั้น เสื้อเชิ้ตแขนสั้นไม่มีเสื้อข้างใน มีค่าcloประมาณ 0.25 clo.

กางเกงขายาวเสื้อเชิ้ตแขนยาวมีเสื้อข้างใน มีค่าcloประมาณ 0.67 clo.

ชุดทำงานปกติ มีชุดชั้นในผ้าฝ้าย(น้ำหนักเบา)มีค่าcloประมาณ 1.00 clo.

ชุดกันหนาวหนัก (โค๊ตและเสื้อกั๊ก) มีค่าcloประมาณ 1.95 clo.

- อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism Rate)

เป็นกระบวนการที่อาหารถูกเผาผลาญกลายเป็นพลังงาน ซึ่งร่างกายจะนำไปใช้เป็นพลังงานในการทำกิจกรรม ในการทำกิจกรรมประเภทต่างๆจะส่งผลให้เกิดความร้อนขึ้นในร่างกายซึ่งจะส่งผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของคนได้ ความร้อนที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันตามกิจกรรมแต่ละประเภท ดังตัวอย่างต่อไปนี้

นอนหลับ	ความร้อนที่เกิดขึ้น ประมาณ 70 วัตต์ (ต่ำสุด)
นั่ง หรือทำงานเบาๆเช่น ถักไหมพรม	ความร้อนที่เกิดขึ้น ประมาณ 130-160 วัตต์
ยืน หรือทำงานนิดหน่อย	ความร้อนที่เกิดขึ้น ประมาณ 160-190 วัตต์
นั่งและมีการขยับแขนขยับขา	ความร้อนที่เกิดขึ้น ประมาณ 190-230 วัตต์
ยืนและทำงานบ้าง เดินบ้าง	ความร้อนที่เกิดขึ้น ประมาณ 220-290 วัตต์
เดินและยกของเบาๆ	ความร้อนที่เกิดขึ้น ประมาณ 290-410 วัตต์
ทำงานแบกหาม ยกของ ขุดดิน	ความร้อนที่เกิดขึ้น ประมาณ 440-580 วัตต์
ทำงานแบกลาก ยกของหนัก	ความร้อนที่เกิดขึ้น ประมาณ 580 -700วัตต์
ทำงานอย่างหนักติดต่อกันครึ่งชั่วโมง	ความร้อนที่เกิดขึ้น ประมาณ 1100วัตต์ (มากสุด)

ตัวแปรด้านบุคคลที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย นอกเหนือจากตัวแปรด้านเสื้อผ้าและตัวแปรด้านอัตราการเผาผลาญพลังงานทั้ง 2 ตัวแปรนี้แล้ว ยังมีตัวแปรอื่นๆที่ส่งผลต่อความรู้สึกร้อนหรือหนาวของคนเราได้อีก เช่น

อายุและเพศ : จากการศึกษาพบว่า โดยทั่วไปเพศหญิงมีความต้องการอุณหภูมิโดยเฉลี่ยสูงกว่าเพศชาย 1 องศาเซลเซียส ในขณะที่เพศชายและเพศหญิงที่มีอายุมากต่างต้องการอุณหภูมิที่สูงกว่าผู้ที่มีอายุน้อยกว่าประมาณ 1 องศาเซลเซียส

ขนาดและรูปร่าง : สัดส่วนระหว่างพื้นที่ผิว ต่อปริมาตรของร่างกาย มีผลการระบายความร้อนของร่างกายกับสิ่งแวดล้อม คนรูปร่างผอมสูงจะมีพื้นที่ผิวของร่างกายมากกว่าคนอ้วนเตี้ย ซึ่งมีมวลร่างกายเท่ากัน คนรูปร่างผอมสูงจึงสามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ดีกว่าและมีความอดทนต่ออุณหภูมิที่สูงกว่า

ไขมัน : ไขมันที่อยู่ใต้ผิวหนังทำหน้าที่เสมือนฉนวนกันความร้อน คนอ้วนมีไขมันมากจะต้องการอากาศที่เย็นกว่าคนผอมๆ เพื่อช่วยในการระบายความร้อน

สุขภาพของร่างกาย : ในคนที่ป่วยไม่สบาย จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานมากขึ้น และทำให้ร่างกายสูญเสียความอดทนต่ออุณหภูมิอากาศที่รุนแรงได้

อาหารและเครื่องดื่ม : การรับประทานอาหารมากๆโดยเฉพาะอาหารประเภทโปรตีน จะเป็นการเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย การดื่มแอลกอฮอล์จะทำให้เส้นเลือดขยายตัว และอาจมีอาการเหงื่อออก เพื่อระบายความร้อน

2. **ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงและการป้องกันความร้อนจากแสงแดด**

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งเช่นเดียวกับพลังงานชนิดอื่น เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกลพลังงานไฟฟ้า แสงเป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติที่สำคัญที่สุดคือ ดวงอาทิตย์ เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านชั้นบรรยากาศของโลกจะเกิดการหักเหและสะท้อนแสงก่อนที่จะลงมายังผิวโลก และเมื่อกระทบกับผิววัตถุใดๆจะเกิดคุณสมบัติ 3 ประการ คือ การดูดกลืน การสะท้อน และการส่องผ่าน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุแต่ละชนิด

การดูดกลืน (Absorption) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลางและเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน โดยทั่วไปจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน

การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนออกโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะการสะท้อนแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ การสะท้อนเสมือนกระจกเงา (speculor reflection) และการสะท้อนแบบกระจาย (diffuse reflection)

การส่องผ่าน (Transmission) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลางแล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง

เราสามารถนำแสงธรรมชาติมาใช้งานในอาคารแทนแสงประดิษฐ์ได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้ดี แต่การนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคารนั้น มีข้อควรระวังเป็นอย่างยิ่งคือ แสงธรรมชาติที่เราจะนำมาใช้งานได้นั้นจะต้องเป็นแสงที่เราเรียกว่า แสงสว่าง (daylight) เท่านั้น แสงที่เราไม่ต้องการคือ แสงแดด (sunlight) แสงแดดเราไม่สามารถนำมาใช้ภายในอาคารได้ เพราะแสงแดดจะมีความสว่างจ้าเกินไปจนเป็นอันตรายต่อสายตา และที่สำคัญคือ แสงแดดจะนำความร้อนเข้ามาสู่ภายในบ้านด้วย ทำให้เกิดการสะสมความร้อนไว้ภายในบ้าน อุณหภูมิอากาศภายในบ้านก็จะสูงขึ้น การติดตั้งแผงกันแดดเป็นอีกวิธีหนึ่งในการป้องกันความร้อนจากแสงแดด ไม่ให้ส่องผ่านหน้าต่างเข้ามาเป็นความร้อนสะสมในอาคารแต่การติดตั้งแผงกันแดดที่มากเกินไปก็จะเป็นการปิดกั้นไม่ให้แสงสว่างเข้ามาในอาคารด้วย เราจึงควรติดตั้งแผงกันแดดให้พอดีกับความจำเป็น โดยทำความเข้าใจกับเส้นทางการโคจรของดวงอาทิตย์ที่จะขึ้นทางทิศตะวันออกและอ้อมใต้ไปตกทางทิศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่

อาคารที่มีช่องหน้าต่างอยู่ทางทิศเหนือและทิศใต้จึงควรติดตั้งแผงกันแดดในแนวราบอยู่ด้านบนของหน้าต่าง เพราะสามารถช่วยบังแดดในช่วงเวลาเที่ยงและบ่ายได้ดี การออกแบบแผงกันแดดแนวราบสำหรับหน้าต่างทางทิศเหนือจะอ้างอิงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในเดือนมิถุนายนเป็นหลักเนื่องจากเป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์อ้อมมาทางทิศเหนือมากที่สุด ส่วนหน้าต่างที่อยู่ทางทิศใต้จะอ้างอิงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในเดือนธันวาคมเป็นหลักเนื่องจากเป็นช่วงเดือนที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้มากที่สุด แผงกันแดดแนวราบที่อยู่ทางทิศเหนือควรมีระยะยื่นทำมุมอย่างน้อย 10 องศากับขอบล่างหน้าต่าง ส่วนแผงกันแดดทางทิศใต้ควรมีระยะยื่นทำมุมอย่างน้อย 37 องศา กับขอบล่างของหน้าต่าง ในกรณีนี้จะพบว่าถ้าหน้าต่างมีบานใหญ่หรืออยู่สูงจากพื้นดินมากๆแผงกันแดดก็ต้องยื่นระยะออกไปยาวมากจึงจะบังแดดไม่ให้เข้ามาในอาคารได้ เราสามารถแก้ไขได้โดยการหักมุมที่ปลายกันสาดลงในแนวดิ่งจะช่วยเพิ่มระยะการป้องกันแดดได้ดีขึ้น

สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างอยู่ทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ควรติดตั้งแผงกันแดดในแนวดิ่ง เพราะสามารถช่วยบังแดดได้ดีในช่วงเช้าและเย็น การออกแบบแผงกันแดดในแนวดิ่งที่อยู่ทางตะวันออกและทิศตะวันตกนี้ ควรมีระยะยื่นออกไปโดยทำมุมประมาณ 30องศากับระนาบผนัง

แผงกันแดดที่มีทั้งแผงแนวราบและแนวดิ่งรวมกันอยู่บนช่องหน้าหน้าเดียว เราเรียกว่าแผงกันแดดแบบผสม ซึ่งเป็นแผงกันแดดที่รวมลักษณะที่ดีของแผงกันแดดทั้งสองแบบเข้าด้วยกัน สามารถป้องกันแสงแดดได้ตลอดทั้งวัน

แผงกันแดดนอกจากจะทำหน้าที่ช่วยป้องกันไม่ให้ความร้อนจากแสงแดดเข้าสู่ในอาคารแล้ว ยังช่วยป้องกันไม่ให้สายฝนสาดเข้ามาภายในอาคารได้อีกด้วย

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายความร้อนโดยการไหลเวียนของอากาศ

การไหลเวียนของอากาศเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายของผู้อยู่อาศัยในอาคารนั้น เราเรียกว่า การไหลเวียนเพื่อความสบาย (comfort ventilation) ซึ่งมีวิธีการง่ายๆ คือ การเปิดหน้าต่าง หรือช่องเปิดเพื่อให้ลมจากภายนอกพัดเข้ามาในอาคารทำให้ความเร็วลมในอาคารมีค่าสูงขึ้น และทำให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารรู้สึกเย็นสบายมากขึ้นเมื่อกระแสลมพัดถูกร่างกาย กระแสลมจะช่วยเร่งอัตราการระเหยของเหงื่อที่ผิวหนังให้เพิ่มขึ้นด้วย การระเหยของเหงื่อจะช่วยเร่งการระบายความร้อนออกจากร่างกาย และเกิดกระบวนการดึงความร้อนแฝงบริเวณผิวหนังไปใช้ในการระเหยของหยดเหงื่อช่วยลดความร้อนให้กับร่างกายได้ การจะนำวิธีการไหลเวียนอากาศเพื่อความสบายมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้น ขึ้นอยู่กับการออกแบบอาคารเป็นสำคัญ โดยรายละเอียดการออกแบบอาคารที่ส่งผลกระทบกับอัตราการไหลของอากาศมีดังนี้

- ลักษณะชนิดและรูปร่างของอาคาร

อาคารพักอาศัยที่เป็นบ้านเดี่ยวที่มีบริเวณซึ่งสามารถออกแบบให้มีช่องเปิดได้รอบด้านเป็นอาคารที่ได้เปรียบที่สุดในการนำอากาศมาไหลเวียนเพื่อความสบาย แต่ก็มีความเป็นไปได้ที่จะออกแบบอาคารชนิดอื่นๆเช่น บ้านแถว อพาทต์เมนต์ ให้มีการไหลเวียนของอากาศที่ดีได้ โดยต้องออกแบบให้มีหน้าต่างอย่างน้อยสองด้านบนผนังตรงข้ามกัน อาคารบางชนิดอาจมีความซับซ้อนเกินกว่าที่จะออกแบบอาคารให้มีการไหลเวียนของอากาศผ่านอาคารได้ แต่ก็สามารถใช้การออกแบบที่ดีเพื่อแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น

อาคารชุดอยู่อาศัยรวม หอพัก หรืออพาร์ทเมนท์ ที่มีรูปร่างยาวมีทางเดินอยู่ตรงกลาง มีห้องพักประกบอยู่ทั้งสองข้างของทางเดิน (Double load corridor) ซึ่งเป็นแบบอาคารหอพักที่ได้รับความนิยมอยู่มากพอสมควรนั้น มีความเป็นไปได้ยากในการทำให้เกิดการไหลเวียนอากาศตามธรรมชาติผ่านอาคารได้ดี ในอาคารชนิดนี้จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเป็นปัจจัยสำคัญในการทำความเย็น

การออกแบบให้อาคารชุดอยู่อาศัยรวม หอพัก หรืออพาร์ทเมนท์ ที่มีรูปร่างยาวมีทางเดินด้านเดียวอยู่หน้าห้องพัก (single load corridor) จะสามารถทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติผ่านอาคารได้ดีขึ้น โดยการติดตั้งหน้าต่างไว้ในด้านที่ปะทะกับลมเป็นช่องสำหรับให้ทางลมเข้าและหน้าต่างด้านตรงข้ามกันเป็นด้านสำหรับทางลมออก แต่การเจาะช่องหน้าต่างนี้ต้องคำนึงถึงความเป็นส่วนตัวของผู้ที่อยู่อาศัยในอาคารด้วย เพราะคนภายนอกจะสามารถได้ยินหรือเห็นกิจกรรมต่างๆภายในห้องเมื่อเปิดหน้าต่างรับลมได้ ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการออกแบบเจาะช่องหน้าต่างไว้ที่ตำแหน่งที่สูงขึ้นบริเวณที่ติดกับเพดานห้องก็จะช่วยไม่ให้เสียความเป็นส่วนตัวได้

- ตำแหน่งช่องเปิดของอาคารกับทิศทางของลม

ตำแหน่งของช่องเปิดที่ดีสำหรับการไหลเวียนของกระแสลมตามธรรมชาติคือบนผนังหลักของอาคารที่ตั้งฉากกับทิศทางของกระแสลม จะทำให้เกิดความดันที่แตกต่างกันระหว่างด้านเหนือลมและใต้ลมมีค่ามากขึ้น สำหรับอาคารที่จัดวางในทิศทางทำมุมเอียงกับกระแสลมประมาณ 30-60 องศา เราสามารถทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศได้ดีขึ้นโดยการใช้ผนังดักลม (wing wall) ผนังดักลมจะช่วยเพิ่มความแตกต่างของความดันระหว่างหน้าต่างทั้งสองได้

- พื้นที่รวมของช่องเปิดอาคารในด้านทางลมเข้าและออก

ขนาดของหน้าต่างมีผลเป็นอย่างมากต่อการไหลเวียนของอากาศภายในอาคารโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อหน้าต่างรับลมซึ่งทำมุมเอียงกับอาคาร การเพิ่มขนาดของหน้าต่างทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดัน และความเร็วอากาศภายในอาคารเพิ่มขึ้น

ถ้าหน้าต่างด้านลมเข้าและด้านลมออกมีขนาดเท่ากันจะทำให้การไหลของอากาศและความเร็วลมภายในอาคารมีค่ามากที่สุด ถ้าหน้าต่างทางเข้ามีขนาดใหญ่กว่าหน้าต่างทางออกจะทำให้ความเร็วลมภายในอาคารเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และถ้าหน้าต่างทางเข้ามีขนาดเล็กกว่าหน้าต่างบริเวณทางออก ความเร็วลมที่เกิดขึ้นบริเวณหน้าต่างทางเข้าจะมีค่าสูงสุด ในขณะที่ความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคารจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

เมื่อพิจารณาจากลักษณะการใช้งานของอาคาร หน้าต่างทางเข้าที่เล็กเหมาะสำหรับห้องที่ต้องใช้งานพื้นที่ใกล้หน้าต่าง เช่น ห้องนอนที่มีเตียงนอนติดกับหน้าต่าง ในกรณีนี้ถึงแม้หน้าต่างทางเข้าจะเล็กก็สามารถทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศที่ดีได้เนื่องจากบริเวณใกล้หน้าต่างจะมีความเร็วลมสูง

- ชนิดและลักษณะของหน้าต่างหรือช่องเปิด

ชนิดของหน้าต่างทางลมเข้าที่แตกต่างกันจะทำให้รูปแบบของการไหลเวียนของอากาศภายในห้องแตกต่างกันไปด้วย

หน้าต่างบานเลื่อนตามแนวนอน หน้าต่างบานเลื่อนนี้สามารถรับลมได้ดีแต่เวลาเลื่อนเปิดใช้งานพื้นที่ที่รับลมได้จริงจะรับลมได้เพียงครึ่งหนึ่งของพื้นที่รวมของกรอบหน้าต่างทั้งหมด

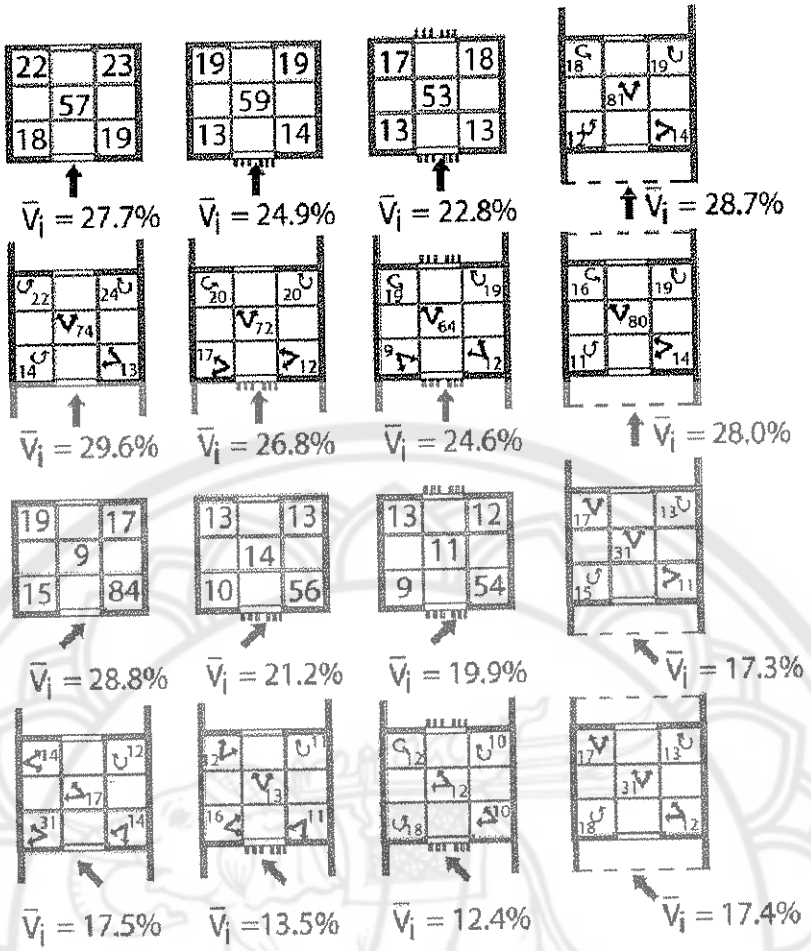
หน้าต่างบานพับชนิดเปิดออกด้านนอก หน้าต่างชนิดนี้เวลาเปิดออก บานหน้าต่างสามารถทำหน้าที่เป็นปีกผนังหรือผนังดักลมช่วยเพิ่มความแตกต่างของความดันบริเวณหน้าต่างได้ด้วย ทั้งนี้ความสามารถในการดักลมได้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแสลมที่มากระทำกับผนังอาคารด้วย

หน้าต่างบานเกล็ด หน้าต่างแบบนี้สามารถควบคุมรูปแบบการไหลของกระแสลมตามแนวดิ่งที่บริเวณทางเข้าและทางออกได้ดี

นอกจากชนิดของหน้าต่างจะส่งผลต่อรูปแบบการไหลของอากาศภายในห้องแล้ว ผนังหรือสิ่งกีดขวางทิศทางลมภายในห้อง จะส่งผลต่อรูปแบบการไหลของอากาศมากเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออากาศต้องไหลผ่านมากกว่าหนึ่งห้อง ช่องเปิดระหว่างห้องจะมีความสำคัญมาก ถ้าช่องเปิดระหว่างห้องซึ่งลมจะต้องไหลจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่งมีขนาดเล็กกว่าช่องเปิดทางเข้าและช่องเปิดทางออก ช่องเปิดที่เล็กที่สุดจะเป็นตัวกำหนดอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริง

- การติดมุ้งลวดหรืออุปกรณ์กันแมลง (Fly screen)

มุ้งลวดหรืออุปกรณ์กันแมลงมีความจำเป็นต้องใช้ในภูมิภาคเขตร้อนชื้น เพื่อป้องกันยุงหรือแมลงที่มีอยู่เป็นจำนวนมากเข้าไปรบกวนผู้อยู่อาศัย ซึ่งการติดมุ้งลวดนี้ก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการลดลงของอัตราการไหลของอากาศผ่านอาคาร ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการหาวิธีป้องกันแมลงและลดการกีดขวางการไหลของกระแสลมให้น้อยที่สุด ในทางทฤษฎีแล้วพื้นที่ของมุ้งลวดควรจะใหญ่กว่าพื้นที่ของช่องเปิด เช่น การติดมุ้งลวดไว้ที่ระเบียงซึ่งจะมีผลกระทบต่อการไหลเวียนของอากาศน้อยที่สุด ภาพที่ 2-1 แสดงผลกระทบของการติดมุ้งลวดต่อความเร็วลมภายในอาคาร ในรูปของเปอร์เซ็นต์ความเร็วลมเทียบกับความเร็วลมภายนอกอาคารที่ระดับเดียวกัน



ภาพที่ 2-1 แสดงผลกระทบของการติดมุ้งลวดต่อความเร็วลมภายในอาคาร

ที่มา : http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Air%20Conditioning/9.6.4.gif

4. ทฤษฎี สมมุติฐาน กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

กรอบแนวความคิดของการวิจัยครั้งนี้อยู่บนพื้นฐานของแนวความคิดที่ว่า สภาวะน่าสบายคือสภาวะที่คนเราไม่รู้สึกว่าร้อนเกินไปหรือหนาวเกินไป โดยมีการกำหนดช่วงหรือขอบเขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายของคนเราไว้เป็นค่ามาตรฐานเรียกว่า เขตสบาย (comfort zone) ลักษณะและรูปแบบทางสถาปัตยกรรม อาคารบ้านเรือนหรือห้องพักที่เราเข้าไปใช้งานอยู่อาศัยเป็นตัวแปรอันหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมทำให้สภาพแวดล้อมในอาคารอยู่ในสภาวะน่าสบาย เปลือกอาคาร หลังคา พื้น ผนัง เปรียบเสมือนกับตัวกลาง ที่กั้นระหว่างสภาพแวดล้อมภายนอกกับสภาพแวดล้อมภายใน ในขณะที่สภาพแวดล้อมภายนอกมีสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา หรือในขณะที่สภาพอากาศภายนอกอยู่ในสภาวะที่ไม่น่าสบาย สถาปัตยกรรมที่ดีนั้นก็ควรจะต้องสามารถปรับสภาพแวดล้อมภายในให้อยู่ในสภาวะน่าสบายได้ในระดับหนึ่ง โดยใช้ระบบการปรับสู่สภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ระบบเครื่องกลหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้ามาช่วยให้สิ้นเปลืองพลังงานแต่อย่างใด

จากการศึกษาของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานในประเทศไทยพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมกับสภาวะน่าสบายของคนไทยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 24.4 – 26.7 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 45% – 50 % แต่จากสภาพภูมิอากาศแวดล้อมของประเทศไทยที่มีสภาพอากาศร้อนและชื้นเกือบตลอดทั้งปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 30 – 36 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 50% – 80 % ลักษณะเช่นนี้แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยมีค่าที่อยู่เหนือขอบเขตสภาวะน่าสบายเกือบตลอดทั้งปี คนไทยส่วนใหญ่จึงต้องมีความเป็นอยู่ที่ร้อนกว่าขอบเขตสภาวะน่าสบายอยู่เกือบตลอดเวลา เราจึงพบว่าคนไทยในสมัยก่อน หรือตามชนบทที่ยังไม่มีเครื่องปรับอากาศหรืออุปกรณ์ไฟฟ้ามาช่วยในการปรับเย็น จึงต้องหาวิธีการต่างๆด้วยวิธีธรรมชาติ เพื่อมาช่วยปรับสภาพร่างกายให้เย็นสบายขึ้น เช่น คนในสมัยก่อนมักจะไม่ชอบใส่เสื้อ ชอบนุ่งผ้าขาวม้า พักผ่อนและนั่งเล่นอยู่ใต้ต้นไม้หรือริมแม่น้ำ เพื่ออาศัยกระแสลมธรรมชาติและอากาศเย็นมาช่วยเร่งการระเหยของเหงื่อและพาความร้อนออกจากร่างกาย

อาคารบ้านเรือนและที่พักอาศัยที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดี ย่อมมีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการช่วยปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะน่าสบายมากยิ่งขึ้น เช่น การออกแบบอาคารให้เปิดโล่งเพื่อรับลมธรรมชาติ มีช่องหน้าต่างมากๆเพื่อระบายความชื้นและช่วยเร่งการถ่ายเทของอากาศ มีหลังคาหรือแผงกันแดดที่เหมาะสมเพื่อป้องกันแสงแดดไม่ให้เข้ามาในอาคาร เป็นต้น

งานวิจัยครั้งนี้มุ่งหวังที่จะศึกษาลักษณะและรูปแบบทางสถาปัตยกรรม ตลอดจนศึกษาผลกระทบข้อดี ข้อเสียของวิธีการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ที่นำมาใช้กับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงจากตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผล และนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา ระบบการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ที่เหมาะสมกับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 ตลอดจนแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อพัฒนาอาคารชุดอยู่อาศัยรวม และอาคารอยู่อาศัยประเภทอื่นๆที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในเขตภาคเหนือตอนล่างต่อไปในอนาคต

5. ลักษณะทางกายภาพของอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5

1. สถานที่ตั้ง

อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 ตั้งอยู่ที่ เลขที่99 มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก โดยมีอาณาบริเวณติดกับอาคารข้างเคียง ดังนี้

ด้านหน้าอาคารเป็นทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ติดกับ ลานจอดรถคอนกรีต

ด้านหลังอาคารเป็นทิศตะวันออกเฉียงใต้ ติดกับ โรงจอดรถและถนนคอนกรีต

ด้านข้างอาคารทิศตะวันตกเฉียงใต้ ติดกับ พื้นที่โล่งและคลองหนองเหล็ก

ด้านข้างอาคารทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ติดกับ ลานจอดรถคอนกรีตขนาดใหญ่

2. ลักษณะพื้นที่โดยรอบ

อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เปิดโล่ง ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม มีคลองหนองเหล็กซึ่งเป็นคลองขนาดเล็กไหลผ่าน ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของตัวอาคาร นอกจากนี้ยังมีอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 6 ซึ่งเป็นอาคารที่มีลักษณะรูปร่าง ขนาดและความสูงใกล้เคียงกับอาคาร มน.นิเวศน์ 5 ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันด้วย

3. ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศในจังหวัดพิษณุโลกแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว ซึ่งแต่ละช่วงฤดูแบ่งได้ดังนี้

ฤดูร้อน อยู่ระหว่างช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยโดยประมาณ 38.3 องศาเซลเซียส

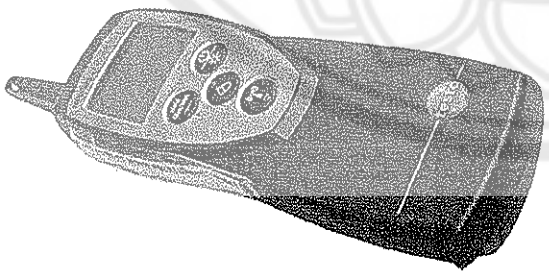
ฤดูฝน อยู่ในระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม โดยจะมีฝนชุกในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน

ฤดูหนาว อยู่ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 11.6 องศาเซลเซียส

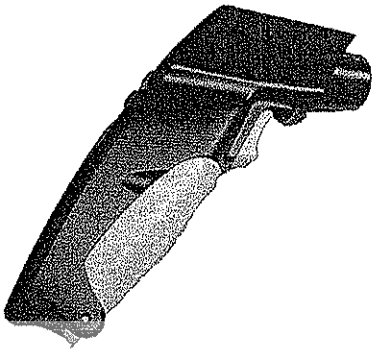
6. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์

การเก็บข้อมูลตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ รวมทั้งตัวแปรทางด้านสภาวะน่าสบายนั้น สามารถเก็บบันทึกข้อมูลได้โดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการเก็บข้อมูลตัวแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอาคารชุดอยู่อาศัยรวม และบริเวณโดยรอบ ได้แก่ การเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศภายในและนอกอาคาร การเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุพื้น ผนัง และวัตถุโดยรอบ การเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ภายในและนอกอาคาร การเก็บข้อมูลความเร็วของกระแสลมภายในและนอกอาคาร ตลอดจนการเก็บข้อมูลความส่องสว่างของแสงธรรมชาติภายในและนอกอาคาร

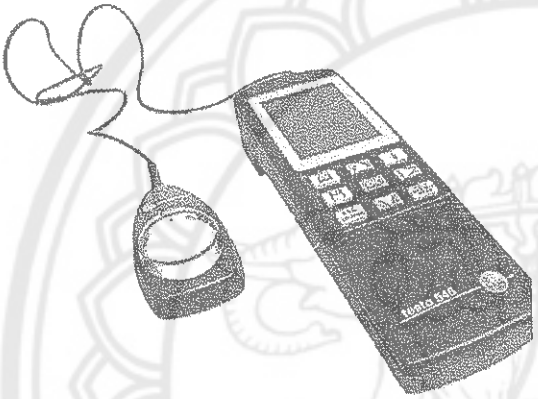
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆ มีดังนี้



ภาพที่ 2-2 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

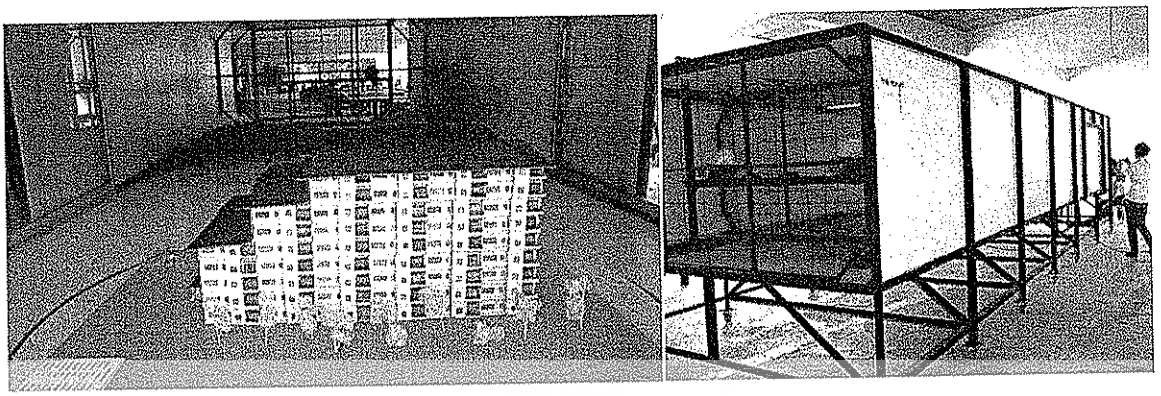


ภาพที่ 2-3 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุ



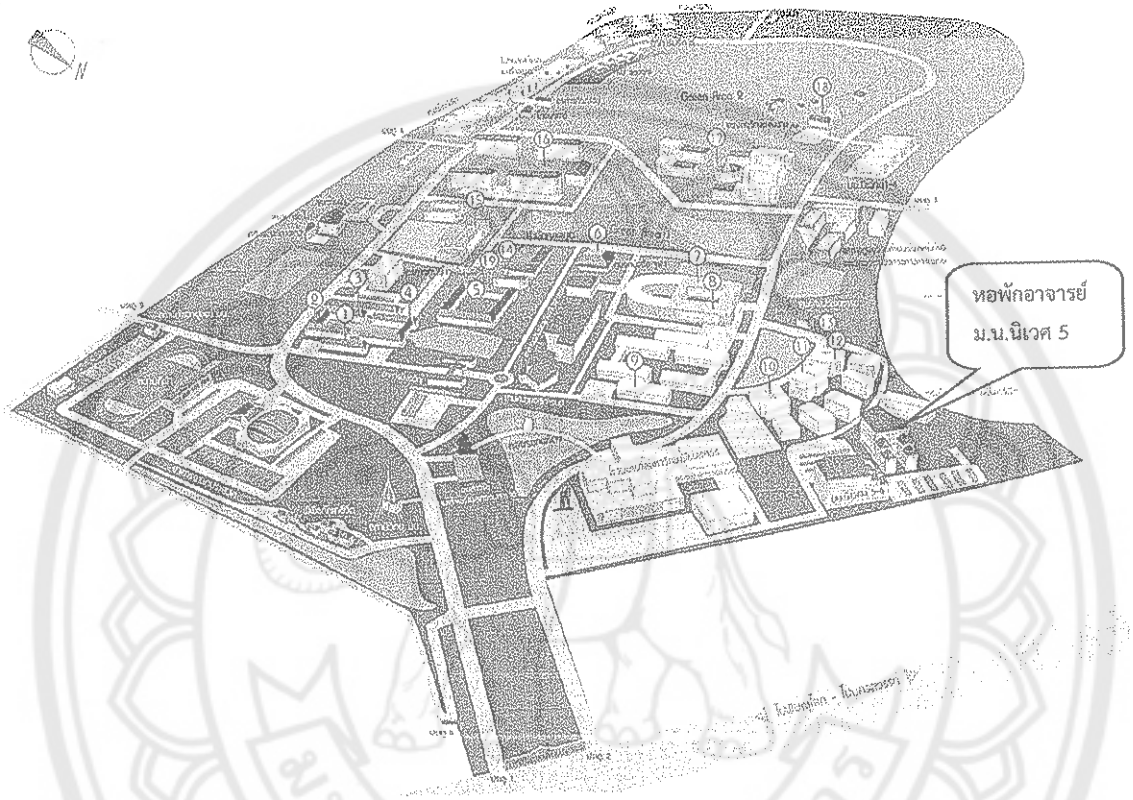
ภาพที่ 2-4 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ

ภาพที่ 2-5 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลความเร็วของกระแสลม



ภาพที่ 2-6 อุโมงค์ลมสำหรับเก็บข้อมูลความเร็วของกระแสลมที่ผ่านเข้าไปในอาคาร

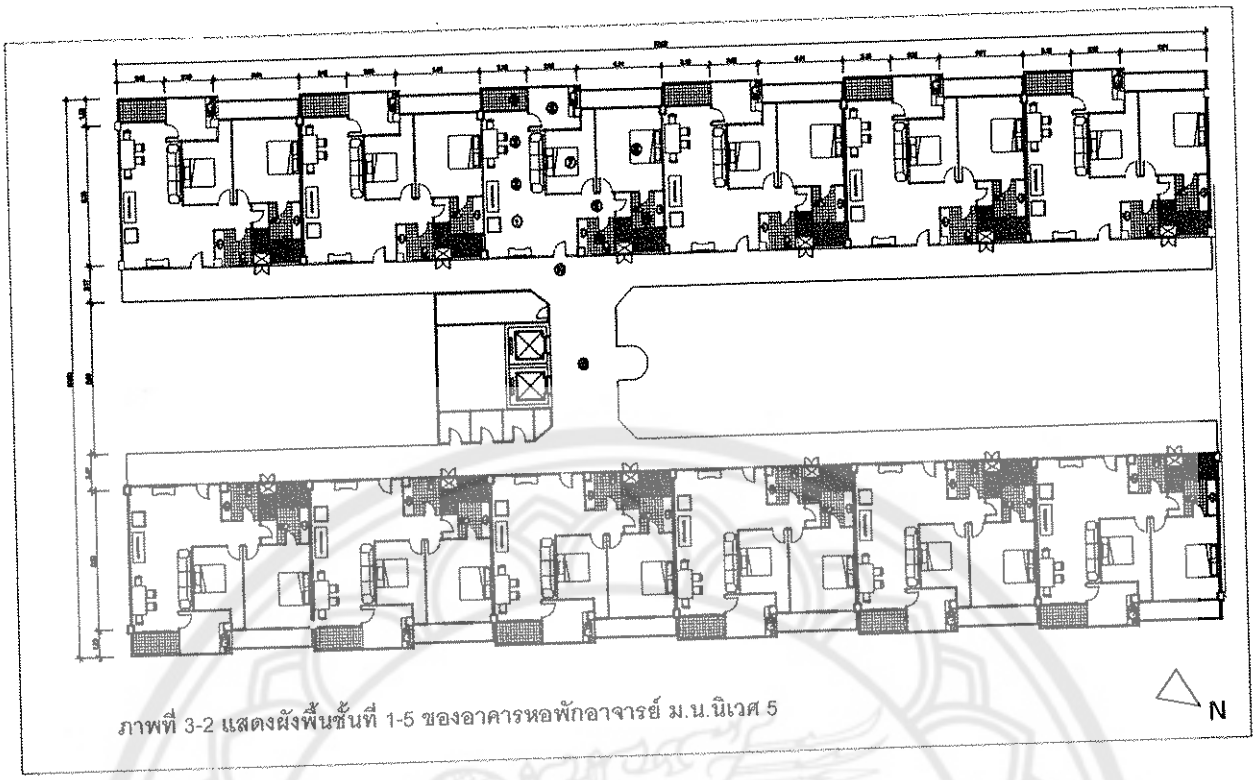
บทที่ 3
การสำรวจเก็บข้อมูลและวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษา



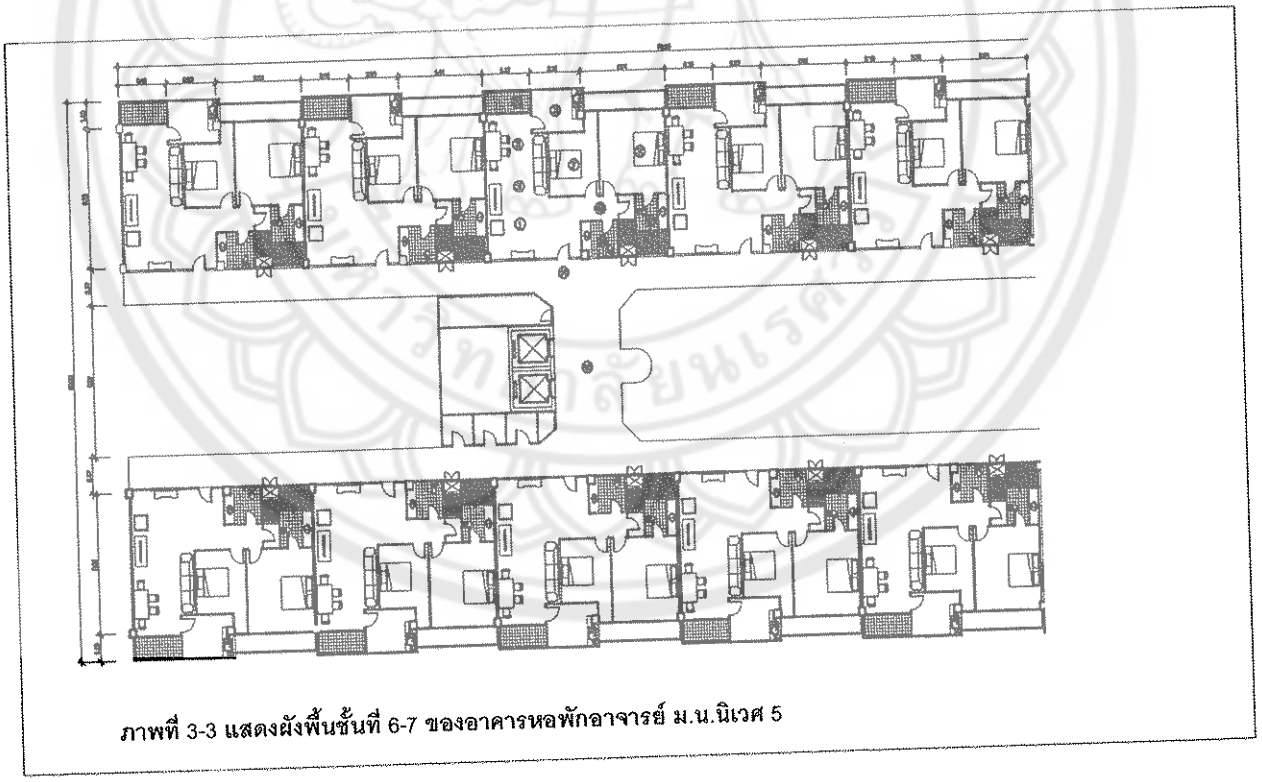
ภาพที่ 3-1 แสดงที่ตั้งของอาคารกรณีศึกษาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร
ที่มา: http://www.nu.ac.th/ab-map50.php

อาคารกรณีศึกษาคือ อาคารหอพักอาจารย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ม.น.นิเวศ 5 ซึ่งตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ที่ตำแหน่ง ละติจูด 16 องศาเหนือ 44 ลิปดา 46.35 ฟิลิปดา ลองติจูด 100 องศาตะวันออก 11 ลิปดา 14.97 ฟิลิปดา

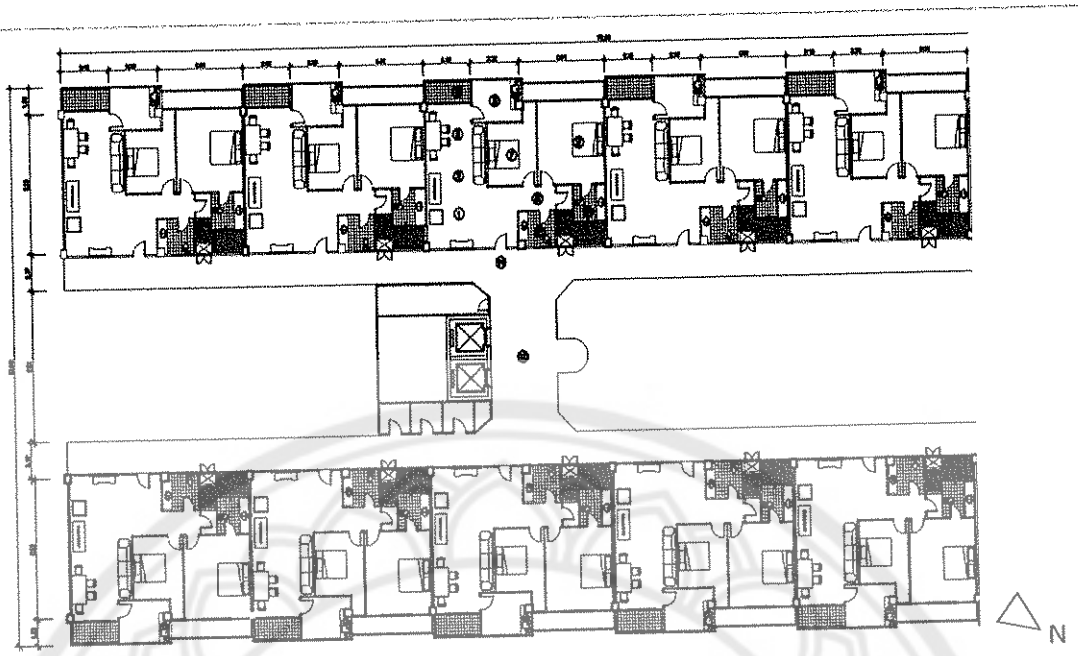
ลักษณะอาคาร เป็นอาคารสูง 10 ชั้น แบ่งเป็นสองฝั่งโดยมีโถงทางเข้าชั้นหนึ่งเชื่อมอาคารอยู่ และมีโถงบันไดและโถงลิฟต์เชื่อมอาคารในแต่ละชั้น ชั้นที่ 1 – 5 มีชั้นละ 12 ห้อง ชั้นที่ 6 – 7 มีชั้นละ 10 ห้อง และชั้นที่ 8 – 9 มีชั้นละ 8 ห้อง รวมทั้งหมด 96 ห้อง ชั้นที่ 10 จะเป็นห้องงานระบบลิฟต์โดยสาร โดยในแต่ละชั้นจะถูกลดหลั่นคล้ายกับขั้นบันได



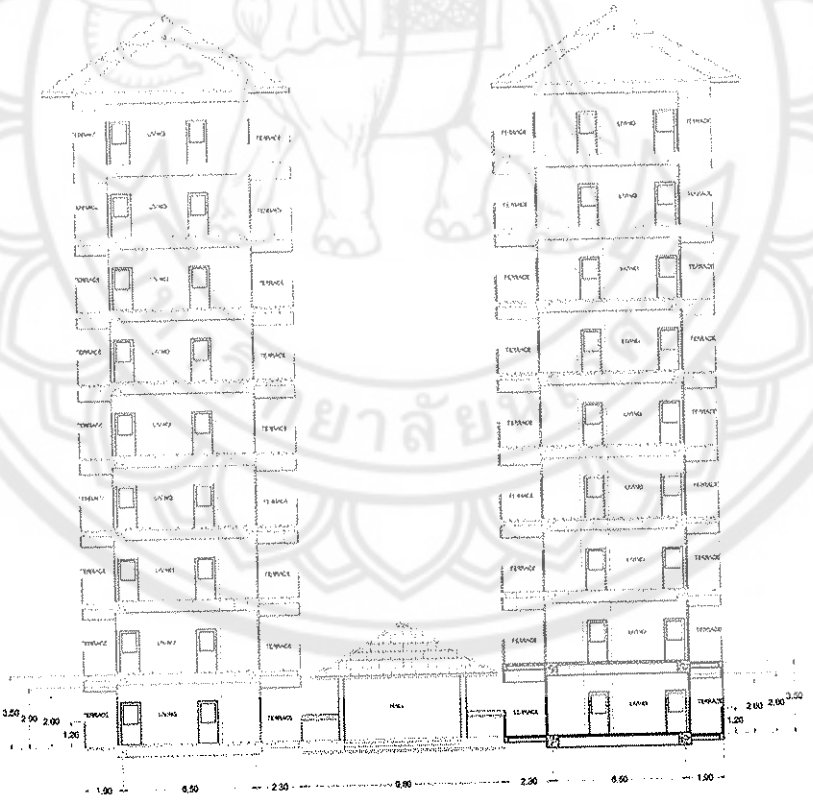
ภาพที่ 3-2 แสดงผังพื้นชั้นที่ 1-5 ของอาคารหอพักอาจารย์ ม.น.นิเวศ 5



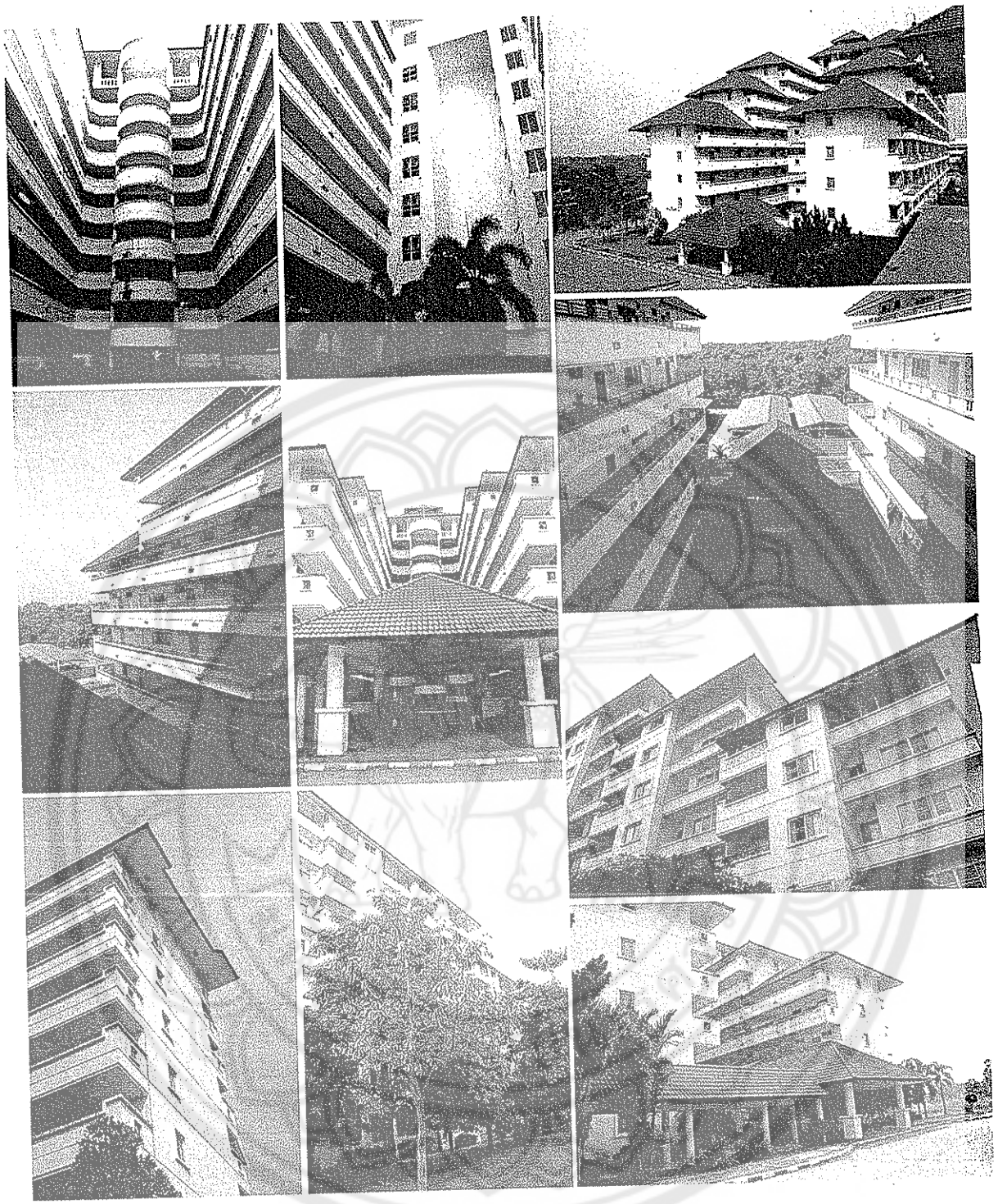
ภาพที่ 3-3 แสดงผังพื้นชั้นที่ 6-7 ของอาคารหอพักอาจารย์ ม.น.นิเวศ 5



ภาพที่ 3-4 แสดงผังพื้นชั้นที่ 8-9 ของอาคารหอพักอาจารย์ ม.น.นิเวศ 5



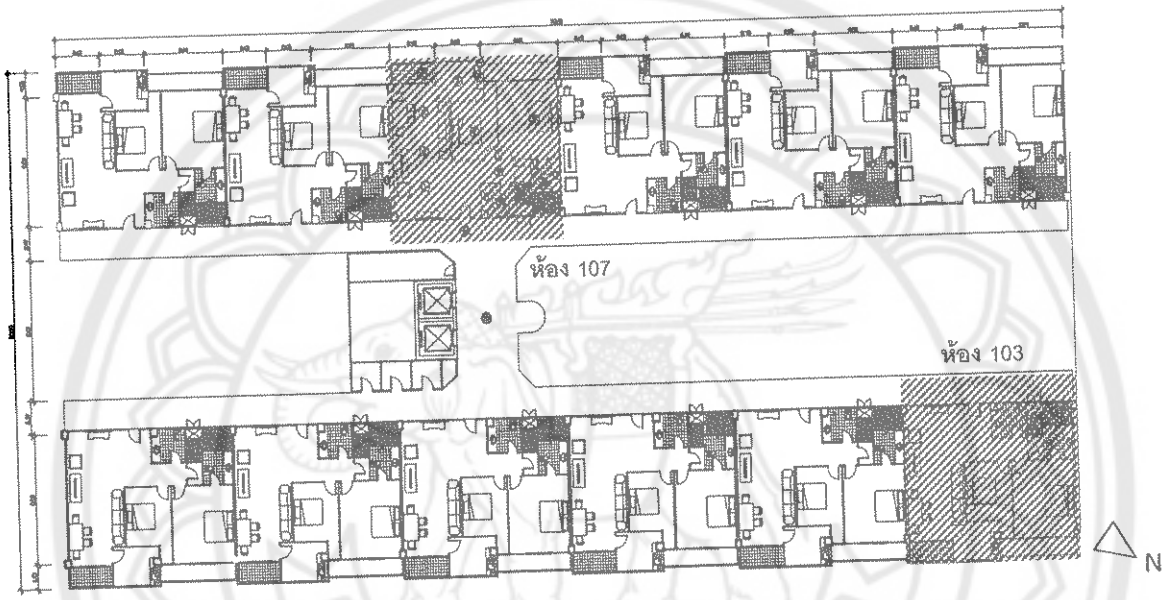
ภาพที่ 3-5 แสดงรูปตัดของอาคารหอพักอาจารย์ ม.น.นิเวศ 5



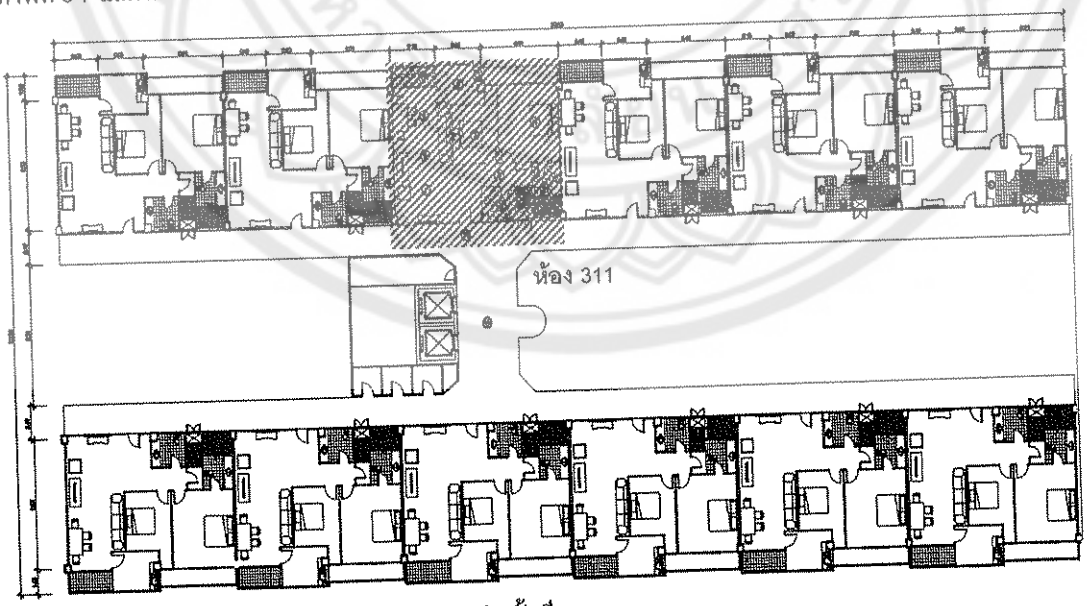
ภาพที่ 3-6 ลักษณะอาคารกรณีศึกษาสูง 10 ชั้น ออกแบบให้ตัวอาคารมีการลดหลั่นกัน

รายละเอียดห้องที่ทำการวัด

อาคารกรณีศึกษามีทั้งหมด 9 ชั้น รวมทั้งหมด 96 ห้อง โดยในการสำรวจอาคารกรณีศึกษาครั้งนี้ เพื่อทดสอบค่าตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายภายในอาคาร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิผิวผนัง ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ค่าความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติ ได้เลือกทำการสำรวจทั้งหมด 7 ห้อง ได้แก่ 103 107 311 404 406 706 และ 906 ซึ่งจะกระจายไปตามชั้นต่างๆ และมีตำแหน่งของห้องที่แตกต่างกัน เพื่อให้การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาครอบคลุมมากที่สุด เนื่องจากห้องพักในแต่ละชั้นจะพบปัญหาที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งเป็นห้องที่เจ้าของห้องอนุญาตและสะดวกที่จะให้ผู้วิจัยเข้าทำการสำรวจภายในห้อง ซึ่งทั้งหมดเป็นห้องพักที่มีคนเข้าอยู่อาศัยแล้วทั้งสิ้น



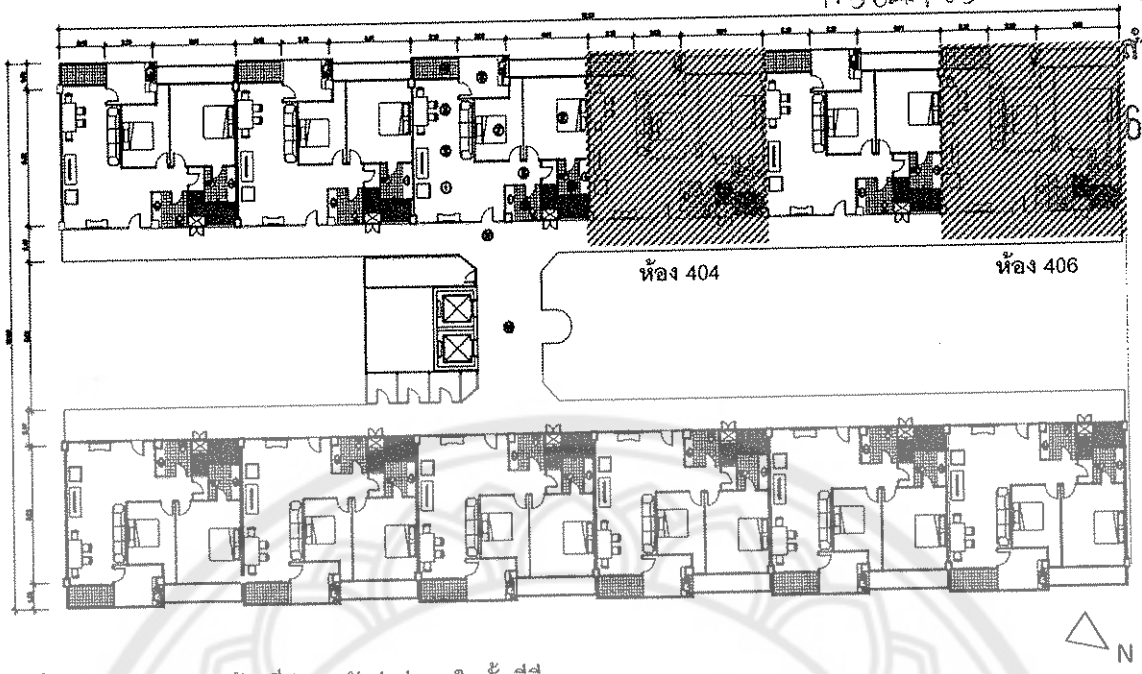
ภาพที่ 3-7 แสดงตำแหน่งห้องที่ทำการวัดค่าต่าง ๆ ในชั้นที่หนึ่ง



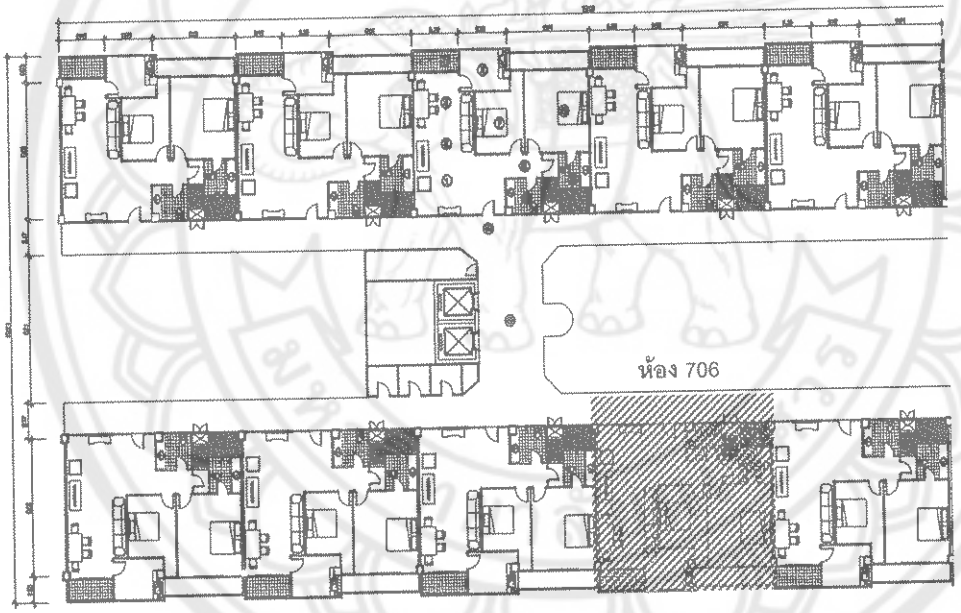
ภาพที่ 3-8 แสดงตำแหน่งห้องที่ทำการวัดค่าต่าง ๆ ในชั้นที่สาม

ว TK
4015
ก773ร
2554

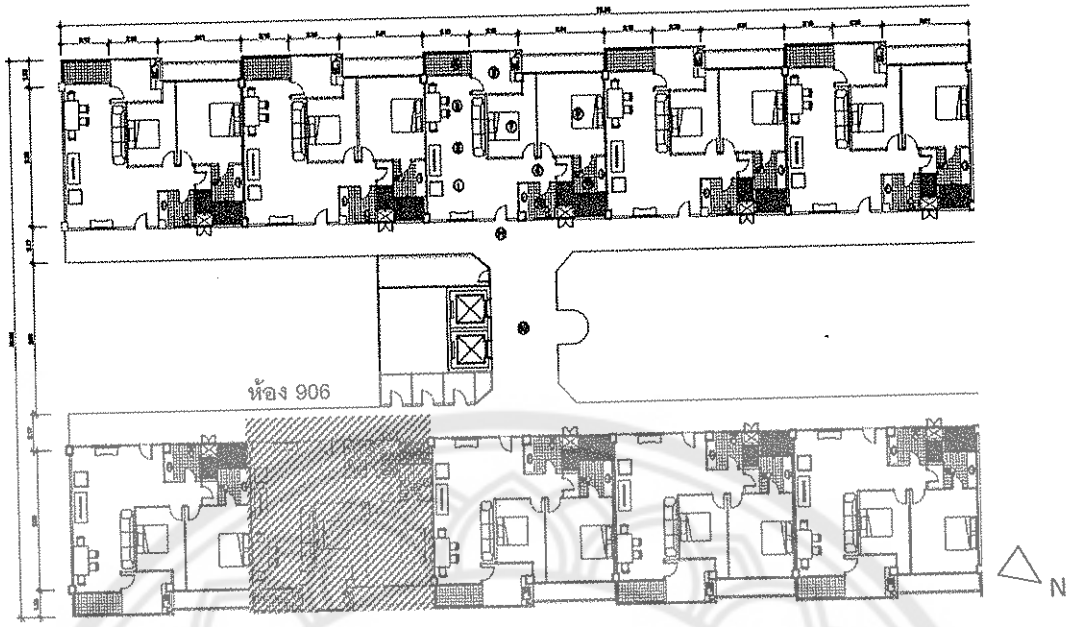
i.5647652
สำนักหอสมุด
6 ก.ย. 2554



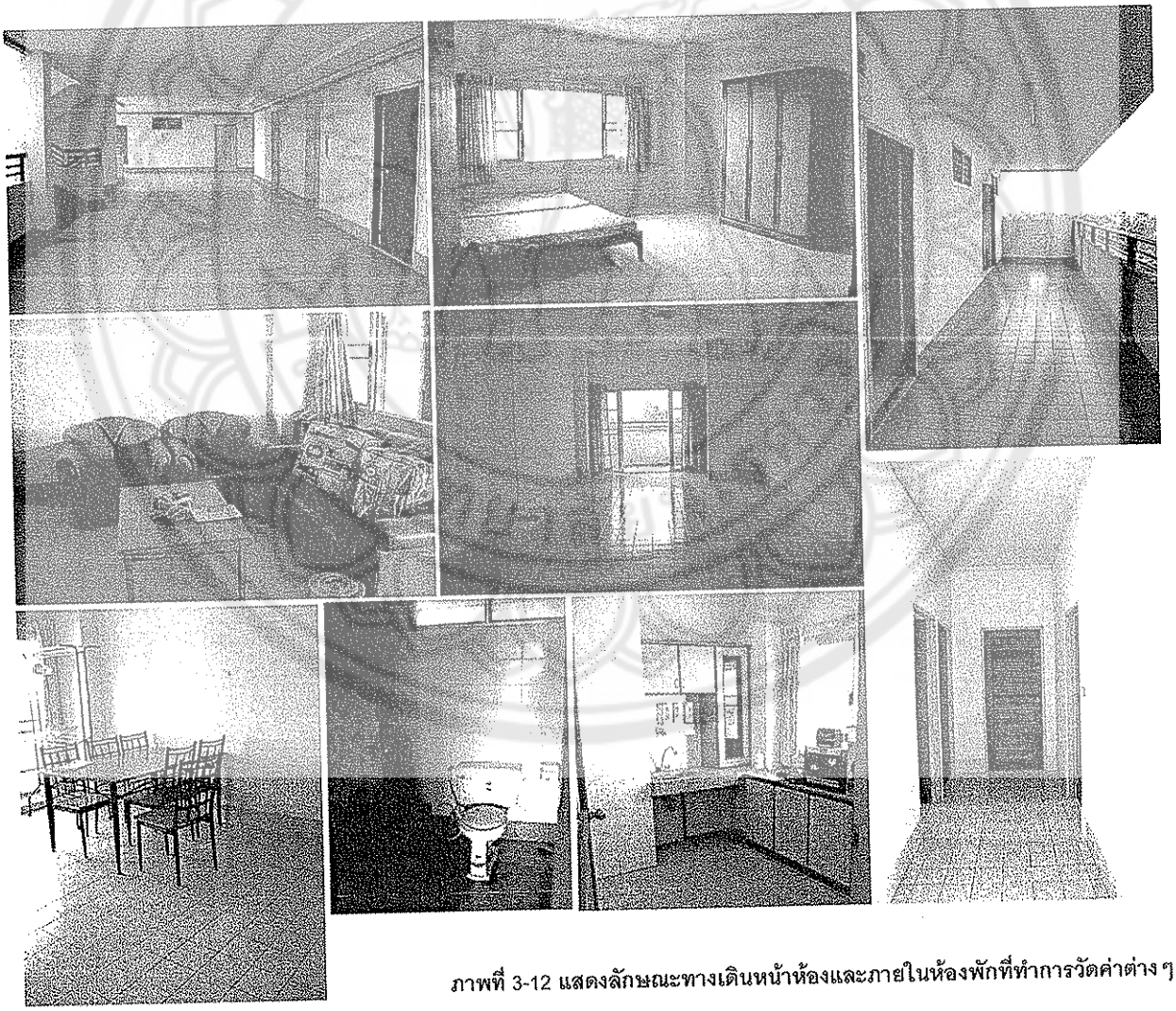
ภาพที่ 3-9 แสดงตำแหน่งห้องที่ทำการวัดค่าต่าง ๆ ในชั้นที่สี่



ภาพที่ 3-10 แสดงตำแหน่งห้องที่ทำการวัดค่าต่าง ๆ ในชั้นที่เจ็ด

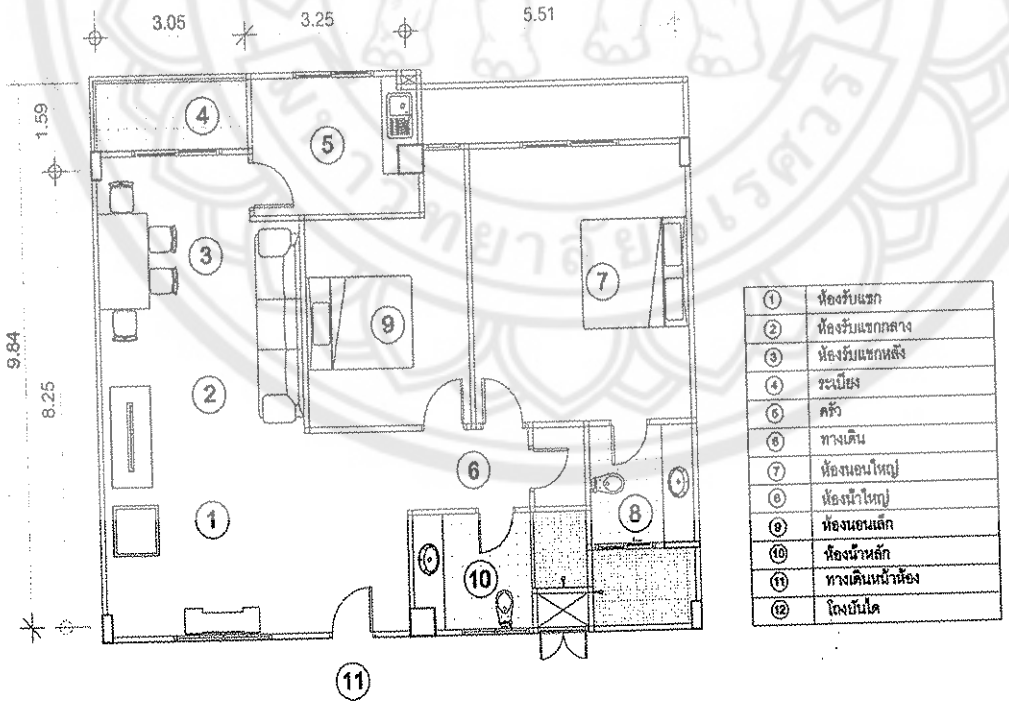


ภาพที่ 3-11 แสดงตำแหน่งห้องที่ทำการวัดค่าต่าง ๆ ในชั้นที่เก้า



ภาพที่ 3-12 แสดงลักษณะทางเดินหน้าห้องและภายในห้องพักที่ทำการวัดค่าต่าง ๆ

ภาพที่ 3-13 แสดงการสำรวจอาคารกรณีศึกษาโดยการวัดค่าต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบาย



ภาพที่ 3-14 แสดงผังพื้นของห้องพักและตำแหน่งต่าง ๆในการวัดค่าตัวแปร

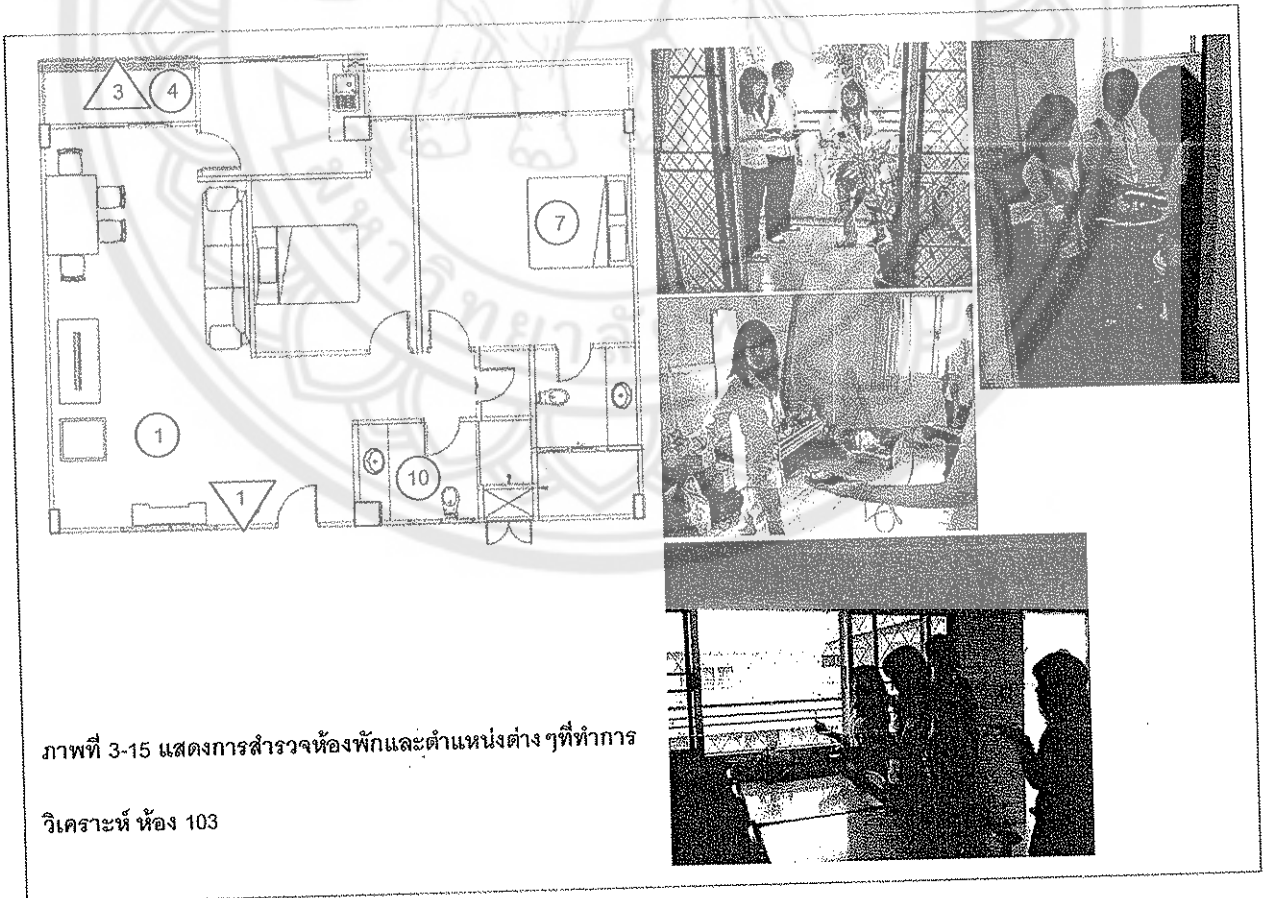
ในการวัดค่าต่างๆภายในหนึ่งห้องนั้น จะวัดทั้งหมด 12 จุด เป็นภายในห้อง 10 จุด ได้แก่ บริเวณห้องรับแขก ห้องรับประทานอาหาร ห้องครัว ระเบียง โถงทางเดิน ห้องนอนใหญ่ ห้องนอนเล็ก และห้องน้ำทั้งสองห้อง และภายนอกห้อง 2 จุด ได้แก่ บริเวณทางเดินหน้าห้อง และบริเวณโถงบันได

และในการวัดอุณหภูมิที่ผิว จะทำการวัดที่ผิวผนัง ของผนังห้องทั้งสี่ด้าน (สองด้านที่ติดกับห้องผู้อื่นและสองด้านที่เป็นผนังภายนอก) ผิวพื้นห้องและผิวของฝ้าเพดาน

ในวันที่ทำการเก็บข้อมูลนั้น สภาพอากาศโดยทั่วไปท้องฟ้าโปร่งใส มีแสงแดดจัด แต่อุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูหนาว (ในการเก็บข้อมูลนั้นมีนิสิตชั้นปีที่ 3 ภาควิชาสถาปัตยกรรม เป็นผู้ช่วยวิจัย โดยเป็นการฝึกนิสิตให้ใช้เครื่องมือ และสามารถวิเคราะห์อย่างเข้าใจถึงค่าตัวแปรต่างๆ โดยจะรวมอยู่ในภาคปฏิบัติของรายวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อนชื้น ซึ่งเป็นรายวิชาในภาคการศึกษาปลาย จึงจำเป็นต้องทำการวัดค่าต่างๆ ในช่วงฤดูดังกล่าว) โดยการเก็บข้อมูลจะเก็บทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 10.00 -17.00 น.

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา

ห้อง 103

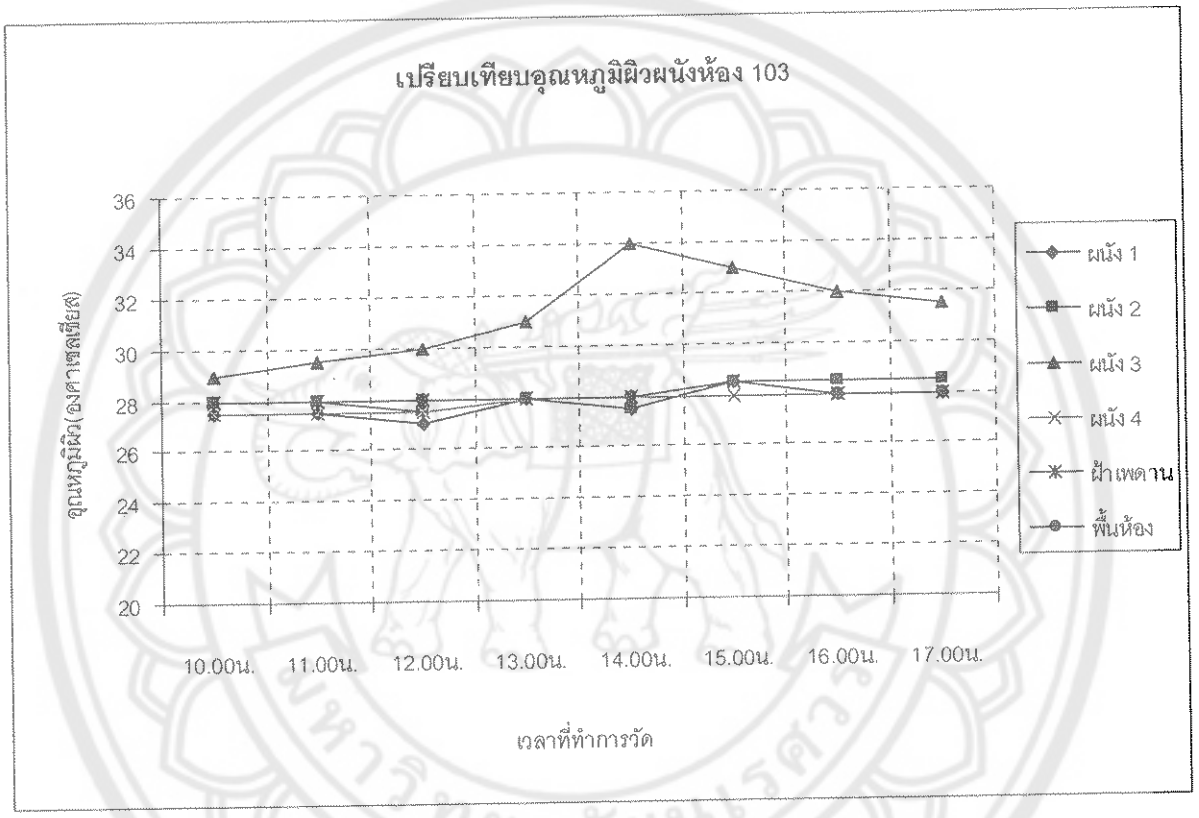


ภาพที่ 3-15 แสดงการสำรวจห้องพักและตำแหน่งต่าง ๆที่ทำการวิเคราะห์ ห้อง 103

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิผิวผนัง ห้อง 103**

ผนังที่ 3 เป็นผนังของระเบียงด้านนอก มีอุณหภูมิผิวผนังสูงที่สุด 34 องศา เซลเซียส ณ เวลา 14.00 น. เนื่องจาก ห้อง 103 เป็นห้องที่อยู่ทางฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของอาคาร และเป็นส่วนที่อยู่ด้านนอกของห้องพัก จึงทำให้แสงแดดส่องลงมาถึงผนัง 3 ได้โดยตรง จึงส่งผลให้ผนัง 3 ของห้อง 103 มีอุณหภูมิสูงที่สุด

ผนังที่ 1 เป็นผนังด้านหน้าห้องติดกับทางเดินภายในอาคาร มีอุณหภูมิผิวผนังต่ำสุด 27 องศาเซลเซียส ณ เวลา 12.00 น. เนื่องจาก ตำแหน่งของดวงอาทิตย์เคลื่อนไปตกทางฝั่งระเบียงของห้อง จึงทำให้ส่วนผนัง 1 ไม่ถูกความร้อนจากแสงแดดโดยตรง



แผนภูมิที่ 3-1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังในจุดต่างๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 103

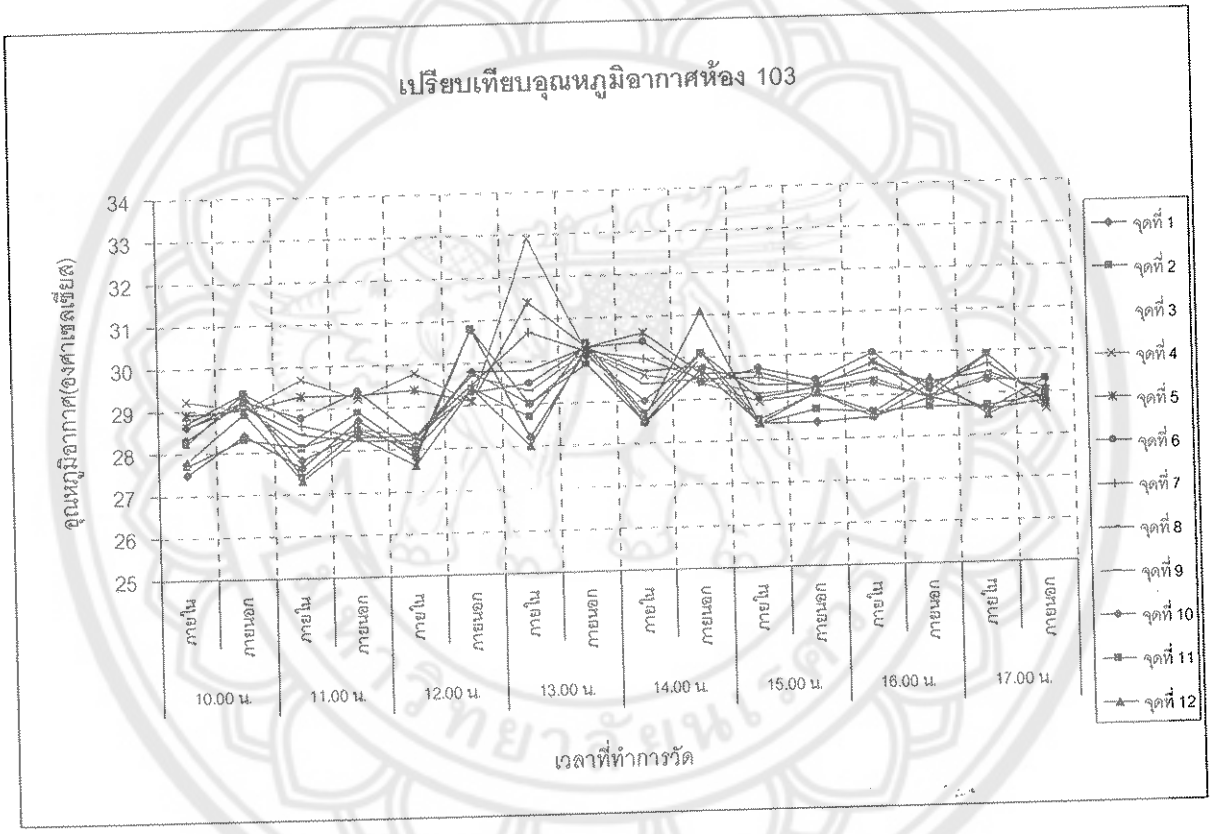
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

ควรมีแผงกันแดด เพื่อช่วยในการป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาสู่ภายในห้อง จากการวิเคราะห์ตัวอาคารเดิมและทิศทางของการวางตัวอาคารแล้ว แผงกันแดดแบบระแนงแนวนอนผสมกับแนวตั้ง มีความเหมาะสมกับอาคารกรณีศึกษา เนื่องจากทิศทางของห้องพัก แผงกันแดดจึงต้องกันแดดได้จากหลายทิศทาง นอกจากจะช่วยลดและป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารแล้วแผงกันแดดแบบระแนง ยังสามารถระบายอากาศได้อีกด้วย พร้อมทั้ง ปลูกไม้เลื้อยเพื่อลดความเข้มของแสงลงและเพิ่มความสดชื่นให้กับผู้พักอาศัย ในส่วนของระเบียงห้องพัก

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิอากาศ ห้อง 103**

ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ได้แก่ จุดที่ 4 บริเวณระเบียง ในช่วงเวลา 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 32.9 องศาเซลเซียส เนื่องจากห้อง 103 เป็นห้องที่อยู่ทางฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของอาคาร และเป็นส่วนที่อยู่ด้านนอกของห้องพักไม่มีผนังในการป้องกันแดด จึงทำให้แสงแดดและความร้อนเข้ามาสู่ภายในบริเวณดังกล่าวได้โดยตรง จึงส่งผลให้ระเบียงของห้อง 103 มีอุณหภูมิสูงที่สุด

ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศได้แก่ จุดที่ 12 เวลา 11.00 น. มีค่า 27.3 องศาเซลเซียส คือบริเวณโถงด้านหน้าลิฟท์และบันไดเนื่องจากเป็นบริเวณที่แสงแดดส่องไม่ถึง รวมทั้งไม่มีผนังกั้นลมจึงสามารถพัดผ่านได้ มีการระบายอากาศที่ดี ซึ่งมีส่วนช่วยให้บริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิอากาศต่ำที่สุด



แผนภูมิที่ 3-2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 103

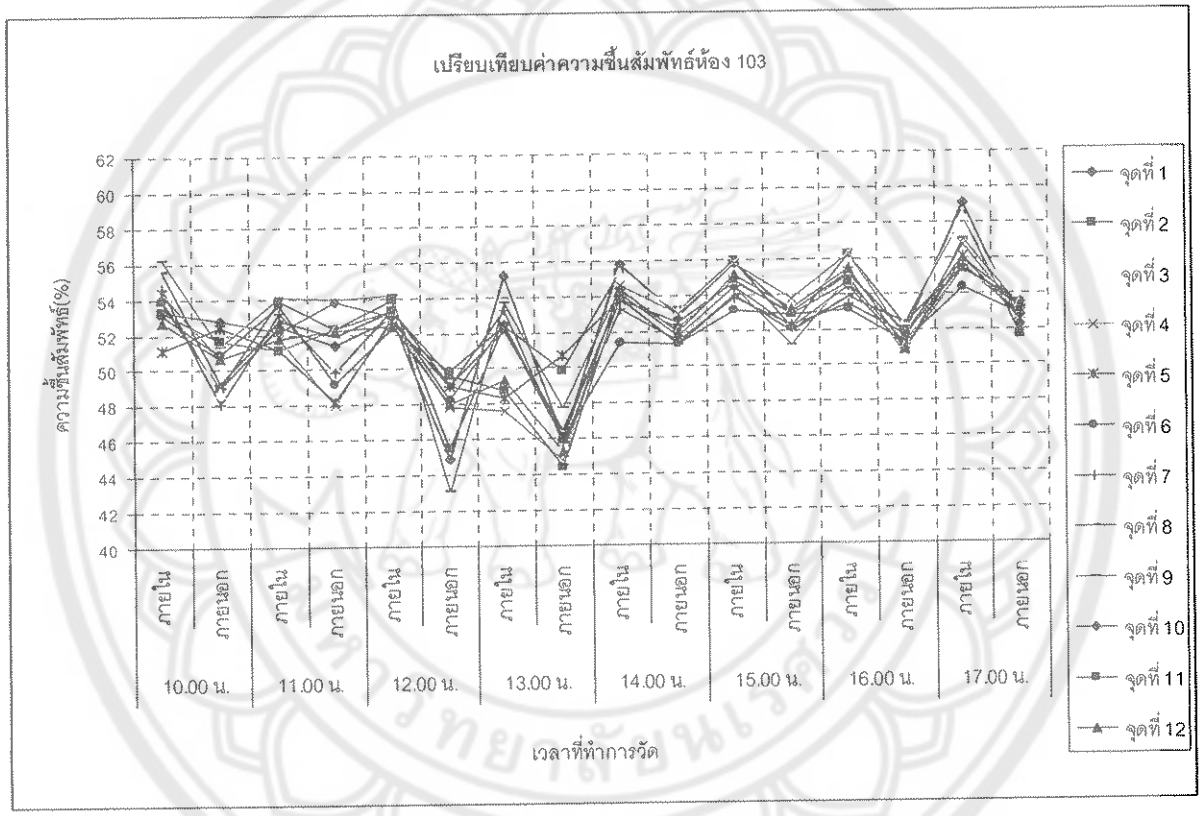
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

บริเวณระเบียงมีอุณหภูมิผิวผนัง และอุณหภูมิอากาศสูงที่สุด จึงมีการแก้ไขปรับปรุงโดยติดตั้งแผงกันแดด ทั้งแนวตั้งและแนวนอนผสมกันในบริเวณดังกล่าว เนื่องจากระเบียงและตัวห้องพักอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ประกอบกับการปลูกต้นไม้ในบริเวณด้านหลังห้องพัก จะเป็นการช่วยให้เกิดการสะท้อนและลดความเข้มของแสงอาทิตย์ลง ซึ่งจะช่วยให้อุณหภูมิอากาศภายในห้อง 103 ลดลง

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ ห้อง 103**

ส่วนที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด คือ จุดที่ 1 ส่วนรับแขกด้านหน้า ในช่วงเวลา 17.00 น. มีค่าเท่ากับ 59.1 % อาจเนื่องมาจากการที่พื้นที่ส่วนนี้กลายเป็นพื้นที่เก็บของจำนวนมาก ส่งผลให้ไม่มีพื้นที่ระบายอากาศจึงทำให้อับและชื้น รวมทั้งตำแหน่งของห้องอยู่ชั้น 1 ใกล้กับพื้นดินเมื่อความเย็นและความชื้นจากพื้นดินมาเจอกับความอับชื้นจากความหนาแน่นของสิ่งของจึงส่งผลให้บริเวณนี้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง

ส่วนที่มีความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด คือ จุดที่ 4 ส่วนระเบียงหลังห้องพัก ในช่วงเวลา 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 47.6 % อาจเนื่องมาจากส่วนดังกล่าวมีแสงแดดส่องถึงโดยตรง (ดังที่กล่าวมาข้างต้นในหัวข้อการวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิผิวผนังและอุณหภูมิอากาศ) จึงส่งผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลง และอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันอีกด้วย



แผนภูมิที่ 3-3 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 103

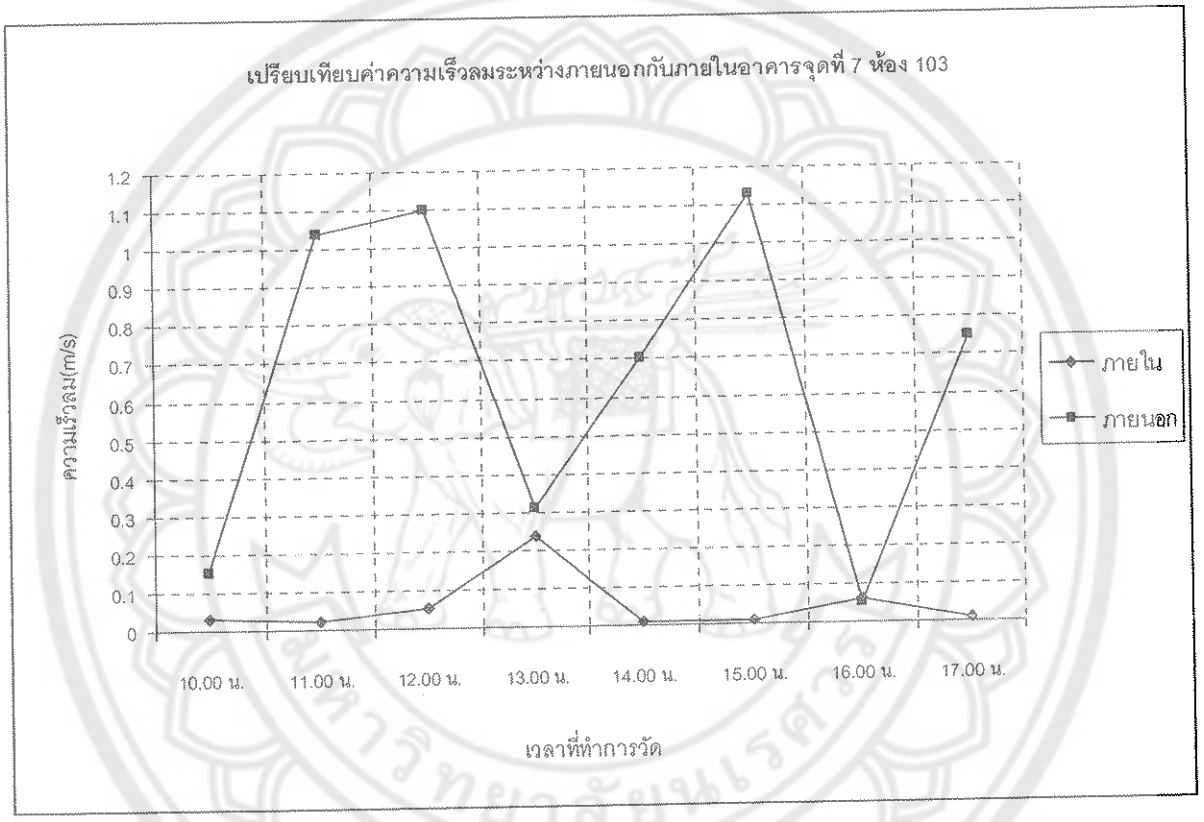
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

ในด้านของการใช้งานควรมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่โดยการย้ายสิ่งของที่ไม่จำเป็นออกจากบริเวณนี้ ถ้าหากไม่สามารถทำได้ควรมีการนำความเร็วลมเข้ามาช่วยในการระบายอากาศให้กับพื้นที่บริเวณนี้ให้มากขึ้นโดย ปรับปรุงขนาด จำนวน ตำแหน่ง และชนิดของช่องเปิด ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

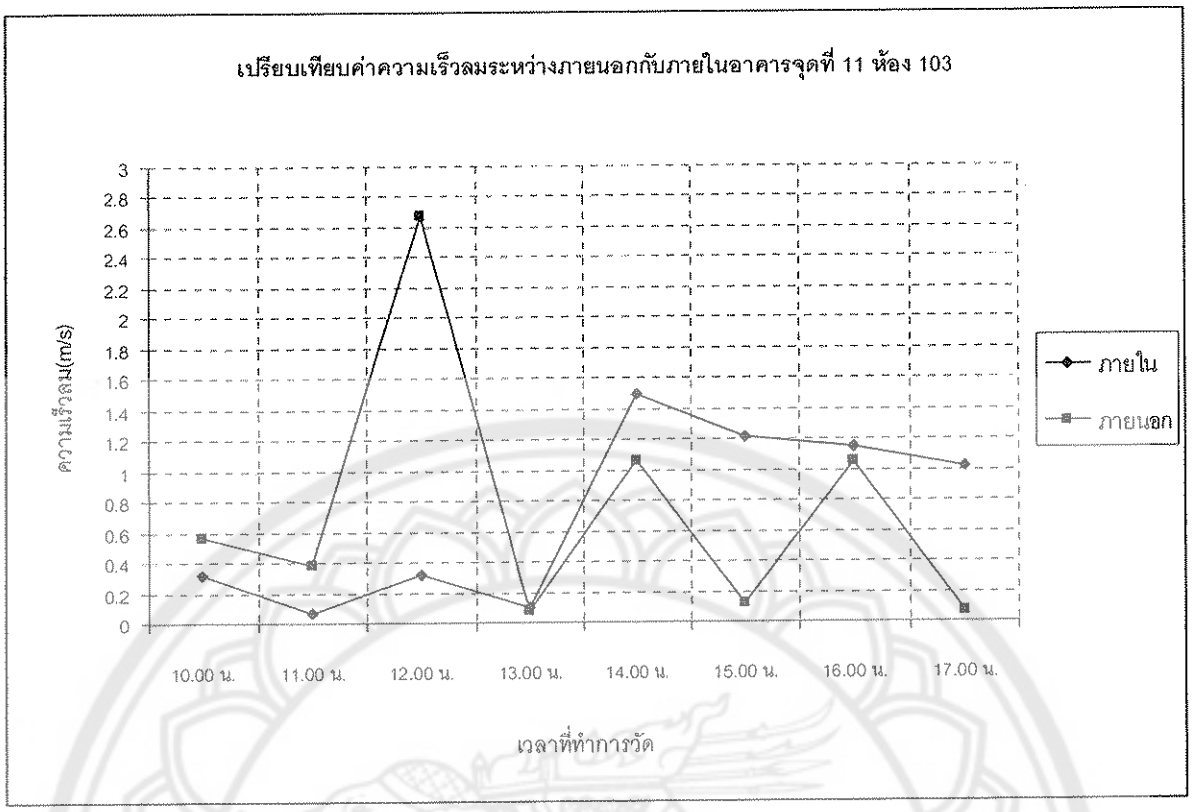
- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความเร็วลม ห้อง 103**

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 7 คือ บริเวณห้องนอนใหญ่มีค่าเท่ากับ 0.01 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 14.00น. – 15.00 น. โดยคิดเป็น 1.43 % ของลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในห้องพัก เนื่องจากเป็นห้องที่มีทางเข้าของลมคือหน้าต่างด้านหลังห้อง แต่ทางออกของลมมีเพียงประตูหนึ่งบานซึ่งถัดจากประตูออกไปก็ยังมีผนังและห้องน้ำขวางอยู่ จึงทำให้การพัดผ่านของลมไม่สะดวก

ส่วนตำแหน่งที่มีความเร็วลมมากที่สุด ได้แก่ จุดที่ 11 คือ บริเวณทางเดินหน้าห้อง มีค่าเท่ากับ 1.21 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 15.00 น. เนื่องจากเป็นพื้นที่ทางเดินหน้าห้อง ไม่มีผนังปิดกั้น จึงทำให้ลมพัดผ่านและเกิดการระบายที่ดี



แผนภูมิที่ 3-4 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมระหว่างภายนอกและภายในของจุดที่ 7 ห้อง 103



แผนภูมิที่ 3-5 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมระหว่างภายนอกและภายในของจุดที่ 11 ห้อง 103

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

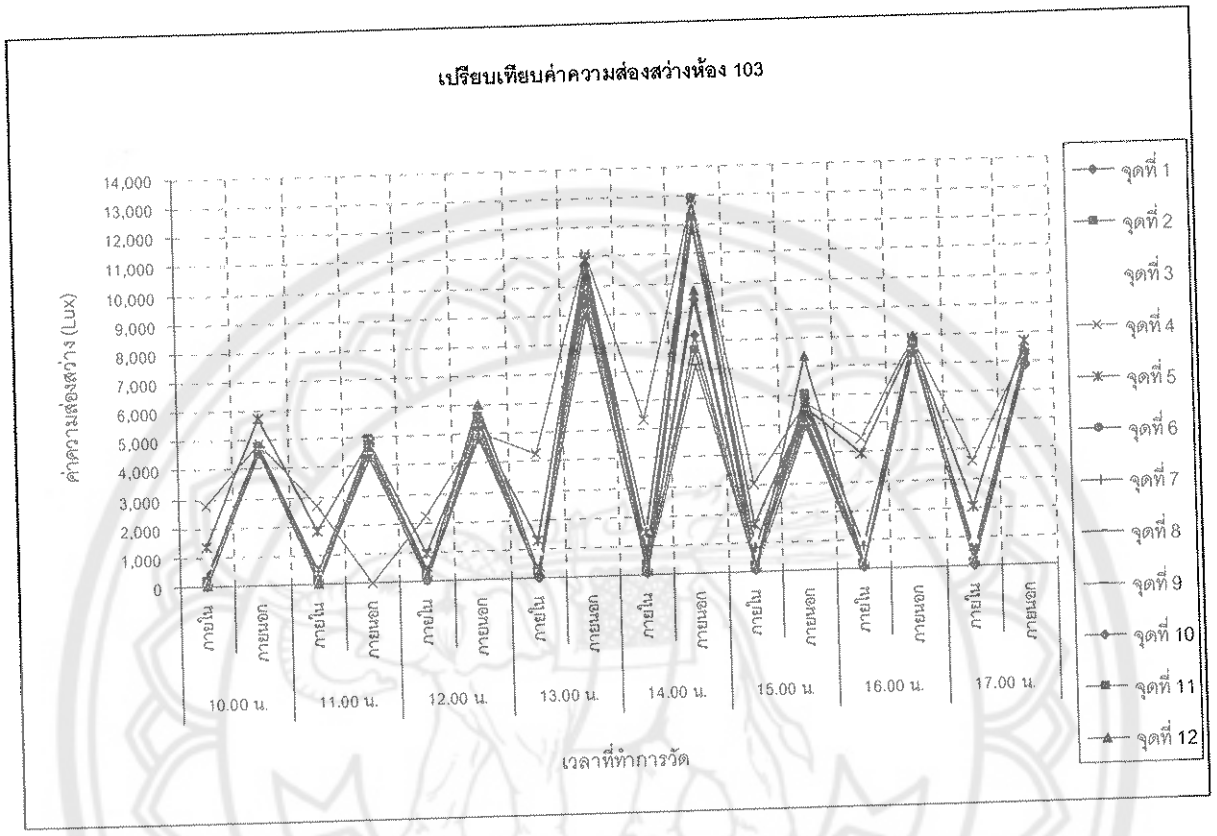
บริเวณผนังห้องด้านหลัง(ผนังภายนอกอาคาร) ในส่วนของพื้นที่ระเบียงควรติดมุ้งลวด เพราะนอกจากจะช่วยกันแมลงและยุงในตอนกลางคืนหากต้องการเปิดประตูหน้าต่างแล้ว ยังช่วยให้ลมที่เข้ามามีอัตราความเร็วที่มากกว่าการติดมุ้งลวดที่ประตูอีกด้วย (การติดมุ้งลวดหรืออุปกรณ์กันแมลงในบทที่ 2 และจากแผนภูมิที่ 2-1) นอกจากนี้ ควรมีการปรับปรุงโดยการเพิ่มช่องเปิดสู่ระเบียงให้กว้างยิ่งขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศให้ดียิ่งขึ้น

บริเวณผนังห้องด้านหลัง(ผนังภายนอกอาคาร) ในส่วนของห้องนอนใหญ่ควรติดมุ้งลวดเช่นกัน แต่ประตูทางเข้าห้องนอน ก็ยังคงเป็นบานเปิดเดี่ยวเช่นเดิม ซึ่งการที่ช่องทางเข้าลมใหญ่ แต่ทางออกเล็กนั้น จะช่วยให้ลมเข้าสู่ภายในห้องครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งหมด แต่อัตราความเร็วลมไม่มากนัก เหมาะกับการพักผ่อนอย่างห้องนอน

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความส่องสว่าง ห้อง 103**

ภายในห้องพักจุดที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด คือ จุดที่ 4 บริเวณระเบียงหลังห้องมีค่าเท่ากับ 5343 Lux เวลา 14.00 น. ซึ่งเป็นค่าของความส่องสว่างที่มากเกินความจำเป็นในการใช้งาน และอาจนำความร้อนเข้ามาสู่ภายในห้องพักอีกด้วย และเดิมบริเวณระเบียงดังกล่าว ไม่มีแผงกันแดดหรือต้นไม้ปลูกเพื่อบังแสงแดดด้านนอก จึงทำให้แสงแดดเข้ามาได้โดยตรง

จุดที่มีความส่องสว่างน้อยที่สุดคือ จุดที่ 10 บริเวณห้องน้ำหลัก มีค่าเท่ากับ 12 Lux ในช่วงเวลา 10.00 น. ซึ่งไม่เพียงพอต่อการใช้งาน เนื่องจากห้องน้ำหลักนี้อยู่ในตำแหน่งติดกับทางเดินด้านนอกห้องพัก และด้านในอยู่ติดกับโถงทางเดินภายใน จึงทำให้ไม่สามารถเปิดช่องแสงได้มากนัก แสงสว่างจึงน้อยกว่าความต้องการ ทำให้ต้องเปิดไฟฟ้าตลอดเวลาที่มีการใช้งาน



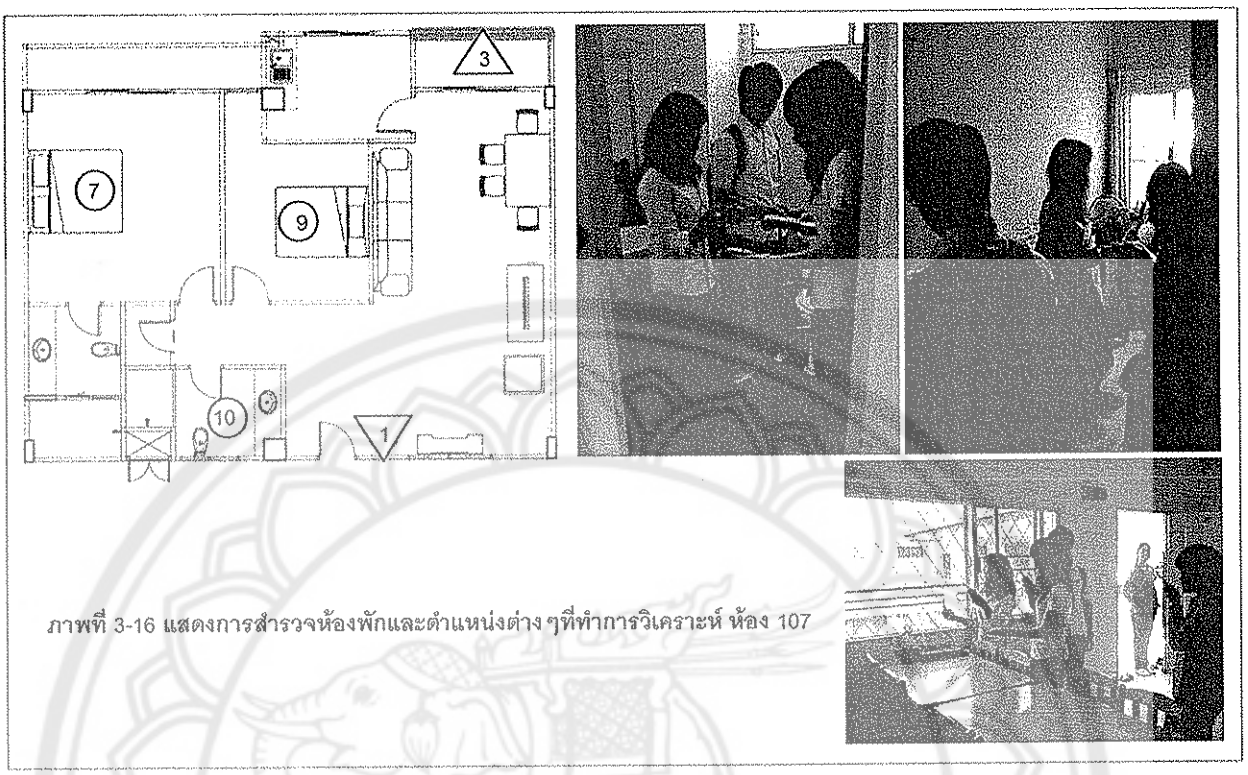
แผนภูมิที่ 3-6 แสดงการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 103

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด : ควรติดแผงกันแดดแนวนอนและแนวตั้งผสมกัน โดยการวางไม้ระแนงแบบเฉียงลง 45 องศาเพื่อให้ทำมุมกับแสงแดด และลดปริมาณแสงแดดที่ส่องเข้ามาถึงภายในห้องได้ส่วนหนึ่งรวมทั้งลดปริมาณแสงบาดตาอีกด้วย ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ ปลูกไม้ยืนต้นที่มีพุ่มใบสูงภายนอกอาคารเพื่อช่วยในการสะท้อนแสงแดด และลดความเข้มของแสงที่จะส่องลงมาสู่ด้านล่างให้น้อยลง

การการปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด : เพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้าห้อง เพื่อช่วยให้แสงสว่างภายในห้องน้ำหลักเพิ่มมากขึ้น และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศอีกด้วย

ห้อง 107

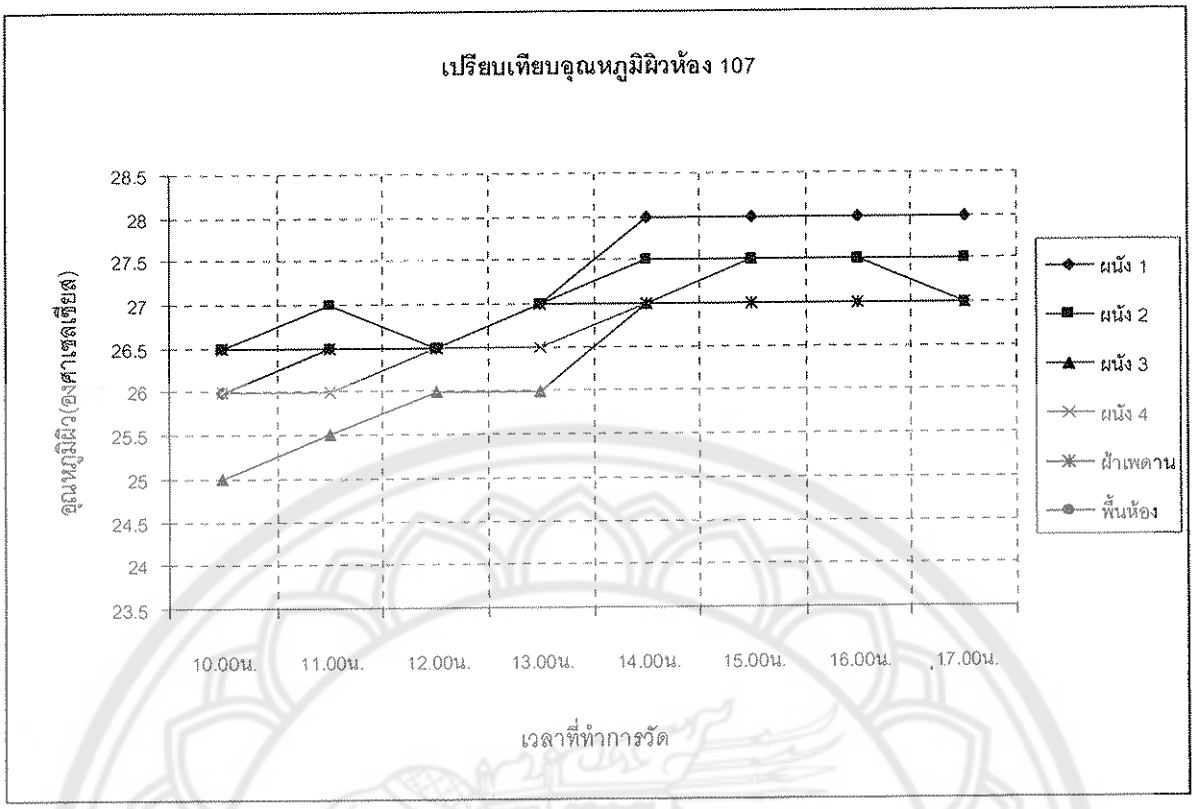


ภาพที่ 3-16 แสดงการสำรวจห้องพักและตำแหน่งต่าง ๆที่ทำการวิเคราะห์ ห้อง 107

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิผิวผนัง ห้อง 107**

ผนังที่ 1 ผนังบริเวณด้านหน้าของห้อง มีอุณหภูมิผิวผนังสูงที่สุดคือ 28 องศาเซลเซียส ณ เวลา 14.00 – 17.00 น. เนื่องจากผนังอยู่ทางด้านฝั่งตะวันตกและอยู่ติดกับส่วนของพื้นที่เปิดโล่งตรงกลางอาคารซึ่งมีแสงแดดส่องลงมาถึงบริเวณผนังดังกล่าว จึงทำให้ความร้อนจากแสงแดด แผ่เข้ามายังผนัง 1 ของห้องนี้

ผนังที่ 3 มีอุณหภูมิผิวผนังต่ำที่สุดคือ 25 องศาเซลเซียส ณ เวลา 10.00 น. เนื่องจาก ส่วนระเบียงของห้อง 107 อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ถูกความร้อนจากแสงแดดในปริมาณที่น้อยมาก ประกอบกับหลังระเบียงห้องปลูกต้นไม้เป็นจำนวนมากจึงส่งผลทำให้บริเวณผนังที่ 3 มีอุณหภูมิต่ำที่สุด



แผนภูมิที่ 3-7 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 107

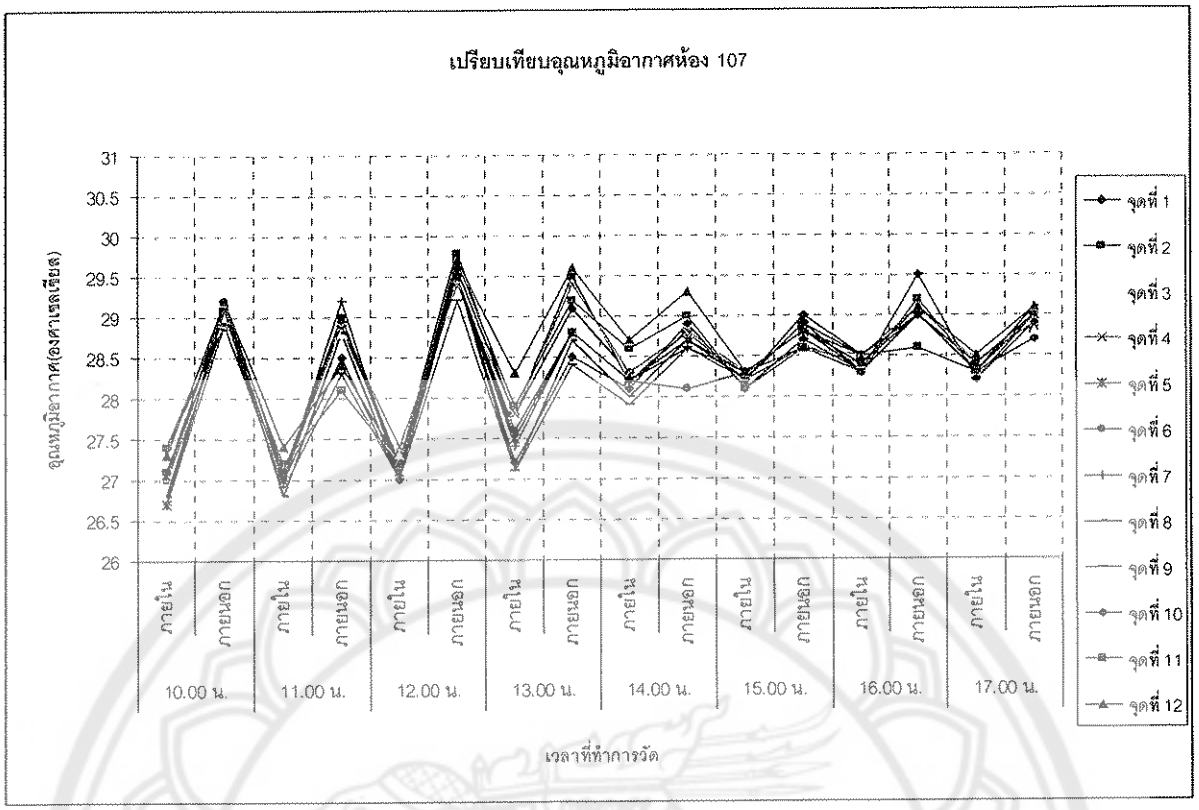
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

แนวทางแก้ไขปัญหา : ติดตั้งแผงกันแดดแนวนอนตรงส่วนด้านบนของโถงทางเดิน เพื่อช่วยลดการส่องเข้ามาถึงของแสงแดดและลดการแผ่รังสีความร้อน และปลูกต้นไม้กระถางไว้ใกล้กับระเบียงฝั่งด้านนอก เพื่อช่วยเพิ่มความเย็นให้กับบริเวณโถงทางเดินและลดการสะท้อนของแสงเข้ามาภายในอาคารอีกด้วย

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิอากาศ ห้อง 107**

ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ได้แก่ จุดที่ 12 คือบริเวณโถงด้านหน้าบันไดและลิฟท์ มีค่า 28.7 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาประมาณ 14.00 น.

ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศได้แก่จุดที่ 7 บริเวณห้องนอนใหญ่ มีค่า 26.7 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 10.00 น. ค่าสูงสุดของอุณหภูมิอากาศของห้องส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลา 14.00 น. และค่าสูงสุดของห้องนี้ได้แก่ จุดที่ 12 เวลา 14.00 น. เนื่องจากอุณหภูมิอากาศเกิดจากอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์เป็นหลัก และบริเวณโถงด้านหน้าเป็นพื้นที่เปิดโล่ง สามารถรับแสงแดดจากดวงอาทิตย์โดยตรงกว่าบริเวณอื่นๆ



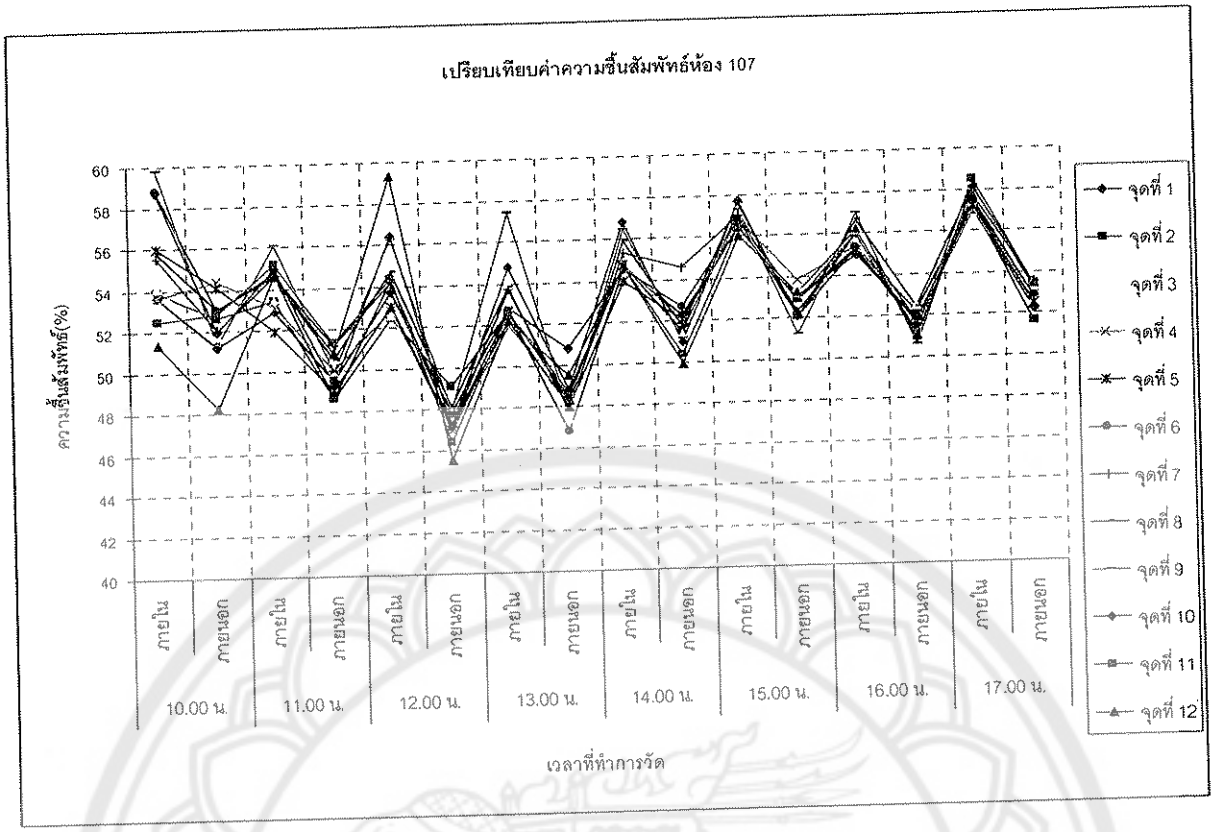
แผนภูมิที่ 3-8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 107

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

ติดตั้งแผงกันแดดแนวนอนตรงส่วนด้านบนของโถงทางเดิน เพื่อช่วยลดการส่องเข้ามาของแสงอาทิตย์ ซึ่งช่วยทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องพักลดลงได้ ประกอบกับการปลูกต้นไม้ ช่วยเพิ่มความชื้นให้แก่บริเวณดังกล่าว จะสามารถช่วยให้อุณหภูมิอากาศภายในลดลงได้อีกทางหนึ่ง

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ ห้อง 107**

ส่วนที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุดคือ จุดที่ 9 ห้องนอนเล็ก มีค่าเท่ากับ 59.8% เวลา 10.00 น. เพราะการที่มีช่องเปิดเพื่อรับลมธรรมชาติน้อยเกินไป ทางเข้าและทางออกของลมอยู่ตรงกันโดยไม่ตรงกับบริเวณที่มีการใช้งาน(เตียงนอน) จึงทำให้ลมที่พัดเข้ามาไม่ผ่านบริเวณดังกล่าว ทำให้เกิดความอับชื้น และไม่มีการระบายอากาศที่ดี รวมกับตำแหน่งของห้องที่อยู่ชั้น 1 ใกล้พื้นดินและตัวห้องยังอยู่ติดกับต้นไม้ภายนอกอาคารตรงส่วนหน้าต่างห้อง จึงทำให้แสงแดดส่องไม่ค่อยถึงและลมพัดผ่านไม่ถึง



แผนภูมิที่ 3-9 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 107

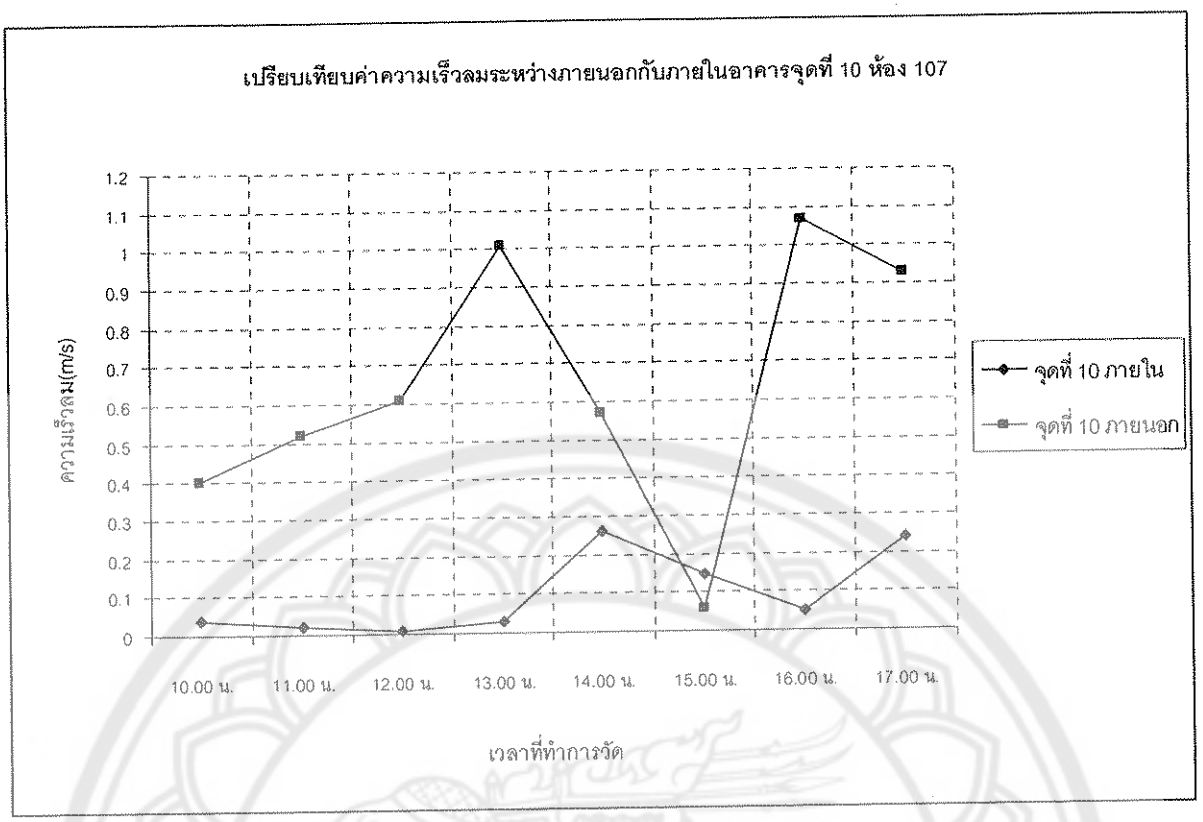
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

เพิ่มความเร็วลมเข้ามาช่วยในการระบายอากาศ ทำให้ห้องพักอยู่สบายขึ้น โดยการเปิดช่องเปิดให้มากขึ้น เช่น เปิดให้ถึงพื้น หรือเปิดบริเวณเหนือประตูหน้าต่างเดิม เพื่อให้ลมพัดผ่านได้มากขึ้น รวมทั้งใช้เครื่องกลเข้ามาช่วยอีกทางหนึ่ง เช่น พัดลม เพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ตรงจุด คือบริเวณที่มีการใช้งาน (เตียงนอน)

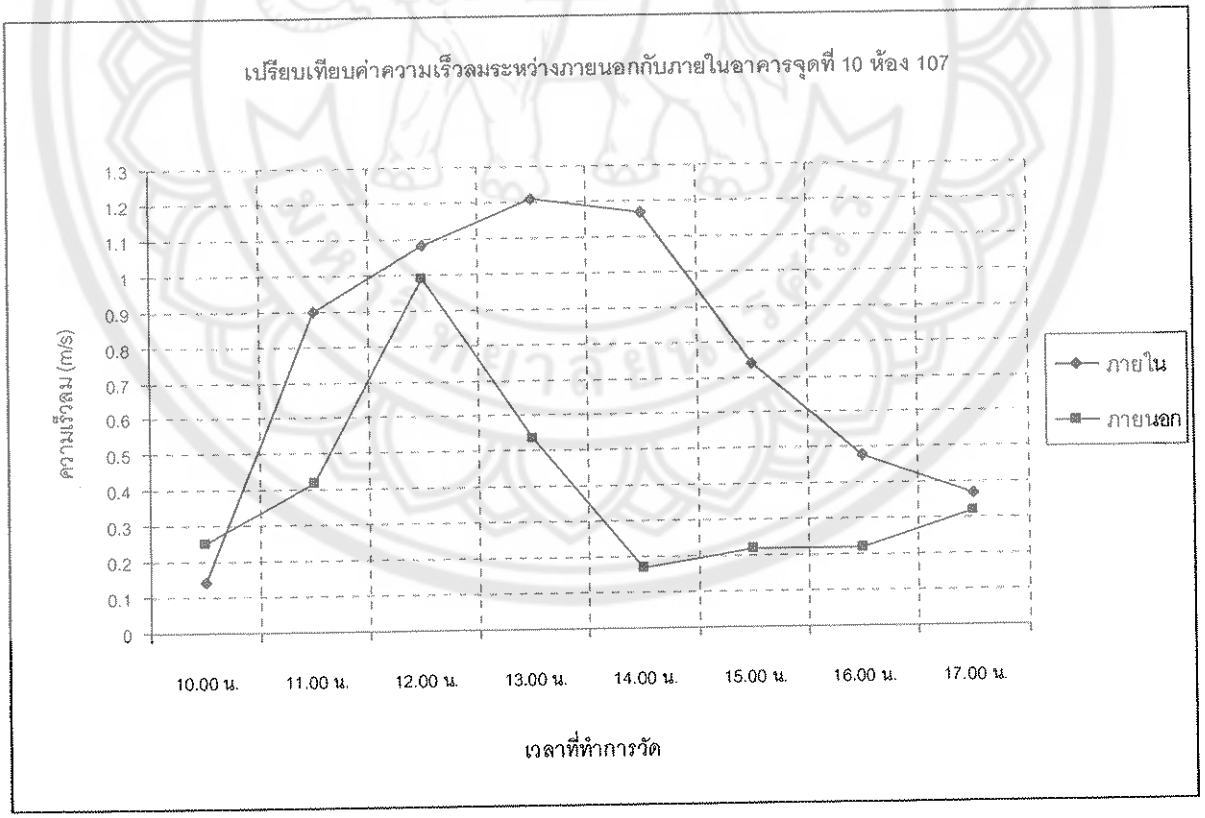
- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความเร็วลม ห้อง 107**

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 10 คือ บริเวณห้องน้ำหลักมีค่าเท่ากับ 0.01 เมตร/วินาทีในช่วงเวลา 12.00น. – 13.00 น. โดยคิดเป็น 1.64 % ของลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในห้องพัก เนื่องจากเป็นห้องที่มีช่องเปิดน้อยมาก ทางเข้าของลมคือประตูห้อง และทางออกของลมมีเพียงบานเกล็ดขนาดเล็กด้านบน จึงทำให้การพัดผ่านของลมไม่สะดวก

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมมากที่สุด ได้แก่ จุดที่ 3 คือ บริเวณพื้นที่รับประทานอาหาร เท่ากับ 1.21 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 13.00 น. เนื่องจากเป็นพื้นที่โล่งติดต่อกันกับพื้นที่รับแขกโดยไม่มีผนังกั้น และมีช่องเปิดขนาดค่อนข้างใหญ่ทั้งด้านหน้าห้องพัก (ติดกับทางเดินหน้าห้อง) และด้านหลังห้องที่เชื่อมต่อกับระเบียง จึงทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีการระบายอากาศที่ดี



แผนภูมิที่ 3-10 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดที่ 10 ภายในห้อง 107



แผนภูมิที่ 3-11 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดที่ 3 ภายในห้อง 107

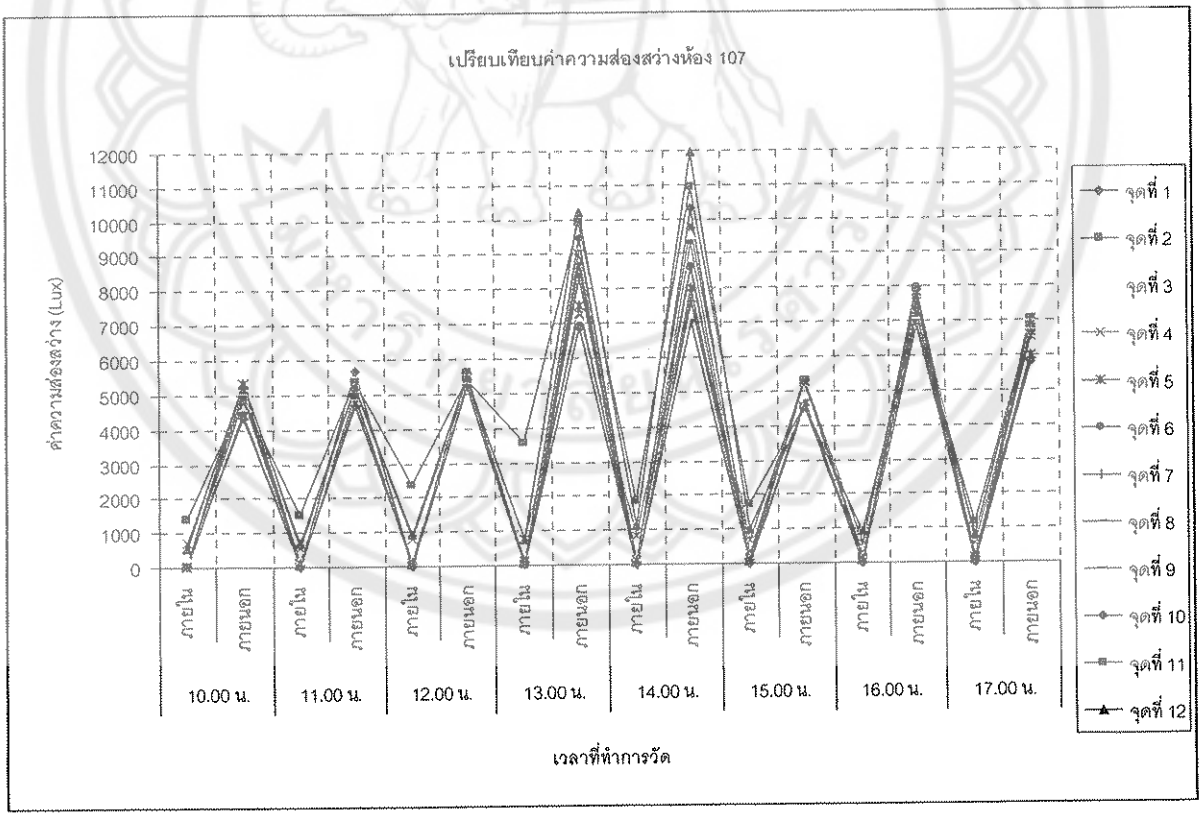
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

เพิ่มช่องเปิดบานเกล็ดเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้า เพื่อเป็นการเหนี่ยวนำให้ลมเข้ามาภายในส่วนของห้องน้ำหลักมากขึ้น

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องค่าความส่องสว่าง ห้อง 107**

ตำแหน่งที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด ณ จุดที่ 11 บริเวณทางเดินด้านหน้าห้อง มีค่าเท่ากับ 3597 Lux เวลา 13.00 น. ซึ่งแต่เดิม บริเวณนี้มีเพียงรางกันตก ไม่มีแผงกันแดดหรือต้นไม้ปลูกเพื่อบังแสงแดดด้านนอก จึงทำให้แสงเข้ามาได้โดยตรง

ภายในห้องพักจุดที่มีความส่องสว่างน้อยที่สุดคือ จุด 9 และ 10 มีค่าเท่ากับ 7 Lux ช่วงเวลา 11.00 – 16.00 น. ซึ่งไม่เพียงพอต่อการใช้งาน คือบริเวณ ห้องนอนเล็ก และ ห้องน้ำหลัก เนื่องจากห้องน้ำหลักนี้อยู่ในตำแหน่งติดกับทางเดินด้านนอก และด้านในติดอยู่กับทางเดินภายใน จึงทำให้ไม่สามารถเปิดช่องแสงได้มากนัก ค่าความส่องสว่างจึงน้อยกว่าความต้องการในการใช้งาน ทำให้ต้องเปิดไฟตลอดเวลาที่มีการใช้งาน ส่วนห้องนอนเล็ก เป็นห้องที่มีหน้าต่างบานเลื่อนเพียงจุดเดียวบริเวณด้านหลัง จึงทำให้มีความส่องสว่างน้อยเมื่อเทียบกับส่วนต่างๆ ภายในห้องพัก



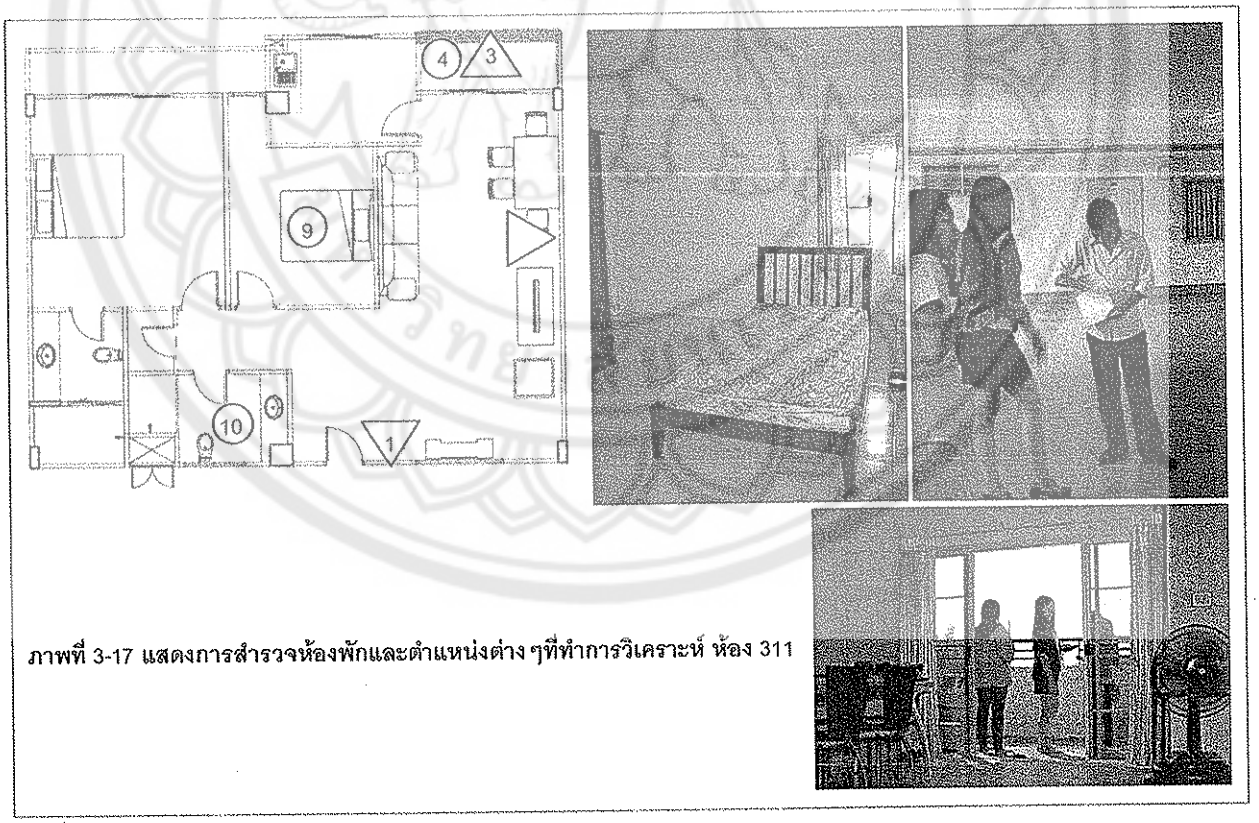
แผนภูมิที่ 3-12 แสดงการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 107

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด : ควรติดแผงกันแดดแนวตั้งผสมแนวนอน โดยการวางไม้ระแนงแบบเฉียงลง 45 องศาเพื่อให้ทำมุมกับแสงแดด และลดปริมาณแสงแดดที่ส่องเข้ามาถึงภายในห้องได้ส่วนหนึ่ง รวมทั้งลดปริมาณแสงบาดตาอีกด้วย ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ ปลูกไม้ยืนต้นที่มีพุ่มใบสูงภายนอกอาคารเพื่อช่วยในการสะท้อนแสงแดด และลดความเข้มของแสงที่จะส่องลงมาสู่ด้านล่างให้น้อยลง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด : เพิ่มขนาดและจำนวนหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้า เพื่อช่วยให้แสงสว่างภายในห้องน้ำหลักเพิ่มมากขึ้น และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศอีกด้วย และในส่วนของห้องนอนเล็กควรมีการเจาะช่องแสงบริเวณด้านบนเหนือศีรษะเพิ่มทั้งบริเวณผนังด้านหลังห้องและเหนือประตูด้านในห้องที่ติดกับโถงทางเดิน เพื่อให้แสงจากภายนอกและจากทางเดินภายในห้อง ส่องเข้ามาช่วยให้ภายในห้องนอนเล็กมีค่าความส่องสว่างเพิ่มมากขึ้นและเหมาะสมกับการใช้งาน

ห้อง 311

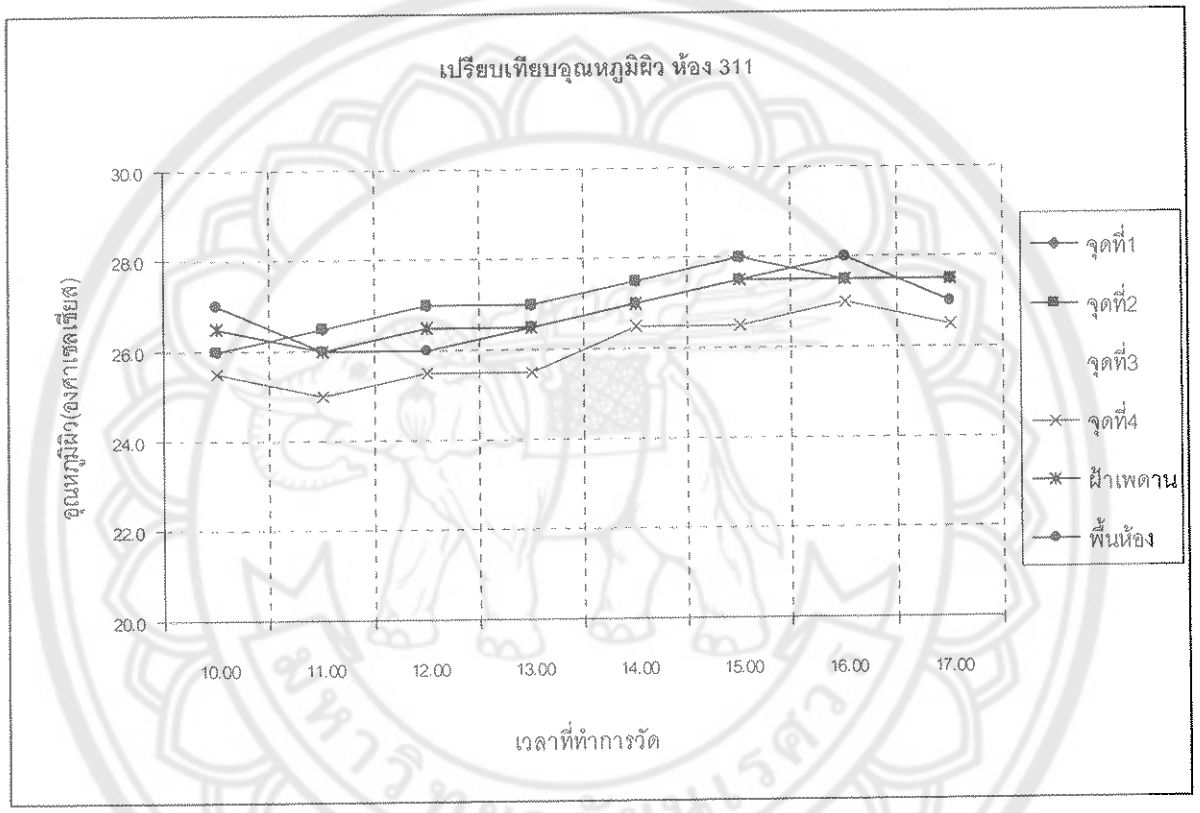


ภาพที่ 3-17 แสดงการสำรวจห้องพักและตำแหน่งต่าง ๆที่ทำการวิเคราะห์ ห้อง 311

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิผิวผนัง ห้อง** 311

ผนังที่ 1 **และ** 2 ผนังบริเวณด้านหน้าของห้อง มีอุณหภูมิผิวผนังสูงที่สุดคือ 28 องศาเซลเซียส ณ เวลา 15.00 น. เนื่องจากผนังอยู่ทางด้านฝั่งตะวันตกเฉียงใต้และอยู่ติดกับส่วนของพื้นที่เปิดโล่งตรงกลางอาคารซึ่งมีแสงแดดส่องลงมาถึงบริเวณผนังดังกล่าว จึงทำให้ความร้อนจากแสงแดด แผ่เข้ามายังผนัง 1 ของห้องนี้

ผนังที่ 3 มีอุณหภูมิผิวผนังต่ำที่สุดคือ 24.5 องศาเซลเซียส ณ เวลา 10.00 น. เนื่องจาก ส่วนระเบียงของห้อง 311 อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ถูกความร้อนจากแสงแดดในปริมาณที่น้อยมาก



แผนภูมิที่ 3-13 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังในจุดต่างๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 311

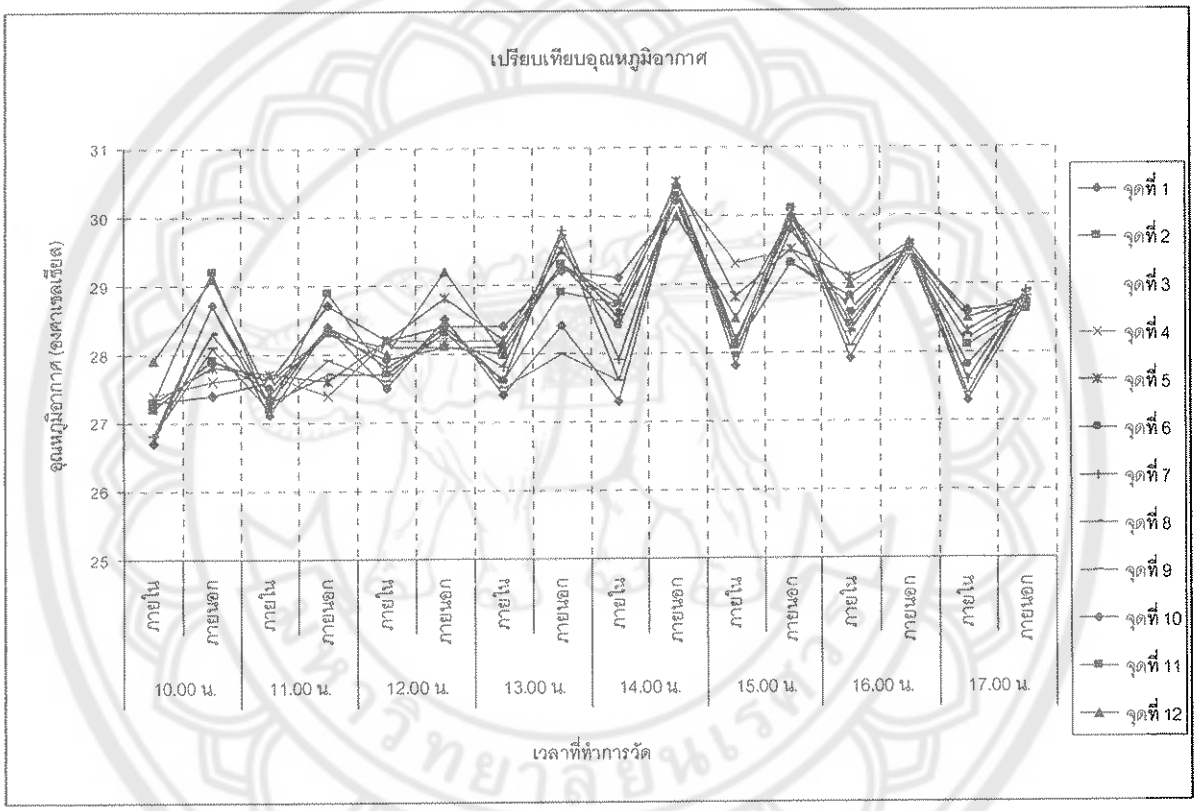
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

ติดตั้งแผงกันแดดแนวนอนตรงส่วนด้านบนของโถงทางเดิน เพื่อช่วยลดการส่องเข้ามาถึงของแสงแดดและลดการแผ่รังสีความร้อน

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิอากาศ ห้อง 311**

ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ได้แก่ จุดที่ 4 คือบริเวณระเบียงหลังห้องพัก มีค่า 29.3 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาประมาณ 15.00 น. เนื่องจากห้องดังกล่าวอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นพื้นที่ที่ไม่มีผนังกั้นทำให้แสงแดดสามารถส่องผ่านเข้ามาได้โดยตรงและเกิดการสะสมความร้อน ทำให้อุณหภูมิในบริเวณนี้สูงที่สุดในช่วงบ่าย

ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศได้แก่จุดที่ 10 บริเวณห้องน้ำหลัก มีค่า 26.7 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 10.00 น. เนื่องจากภายในห้องน้ำหลักนั้นไม่โดนแสงแดดโดยตรงและยังมีความชื้นจากน้ำและการใช้งานต่างๆ ภายในห้อง มีส่วนทำให้อุณภูมิอากาศต่ำลงได้



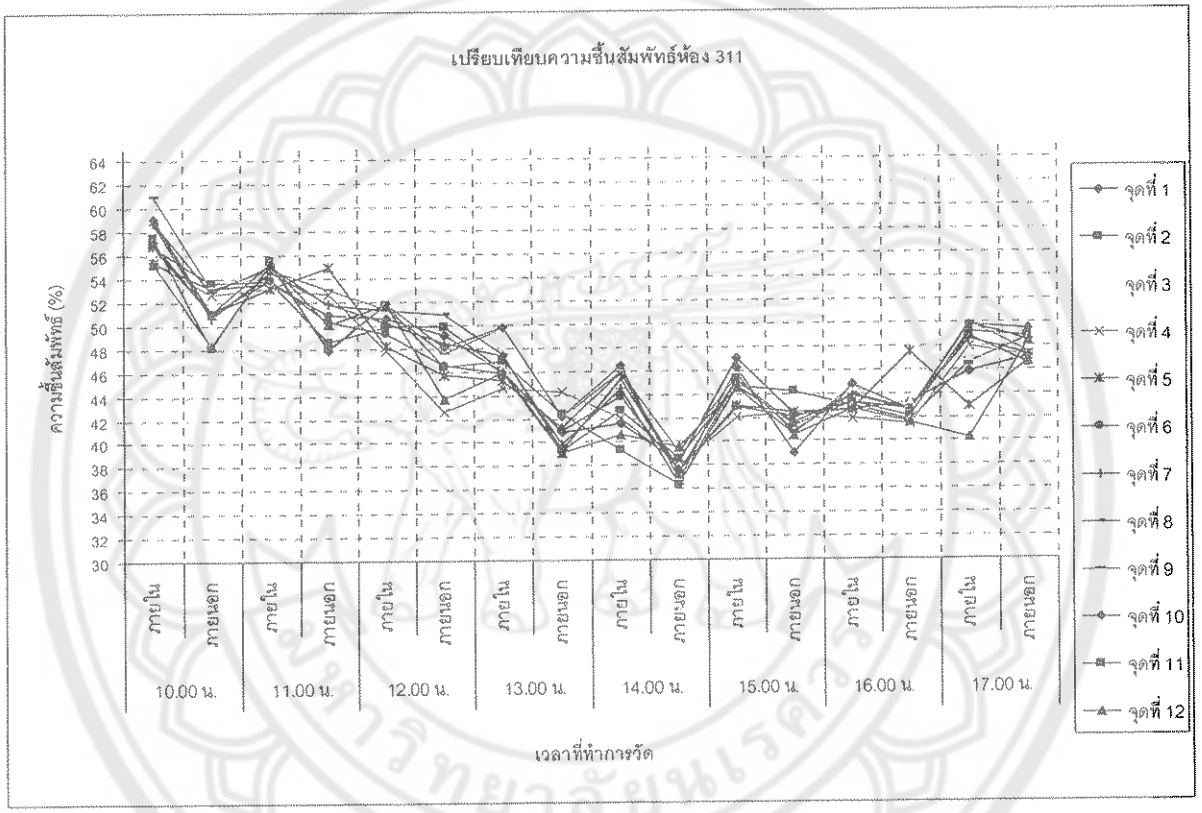
แผนภูมิที่ 3-14 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 311

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

บริเวณระเบียงมีอุณหภูมิผิวผนัง และอุณหภูมิอากาศสูงที่สุด จึงมีการแก้ไขปรับปรุงโดยติดตั้งแผงกันแดด ทั้งแนวตั้งและแนวนอนผสมกันในบริเวณดังกล่าว เนื่องจากระเบียงและตัวห้องพักอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ประกอบกับการปลูกต้นไม้ในบริเวณด้านหลังห้องพัก จะเป็นการช่วยให้เกิดการสะท้อนและลดความเข้มของแสงอาทิตย์ลง ซึ่งจะช่วยให้อุณหภูมิอากาศภายในห้อง 103 ลดลง

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ ห้อง 311**

ส่วนที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุดคือ จุดที่ 9 ห้องนอนเล็ก มีค่าเท่ากับ 60 % เวลา 10.00 น. เพราะการที่มีช่องเปิดเพื่อรับลมธรรมชาตินั้นน้อยเกินไป ทางเข้าและทางออกของลมอยู่ตรงกันโดยไม่ตรงกับบริเวณที่มีการใช้งาน(เตียงนอน) จึงทำให้ลมที่พัดเข้ามาไม่ผ่านบริเวณดังกล่าว ทำให้เกิดความอับชื้น และไม่มีการระบายอากาศที่ดี รวมกับตำแหน่งของห้องที่อยู่ชั้น 1 ใกล้พื้นดินและตัวห้องยังอยู่ติดกับต้นไม้ภายนอกอาคารตรงส่วนหน้าต่างห้อง จึงทำให้แสงแดดส่องไม่ค่อยถึงและลมพัดผ่านไม่ถึง



แผนภูมิที่ 3-15 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 311

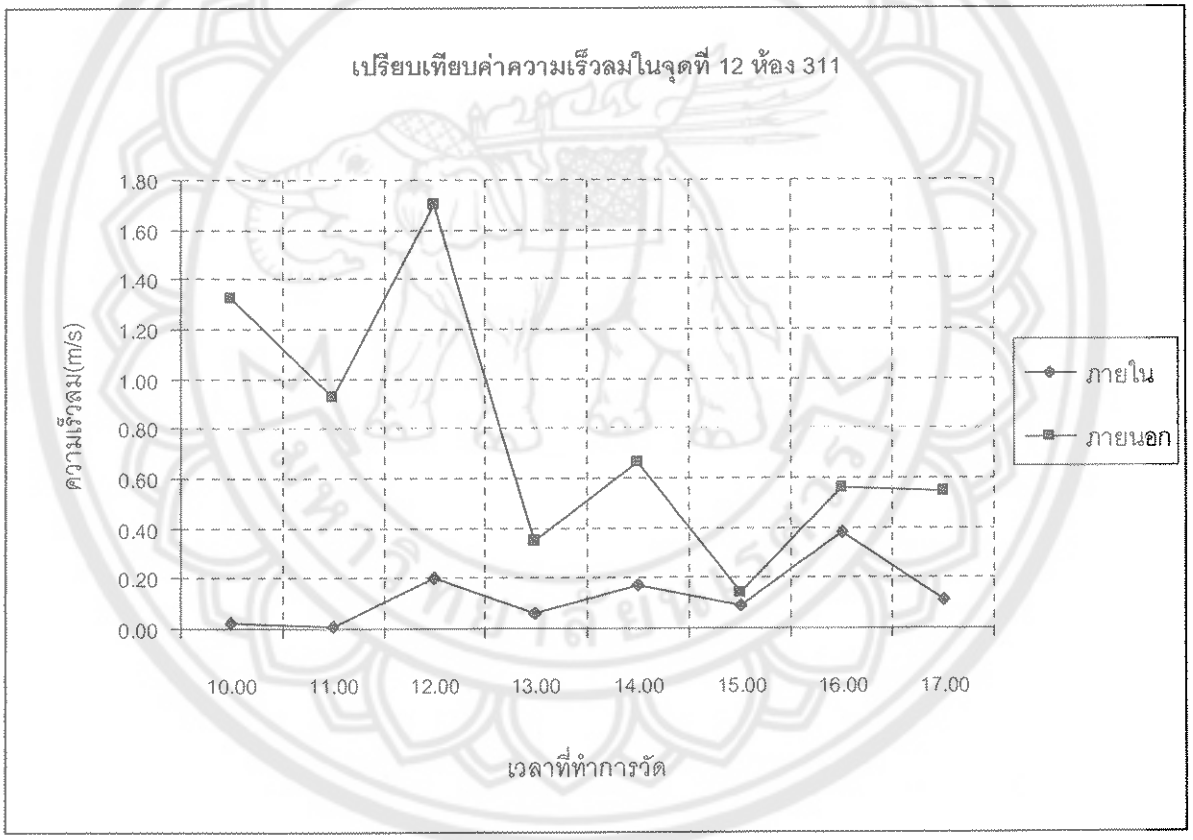
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

เพิ่มความเร็วลมเข้ามาช่วยในการระบายอากาศ ทำให้ห้องพักอยู่สบายขึ้น โดยการเปิดช่องเปิดให้มากขึ้น เช่น เปิดให้ถึงพื้น หรือเปิดบริเวณเหนือประตูหน้าต่างเดิม เพื่อให้ลมพัดผ่านได้มากขึ้น รวมทั้งใช้เครื่องกลเข้ามาช่วยอีกทางหนึ่ง เช่น พัดลม เพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ตรงจุด คือบริเวณที่มีการใช้งาน (เตียงนอน)

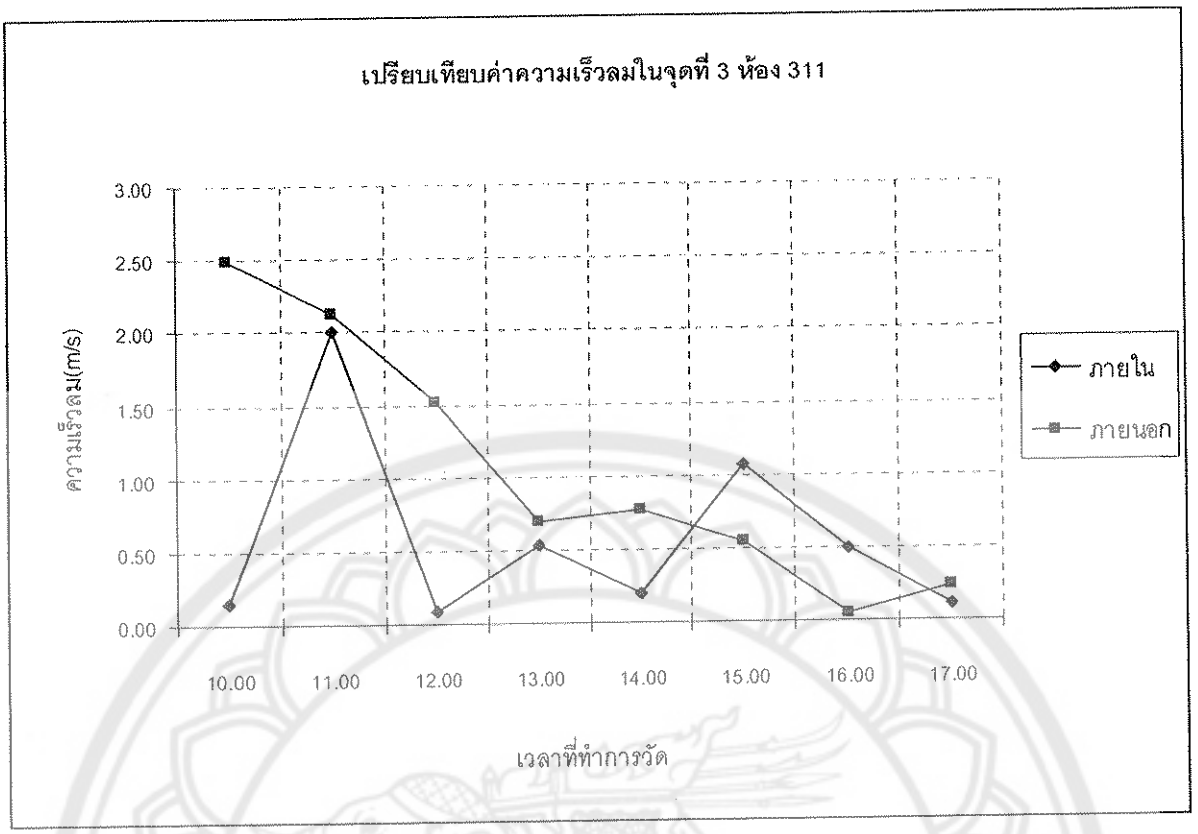
- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความเร็วลม ห้อง 311**

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 12 คือ บริเวณโถงบันไดภายนอกห้องพัก มีค่าเท่ากับ 0.01 เมตร/วินาทีในช่วงเวลา 11.00 น. โดยคิดเป็น 1.08 % ของลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในห้องพักบริเวณดังกล่าวไม่มีผนังกั้นแต่สองด้านเป็นห้องพัก และอีกสองด้านเป็นบันไดกลางและเป็นลิฟท์ของอาคาร จึงทำให้มีบางช่วงเวลาที่ลมภายนอกพัดซึ่งไม่แรงมากนักไม่สามารถพัดเข้ามาสู่บริเวณดังกล่าวได้มากนัก

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมมากที่สุด ได้แก่ จุดที่ 3 คือ บริเวณพื้นที่รับประทานอาหาร เท่ากับ 2 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 11.00 น. เนื่องจากเป็นพื้นที่โล่งติดต่อกันกับพื้นที่รับแขกโดยไม่มีผนังกั้น และมีช่องเปิดขนาดค่อนข้างใหญ่ทั้งด้านหน้าห้องพัก (ติดกับทางเดินหน้าห้อง) และด้านหลังห้องที่เชื่อมต่อกับระเบียง จึงทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีการระบายอากาศที่ดี



แผนภูมิที่ 3-16 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดที่ 12 ภายในห้อง 311

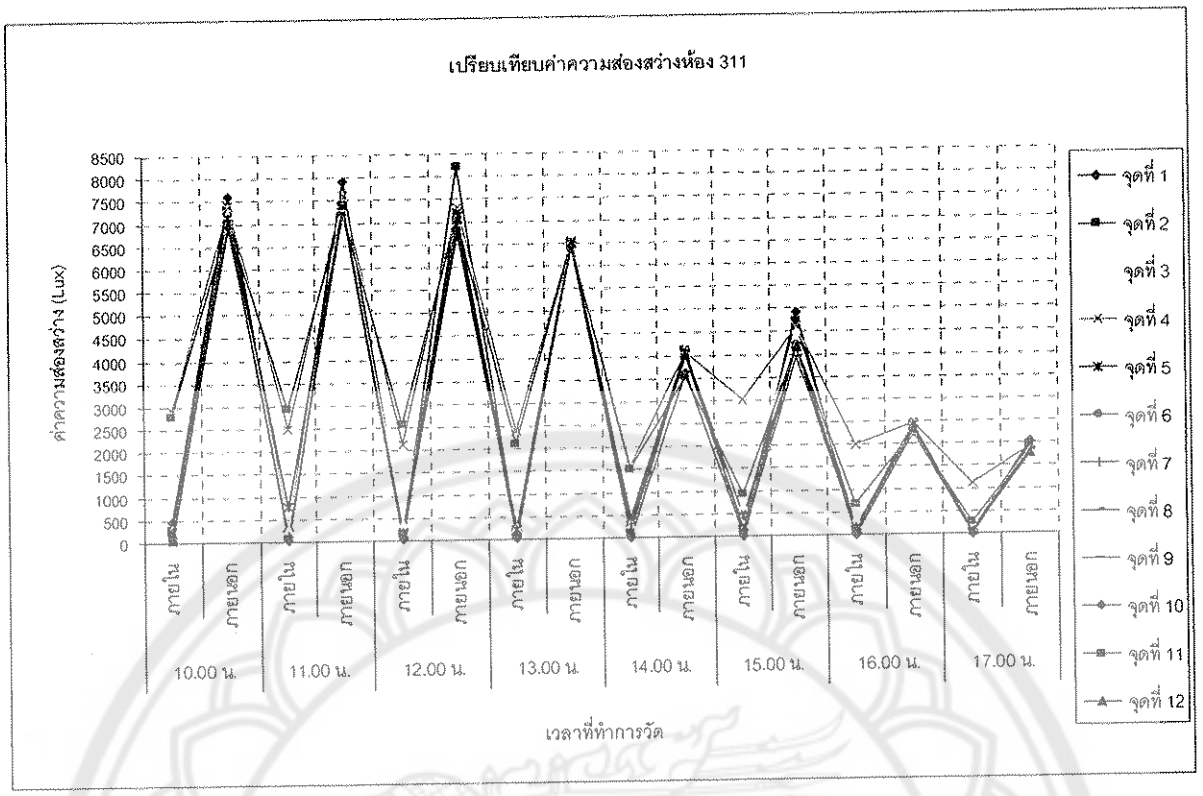


แผนภูมิที่ 3-17 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดที่ 3 ภายในห้อง 311

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องค่าความส่องสว่าง ห้อง 311**

ตำแหน่งที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด ณ จุดที่ 4 บริเวณระเบียงด้านหลังห้อง มีค่าเท่ากับ 2983 Lux เวลา 15.00 น. ซึ่งแต่เดิม บริเวณนี้มีเพียงราวกันตก ไม่มีแผงกันแดดหรือต้นไม้ปลูกเพื่อบังแสงแดดด้านนอก จึงทำให้แสงเข้ามาได้โดยตรง

ภายในห้องพักจุดที่มีความส่องสว่างน้อยที่สุดคือ จุดที่ 10 มีค่าเท่ากับ 2 Lux ช่วงเวลา 17.00 น. คือบริเวณห้องน้ำหลัก เนื่องจากห้องน้ำหลักนี้อยู่ในตำแหน่งติดกับทางเดินด้านนอก และด้านในติดอยู่กับทางเดินภายใน จึงทำให้ไม่สามารถเปิดช่องแสงได้มากนัก ค่าความส่องสว่างจึงน้อยกว่าความต้องการในการใช้งาน ทำให้ต้องเปิดไฟตลอดเวลาที่มีการใช้งาน



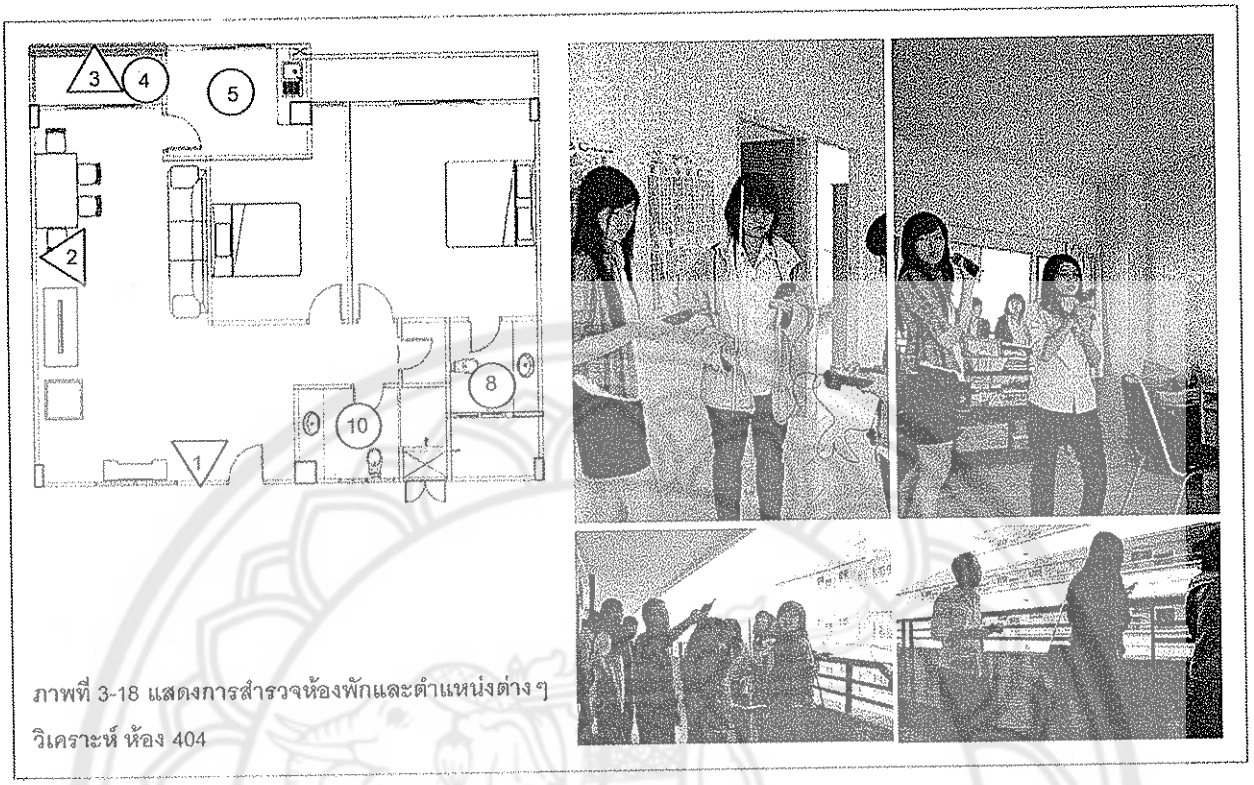
แผนภูมิที่ 3-18 แสดงการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 311

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด : ควรติดแผงกันแดดแนวตั้งและแนวนอนผสมกัน โดยการวางไม้ระแนงแบบเฉียงลง 45 องศาเพื่อให้ทำมุมกับแสงแดด และลดปริมาณแสงแดดที่ส่องเข้ามาถึงภายในห้องได้ส่วนหนึ่งรวมทั้งลดปริมาณแสงบาดตาอีกด้วย ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ ปลูกไม้กระถางหรือไม้เลื้อยเพื่อช่วยในการสะท้อนแสงแดดและลดความเข้มของแสงที่จะส่องลงมาสู่ด้านล่างให้น้อยลง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด : เพิ่มขนาดและจำนวนหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้า เพื่อช่วยให้แสงสว่างภายในห้องน้ำหลักเพิ่มมากขึ้น และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศอีกด้วย

ห้อง 404

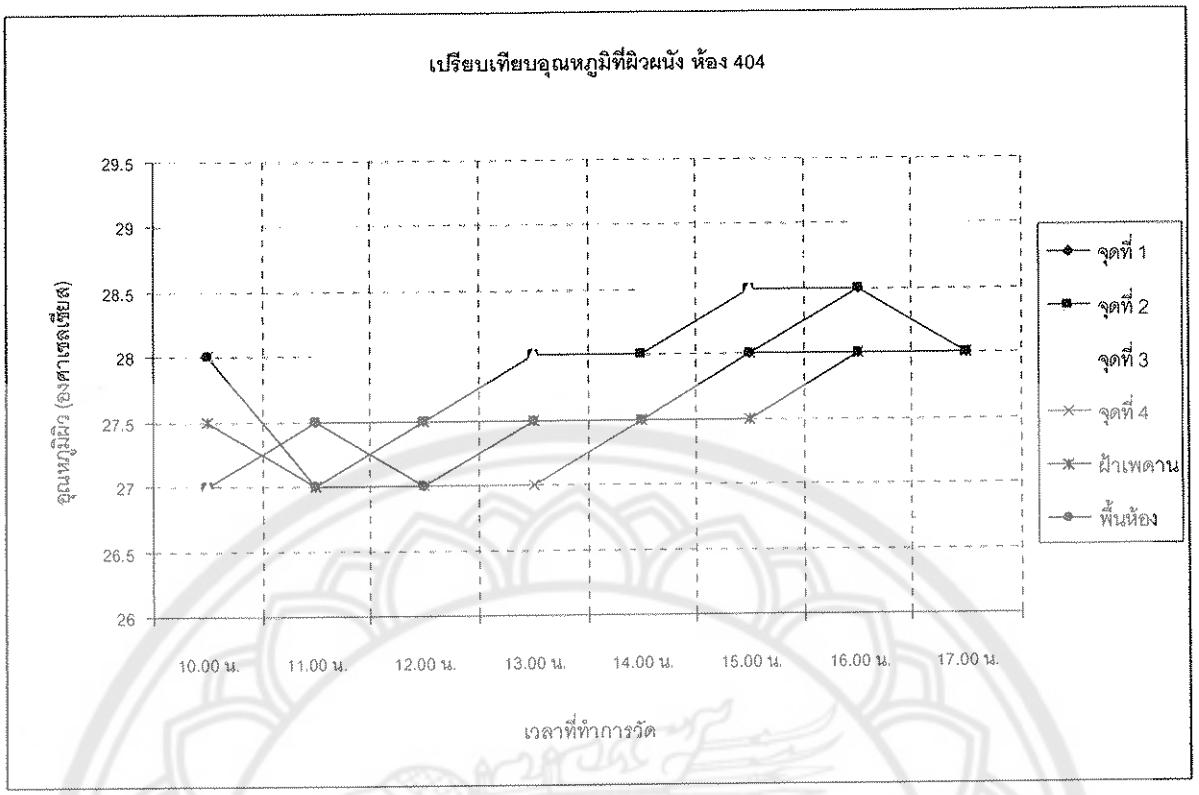


ภาพที่ 3-18 แสดงการสำรวจห้องพักและตำแหน่งต่างๆ วิเคราะห์ ห้อง 404

- การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิผิวผนัง ห้อง 404

ผนังที่ 3 ผนังบริเวณด้านระเบียงของห้อง มีอุณหภูมิผิวผนังสูงที่สุดคือ 29 องศาเซลเซียส ณ เวลา 16.00 - 17.00 น. เนื่องจากเป็นจุดที่ผนังรับแดดตลอดทั้งวัน เพราะอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในช่วงเวลาเช้า และบ่าย รวมทั้งอุณหภูมิที่ผิวพื้นบริเวณห้องรับแขกก็สูงในเกือบทุกช่วงเวลา เนื่องจากเป็นห้องที่ได้รับแสงแดดสะสมตลอดทั้งวัน และแดดส่องถึงมากกว่าส่วนอื่นๆของห้องพัก

ผนังและพื้นในจุดอื่นๆ มีอุณหภูมิผิวผนังต่ำในช่วงเช้าและสายและจะเริ่มสูงขึ้นในช่วงบ่ายถึงเย็น เนื่องจากมีการสะสมความร้อน



แผนภูมิที่ 3-19 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนัง ในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 404

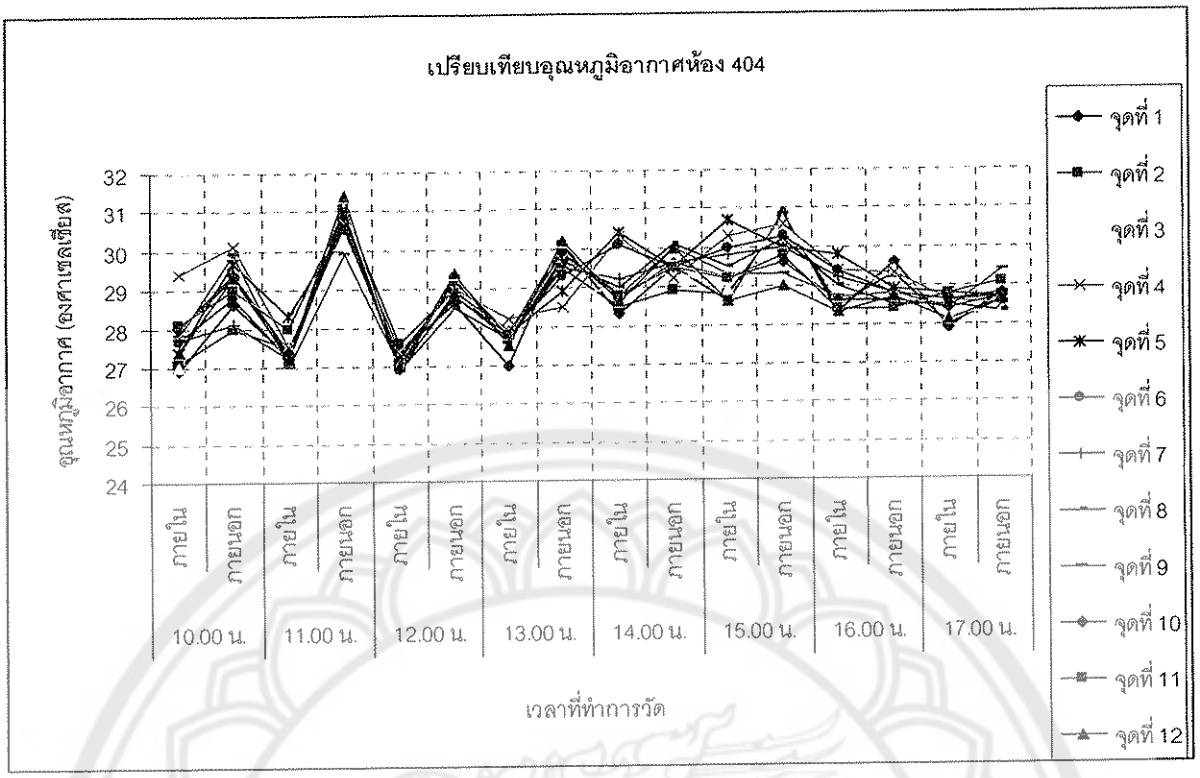
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

ควรมีแผงกันแดด เพื่อช่วยในการป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาสู่ภายในห้อง จากการวิเคราะห์ตัวอาคารเดิมและทิศทางของการวางตัวอาคารแล้ว แผงกันแดดแบบระแนงแนวนอนมีความเหมาะสมกับอาคารกรณีศึกษา เพราะนอกจากจะช่วยลดและป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารแล้วตัวระแนงยังสามารถระบายอากาศได้อีกด้วย พร้อมทั้ง ปลูกไม้เลื้อยเพื่อลดความเข้มของแสงลงและเพิ่มความสดชื่นให้กับผู้พักอาศัย ในส่วนของระเบียงห้องพัก

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิอากาศ ห้อง 404**

ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ได้แก่ จุดที่ 5 คือบริเวณห้องครัว มีค่า 30.7 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาประมาณ 15.00 น. เนื่องจากห้องดังกล่าวอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ จึงทำให้แสงแดดส่องลงมาในบริเวณดังกล่าวตั้งแต่ช่วงเวลาบ่ายและเกิดการสะสมความร้อนไปจนถึงช่วงเวลาเย็น ทำให้อุณหภูมิในบริเวณนี้สูงที่สุด

ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศได้แก่ จุดที่ 1 บริเวณห้องรับแขก มีค่า 26.9 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 10.00 น. จุดที่ 6 บริเวณโถงทางเดิน จุดที่ 7 บริเวณห้องนอนใหญ่ และจุดที่ 8 ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ ห้องรับแขก มีค่า 26.9 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 12.00 น. เนื่องจากในพื้นที่ทั้งหมดดังกล่าวอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นทิศที่แสงแดดมีปริมาณน้อยที่สุดทำให้การสะสมความร้อนมีน้อยมาก



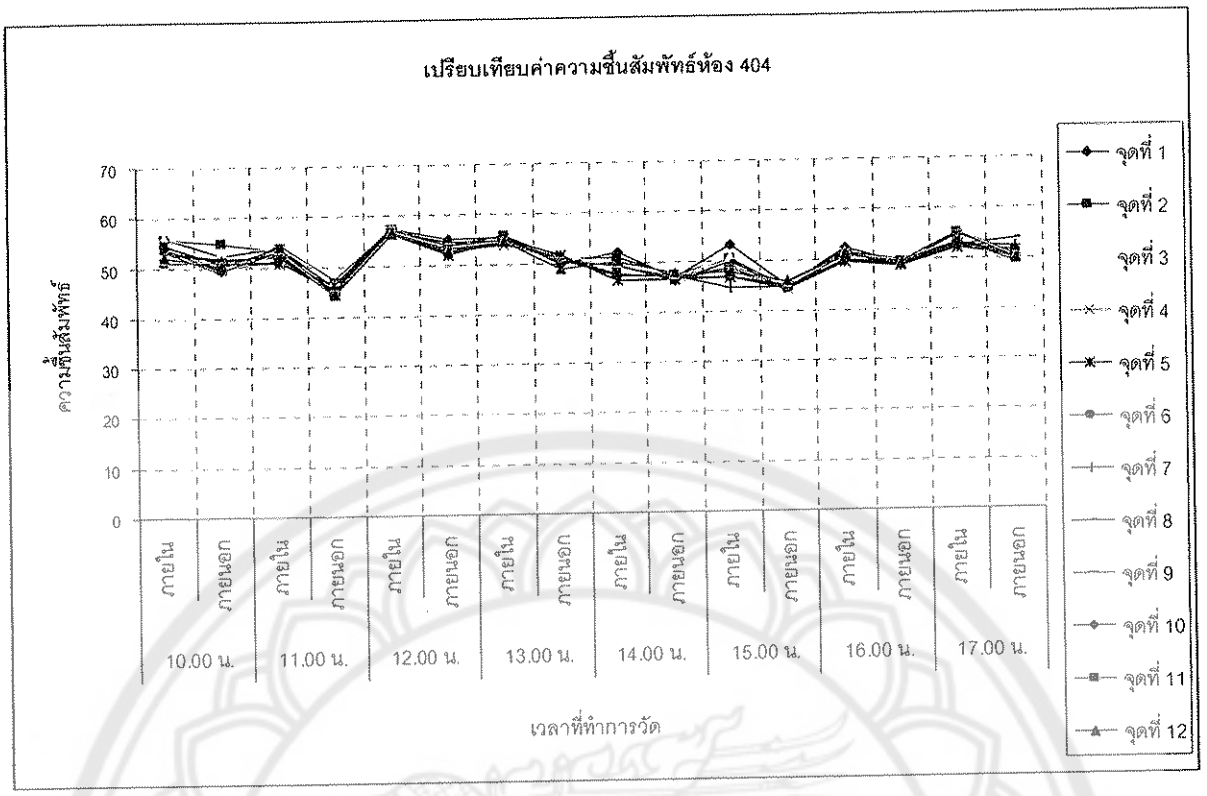
แผนภูมิที่ 3-20 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 404

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

ควรแก้ปัญหาอาคารด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ อาทิ การติดแผงกันแดดบริเวณระเบียง ส่วนผนังด้านทิศตะวันตก ควรมีการใส่ฉนวนกันความร้อนที่ผนังเพิ่มเติมและใช้ผนังเบา เพื่อช่วยป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาสู่ภายในห้องพักและลดการสะสมความร้อน

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ ห้อง 404**

ส่วนที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุดคือ จุดที่ 8 ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าเท่ากับ 57.7% เวลา 12.00 น. เพราะมีความชื้นจากน้ำ และการที่มีช่องเปิดเพื่อรับลมธรรมชาติน้อยเกินไป ทำให้การระบายอากาศไม่ดี รวมกับตำแหน่งของห้องน้ำดังกล่าวในเวลาเที่ยง แสงแดดส่องไม่ค่อยถึงความชื้นสัมพัทธ์จึงสูง



แผนภูมิที่ 3-21 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์กาศในจุดต่างๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 404

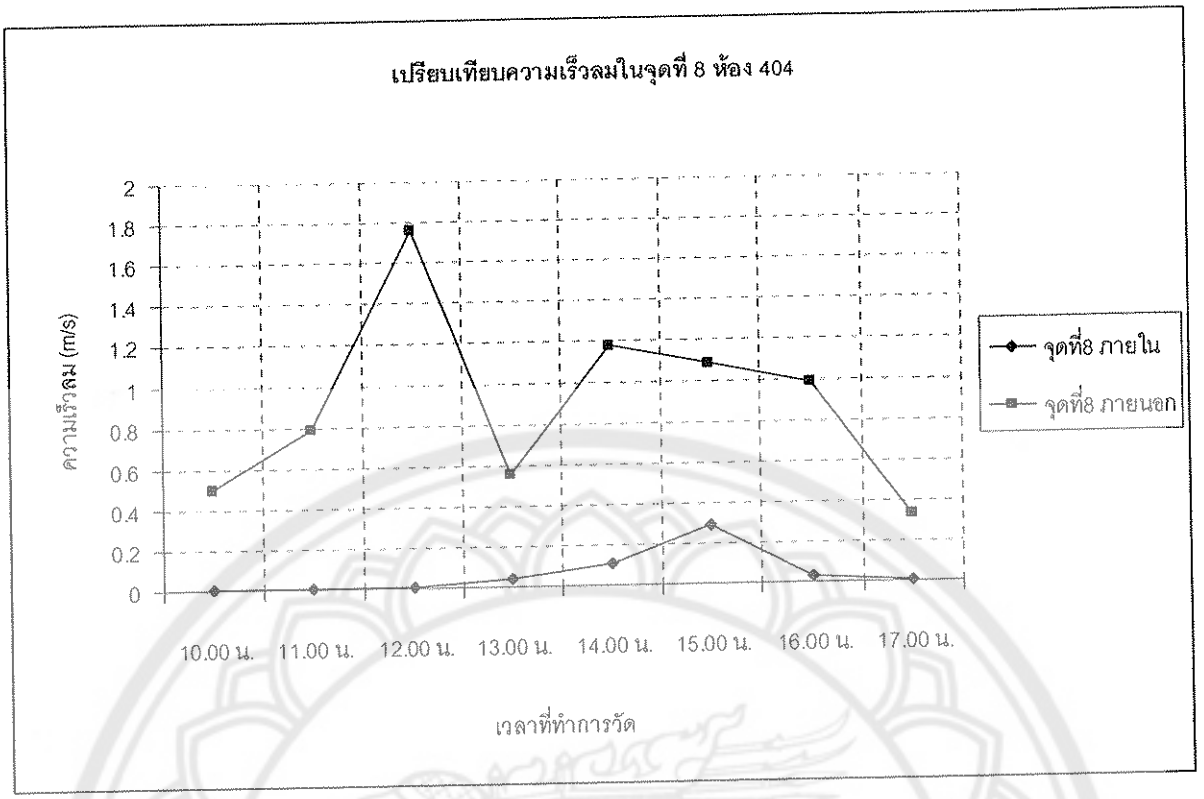
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

เพิ่มความเร็วลมเข้ามาช่วยในการระบายอากาศให้มากขึ้น รวมทั้งรับแสงแดดเข้ามาภายในห้องน้ำให้มากขึ้น เพื่อช่วยในการลดความชื้นและเพิ่มแสงสว่างให้เพียงพอต่อการใช้งานและช่วยฆ่าเชื้อโรคได้อีกด้วย โดยการเพิ่มช่องเปิดในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง

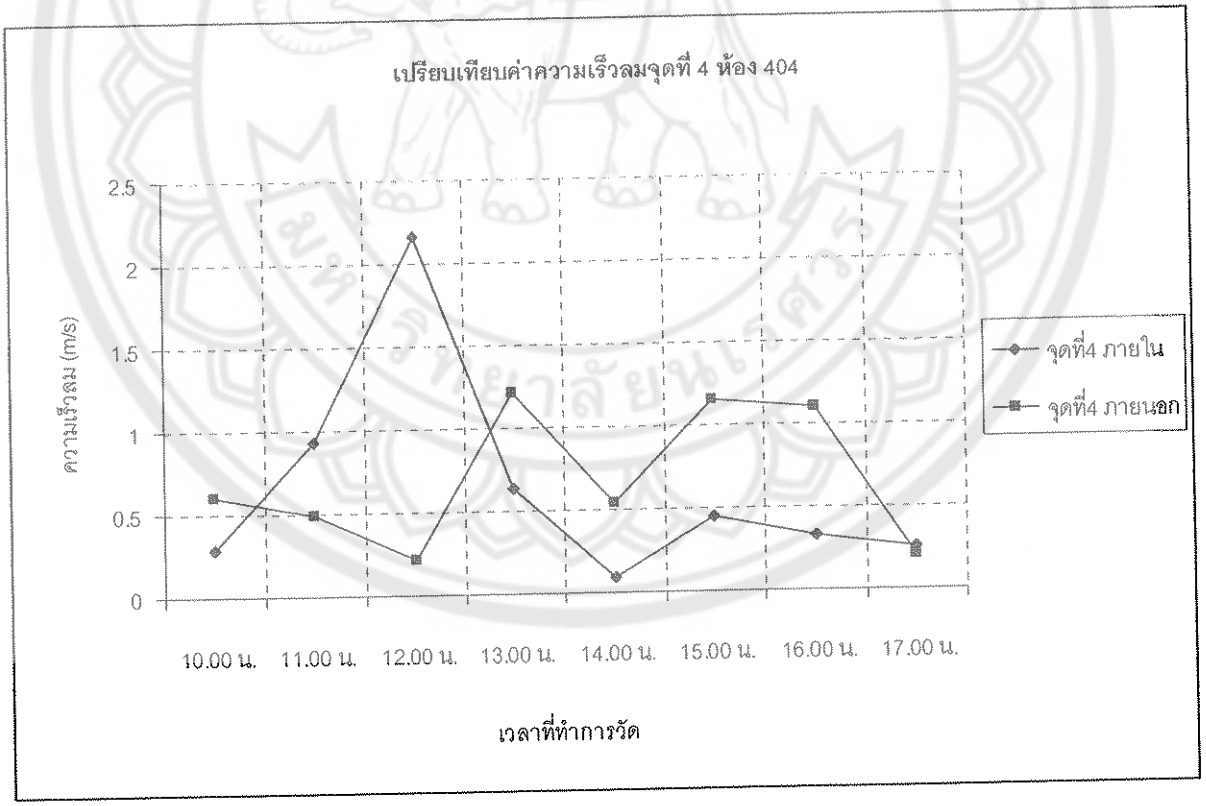
- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความเร็วลม ห้อง 404**

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 8 คือ ภายในห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าเท่ากับ 0.01 เมตร/วินาทีในช่วงเวลา 10.00 – 12.00 น. และ 17.00 น. โดยคิดเป็น 2 % ของลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในห้องพักภายในห้องดังกล่าวมีช่องเปิดเพื่อรับลมธรรมชาติน้อยเกินไป ทำให้ลมไม่พัดผ่าน

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมมากที่สุด ได้แก่ จุดที่ 4 คือ บริเวณระเบียงหลังห้อง เท่ากับ 2.16 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 12.00 น. เนื่องจากไม่มีผนังและช่องเปิดที่ติดต่อกับภายในห้องก็มีขนาดใหญ่ ทำให้ลมสามารถพัดผ่านได้ดี



แผนภูมิที่ 3-22 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลม ในจุดที่ 8 ภายในห้อง 404



แผนภูมิที่ 3-23 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลม ในจุดที่ 4ภายในห้อง 404

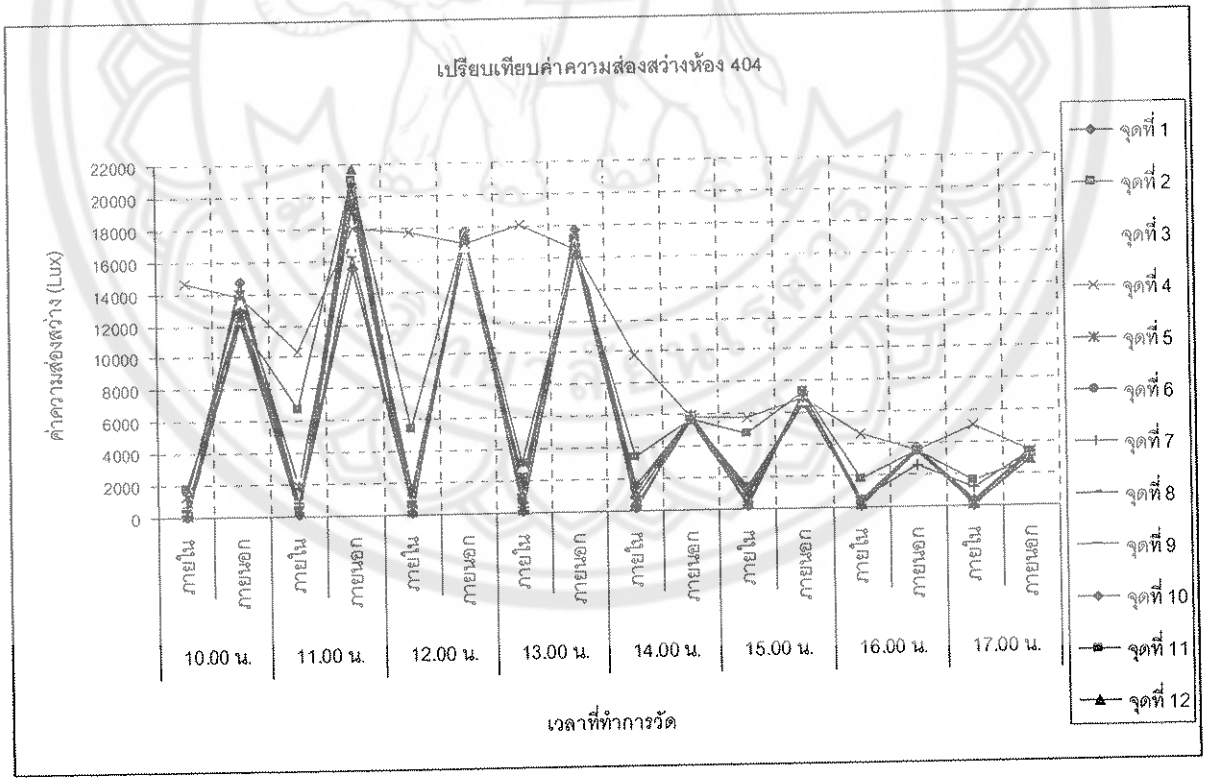
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

เพิ่มขนาดและจำนวนหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้า เพื่อเป็นการเหนี่ยวนำให้ลมเข้ามาภายในส่วนของห้องน้ำหลักมากขึ้น

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องค่าความส่องสว่าง ห้อง 404**

ตำแหน่งที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด ณ จุดที่ 4 บริเวณระเบียงด้านหลังห้อง มีค่าเท่ากับ 18108 Lux เวลา 13.00 น. ซึ่งแต่เดิม บริเวณนี้มีเพียงราวกันตก ไม่มีแผงกันแดดหรือต้นไม้ปลูกเพื่อบังแสงแดดด้านนอก จึงทำให้แสงเข้ามาได้โดยตรง

ภายในห้องพักจุดที่มีความส่องสว่างน้อยที่สุดคือ จุดที่ 10 มีค่าเท่ากับ 21 Lux ช่วงเวลา 10.00น. คือบริเวณห้องน้ำหลัก เนื่องจากห้องน้ำหลักนี้อยู่ในตำแหน่งติดกับทางเดินด้านนอก และด้านในติดอยู่กับทางเดินภายใน จึงทำให้ไม่สามารถเปิดช่องแสงได้มากนัก ค่าความส่องสว่างจึงน้อยกว่าความต้องการ ทำให้ต้องเปิดไฟตลอดเวลาที่มีการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ที่มีแสงสว่างน้อยและไม่เพียงพอต่อการใช้งานอีก คือบริเวณห้องครัว โถงหน้าห้องน้ำ ห้องน้ำใน ห้องนอนใหญ่ และห้องนอนเล็ก



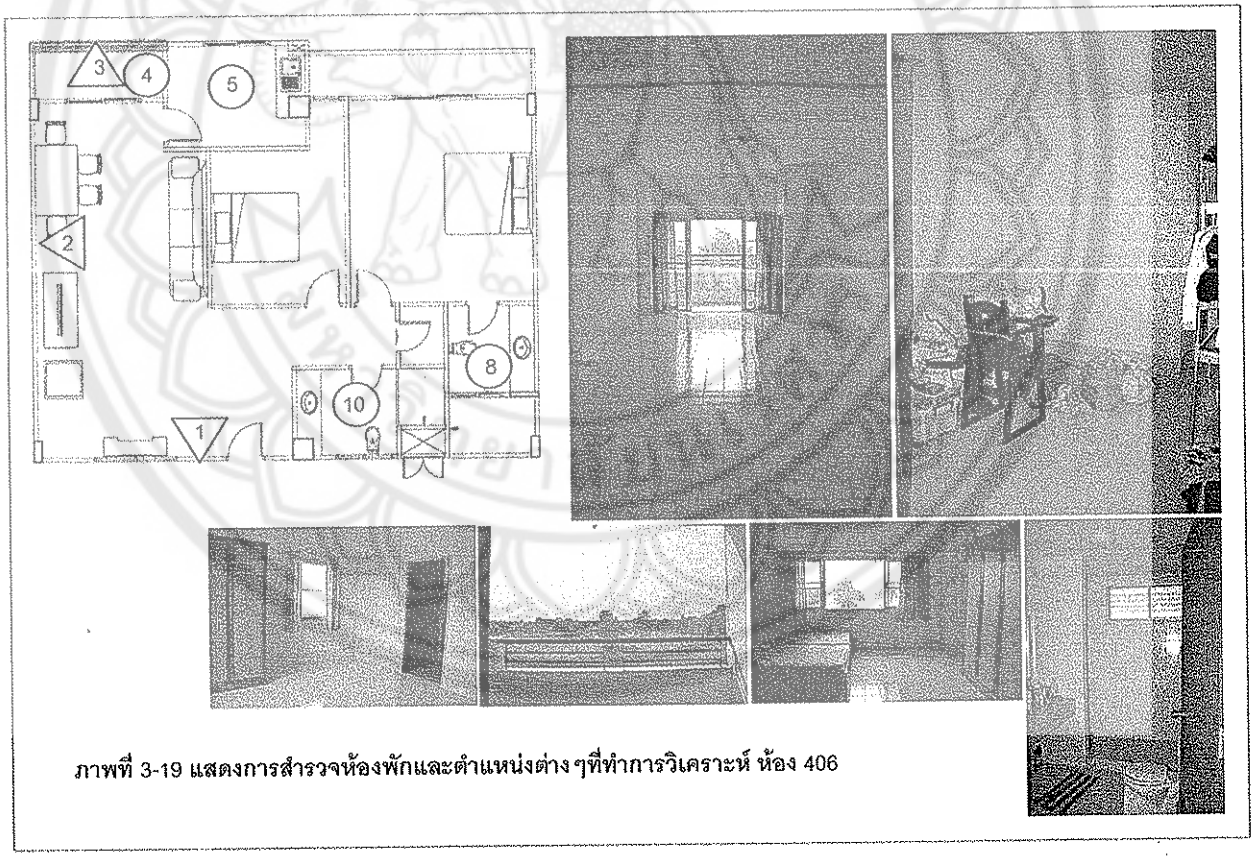
แผนภูมิที่ 3-24 แสดงการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 404

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด : บริเวณระเบียงแสงส่องเข้ามามากเกินไปและอาจนำความร้อนเข้ามาพร้อมๆกันด้วย ควรติดแผงกันแดดแนวตั้งผสมกับแนวนอน โดยการวางไม้ระแนงแบบเฉียงลง 45 องศาเพื่อให้ทำมุมกับแสงแดด และลดปริมาณแสงแดดที่ส่องเข้ามาถึงภายในห้องได้ส่วนหนึ่งรวมทั้งลดปริมาณแสงบาดตาอีกด้วย ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ ปลูกไม้กระถางหรือไม้เลื้อยเพื่อช่วยในการสะท้อนแสงแดด และลดความเข้มของแสงที่จะส่องลงมาสู่ด้านล่างให้น้อยลง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด : เพิ่มขนาดและจำนวนหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้า เพื่อช่วยให้แสงสว่างภายในห้องน้ำหลักเพิ่มมากขึ้นเพียงพอต่อการใช้งานโดยสามารถประหยัดการใช้ไฟฟ้าลงได้ และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศอีกด้วย

ห้อง 406

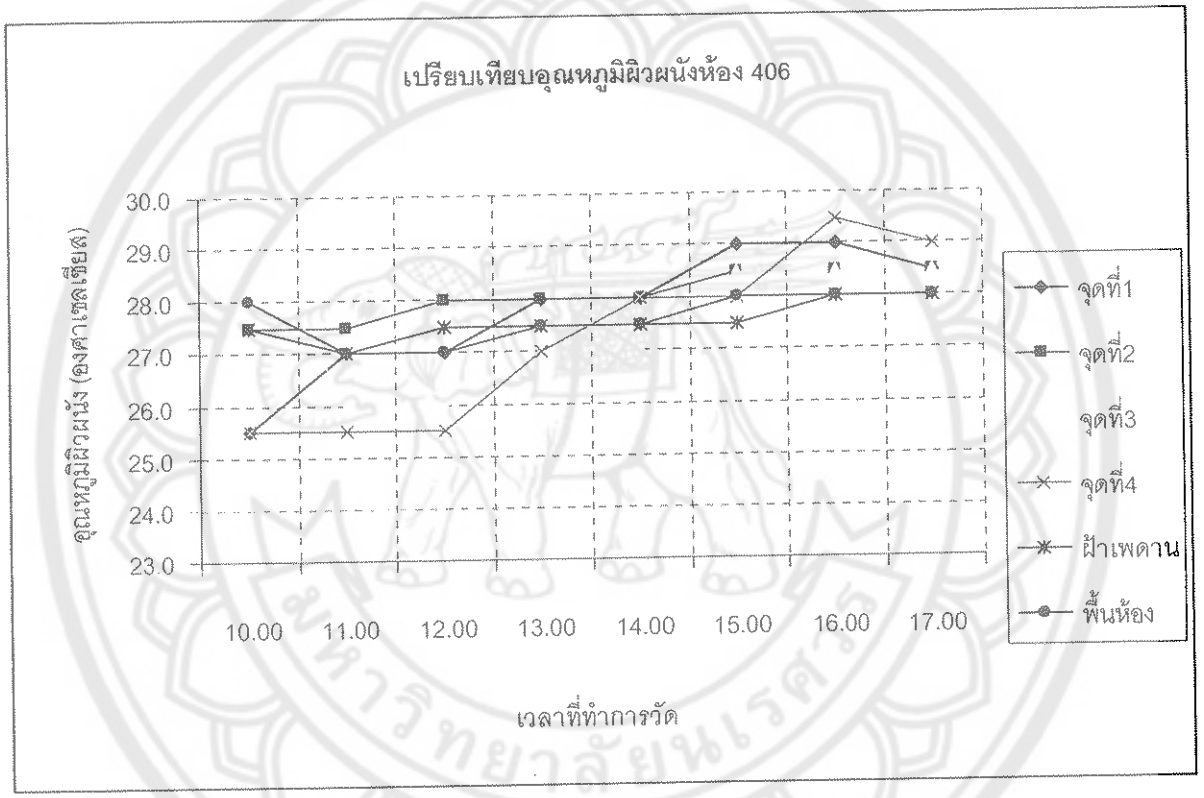


ภาพที่ 3-19 แสดงการสำรวจห้องพักและตำแหน่งต่าง ๆที่ทำการวิเคราะห์ ห้อง 406

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิผิวผนัง ห้อง 406**

ผนังที่ 4 ผนังของห้องนอนใหญ่ผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มีอุณหภูมิผิวผนังสูงที่สุดคือ 29.5 องศาเซลเซียส ณ เวลา 16.00 น. และผนังโดยรอบก็มีอุณหภูมิสูงในช่วงบ่ายเนื่องจากห้อง 406 เป็นห้องมุมอยู่ด้านหน้าสุดของอาคาร จึงทำให้โดนแสงแดดและความร้อนจากแดดทางทิศตะวันตก และทิศใต้โดยตรงที่ผนังทั้งสามด้านของห้องพัก จึงส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศภายในห้องที่สูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะภายในห้องนอนใหญ่

ผนังที่ 2 มีอุณหภูมิผิวผนังโดยเฉลี่ยต่ำในช่วงเช้าและสาย 10.00 – 12.00 น. เพราะผนังด้านนี้ติดกับห้องพักถัดไปและจะเริ่มสูงขึ้นในช่วงบ่ายถึงเย็น เนื่องจากมีการสะสมความร้อน



แผนภูมิที่ 3-25 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 406

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

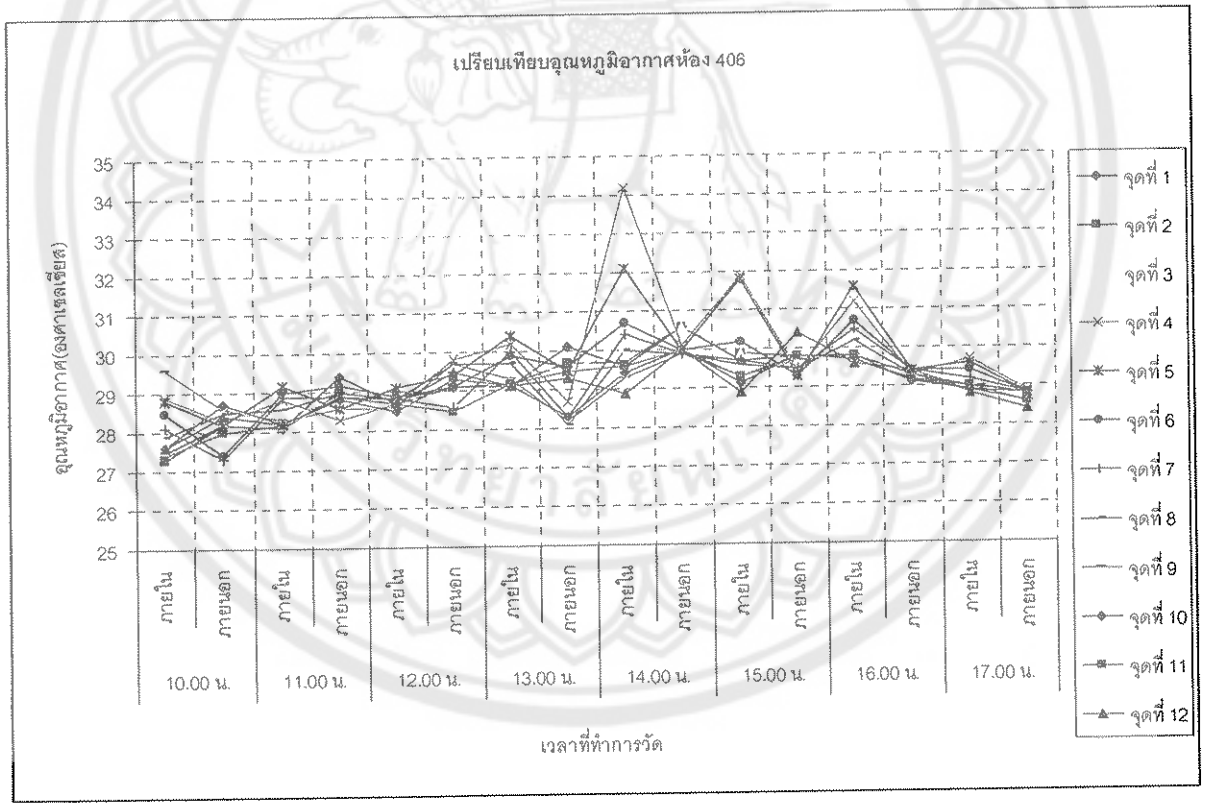
ควรมีแผงกันแดด เพื่อช่วยในการป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาสู่ภายในห้อง จากการวิเคราะห์ตัวอาคารเดิมและทิศทางของการวางตัวอาคารแล้ว แผงกันแดดแบบระแนงแนวนอนผสมกับแนวตั้ง มีความเหมาะสมกับอาคารกรณีศึกษา เนื่องจากทิศทางของห้องพัก แผงกันแดดจึงต้องกันแดดได้จากหลายทิศทาง นอกจากจะช่วยลดและป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารแล้วแผงกันแดดแบบระแนง ยังสามารถระบายอากาศได้อีกด้วย พร้อมทั้ง ปลูกไม้เลื้อยเพื่อลดความเข้มของแสงลงและเพิ่มความสดชื่นให้กับผู้พักอาศัย ในส่วนของระเบียงห้องพัก

รวมทั้งใส่ฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านที่โดนแดดจะช่วยลดการสะสมความร้อนและลดอุณหภูมิอากาศภายในห้อง

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิอากาศ ห้อง 406**

ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ได้แก่ จุดที่ 4 คือบริเวณระเบียง มีค่า 34.2 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาประมาณ 14.00 น. เนื่องจากห้องดังกล่าวได้รับอิทธิพลของแสงแดดทางด้านทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกและพื้นที่ระเบียงนั้นมีเพียงราวกันตกไม่มีผนังป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาสู่พื้นที่ จึงทำให้แสงแดดส่องลงมาในบริเวณดังกล่าวตั้งแต่ช่วงเวลาบ่ายและเกิดการสะสมความร้อนไปจนถึงช่วงเวลาเย็น ทำให้อุณหภูมิในบริเวณนี้สูงที่สุด และไม่สามารถเข้าไปใช้งานได้ รวมทั้งความร้อนจากผนังดังกล่าวยังถ่ายเทผ่านผนังคอนกรีต และผ่านช่องหน้าต่างเข้ามาสู่ภายในห้องพัก ส่งผลต่ออุณหภูมิภายในห้องนอนใหญ่อีกด้วย

ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศอยู่ที่จุดที่ 2 บริเวณระหว่างห้องรับแขกกับห้องรับประทานอาหาร มีค่า 27.3 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 10.00 น. เนื่องจากในพื้นที่ดังกล่าวอยู่ทางด้านที่ติดกับห้องพักอื่น ซึ่งแสงแดดทางทิศใต้และตะวันตกส่องไม่ถึงพื้นที่ดังกล่าว



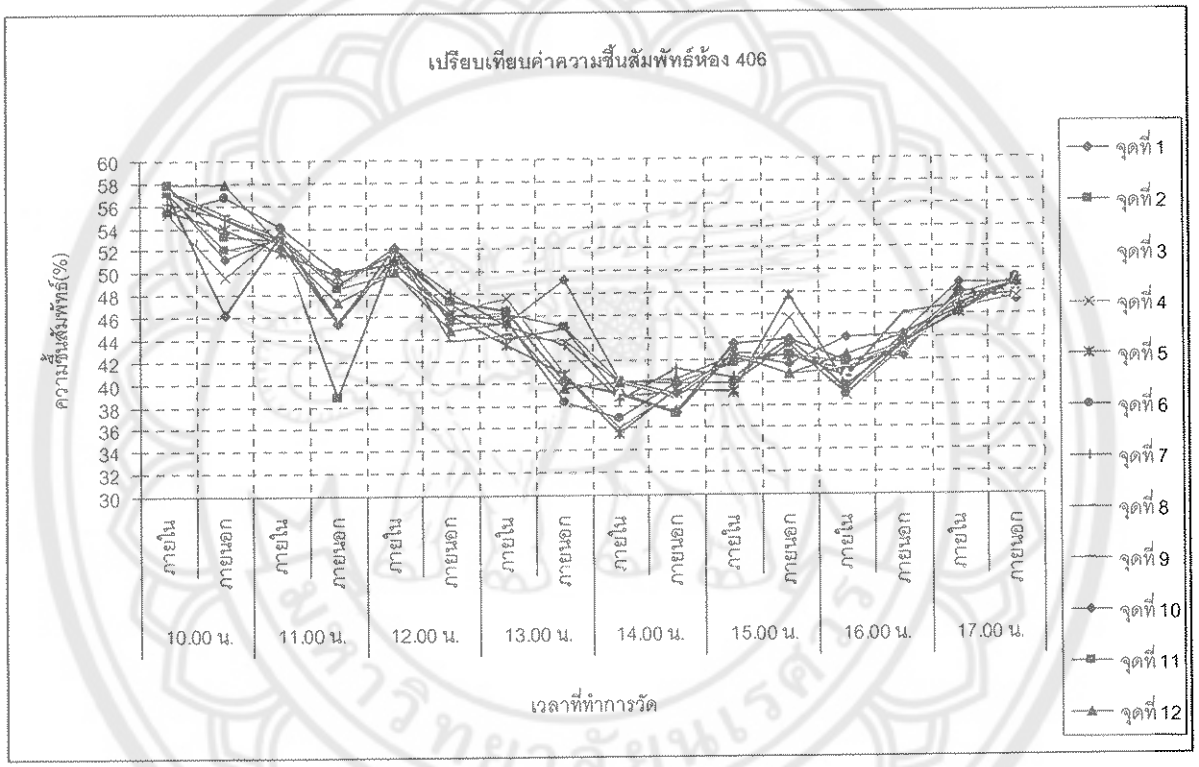
แผนภูมิที่ 3-26 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 406

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

วิธีการแก้ปัญหา ควรแก้ปัญหาอาคารด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ อาทิ การติดแผงกันแดดบริเวณระเบียง ส่วนผนังด้านทิศตะวันตก ควรมีการใส่ฉนวนกันความร้อนที่ผนังเพิ่มเติมและใช้ผนังเบาปิดตกแต่ง อีกทีเพื่อความเรียบร้อยสวยงาม เพื่อช่วยป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาสู่ภายในห้องพักและลดการสะสมความร้อน

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ ห้อง 406**

ส่วนที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุดคือ จุดที่ 2 บริเวณระหว่างห้องรับแขกกับห้องรับประทานอาหาร มีค่าเท่ากับ 57.9 % เวลา 10.00 น. เพราะเป็นบริเวณที่มีสิ่งของเก็บไว้เป็นจำนวนมาก อาจทำให้เกิดความอับชื้นได้



แผนภูมิที่ 3-27 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 406

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

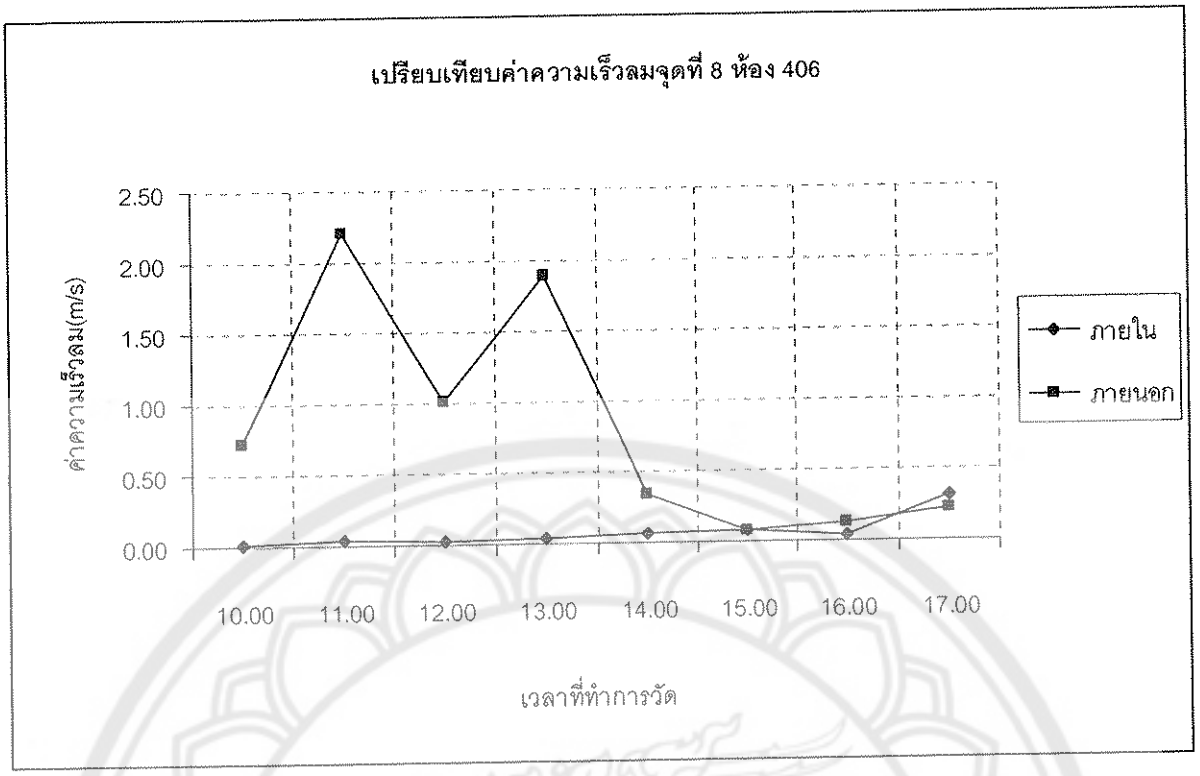
ในด้านของการใช้งานควรมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่โดยการย้ายสิ่งของที่ไม่จำเป็นออกจากบริเวณนี้ ถ้าหากไม่สามารถทำได้ควรมีการนำความเร็วลมเข้ามาช่วยในการระบายอากาศให้กับพื้นที่บริเวณนี้โดย การเปิดช่องเปิดด้านหน้าให้ยาวถึงระดับพื้นเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านไปได้สะดวก หรืออาจเปลี่ยนชนิดของบานเปิดเพราะเดิมเป็นบานเลื่อนซึ่งลมเข้าได้เพียง 45% เป็นบานเกล็ดที่ลมเข้าได้ 75%

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความเร็วลม ห้อง 406**

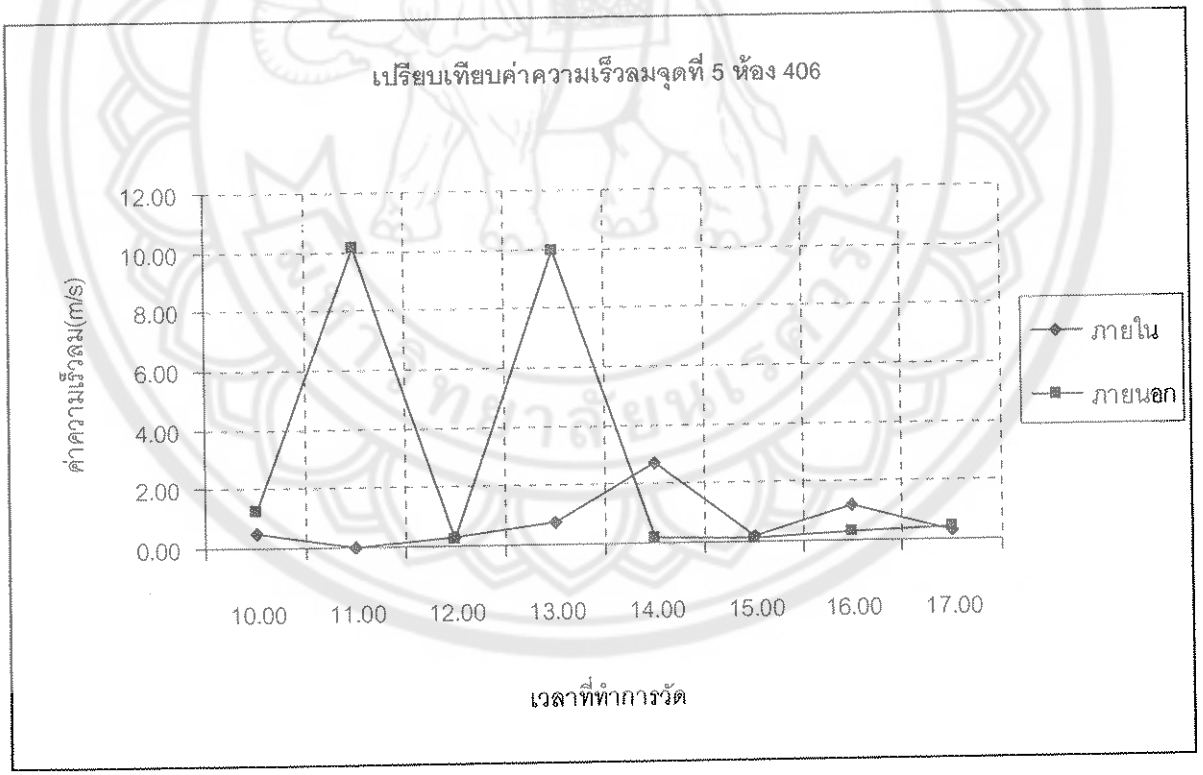
ตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 5 และ 8 คือ ห้องครัว และห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าเท่ากับ 0.01 เมตร/วินาทีในช่วงเวลา 10.00 – 11.00 น. โดยคิดเป็น 1.15% ของลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในห้องพัก ภายในห้องดังกล่าวมีช่องเปิดเพื่อรับลมธรรมชาติน้อยเกินไป รวมทั้งชนิดของช่องเปิดยังไม่ค่อยเหมาะสมกับการใช้งานเท่าที่ควร ทำให้ลมไม่พัดผ่านในบริเวณดังกล่าว

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมมากที่สุด ได้แก่ จุดที่ 1 คือ บริเวณห้องรับแขก เท่ากับ 2.72 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 14.00 น. เนื่องจากห้องรับแขกเป็นพื้นที่โล่งติดต่อกับพื้นที่รับประทานอาหารโดยไม่มีผนังกั้นและช่องเปิดด้านหน้าห้องและหลังห้องมีขนาดใหญ่ ทำให้ลมสามารถพัดผ่านได้ดี

แผนภูมิที่ 3-28 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดที่ 5 ภายในห้อง 406



แผนภูมิที่ 3-29 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดที่ 8 ภายในห้อง 406



แผนภูมิที่ 3-30 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดที่ 5 ภายในห้อง 406

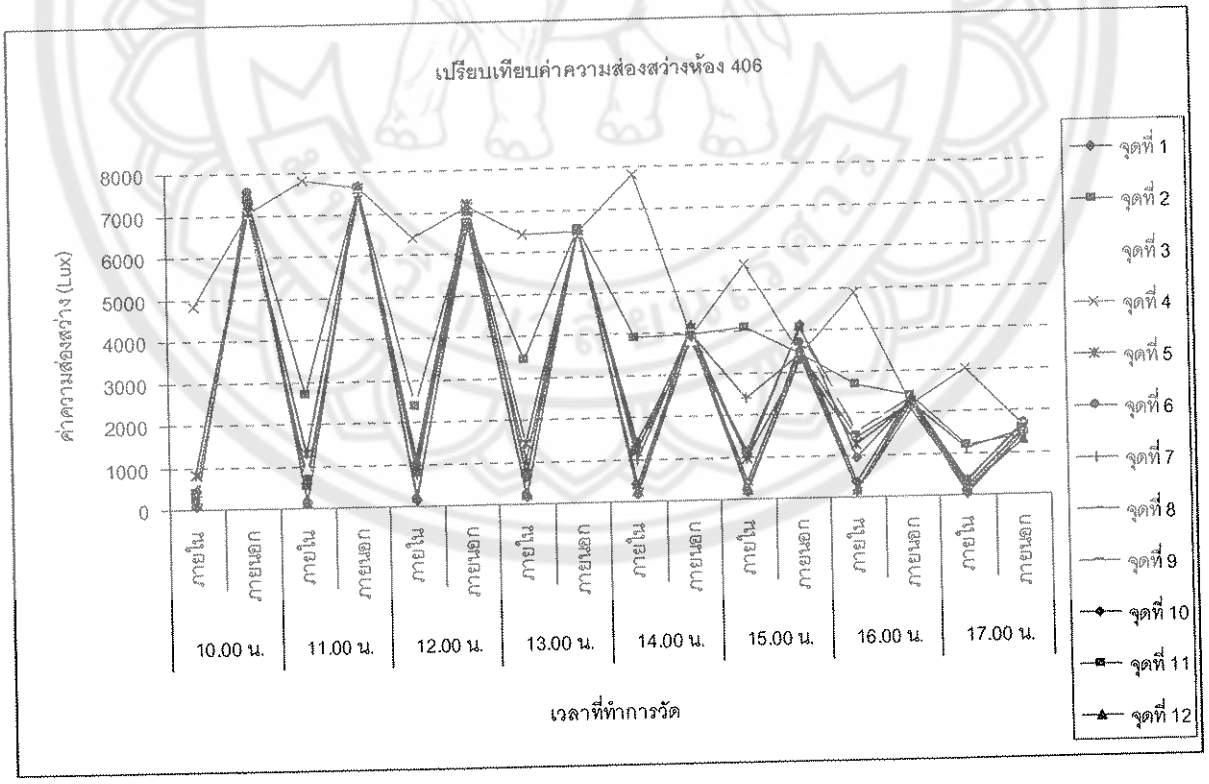
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

เพิ่มขนาดและจำนวนหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้า เพื่อเป็นการเหนี่ยวนำให้ลมเข้ามาภายในส่วนของห้องน้ำหลักมากขึ้น ส่วนห้องครัวอาจปรับปรุงโดยการเปลี่ยนชนิดของบานเปิดจากบานเลื่อนที่ลมเข้าได้เพียง 45% เป็นบานเปิดที่ลมเข้าได้ถึง 90% และมีสิ่งประกอบบริเวณหน้าต่างที่ช่วยเหนี่ยวนำกระแสลมที่จะมาปะทะผนังให้เบี่ยงเบนเข้าช่องเปิดอีกด้วย

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องค่าความส่องสว่าง ห้อง 406**

ตำแหน่งที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด ณ จุดที่ 4 บริเวณระเบียงด้านหลังห้อง มีค่าเท่ากับ 7817 Lux เวลา 11.00 น. ซึ่งแต่เดิม บริเวณนี้มีเพียงราวกันตก ไม่มีแผงกันแดดหรือต้นไม้ปลูกเพื่อบังแสงแดดด้านนอก จึงทำให้แสงเข้ามาได้โดยตรง นอกจากนี้พื้นที่ห้องรับแขก พื้นที่รับประทานอาหาร ห้องครัว และห้องนอนใหญ่ก็มีค่าแสงสว่างที่มากเช่นกัน เนื่องจากเป็นห้องมุม(อยู่ริมอาคาร) จึงได้รับแสงสว่างโดยตรงจากหลายทิศทาง

ภายในห้องพักจุดที่มีความส่องสว่างน้อยที่สุดคือ จุดที่ 10 มีค่าเท่ากับ 29 Lux ช่วงเวลา 17.00น. คือบริเวณห้องน้ำหลัก เนื่องจากห้องน้ำหลักนี้อยู่ในตำแหน่งติดกับทางเดินด้านนอก และด้านในติดอยู่กับทางเดินภายใน จึงทำให้ไม่สามารถเปิดช่องแสงได้มากนัก ค่าความส่องสว่างจึงไม่เพียงพอต่อความต้องการในการใช้งาน (เทียบกับค่ามาตรฐานในบทที่ 2) ทำให้ต้องเปิดไฟตลอดเวลาที่มีการใช้งาน



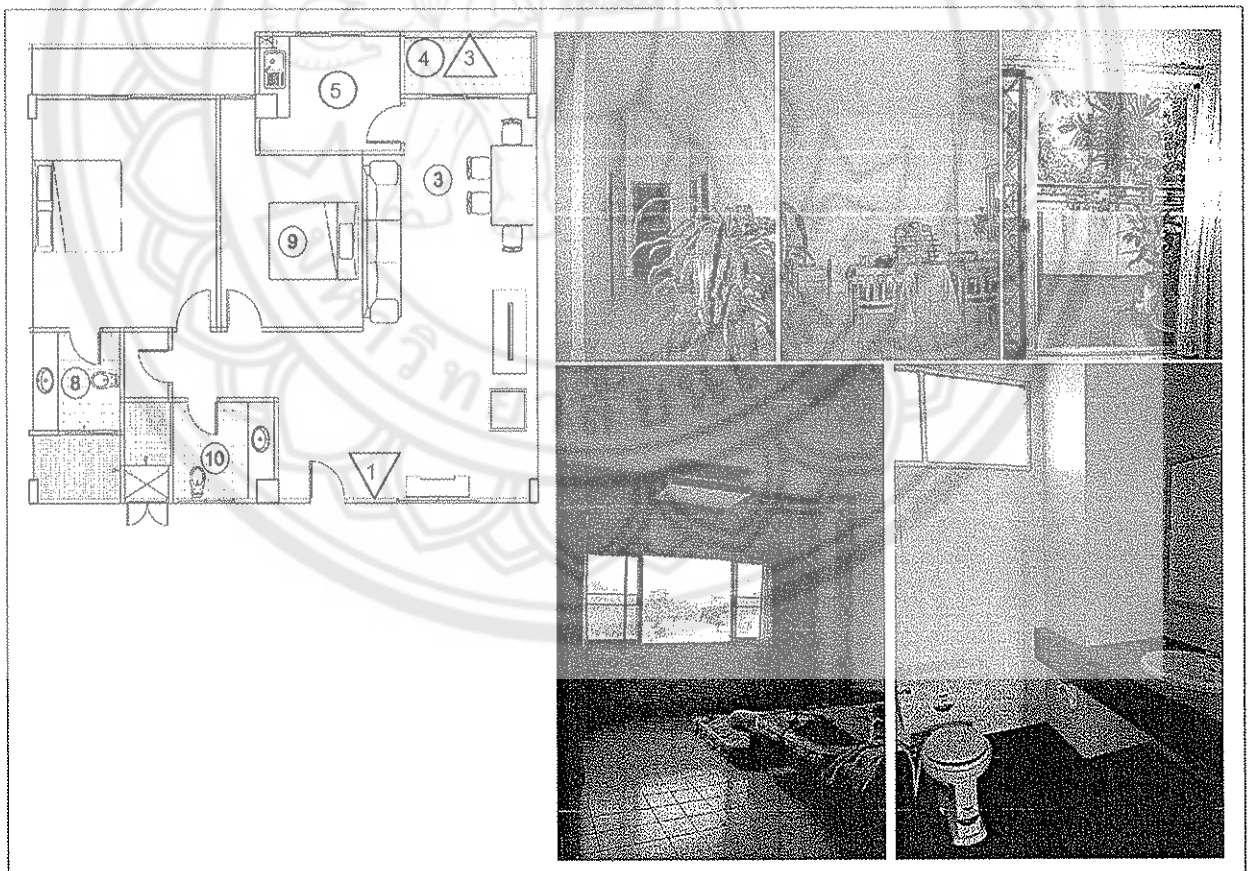
แผนภูมิที่ 3-31 แสดงการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 406

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด : บริเวณระเบียงแสงแดดส่องเข้ามามากเกินไปและอาจนำความร้อนเข้ามาพร้อมๆกันด้วย ควรติดแผงกันแดดแนวตั้งและแนวนอนผสมกัน โดยการวางไม้ระแนงแบบเฉียงลง 45 องศาเพื่อให้ทำมุมกับแสงแดด และลดปริมาณแสงแดดที่ส่องเข้ามาถึงภายในห้องได้ส่วนหนึ่งรวมทั้งลดปริมาณแสงบาดตาอีกด้วย ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ ปลูกไม้กระถางหรือไม้เลื้อยเพื่อช่วยในการสะท้อนแสงแดด และลดความเข้มของแสงที่จะส่องลงมาสู่ด้านล่างให้น้อยลง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด : เพิ่มขนาดและจำนวนหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้า เพื่อช่วยให้แสงสว่างภายในห้องน้ำหลักเพิ่มมากขึ้นเพียงพอต่อการใช้งานโดยสามารถประหยัดการใช้ไฟฟ้าลงได้ และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศอีกด้วย

ห้อง 706

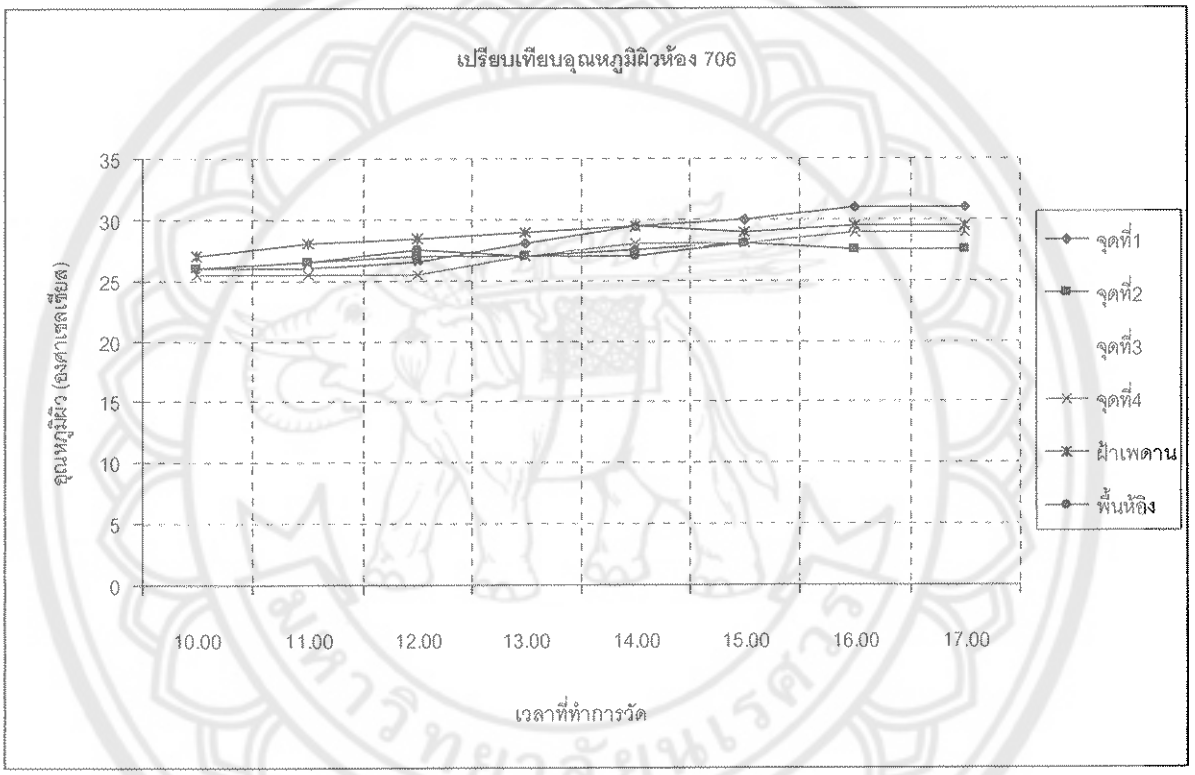


ภาพที่ 3-20 แสดงการสำรวจห้องพักและตำแหน่งต่าง ๆที่ทำการวิเคราะห์ ห้อง 706

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิผิวผนัง ห้อง** 706

ผนังที่ 1 ผนังด้านหน้าห้องเป็นผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีอุณหภูมิผิวผนังสูงที่สุดคือ 31 องศาเซลเซียส ณ เวลา 16.00 – 17.00 น. และผนังโดยรอบก็มีอุณหภูมิสูงในช่วงบ่ายเนื่องจากห้อง 706 เป็นห้องมุมอยู่ด้านหน้าสุดของอาคาร จึงทำให้โดนแสงแดดและความร้อนจากแดดทางทิศตะวันตก และทิศใต้โดยตรงที่ผนังทั้งสามด้านของห้องพัก จึงส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศภายในห้องที่สูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะภายในห้องนอนใหญ่

ผนังที่ 2 มีอุณหภูมิผิวผนังต่ำในช่วงเช้าและสาย 10.00 – 12.00 น. เพราะผนังด้านนี้ติดกับห้องพักถัดไปและจะเริ่มสูงขึ้นในช่วงบ่ายถึงเย็น เนื่องจากมีการสะสมความร้อน



แผนภูมิที่ 3-32 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 706

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

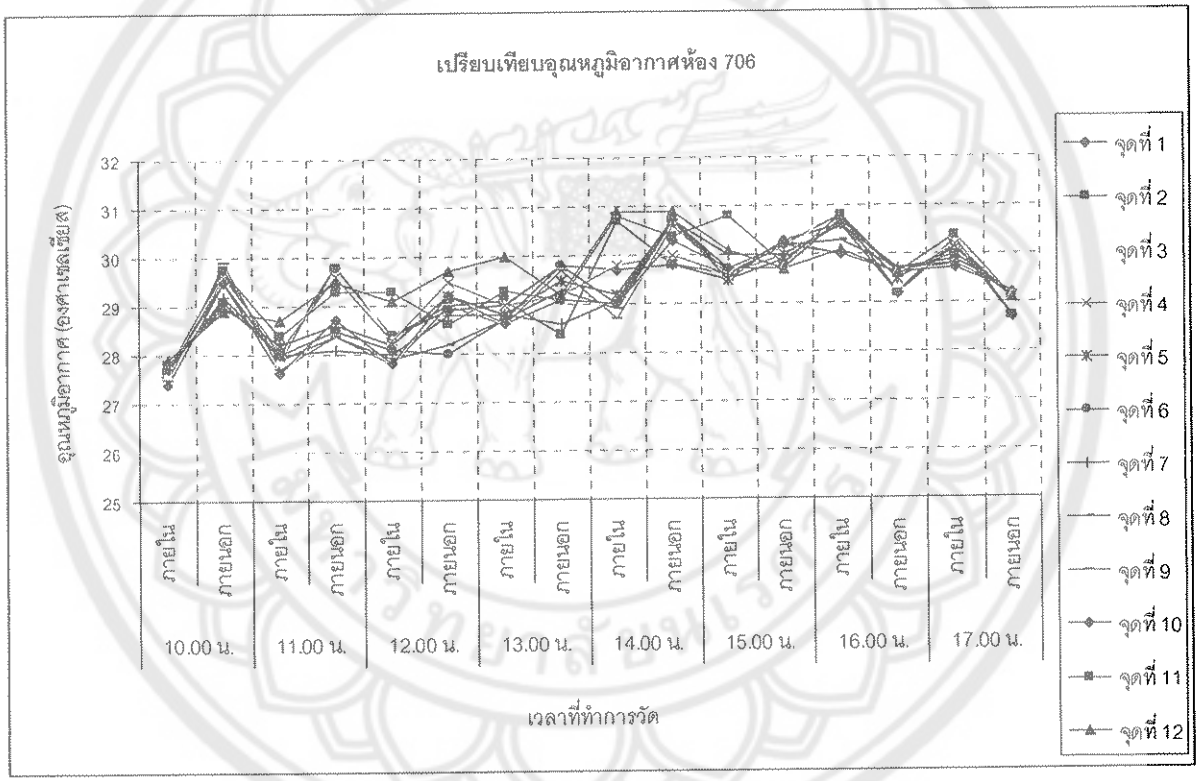
ควรมีแผงกันแดด เพื่อช่วยในการป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาสู่ภายในห้อง จากการวิเคราะห์ตัวอาคารเดิมและทิศทางของการวางตัวอาคารแล้ว แผงกันแดดแบบระแนงแนวนอนผสมกับแนวตั้ง มีความเหมาะสมกับอาคารกรณีศึกษา เนื่องจากทิศทางของห้องพัก แผงกันแดดจึงต้องกันแดดได้จากหลายทิศทาง นอกจากจะช่วยลดและป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารแล้วแผงกันแดดแบบระแนง ยังสามารถระบายอากาศได้อีกด้วย พร้อมทั้ง ปลูกไม้เลื้อยเพื่อลดความเข้มของแสงลงและเพิ่มความสดชื่นให้กับผู้พักอาศัย ในส่วนของระเบียงห้องพัก

รวมทั้งใส่ฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านที่ถูกแสงแดดและความร้อนในปริมาณมาก จะช่วยลดการสะสมความร้อนและลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องได้

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิอากาศ ห้อง 706**

ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ได้แก่ จุดที่ 3 คือบริเวณรับประทานอาหาร มีค่า 31 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาประมาณ 16.00 น. เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวติดต่อกับระเบียงหลังห้องด้วยบานเลื่อนกระจก ทำให้แสงแดดและความร้อนเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าวในปริมาณมาก รวมทั้งในห้องนอนใหญ่ก็มีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ช่วงสายจนถึงช่วงเย็นเนื่องจากห้องดังกล่าวอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือและเป็นห้องมุมที่รับแสงแดดและความร้อนโดยตรง

ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศได้แก่ จุดที่ 10 ภายในห้องน้ำหลัก มีค่า 27.4 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 10.00 น. เนื่องจากภายในห้องน้ำมีความชื้นอยู่มากมีส่วนช่วยให้อุณหภูมิต่ำลง รวมทั้งเป็นห้องที่ไม่ได้ถูกแสงแดดโดยตรง



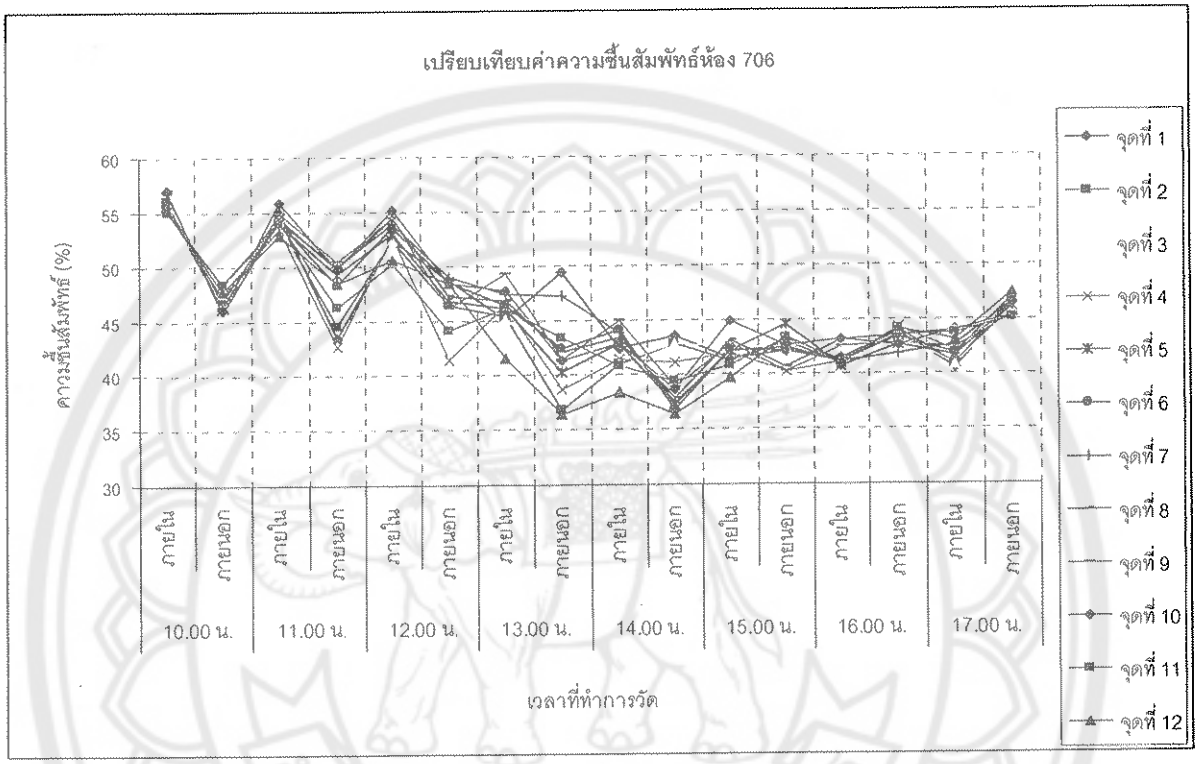
แผนภูมิที่ 3-33 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในจุดต่างๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 706

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

ควรติดแผงกันแดดบริเวณระเบียงเพื่อป้องกันแสงแดดและความร้อนที่จะเข้ามาภายในห้องพัก นอกจากนี้การปลูกไม้กระถางและไม้เลื้อยก็สามารถช่วยในการลดอุณหภูมิและเพิ่มความสดชื่นให้กับห้องพักได้เช่นกัน

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ ห้อง 706**

ส่วนที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุดคือ จุดที่ 8 และ 10 ภายในห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ และห้องน้ำหลัก มีค่าเท่ากับ 57% เวลา 10.00 น. เพราะเป็นช่วงเวลาที่ความเข้มของแสงแดดยังไม่มาก และการใช้งานภายในห้องน้ำทั้งสองห้องนั้นต้องใช้น้ำเป็นหลักจึงส่งผลให้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง รวมทั้งมีช่องเปิดน้อยทำให้ลมไม่พัดผ่านและแสงสว่างส่งลงมายังพื้นที่ดังกล่าวได้น้อยมาก



แผนภูมิที่ 3-34 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 706

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

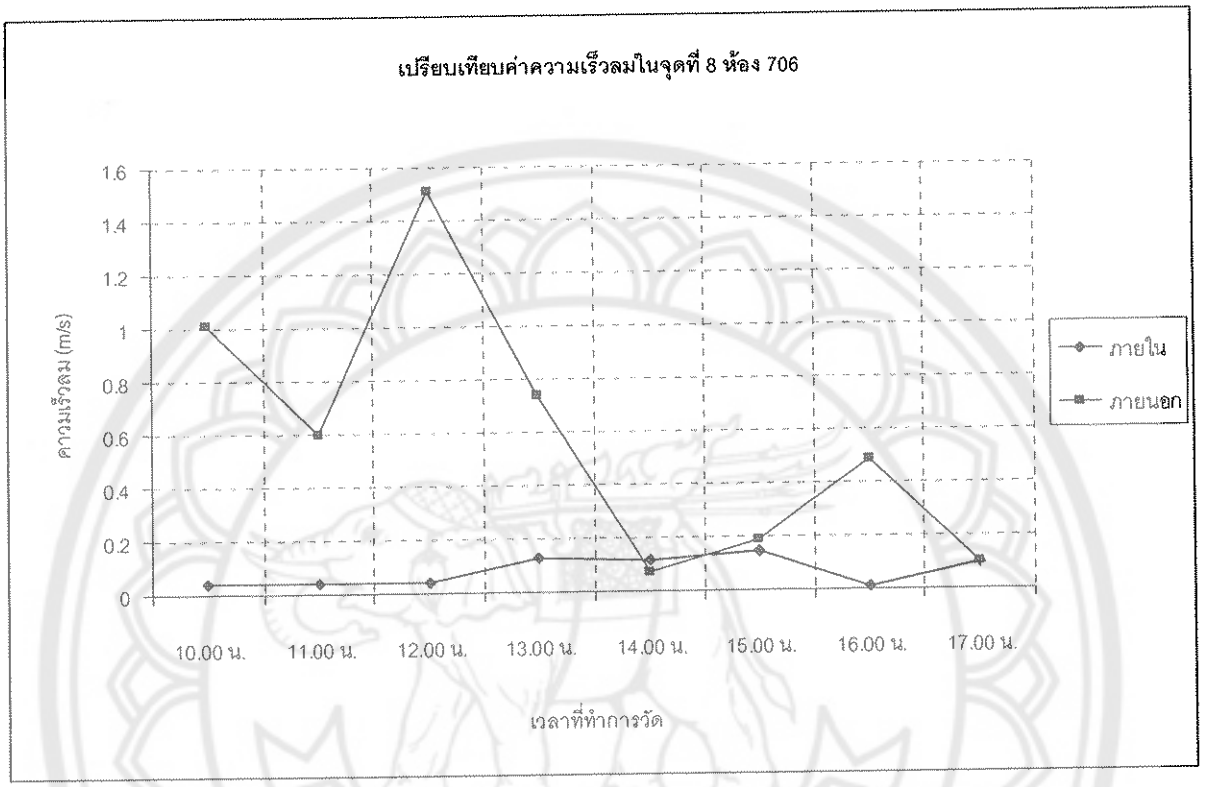
นำความเร็วลมเข้ามาช่วยในการระบายอากาศให้กับพื้นที่บริเวณนี้ โดยการเพิ่มจำนวนและขนาดของหน้าต่างบานเกล็ดเดิมเป็นสองช่อง เพราะนอกจากกระแสลมแล้วยังสามารถรับแสงแดดให้เข้ามาภายในห้องน้ำได้มากขึ้น เพื่อช่วยในการลดความชื้นและเพิ่มแสงสว่างให้เพียงพอต่อการใช้งานและช่วยฆ่าเชื้อโรคได้อีกด้วย

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความเร็วลม ห้อง 706**

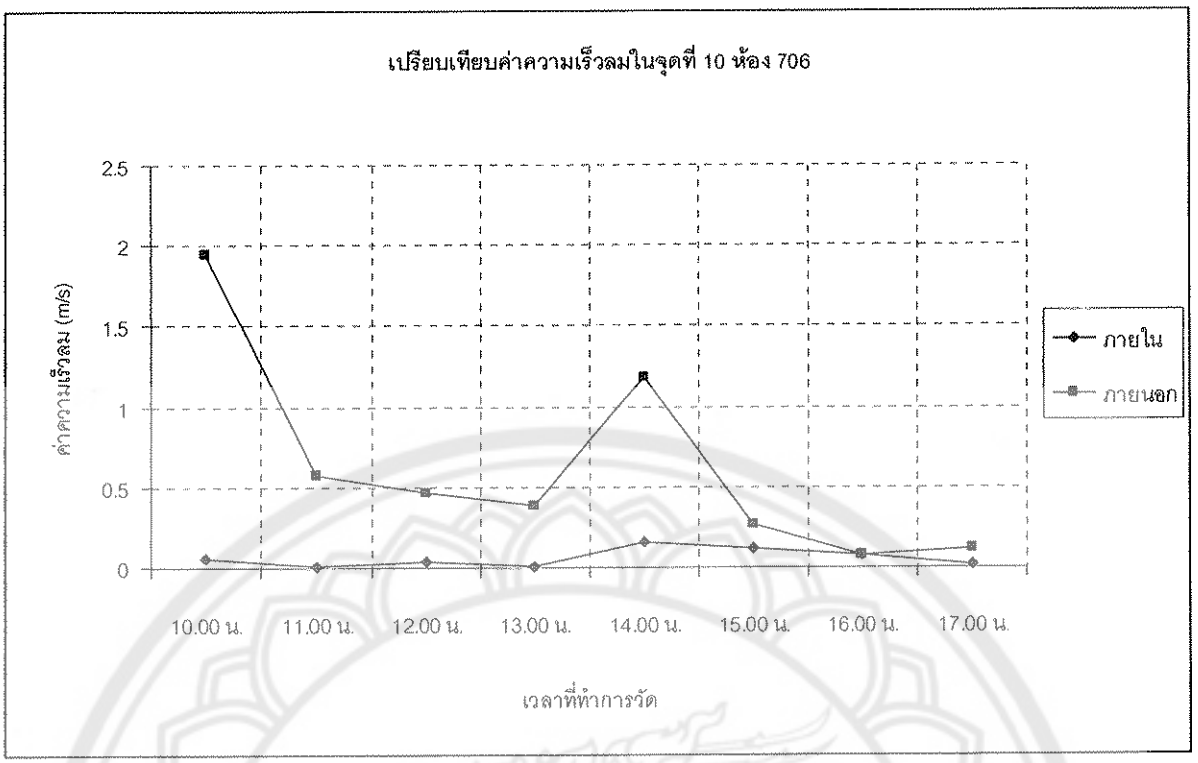
ตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 8 และ 10 ภายในห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ และห้องน้ำหลัก มีค่าเท่ากับ 0.01 เมตร/วินาที ในช่วงเวลาสายจนถึงช่วงเย็น โดยคิดเป็น 1.72 % ของลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในห้องพัก ภายในห้องดังกล่าวมีช่องเปิดเพื่อรับลมธรรมชาตินอ้ยเกินไป รวมทั้งชนิดของช่องเปิดยังไม่ค่อยเหมาะสมกับการใช้งาน

เท่าที่ควร อีกทั้งห้องน้ำทั้งสองไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถรับลมได้เต็มที่ เนื่องจากมีห้องนอนใหญ่และห้องนอนเล็กมาขวางทางลมอยู่ ทำให้ลมไม่พัดผ่านในบริเวณดังกล่าว

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมมากที่สุด ได้แก่ จุดที่ 11 คือ บริเวณทางเดินหน้าห้องพัก เท่ากับ 1.61 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 14.00 น. เนื่องจากเป็นพื้นที่โล่งไม่มีผนังกั้น มีเพียงราวกันตก ทำให้ลมสามารถพัดผ่านได้ดี



แผนภูมิที่ 3-35 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดต่าง ๆ ที่ 8 ภายในห้อง 706



แผนภูมิที่ 3-36 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดต่างๆ ที่ 10 ภายในห้อง 706

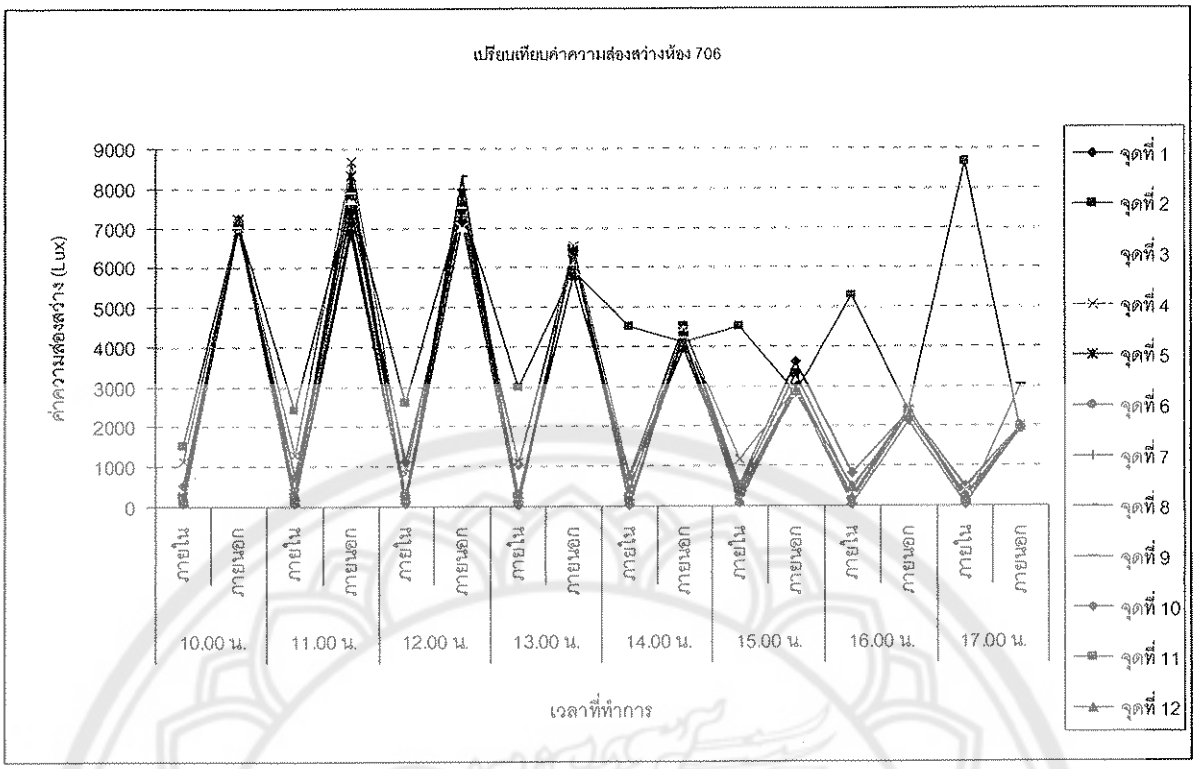
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

เพิ่มจำนวนและขนาดของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้า เพื่อเป็นการเหนี่ยวนำให้ลมเข้ามาภายในส่วนของห้องน้ำทั้งสองห้องมากขึ้น และยังช่วยในการระบายอากาศและความชื้นอีกด้วย

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องค่าความส่องสว่าง ห้อง 706**

ตำแหน่งที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด จะเป็นบริเวณทางเดินหน้าห้องพัก และระเบียงด้านหลังห้อง ส่วนใหญ่มีค่าเกิน 1000 Lux ในเกือบทุกช่วงเวลา เนื่องจากบริเวณนี้มีเพียงราวกันตก ไม่มีแผงกันแดดหรือต้นไม้ปลูกเพื่อบังแสงแดดด้านนอก จึงทำให้แสงเข้ามาได้โดยตรง

ภายในห้องพักจุดที่มีความส่องสว่างน้อยที่สุดคือ จุดที่ 9 มีค่าเท่ากับ 14 Lux ช่วงเวลา 17.00น. ซึ่งไม่เพียงพอต่อการใช้งาน คือภายในห้องนอนเล็ก เพราะการที่มีช่องเปิดเพื่อรับแสงสว่างและลมธรรมชาติน้อยเกินไป ทำให้แสงธรรมชาติส่องเข้ามาไม่ถึงบริเวณดังกล่าว



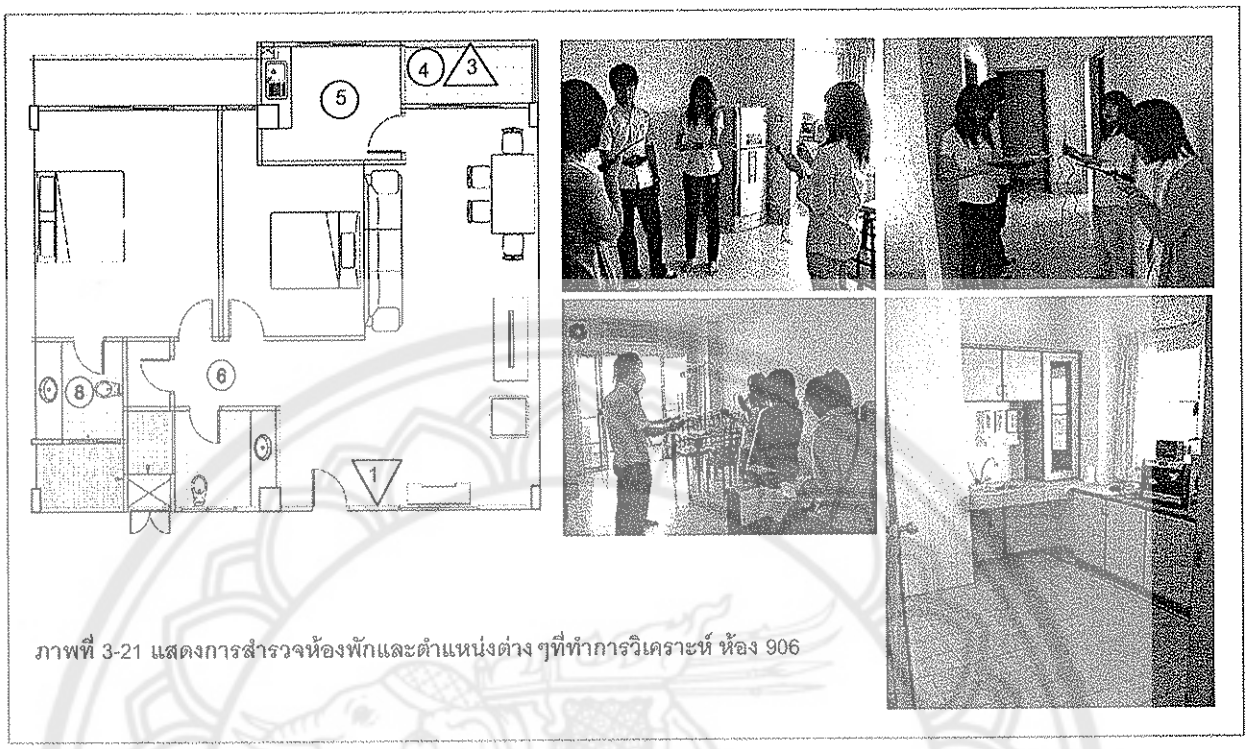
แผนภูมิที่ 3-37 แสดงการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 706

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด : บริเวณระเบียงและทางเดินหน้าห้องแสงสว่างส่องเข้ามามากเกินไปและอาจนำความร้อนเข้ามาพร้อมๆ กันด้วย ควรติดแผงกันแดดแนวตั้งผสมกับแนวนอน เพื่อลดปริมาณแสงแดดและความร้อนที่จะเข้ามาถึงภายในห้องได้จากหลายทิศทาง รวมทั้งการปลูกไม้กระถางหรือไม้เลื้อยเพื่อช่วยในการสะท้อนแสงแดด และลดความเข้มของแสงที่จะส่องลงมาสู่ด้านล่างให้น้อยลง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด : เพิ่มการเปิดช่องเปิดให้มากขึ้น เช่น เปิดให้ถึงพื้น หรือเปิดบริเวณเหนือประตูหน้าต่างเดิม เพื่อให้แสงสว่างสามารถส่องเข้ามาได้ลึกและมากขึ้น ตรงจุดที่มีการใช้งาน (เตียงนอน) และมีความเข้มของแสงที่เหมาะสมกับการใช้งาน

ห้อง 906

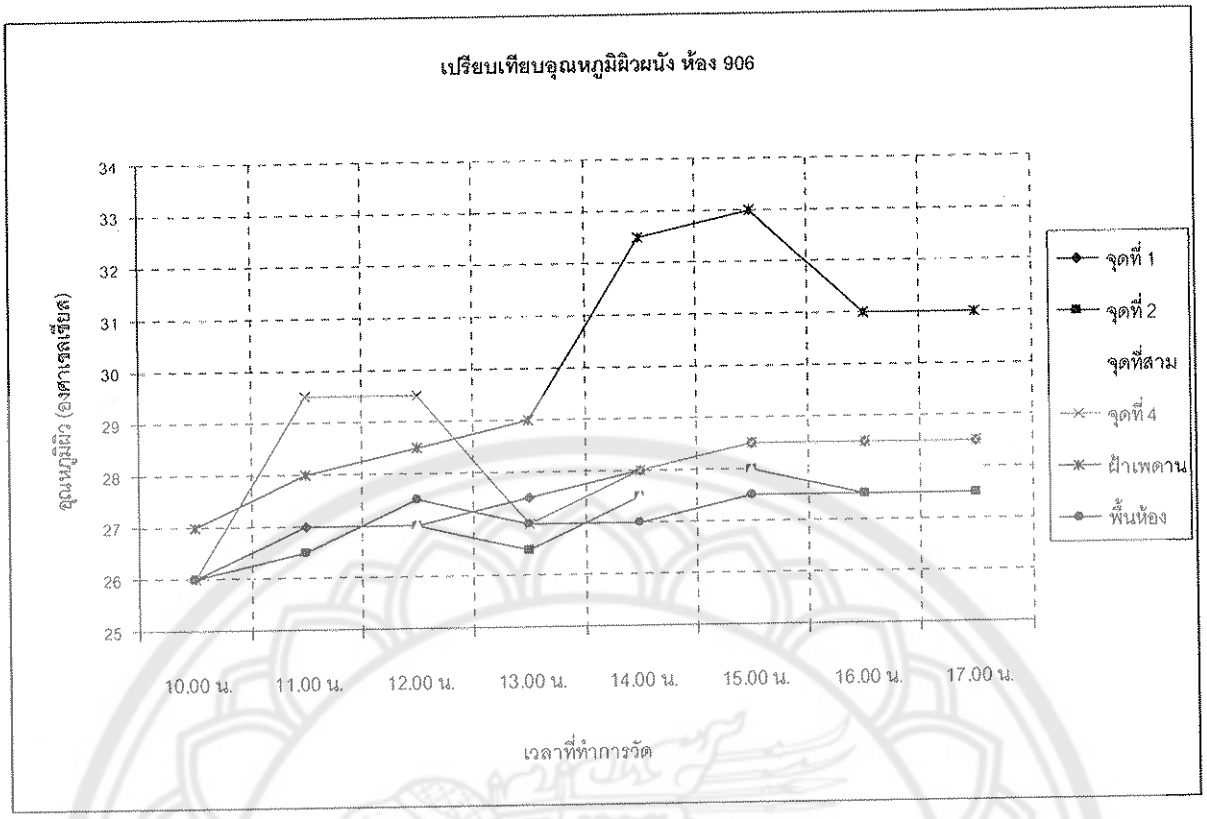


ภาพที่ 3-21 แสดงการสำรวจห้องพักและตำแหน่งต่าง ๆที่ทำการวิเคราะห์ ห้อง 906

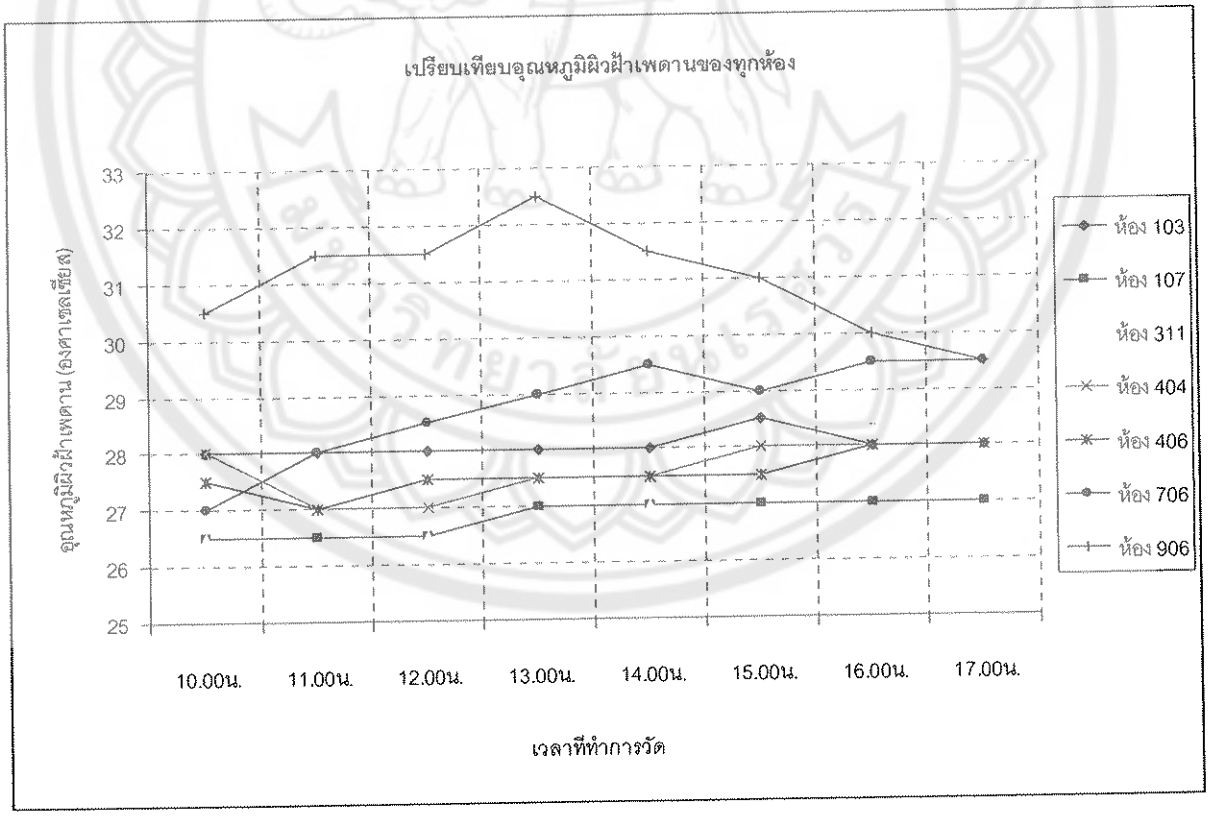
- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิผิวผนัง ห้อง 906**

ฝ้าเพดาน มีอุณหภูมิผิวสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 32.5 องศาเซลเซียส ณ เวลา 13.00 น. เนื่องจากห้อง 906 อยู่ชั้นในบนสุดของหอพัก ซึ่งอยู่ใต้ผืนหลังคาของอาคารและเป็นพื้นที่ที่ได้รับความร้อนมากที่สุด จึงทำให้เกิดการสะสมและแผ่ความร้อนมายังฝ้าเพดานของห้องที่อยู่ชั้นบนสุด ทำให้ห้อง 906 และห้องอื่นๆ ที่อยู่ในชั้นนี้ มีอุณหภูมิผิวที่สูงกว่าฝ้าเพดานของห้องที่อยู่ในชั้นล่างถัดลงไป

ผนัง 3 ผนังระเบียงด้านหลังห้อง มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำคือ 25.5 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาสายถึงเที่ยงวัน เนื่องจาก ระเบียงอยู่ทางฝั่งตะวันออกของอาคารจึงทำให้ความร้อนยังไม่เกิดการสะสม ประกอบกับห้อง 906 อยู่ชั้นบนสุด จึงทำให้มีกระแสลมแรง ช่วยพัดพาความร้อนออกไปได้มากในระยะเวลาไม่นาน



แผนภูมิที่ 3-38 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังในจุดต่างๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 906



แผนภูมิที่ 3-39 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวของฝ้าเพดานของทุกห้องที่ทำการสำรวจ

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

แนวทางการแก้ไขปัญหา ติดตั้งฉนวนกันความร้อนเหนือฝ้าเพดาน เพื่อช่วยลดความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางฝืนหลังคาโดยตรง

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องอุณหภูมิอากาศ ห้อง 906**

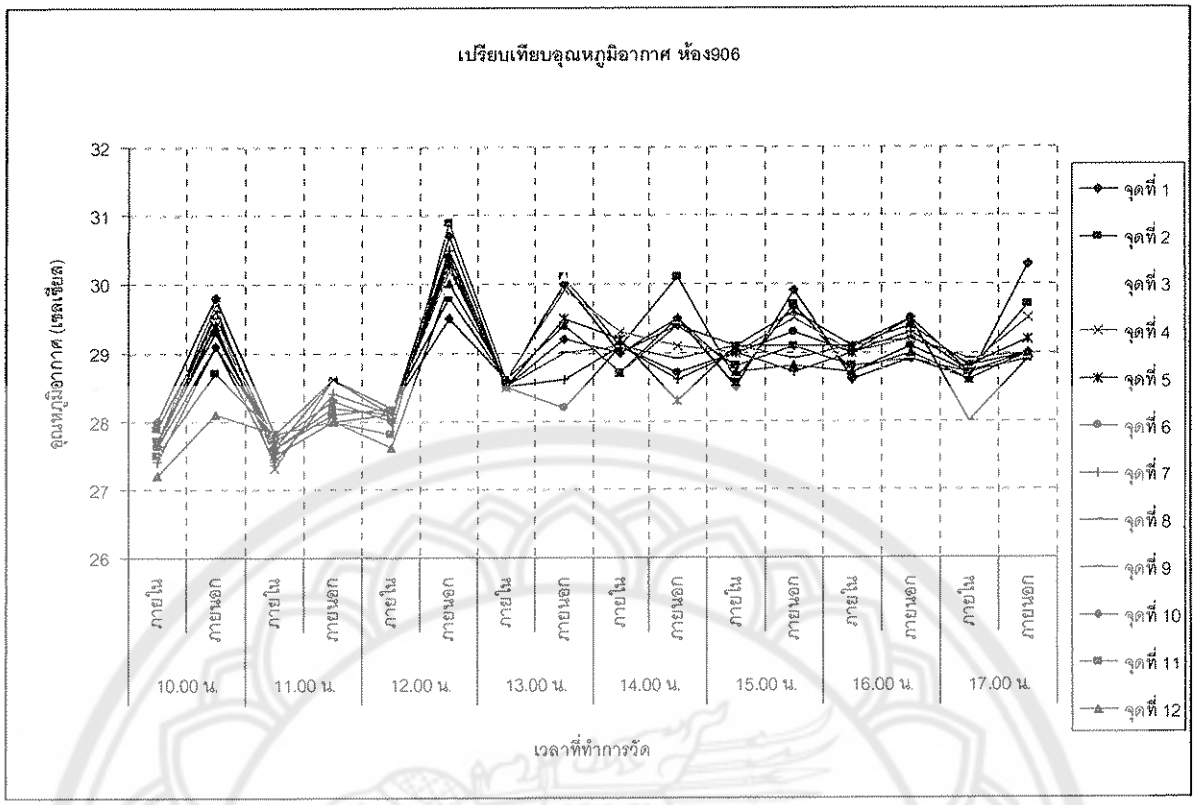
ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุดได้แก่ จุดที่ 4 เวลา 14.00 น. มีค่าเท่ากับ 29.3 องศาเซลเซียส บริเวณระเบียงด้านหลังห้อง เนื่องจากบริเวณระเบียงรับแสงแดดและความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง โดยไม่มีผนังกั้น ถึงแม้จะอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จึงส่งผลทำให้บริเวณพื้นที่นี้ของห้องมีอุณหภูมิอากาศสูงกว่าบริเวณอื่นๆ ภายในห้อง

ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศได้แก่ จุดที่ 12 บริเวณโถงบันไดภายนอกห้องพัก มีค่า 27.2 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 10.00 น. เนื่องจากเป็นบริเวณที่ไม่มีผนังกั้น จึงทำให้มีการระบายอากาศที่ดี

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

บริเวณระเบียงมีอุณหภูมิผิวผนัง และอุณหภูมิอากาศสูงที่สุด จึงมีการแก้ไขปรับปรุงโดยติดตั้งแผงกันแดด ทั้งแนวตั้งและแนวนอนผสมกันในบริเวณดังกล่าว เนื่องจากระเบียงและตัวห้องพักอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ประกอบกับการปลูกต้นไม้ในบริเวณด้านหลังห้องพัก จะเป็นการช่วยให้เกิดการสะท้อนและลดความเข้มของแสงอาทิตย์ลง ซึ่งจะช่วยให้อุณหภูมิอากาศภายในห้อง 906 ลดลง

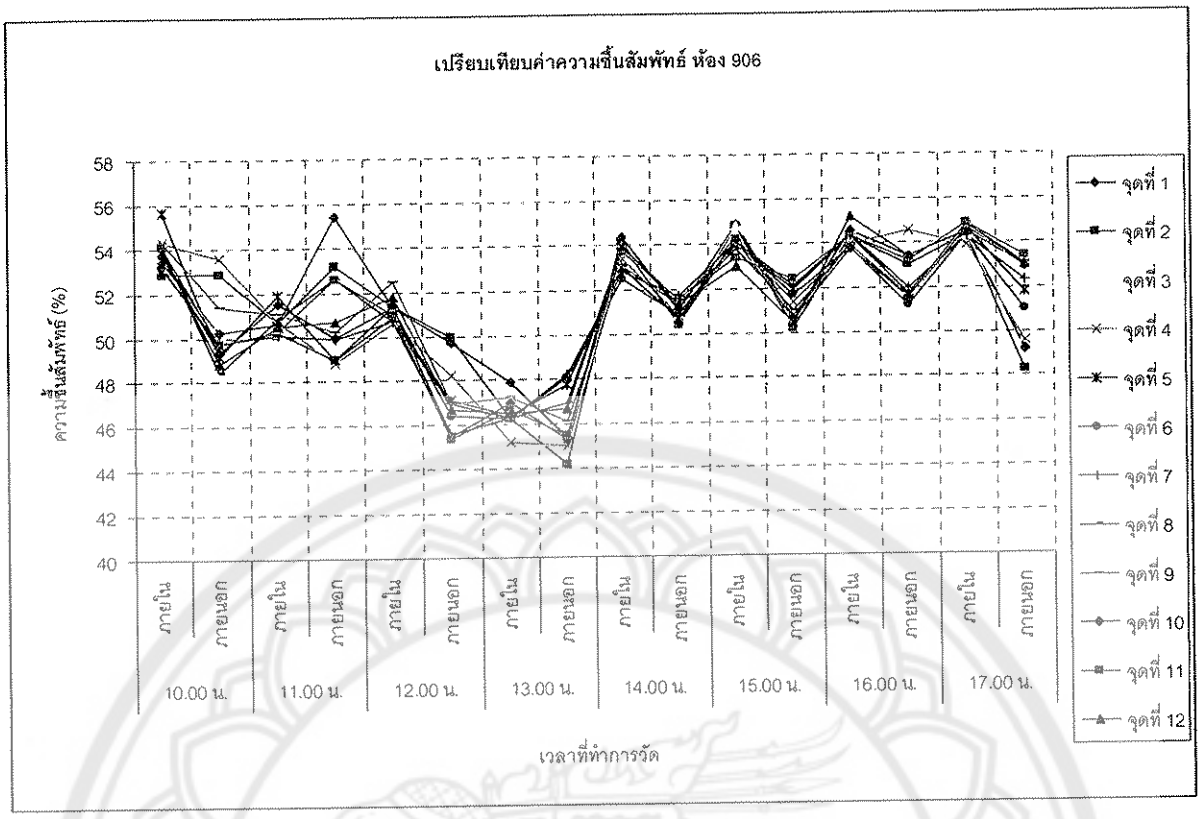
การปลูกไม้เลื้อยบนแผงกันแดด นอกจากจะช่วยเพิ่มความชื้นและความสดชื่นให้ภายในห้องพักแล้ว การใช้แผงกันแดดที่เป็นระแนงไม้ตีเว้นระยะห่างกัน จะช่วยในการเหนี่ยวนำกระแสลมให้เข้ามาภายในห้องให้มากขึ้น และนอกจากนี้ในส่วนของหลังคาการใส่ฉนวนกันความร้อนก็เป็นอีกทางหนึ่งในการช่วยลดอุณหภูมิภายในได้



แผนภูมิที่ 3-40 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในจุดต่างๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 906

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ ห้อง 906**

ตำแหน่งที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุดได้แก่ จุดที่ 5 คือ ห้องครัว มีค่าเท่ากับ 55.7% เวลา 10.00 น. ถึงแม้ว่าจะอยู่ติดกับด้านหลังของห้อง แต่อากาศก็ยังคงถ่ายเทไม่สะดวก เพราะมีช่องเปิดน้อย และชนิดของบานเปิดสามารถรับกระแสลมได้ปริมาณน้อย



แผนภูมิที่ 3-41 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 906

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

ใช้ความเร็วลมเข้ามาช่วยในการระบายอากาศ โดยการเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่าง รวมทั้งเปลี่ยนชนิดของบานเปิด จากบานเลื่อนเดี่ยวที่กระแสลมสามารถพัดผ่านได้เพียง 45% เป็นบานเปิดที่กระแสลมสามารถพัดผ่านได้ 90% เพื่อรับลมธรรมชาติและช่วยให้อากาศถ่ายเทได้ดีขึ้น สามารถพัดพาเอาความชื้นออกจากบริเวณดังกล่าวได้ส่วนหนึ่ง

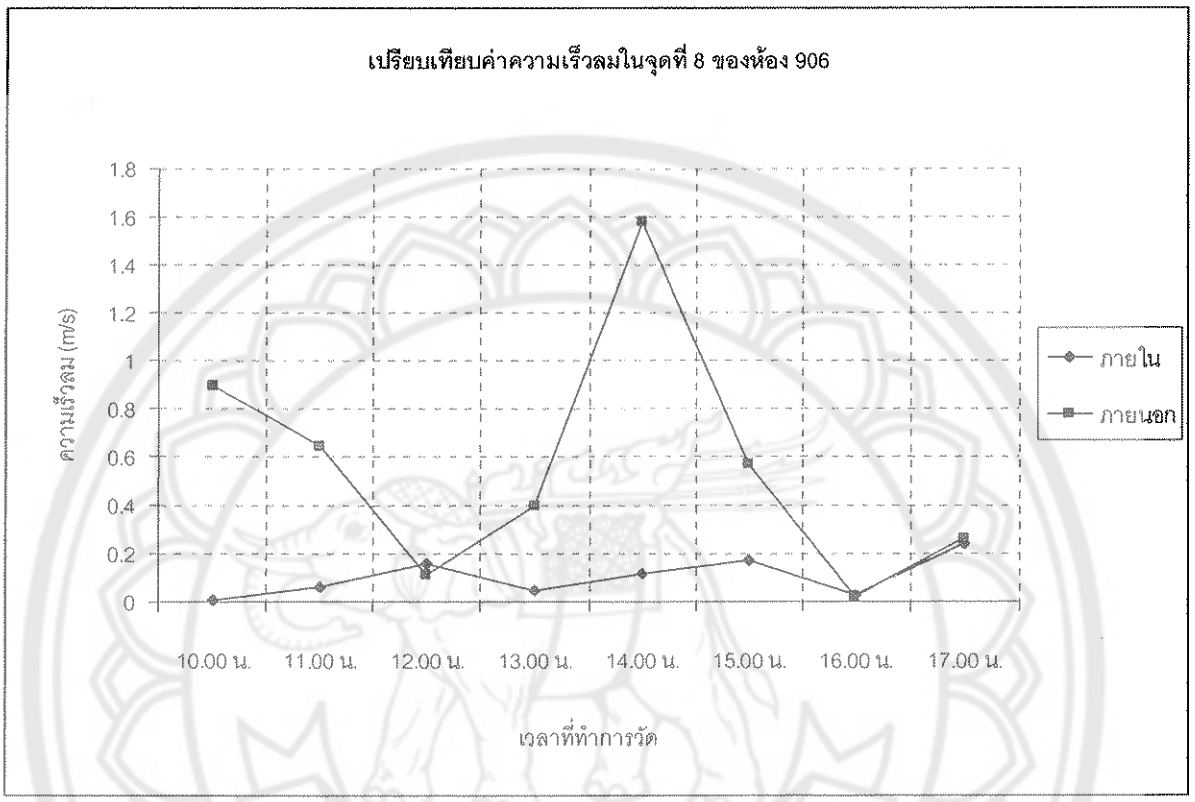
- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความเร็วลม ห้อง 906**

ตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 8 ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าเท่ากับ 0.01 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 10.00 น. โดยคิดเป็น 1.11 % ของลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในห้องพักภายในห้องดังกล่าวมีช่องเปิดเพื่อรับลมธรรมชาติน้อยเกินไป รวมทั้งชนิดของช่องเปิดยังไม่ค่อยเหมาะสมกับการใช้งานเท่าที่ควร อีกทั้งตัวห้องไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถรับลมได้เต็มที่ เนื่องจากมีห้องนอนใหญ่มาขวางทางลมอยู่ ทำให้ลมไม่พัดผ่านในบริเวณดังกล่าว

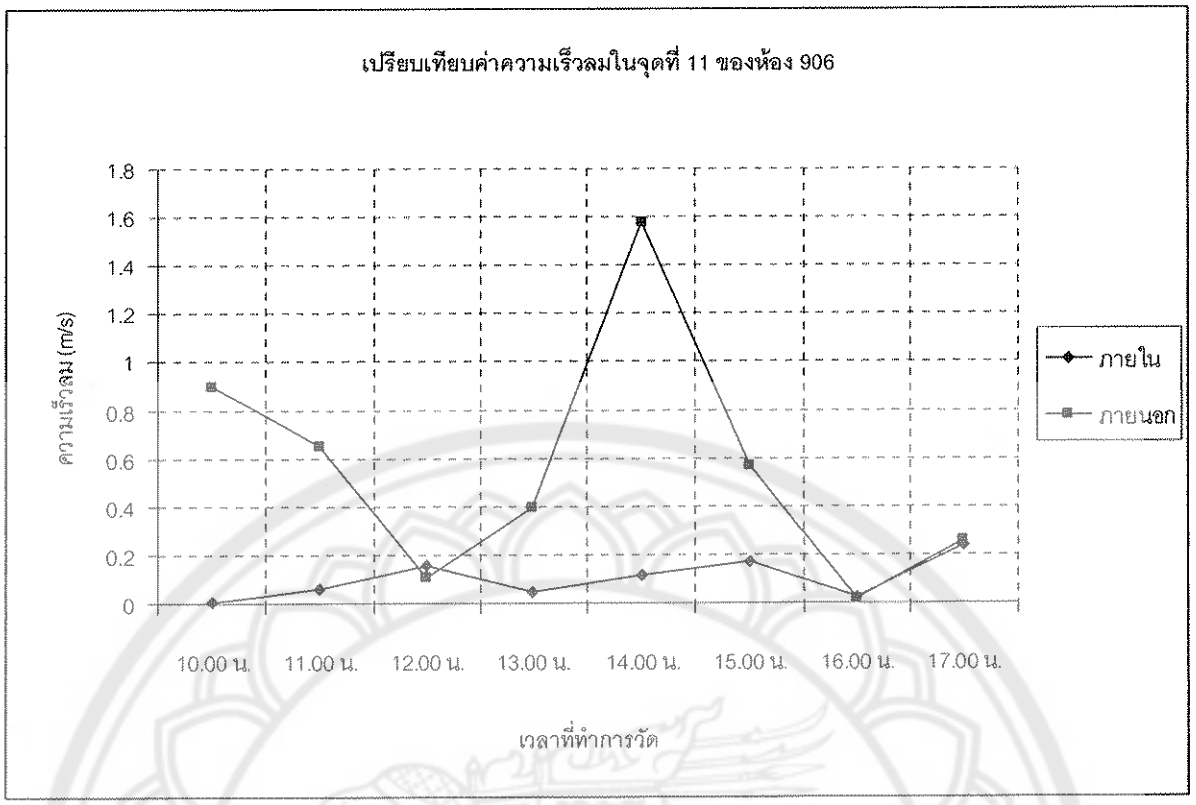
ตำแหน่งที่มีความเร็วลมมากที่สุด ได้แก่ จุดที่ 11 คือ บริเวณทางเดินหน้าห้องพัก เท่ากับ 1.94 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 14.00 น. เนื่องจากเป็นพื้นที่โล่งไม่มีผนังกั้น ทำให้ลมสามารถพัดผ่านได้ดี

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

เพิ่มจำนวนและขนาดของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าเหนือศีรษะในลักษณะเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสองช่อง ตรงบริเวณผนังห้องน้ำที่อยู่ติดกับทางเดินด้านหน้า เพื่อเป็นการเหนี่ยวนำให้ลมเข้ามาภายในส่วนของห้องน้ำทั้งสองห้องมากขึ้น และยังช่วยในการระบายอากาศและความชื้นอีกด้วย



แผนภูมิที่ 3-42 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดที่ 8 ภายในห้อง 906

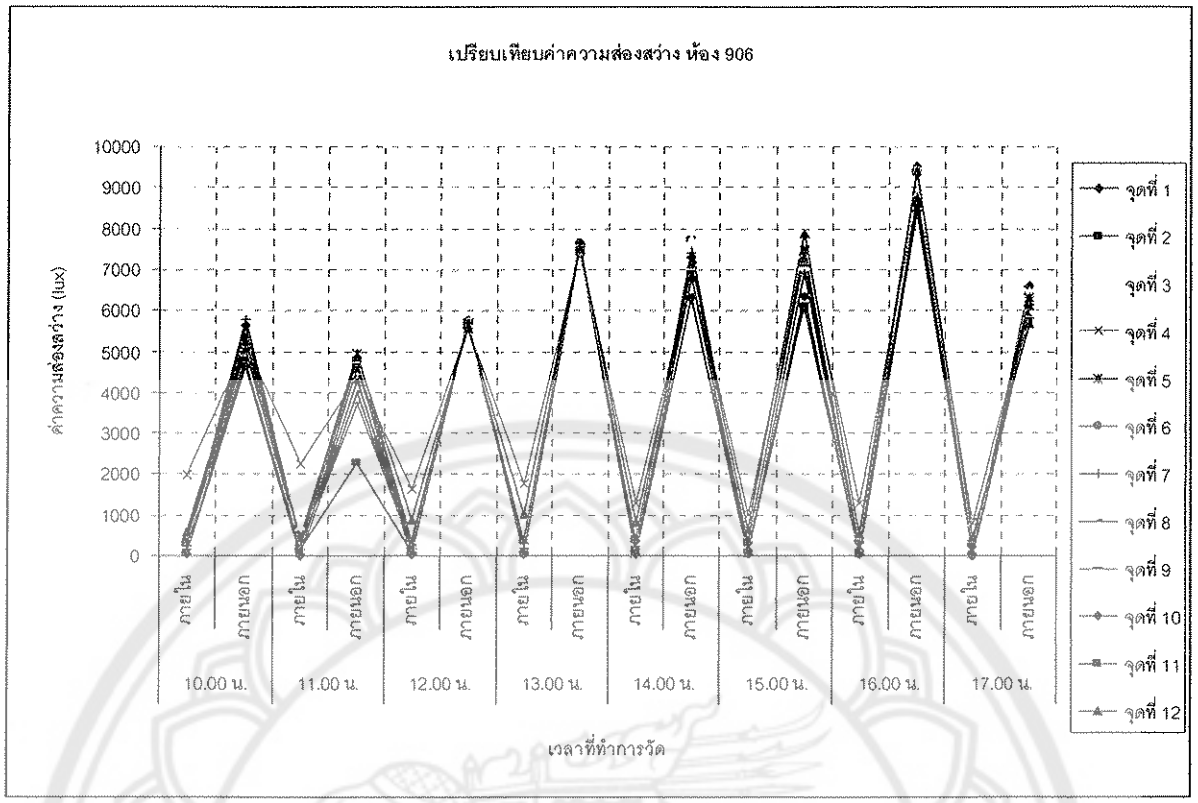


แผนภูมิที่ 3-43 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมในจุดที่ 11 ภายในห้อง 906

- **การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องค่าความส่องสว่าง ห้อง 906**

จุดที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด คือ จุดที่ 4 บริเวณระเบียงหลังห้อง มีค่าเท่ากับ 2246 Lux เวลา 11.00 น. ซึ่งแต่เดิม บริเวณนี้ ไม่มีแผงกันแดดหรือต้นไม้ปลูกเพื่อบังแสงแดดด้านนอก จึงทำให้แสงเข้ามาได้โดยตรง

จุดที่มีความส่องสว่างน้อยที่สุดคือ จุดที่ 6 มีค่าเท่ากับ 12 Lux ช่วงเวลา 11.00 น. ซึ่งไม่เพียงพอต่อการใช้งาน คือบริเวณ โถงทางเดินภายในห้อง เป็นส่วนทางเดินที่เชื่อมห้องต่างๆ ซึ่งแต่ละห้องมีความเป็นส่วนตัว จึงทำให้ไม่มีการเจาะช่องเปิดใดๆ ด้านหน้าห้องของแต่ละห้อง เช่น ห้องนอนใหญ่ ห้องน้ำ ห้องนอนเล็ก เป็นต้น ส่งผลให้แสงสว่างส่องถึงบริเวณดังกล่าวได้น้อยมาก



แผนภูมิที่ 3-44 แสดงการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัด ภายในห้อง 906

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างมากที่สุด : ควรติดตั้งแผงกันแดดแนวนอนและแนวตั้งผสมกัน เพื่อช่วยในการลดปริมาณแสงจากหลายทิศทางที่จะเข้ามาสู่ภายในลงได้บ้าง

การปรับปรุงส่วนที่มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด : ควรเพิ่มจำนวนของช่องแสงให้มากขึ้น อาจเลือกชนิดของบานเปิดเป็นบานเกล็ดกระจกปรับมุม ไว้ในตำแหน่งเหนือประตูที่อยู่ภายในบริเวณโถงทางเดินภายในห้องพัก ได้แก่ ประตูห้องนอนและห้องน้ำ เพื่อช่วยให้แสงสว่างสามารถส่องเข้ามาได้ลึกและมากขึ้น เหมาะสมต่อการใช้งาน นอกจากนี้บานเกล็ดปรับมุมยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติภายในบริเวณดังกล่าวได้อีกด้วย

บทที่ 4

แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารและการประเมินผล

จากการวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 มีปัญหาต่างๆ ที่พบมากมาย ซึ่งส่งผลให้อาคารหอพักอาจารย์ มน. นิเวศ 5 อยู่อาศัยไม่สบาย ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงนำปัญหาต่างๆ ดังกล่าว มาวิเคราะห์และทำการออกแบบปรับปรุงจุดต่างๆ ของตัวอาคารเพื่อแก้ไขปัญหาและทำให้อาคารอยู่สบายมากขึ้น โดยในบทที่ 4 นี้ จะเป็นการสรุปการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารในจุดต่างๆ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ได้ทำการวัดไป แล้วนำบทสรุปของการปรับปรุงไปทดลองด้วยเครื่องมือทดสอบทางพลังงานที่มีความเหมาะสม เพื่อทดสอบว่าการออกแบบปรับปรุงที่ทางคณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากปัญหาและนำมาออกแบบปรับปรุงไปนั้นสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด ทำให้อาคารอยู่สบายมากขึ้นหรือไม่ และได้ผลโดยรวมเป็นอย่างไร

โดยการสรุปผลการออกแบบปรับปรุงนั้นจะแบ่งการวิเคราะห์และสรุปตามตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายภายในอาคาร และจะสรุปภาพรวมของทั้งอาคารในช่วงสุดท้ายของบท ดังนี้

- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิผิวผนัง
- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิอากาศ
- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์
- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหากระแสลมธรรมชาติ
- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาแสงธรรมชาติ

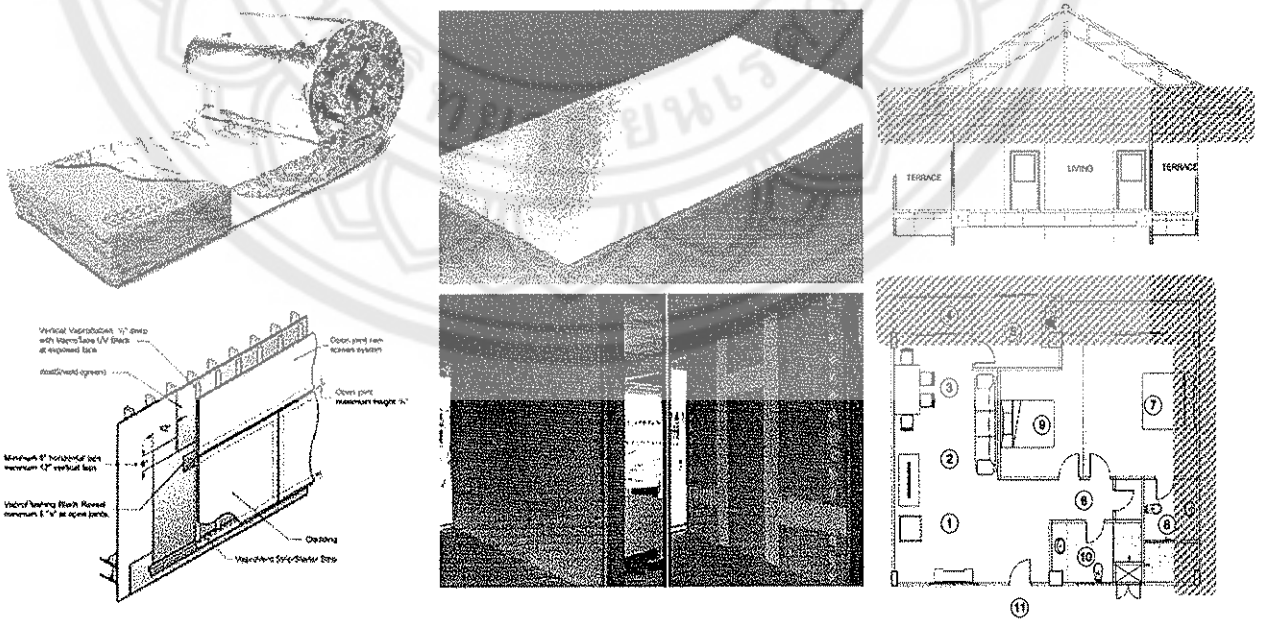
1. การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิผิวผนัง

จากการสำรวจภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง ของอาคารกรณีศึกษา พบว่าปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิผิวผนังที่สูงเกินไปนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะพบที่บริเวณผนังด้านหน้าและหลังห้องพัก เนื่องจากเป็นผนังภายนอกอาคารและอยู่ในทิศตะวันตก ทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ จึงสัมผัสกับแสงแดดและความร้อนโดยตรง เกิดการสะสมความร้อนไว้ที่ผนัง ทำให้ผิวผนังดังกล่าวมีอุณหภูมิที่สูงในช่วงบ่ายถึงเย็น และส่งผลต่อ*อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ* (Mean Radiant Temperature) ถึงแม้ว่าอุณหภูมิภายในห้องจะอยู่ในระดับสภาวะน่าสบาย แต่ถ้าพื้นผิวผนังโดยรอบห้องนั้น ๆ มีอุณหภูมิสูงมาก ผู้ใช้อาคารก็จะรู้สึกว่าร้อนได้ ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบมีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของผู้อยู่อาศัยมากกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องถึง 40% จึงกล่าวได้ว่า ถ้าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบตัวเราร้อนขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียสเราจะรู้สึกเสมือนว่าอุณหภูมิอากาศขณะนั้นร้อนขึ้นกว่าเดิม 1.4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นไปตามหลักการถ่ายเทความร้อนที่ว่า ความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปสู่ที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ดังนั้นถ้าพื้นผิว

โดยรอบ ๆ ตัวเรามีอุณหภูมิสูงมาก พื้นผิวนั้น ๆ ก็จะแผ่รังสีความร้อนมาสู่ตัวเรา ทำให้เรารู้สึกเสมือนว่าร้อนกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องจริง ๆ ณ. เวลาขณะนั้น พื้นผิวที่ร้อนนั้นส่วนมากจะมีสาเหตุมาจากการถูกแสงแดดแผดเผาเป็นเวลานาน ๆ โดยเฉพาะผนังห้องทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตก วัสดุที่ทำผนังอาคารนั้น ส่วนใหญ่ในบ้านเราจะนิยมใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งจัดเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากเป็นตัวกักเก็บและสะสมความร้อนได้อย่างดี (thermal mass) ในช่วงเวลากลางวันที่แสงแดดจัด ถ้าเราเข้าไปนั่งทำงานอยู่ในห้องใกล้กับผนังที่ถูกแสงแดด ความร้อนจากผนังจะถ่ายเทมาสู่ตัวเราทำให้รู้สึกร้อนขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องได้

ในห้อง 406 นั้นผนังที่มีอุณหภูมิผิวสูงที่สุดคือ *ผนังของห้องนอนใหญ่* เนื่องจากห้องดังกล่าวเป็นห้องมุมที่อยู่ริมอาคาร ผนังของห้องนอนใหญ่จึงเป็นผนังภายนอกอาคาร อยู่ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ จึงสัมผัสกับแสงแดดและความร้อนโดยตรง ส่วนในห้อง 906 อุณหภูมิผิวที่สูงที่สุดคือ *ผิวของฝ้าเพดาน* เนื่องจากห้องดังกล่าวอยู่ชั้นบนสุด ทำให้หลังคาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกรอบอาคารสัมผัสกับแสงแดดและความร้อนโดยตรง เกิดการสะสมความร้อนและแผ่รังสีความร้อนมายังฝ้าเพดาน ส่งผลให้อุณหภูมิผิวของฝ้าเพดานในบริเวณดังกล่าวสูงเกือบตลอดทั้งวันโดยเฉพาะในช่วงบ่ายถึงเย็น

ดังนั้นการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิผิวผนังที่สูงเกินไป จึงเป็นการปรับปรุงกรอบอาคารให้มีการต้านทานความร้อนที่สูงขึ้น ด้วยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านที่ได้รับแสงแดดและความร้อนโดยตรงดังที่ได้วิเคราะห์มาก่อนหน้านี้ในบทที่ 3 และใช้ผนังเบาสำเร็จรูปมาปิดทับภายในอีกทีเพื่อความเรียบร้อยสวยงาม และผู้อยู่อาศัยยังสามารถตกแต่งผนังดังกล่าวได้ตามต้องการอีกด้วย เนื่องจากอาคารกรณีศึกษาก่อสร้างแล้วเสร็จและมีการเข้าใช้งานแล้ว อีกทั้งการทาสีใหม่ด้วยสีอ่อนๆ ยังช่วยในการสะท้อนความร้อนที่ดีขึ้นและป้องกันการสะสมความร้อนภายในผนังด้วย ส่วนที่ฝ้าเพดานของห้องชั้นบนสุดก็จะติดตั้งฉนวนกันความร้อนด้วยเช่นกัน การแก้ปัญหาดังกล่าวยังช่วยในการลดการสะสมความร้อน การแผ่รังสีความร้อนสู่ภายในห้อง และช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องพักได้อีกด้วย

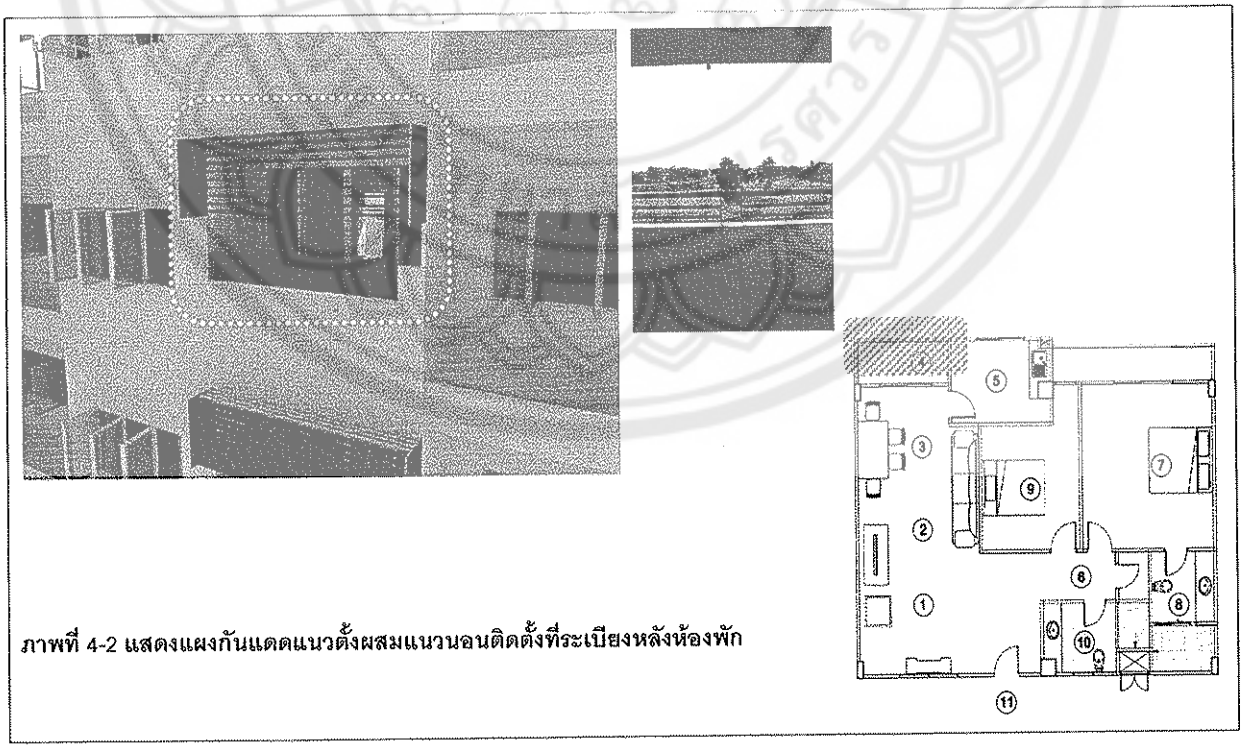


ภาพที่ 4-1 แสดงฉนวนกันความร้อนประเภทต่าง ๆและตัวอย่างการติดตั้ง

2. การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิอากาศ

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง พบว่าปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินไปนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะเกิดขึ้นที่บริเวณระเบียงหลังห้องพัก เนื่องจากเป็นพื้นที่ใช้งานที่ไม่มีผนังกันแสงแดดและความร้อนที่เข้ามา ซึ่งความร้อนที่ผ่านเข้ามาสู่ระเบียงดังกล่าวนี้จะสามารถแผ่เข้าสู่ภายในห้องพักได้ หากไม่มีการแก้ไขป้องกัน รวมทั้งในห้องครัวของบางห้องพักก็มีอุณหภูมิอากาศที่สูงเช่นกัน เนื่องจากทั้งสองพื้นที่ดังกล่าวอยู่ติดกันและอยู่ในทิศเดียวกัน กล่าวคือ ห้องพักทางปีกซ้ายของตัวอาคารจะอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนห้องพักทางปีกขวาของตัวอาคารจะอยู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ อีกทั้งมีการระบายอากาศที่ไม่ดีพอจึงส่งผลให้อุณหภูมิอากาศในบริเวณดังกล่าวสูงในช่วงบ่ายถึงเย็น

ดังนั้นการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินไป นอกจากการปรับปรุงกรอบอาคารให้มีการต้านทานความร้อนที่สูงขึ้น ด้วยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังและฝ้าเพดาน การทาสีใหม่ด้วยสีอ่อนๆ เพื่อช่วยในการสะท้อนความร้อน ป้องกันการสะสมความร้อนและลดการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ภายในห้องพัก ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องพักลดลงได้แล้ว การติดตั้ง*แผงกันแดดแนวนอน* แบบระแนงอะลูมิเนียม ที่มีน้ำหนักเบา จะช่วยให้ลมพัดผ่านได้ โดยใช้*ผสมกับแผงกันแดดแนวตั้ง* ซึ่งอาจใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาเช่นเดียวกัน ที่บริเวณผนังภายนอกอาคารที่ได้รับแสงแดดและความร้อนโดยตรง จะช่วยลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารได้ดีกว่าการใช้กระจกตัดแสงหรือม่านมู่ลี่ภายในอาคาร (ตรึงใจ บูรณสมภพ: 2539) และยังเป็นการป้องกันไม่ให้แสงแดดและความร้อนจากระเบียงแผ่ความร้อนเข้าสู่ห้องรับประทานอาหารและห้องรับแขกอีกด้วย การปลูกต้นไม้ในบริเวณระเบียงและทางเดินภายในอาคาร ตลอดจนการปลูกต้นไม้และพื้นหญ้า (การลดพื้นที่ดาดแข็ง) รอบๆอาคารเพื่อเพิ่มร่มเงา ก็สามารถช่วยลดอุณหภูมิรอบๆอาคารได้ เหมาะสมกับทิศตะวันออก ตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตก ตะวันตกเฉียงใต้ (ตรึงใจ บูรณสมภพ: 2539)



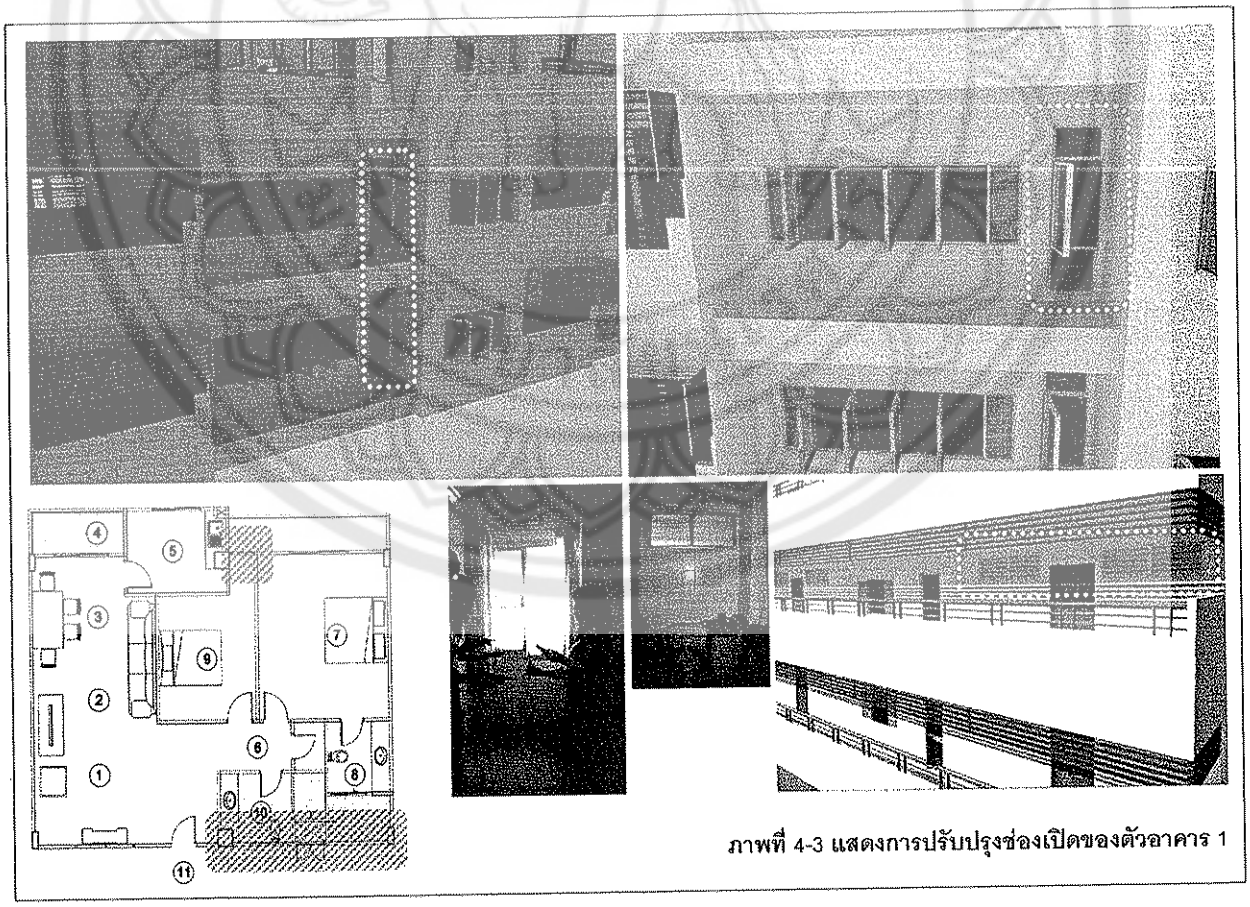
ภาพที่ 4-2 แสดงแผงกันแดดแนวตั้งผสมแนวนอนติดตั้งที่ระเบียงหลังห้องพัก

3. **การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์**

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง พบว่าปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะพบภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง และห้องนอนเล็ก เนื่องจากมีจำนวนช่องเปิดน้อย รวมถึงชนิดและตำแหน่งของช่องเปิดที่ยังไม่เหมาะสม จึงส่งผลให้ภายในห้องดังกล่าวไม่มีการระบายอากาศที่ดี อีกทั้งแสงธรรมชาติสามารถส่องถึงได้น้อยมาก

ดังนั้นแนวทางการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไป จึงเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และการรับแสงสว่างธรรมชาติให้มากขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็ก และเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าปรับมุมภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เพื่อให้สามารถรับลมและแสงธรรมชาติได้มากยิ่งขึ้น และมีความเหมาะสมในการใช้งานในพื้นที่นั้นๆ อีกด้วย

ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงดังที่กล่าวมานั้น ยังคงอยู่ในขอบเขตของสภาวะน่าสบาย ซึ่งนับว่าไม่ส่งผลให้เกิดความไม่สบายในการอยู่อาศัย อีกทั้งยังเกิดขึ้นภายในห้องน้ำโดยส่วนใหญ่ ซึ่งไม่ใช่พื้นที่ใช้งานหลัก ดังนั้นในการทดสอบหลังการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารกรณีศึกษา ทั้งโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และหุ่นจำลอง จึงไม่มีการทดสอบในเรื่องของการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์

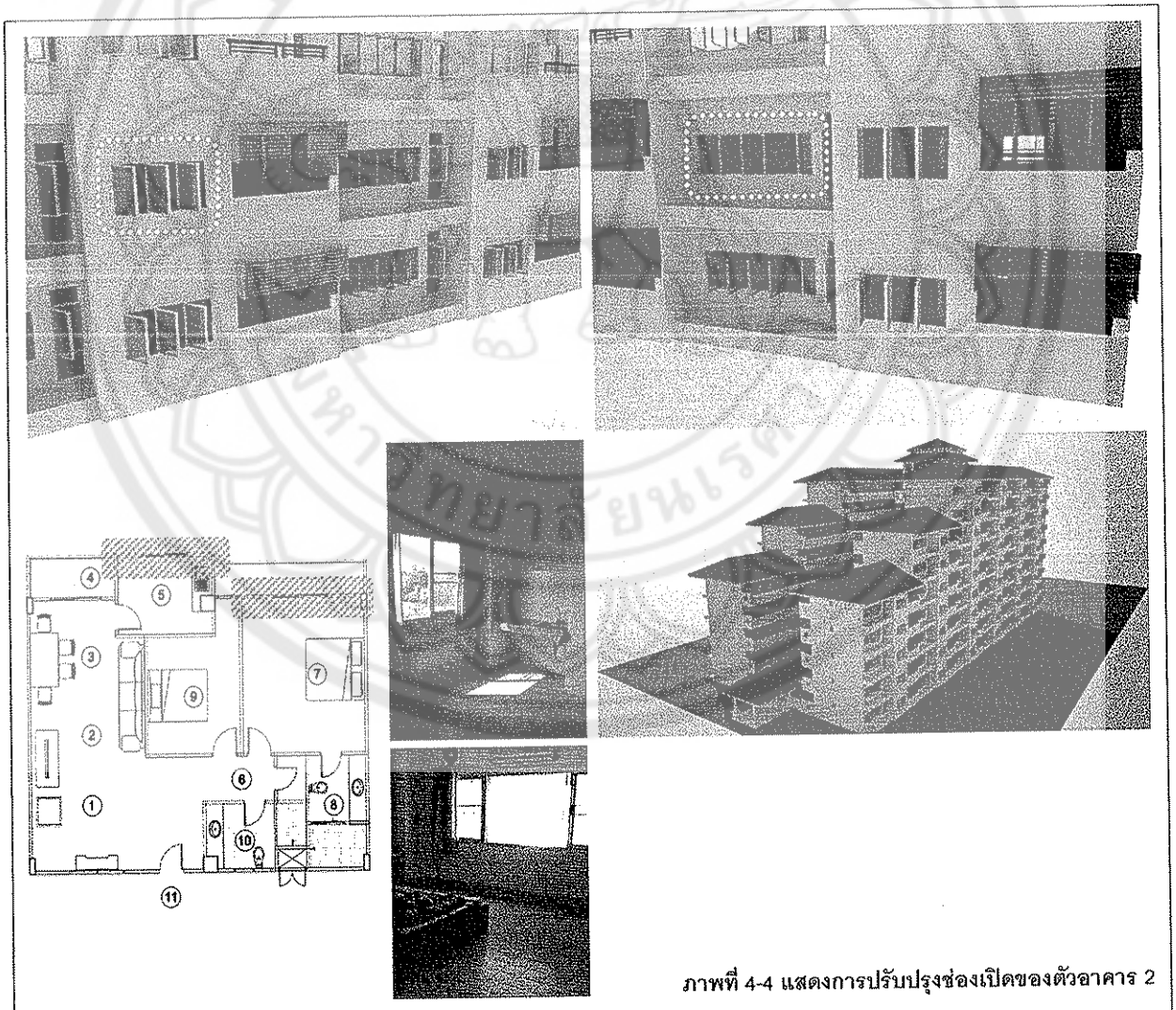


ภาพที่ 4-3 แสดงการปรับปรุงช่องเปิดของตัวอาคาร 1

4. **การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหากระแสลมธรรมชาติ**

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง พบว่าปัญหาที่เกิดจากกระแสลมธรรมชาติที่พัดผ่านน้อยเกินไปนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะพบภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เนื่องจากมีจำนวนช่องเปิดน้อย รวมถึงชนิดและตำแหน่งของช่องเปิดยังไม่เหมาะสม จึงส่งผลให้ภายในห้องดังกล่าวลมไม่สามารถพัดผ่านได้โดยสะดวก ไม่มีการระบายอากาศที่ดี

ดังนั้นการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องความเร็วลมที่พัดผ่านเข้ามาภายในห้องน้อยเกินไปนั้น จึงเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และการรับแสงสว่างธรรมชาติให้มากขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างเดิมของห้องนอนเล็ก และเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้า ปรับมุมภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เพื่อให้มีความเหมาะสมในการใช้งาน สามารถรับลมและแสงธรรมชาติได้มากยิ่งขึ้น เช่นเดียวกับการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารที่เกิดจากปัญหาความชื้นสัมพัทธ์ ในข้างต้นแล้ว ในการแก้ปัญหาความเร็วลมที่ต่ำและการระบายอากาศภายในห้องพักยังมีการเปลี่ยนชนิดของบานเปิด จากหน้าต่างบานเลื่อนซึ่งกระแสลมสามารถพัดผ่านได้เพียง 45% เป็นหน้าต่างบานเปิดที่กระแสลมสามารถพัดผ่านได้ถึง 90% ในห้องครัวและห้องนอนใหญ่อีกด้วย



ภาพที่ 4-4 แสดงการปรับปรุงช่องเปิดของตัวอาคาร 2

5. การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาแสงธรรมชาติ

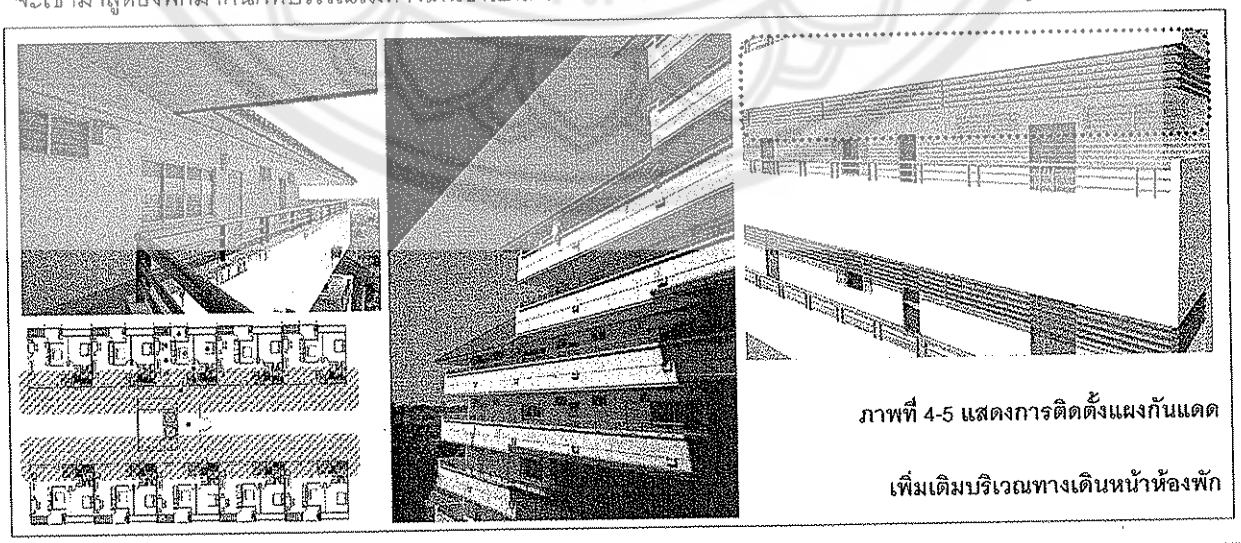
จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง พบว่าปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาตินั้น มีทั้งมากเกินไปและน้อยเกินไป ปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างที่มากเกินไป ส่วนใหญ่แล้วจะพบที่บริเวณระเบียงหลังห้องพัก ซึ่งแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามามากเกินไปจะนำความร้อนเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าวและอาจแผ่ไปสู่พื้นที่ต่างๆ ภายในห้องที่ติดกับระเบียงได้ อีกทั้งอาจทำให้เกิดแสงบาดตาอีกด้วย

ในส่วนของปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาติที่น้อยเกินไป จนไม่เพียงพอต่อการใช้งานในพื้นที่ต่างๆของห้องพักนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะพบภายในห้องนอนเล็กและภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เนื่องจากมีจำนวนช่องเปิดน้อย รวมถึงชนิดและตำแหน่งของช่องเปิดยังไม่เหมาะสม อีกทั้งยังมีบางห้องที่บริเวณโถงทางเดินที่เชื่อมระหว่างห้องรับแขกกับห้องนอนและห้องน้ำ มีค่าความส่องสว่างน้อยมาก หากทำการปรับปรุงช่องเปิดของห้องนอนเล็กและห้องน้ำเช่นเดียวกับการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารที่เกิดจากปัญหาความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม (ดังภาพที่ 4-3 และ 4-4) ก็จะทำให้แสงธรรมชาติส่องเข้ามาถึงบริเวณโถงทางเดินดังกล่าวได้มากขึ้นอีกด้วย

- **การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาอื่นๆ**

นอกจากปัญหาต่างๆที่ส่งผลให้เกิดสภาวะไม่สบายขึ้นภายในอาคารกรณีศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว จากการสำรวจตัวอาคารคณะผู้วิจัยพบว่า ยังมีปัญหาเรื่องฝนสาดเข้ามาสู่ทางเดินหน้าห้อง เนื่องจากรูปแบบของตัวอาคารมีทางสัญจรเดี่ยว (Single load corridor) ซึ่งมีทางเดินจ่ายไปตามห้องพักต่างๆที่เกาะติดอยู่กับทางเดินเพียงด้านเดียว อีกด้านหนึ่งของทางเดินจะเป็นระเบียงเปิดโล่งสัมผัสกับบรรยากาศภายนอกอย่างเต็มที่ ทำให้ฝนสาดเข้ามาสู่ทางเดินดังกล่าวได้ง่ายและในปริมาณที่มากเพราะไม่มีสิ่งป้องกันใดๆ

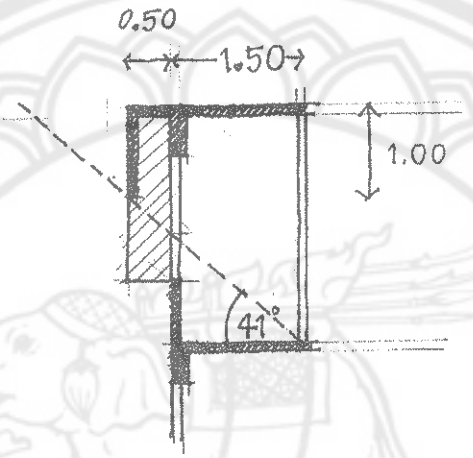
ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงพื้นที่ทางเดินหน้าห้องร่วมด้วย โดยการติดตั้งแผงกันแดดแนวนอน แบบระแนงอะลูมิเนียม ที่มีน้ำหนักเบา ซึ่งกระแสลมสามารถพัดผ่านได้โดยสะดวกและไม่ส่งผลต่อปริมาณความเข้มของแสงสว่างที่จะเข้ามาสู่ห้องพักมากนักที่บริเวณริมทางเดินซึ่งเป็นกรอบอาคาร เพื่อช่วยในการป้องกันฝนสาดเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าวด้วย



ภาพที่ 4-5 แสดงการติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มเติมบริเวณทางเดินหน้าห้องพัก

- **รายละเอียดของแผงกันแดดที่ทำการปรับปรุง**

จากการเปิดค่า มุมเงาแดด(Profile Angle) คือมุมที่ผู้สังเกตเงาแดดหันหน้าไปในทิศทางขนานกับผนังอาคารที่ถูกแดด ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดของแผงกันแดดจากรูปตัด และมุมอะซิมุทของผนัง (Wall-Solar Azimuth) คือมุมที่วัดจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแนวระนาบกับแนวตั้งฉากกับผนัง ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดของแผงกันแดดจากแปลน (สุนทร บุญญาธิการ: 2542) จากตารางแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์และมุมที่เกี่ยวข้องสำหรับละติจูด 16 องศาเหนือในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ห้องพักของอาคารกรณีศึกษานั้น มีค่า Profile Angle เท่ากับ 41 องศา และมีมุม Wall-Solar Azimuth เท่ากับ 38 องศา ดังภาพที่ 4-6



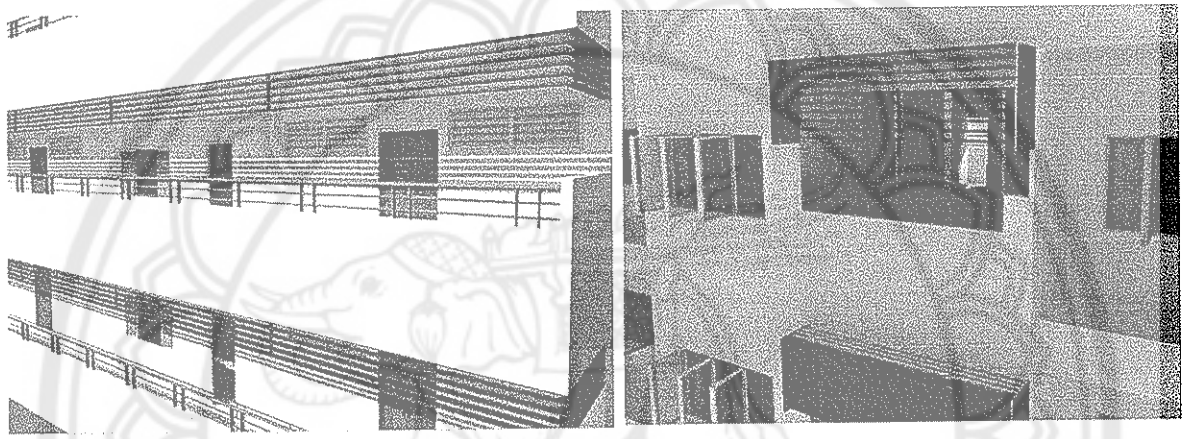
ภาพที่ 4-6 แสดงการคำนวณขนาดและรูปร่างของแผงกันแดดแบบใหม่ที่ทำการปรับปรุง

แผงกันแดดดังกล่าว (ภาพที่ 4-6) สามารถป้องกันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเวลาประมาณ 10.00 - 14.00 น. เนื่องจากก่อนเวลา 10.00 น. ทิศทางของแดดยังไม่ส่งผลกระทบต่อห้องพักที่อยู่ในทิศนี้มากนัก และจากผลของการวัดอุณหภูมิอากาศจากอาคารกรณีศึกษา (รายละเอียดดังแสดงในบทที่ 3 และภาคผนวก) อุณหภูมิอากาศหลังเวลา 14.00 น. ไม่สูงมากนัก ซึ่งช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศสูงสุดที่ส่งผลให้ห้องพักอยู่ไม่สบายคือ ในช่วงเวลา 12.00 – 14.00 น. ยกเว้นในเดือนธันวาคม ที่แสงแดดอาจส่องมาถึงห้องรับแขกได้ เนื่องจากในเดือนดังกล่าวพระอาทิตย์อ้อมทางทิศใต้มากที่สุดในรอบปี โดยแผงกันแดดนี้จะป้องกันแสงแดดไม่ให้เข้าสู่ห้องรับแขก ซึ่งพื้นที่ระเบียงนับว่าเป็นแผงกันแดดไปในตัวได้ด้วย

จากตารางแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์และมุมที่เกี่ยวข้อง(สำหรับละติจูด 16 องศาเหนือ) ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ห้องพักของอาคารกรณีศึกษา มีค่า Profile Angle เท่ากับ 51 องศา ต้องใช้แผงกันแดดที่ยื่นยาว ประมาณ 0.80 ม. จึงจะสามารถกันแดดได้ตั้งแต่เช้า แต่เนื่องจากเวลาที่ความร้อนส่งผลต่อสภาวะน่าสบายนั้นจะเกิดหลังจากเวลา 09.00 น. (จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ในบทที่ 3 และภาคผนวก) ดังนั้นจึงลดขนาดความยาวของแผงกันแดดเหลือ 0.50 ม.

ดังภาพที่ 4-6 ซึ่งเป็นขนาดเดียวกันกับแผงกันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ เพื่อความเรียบร้อยสวยงามทั้งอาคาร และเลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาติดตั้งง่าย และยังปลูกต้นไม้เพื่อบังแดดและเกิดความสะบายตาอีกด้วย โดยจะสามารถกันแดดได้ตั้งแต่เวลาประมาณ 9.00 น. เนื่องจากในช่วงบ่ายนั้นทิศทางของแดดไม่ส่งผลกระทบต่อห้องพักที่อยู่ในทิศนี้มากนัก

นอกจากนี้ ยังมีการติดตั้งแผงกันแดดแนวนอน แบบระแนงอะลูมิเนียม ที่มีน้ำหนักเบา ที่บริเวณริมทางเดินหน้าห้องซึ่งเป็นกรอบอาคาร เพื่อช่วยในการป้องกันฝนสาดเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าวด้วย โดยแผงกันแดดในบริเวณนี้มีขนาด 0.50 ม. จากใต้ท้องคานเท่ากันหมดทั้งอาคารเพื่อความเรียบร้อยสวยงาม



ภาพที่ 4-7 แสดงรูปแบบของแผงกันแดดแบบใหม่ที่ใช้ในการปรับปรุงอาคาร

6. การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายของอาคารกรณีศึกษาหลังการปรับปรุง

6.1 การประเมินหลังการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินไป

การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายของอาคารกรณีศึกษาหลังการปรับปรุง เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องอุณหภูมิอากาศที่สูงจนส่งผลให้เกิดสภาวะไม่สบายในการอยู่อาศัยขึ้นนั้น จะใช้การวิเคราะห์ค่า OTTV และ RTTV ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ OTTV EE Version 1.0 a เพื่อเป็นการทดสอบว่าหลังจากการแก้ไขปรับปรุงด้วยการเพิ่มแผงกันแดดในบริเวณที่มีปัญหาเรื่องความร้อน และการใส่ฉนวนกันความร้อนที่ผนังในด้านที่โดนแดด ดังที่กล่าวมาข้างต้น แล้วสามารถช่วยลดค่า OTTV และ RTTV ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และช่วยให้ภายในห้องพักมีอุณหภูมิที่ลดลง เข้าสู่สภาวะน่าสบายมากขึ้นหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด ในการคำนวณนั้นจะทำการคำนวณเฉพาะห้องนอนใหญ่ที่ติดเครื่องปรับอากาศเท่านั้น

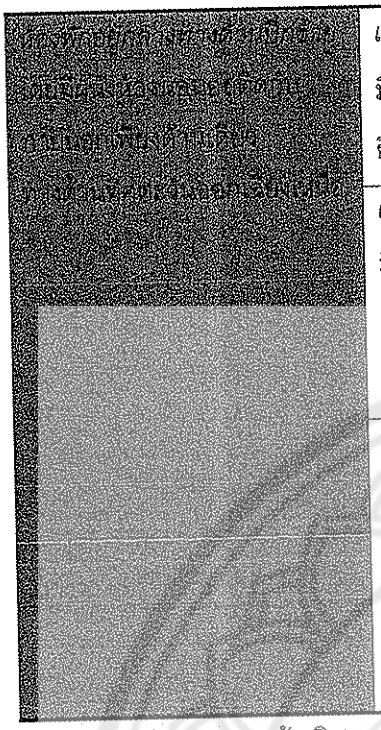
แบ่งเป็น 5 กรณี ตามตำแหน่งห้อง ได้แก่

- *กรณีที่ห้องพักอยู่กลางทางด้านปีกขวา* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกเพียงด้านเดียวทางด้าน*ทิศตะวันตกเฉียงใต้*
- *กรณีที่ห้องพักอยู่กลางทางด้านปีกซ้าย* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกเพียงด้านเดียวทางด้าน*ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ*
- *กรณีที่ห้องพักอยู่ปลายอาคาร(ห้องริม) ทางด้านปีกขวา* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกสองด้านทางด้าน*ทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ*
- *กรณีที่ห้องพักอยู่ปลายอาคาร(ห้องริม) ทางด้านปีกซ้าย* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกสองด้านทางด้าน*ทิศตะวัน ออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ*
- *กรณีที่ห้องพักอยู่ชั้นบนสุดของอาคาร(ชั้นที่9)* โดยมีฝ้าเพดานและหลังคาห้องนอนอยู่ติดกับภายนอก

ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงการวิเคราะห์ค่า OTTV และ RTTV หลังการปรับปรุงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบแผงกันแดด	รูปแบบผนัง	OTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่กลางทางด้านปีกขวา โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกเพียงด้านเดียว ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล.แนวนอน ยื่นยาว 1.50 ม.	*แบบเดิม* ก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	78.07
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม.	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	73.10
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม.	*แบบใหม่* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ด ภายในบุฉนวนใยแก้วหน10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	56.32

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบแผงกันแดด	รูปแบบผนัง	OTTV (watt/m2)
	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล.แนวนอน ยื่นยาว 1.50 ม	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	70.66
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม.	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	68.37
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม.	*แบบใหม่* ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ด ภายในบุฉนวนใยแก้วหนา10ซม. หน้าต่างกระจกใสหนา 6มม.	51.59
ห้องพักอยู่ปลายอาคาร(ห้องริม) *ทางด้านปีกขวา* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับ ภายนอกสองด้าน ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล.แนวนอนยื่น ยาว 1.50 ม. ด้านทิศตะวันตก เฉียงใต้และไม่มีแผงกันแดด ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	56.59
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม. ด้านทิศตะวันตก เฉียงใต้ และไม่มีแผงกันแดด ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	54.34
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม. ด้านทิศตะวันตก เฉียงใต้และไม่มีแผงกันแดด ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบใหม่* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ด ภายในบุฉนวนใยแก้ว หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	33.14

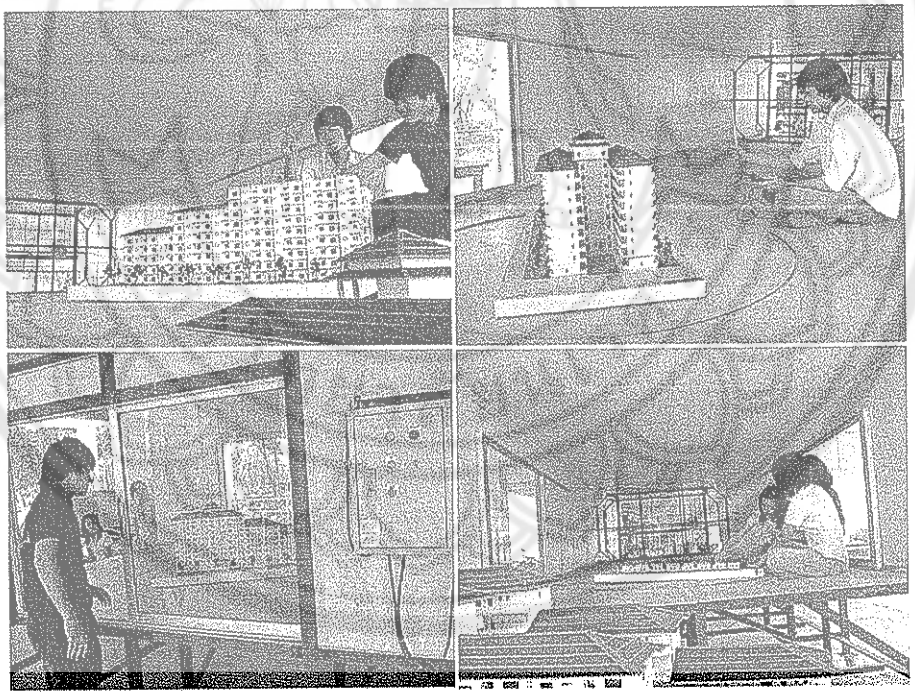
ตารางที่ 4-1 แสดงการวิเคราะห์ค่า OTTV และ RTTV หลังการปรับปรุงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบแผงกันแดด	รูปแบบผนัง	OTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่ปลายอาคาร(ห้องริม) *ทางด้านปีกซ้าย* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกสองด้าน ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล.แนวนอนยื่นยาว 1.50 ม. ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและไม่มีแผงกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	53.22
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก1.00 ม. ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและไม่มีแผงกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	52.18
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก1.00 ม. ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและไม่มีแผงกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบใหม่* ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ดภายในบุฉนวนใยแก้วหนา10ซม. หน้าต่างกระจกใสหนา 6 มม.	30.98
กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบฝ้าเพดาน	รูปแบบหลังคา	RTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่ชั้นบนสุดของอาคาร (ชั้นที่9) โดยมีฝ้าเพดานและหลังคาห้องนอนอยู่ติดกับภายนอก	*แบบเดิม* มีฝ้าเพดานบนห้องนอน หนา 10 มม.	*แบบเดิม*	40.11
	แบบใหม่ มีฝ้าเพดานบนห้องนอน หนา10 มม. และปูฉนวนใยแก้ว หนา 10 ซม. เหนือฝ้า	*แบบเดิม*	10.40

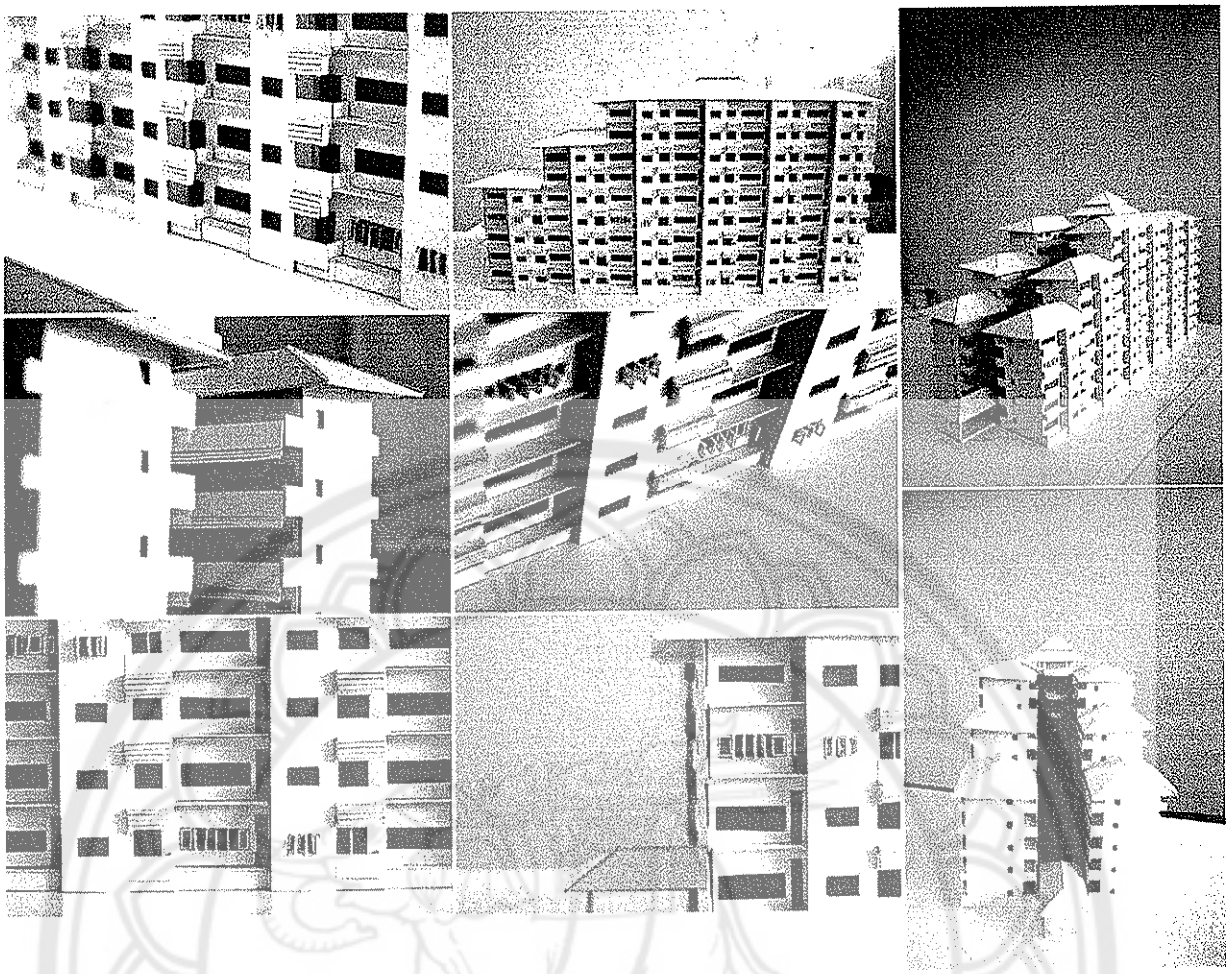
6.2 การวิเคราะห์หลังการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาการระบายอากาศและความเร็วลมที่น้อยเกินไป

ในการวิเคราะห์หลังการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาการระบายอากาศและความเร็วลมที่น้อยเกินไปนั้น ใช้หุ่นจำลองในการวัดค่าความเร็วลมภายในอุโมงค์ลม (Wind tunnel) ด้วยเครื่องวัดค่าความเร็วลม ดังแสดงในบทที่ 2

โดยจะทำการวัดครบทั้ง 7 ห้องพักภายในอาคากรณีศึกษา ตามตำแหน่งห้องจริงๆ ได้แก่ ห้อง 103, 107, 311, 404, 406, 706 และ 906 และทำการวัดครบทั้ง 8 ทิศทาง คือ ทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันตก และตะวันตกเฉียงเหนือ โดยค่าตัวเลขที่ได้จากการทดลองจากหุ่นจำลองภายในอุโมงค์นี้ จะแสดงโดยละเอียดในภาคผนวก **แต่ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบ**ว่าหลังจากปรับปรุงช่องเปิด(ดังแสดงรายละเอียดก่อนหน้านี้)เพื่อแก้ปัญหาการระบายอากาศที่ไม่ดี รวมทั้งเพิ่มความเร็วลมภายในห้องพัก ทำให้อยู่สบายมากขึ้นแล้ว มีค่าความเร็วลมเพิ่มมากขึ้นหรือไม่ และเป็นสัดส่วนมากน้อยเท่าใด เมื่อเทียบกับช่องเปิดแบบเดิม โดยจะนำผลการทดลองเฉพาะลมที่พัดมาจากทิศใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันตก เนื่องจากเป็นลมประจำถิ่นของประเทศไทยที่พัดในช่วงเดือน มีนาคม – ตุลาคม เป็นช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนที่ต้องการลมและการระบายอากาศที่ดีเพื่อช่วยในการลดอุณหภูมิอากาศและความชื้น และบริเวณรอบๆ ที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆได้ อีกทั้งในทิศทั้ง 3 ทิศดังกล่าว เป็นพื้นที่โล่งไม่มีอาคารหรือสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่มากีดขวางทางลม



ภาพที่ 4-8 แสดงการวัดค่าความเร็วลมจากหุ่นจำลองภายในอุโมงค์ลม (Wind tunnel) ด้วยเครื่องวัดค่าความเร็วลม



ภาพที่ 4-9 แสดงหุ่นจำลองที่ตัดช่องเปิดและแผงกันแดดตามการออกแบบปรับปรุงเพื่อนำไปทดลองภายในอุโมงค์ลม

6.2.1 ผลจากการวัดค่าความเร็วจากหุ่นจำลองภายในอุโมงค์

โดยจะแยกวิเคราะห์เป็นห้องๆ เพื่อให้เห็นอย่างชัดเจนว่าหลังการปรับปรุงอาคารแล้วกระแสลมสามารถพัดผ่านเข้าสู่ห้องพักได้เพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบ**ร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ห้องพักได้** โดยจะเปรียบเทียบเฉพาะในจุดที่มีค่าความเร็วลมน้อยที่สุด จากการสำรวจและวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 ที่ผ่านมา

ห้อง 103

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 7 คือ บริเวณห้องนอนใหญ่มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารคิดเป็น 1.43% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 27.67% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตก

เฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 32.59% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 3.98%

ห้อง 107

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 10 คือ บริเวณห้องน้ำหลัก มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารคิดเป็น 1.64% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 3.23% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 17.36% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 29.52%

ห้อง 311

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 12 คือ บริเวณโถงบันไดภายนอกห้องพัก มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 1.08% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 14.78% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 43.04% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 49.06%

ห้อง 404

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 8 คือ ภายในห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 2% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 3.94% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 15.32% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 23.85%

ห้อง 406

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 5 และ 8 คือ ห้องครัว และห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 1.15% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 65.29% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 44.07% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 13.83%

ห้อง 706

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 8 และ 10 ภายในห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ และห้องน้ำหลัก มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 1.72% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 28.93% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 9.57% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 12.24%

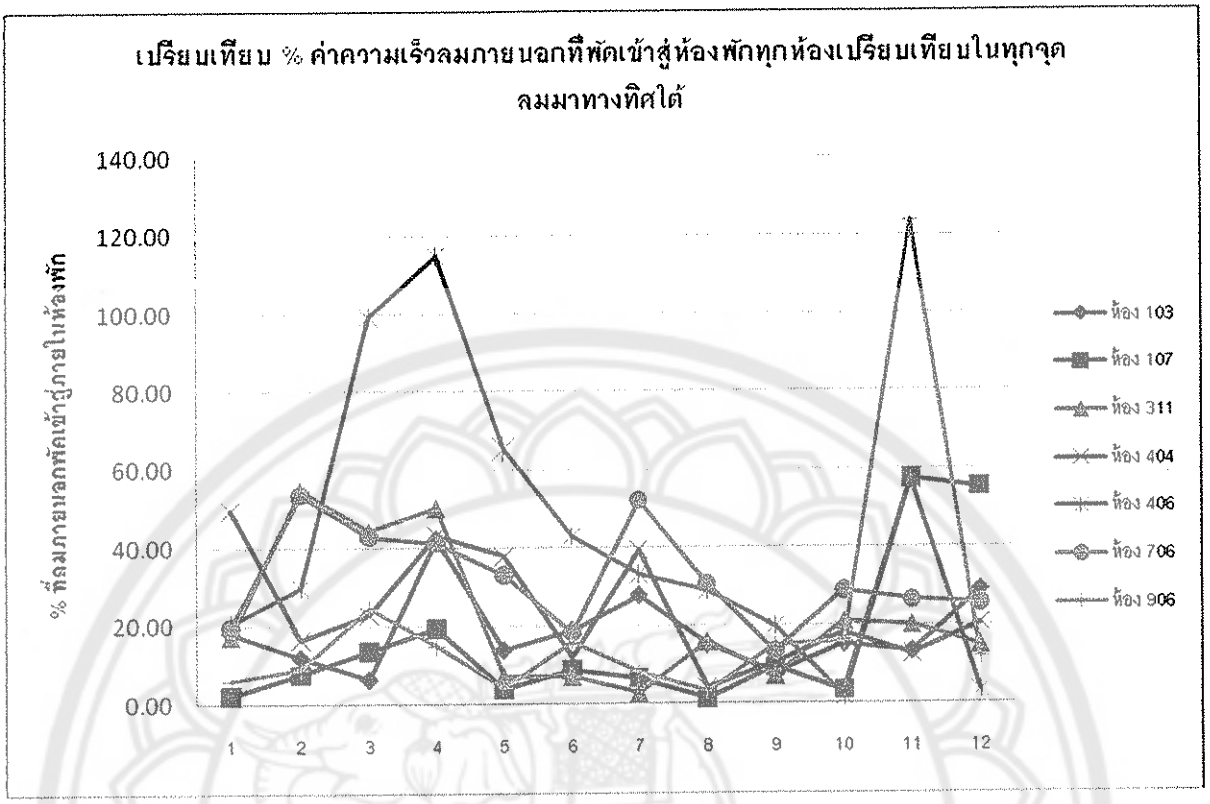
ห้อง 906

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 8 ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 1.11% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 2.94% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 15.25% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 1.75%

6.2.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้อง

ในการวิเคราะห์จะแยกวิเคราะห์ในแต่ละทิศทางลม เพื่อเปรียบเทียบร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักในแต่ละห้อง ว่าตำแหน่งและทิศทางของห้องนั้นส่งผลต่อปริมาณและทิศทางของกระแสลมหรือไม่และมากน้อยเพียงใด ดังนี้

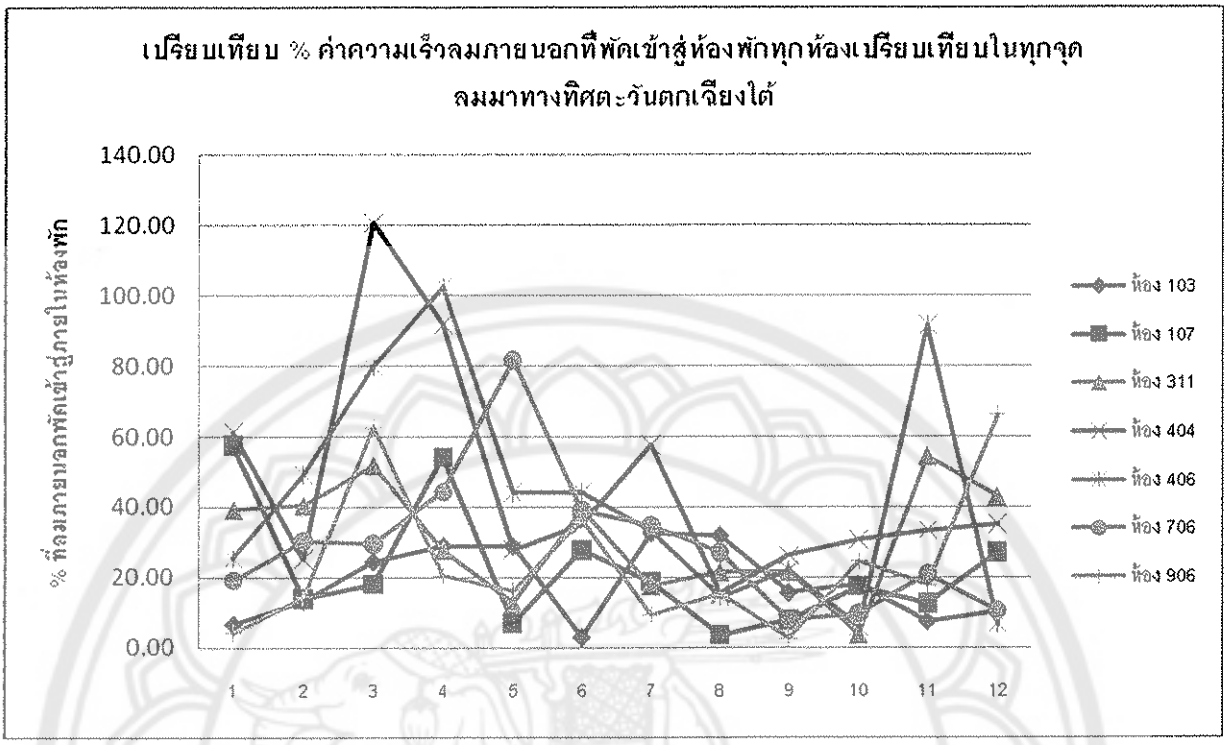
กระแสลมมาทางทิศใต้



แผนภูมิที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้องลมมาทางทิศใต้

จากแผนภูมิที่ 4-1 พบว่าห้อง 406 และห้อง 906 มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารมากที่สุดเมื่อเทียบกับห้องพักอื่นๆ เนื่องจากห้อง 406 เป็นห้องที่อยู่ริมสุดของอาคาร จึงทำให้มีพื้นที่ในการรับลมจากภายนอกได้มากและไม่มีห้องพักอื่นมาบดบังกระแสลม ส่วนห้อง 906 นั้นเป็นห้องที่อยู่ชั้นบนสุดของอาคาร จากการพิจารณาถึงปัจจัยและวิธีการที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบน หรือการพัดพาของกระแสลมนั้น ระยะความสูงจากช่องเปิดถึงพื้น จะส่งผลต่อกระแสลมคือ ยิ่งช่องเปิดอยู่สูงทิศทางกระแสลมก็จะเปลี่ยนไป เนื่องจากแนวผนังด้านหน้าที่กระแสลมมาปะทะเกิดแรงดันขึ้น และยิ่งสูงความเร็วของกระแสลมด้านนอกก็จะยิ่งมากขึ้น อันจะส่งผลให้กระแสลมภายในห้องเร็วและแรงขึ้นด้วย (มาลินี ศรีสุวรรณ : 2543) จากเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ค่าความเร็วลมภายในห้อง 906 มีปริมาณมาก

กระแสลมมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

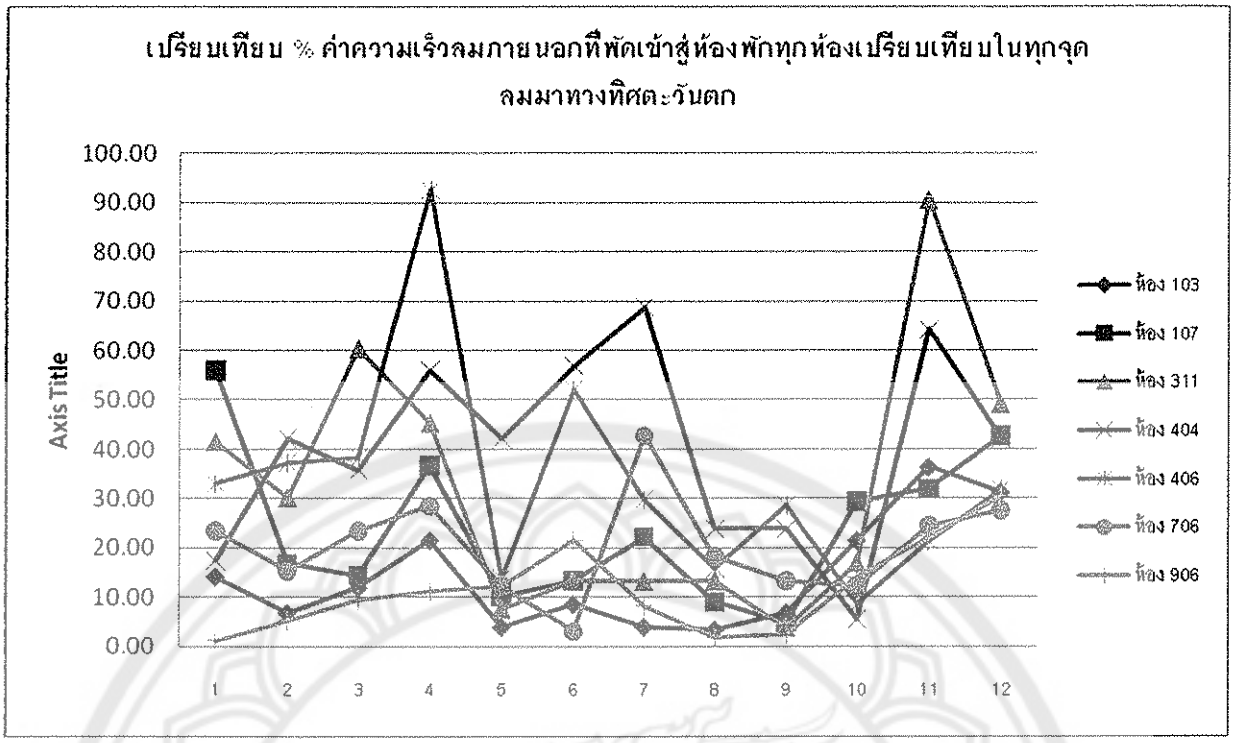


แผนภูมิที่ 4-2 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้องลมมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

จากแผนภูมิที่ 4-2 พบว่าห้อง 404 และห้อง 406 มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารมากที่สุดเมื่อเทียบกับห้องพักอื่นๆ เนื่องจากห้อง 406 เป็นห้องที่อยู่ริมสุดของอาคาร จึงทำให้มีพื้นที่ในการรับลมจากภายนอกได้มากและไม่มีห้องพักอื่นมาบดบังกระแสลม ส่วนห้อง 404 นั้นเป็นห้องที่อยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้จึงทำให้กระแสลมสามารถพัดผ่านห้องดังกล่าวได้โดยสะดวก

กระแสลมมาทางทิศตะวันตก

ดังแผนภูมิที่ 4-3 พบว่าห้อง 311, 404 และห้อง 406 มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารมากที่สุดเมื่อเทียบกับห้องพักอื่นๆ เนื่องจากห้อง 406 เป็นห้องที่อยู่ริมสุดของอาคาร จึงทำให้มีพื้นที่ในการรับลมจากภายนอกได้มากและไม่มีห้องพักอื่นมาบดบังกระแสลม ส่วนห้อง 404 และห้อง 311 นั้นเป็นห้องที่อยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้จึงทำให้กระแสลมสามารถพัดผ่านห้องดังกล่าวได้โดยสะดวก



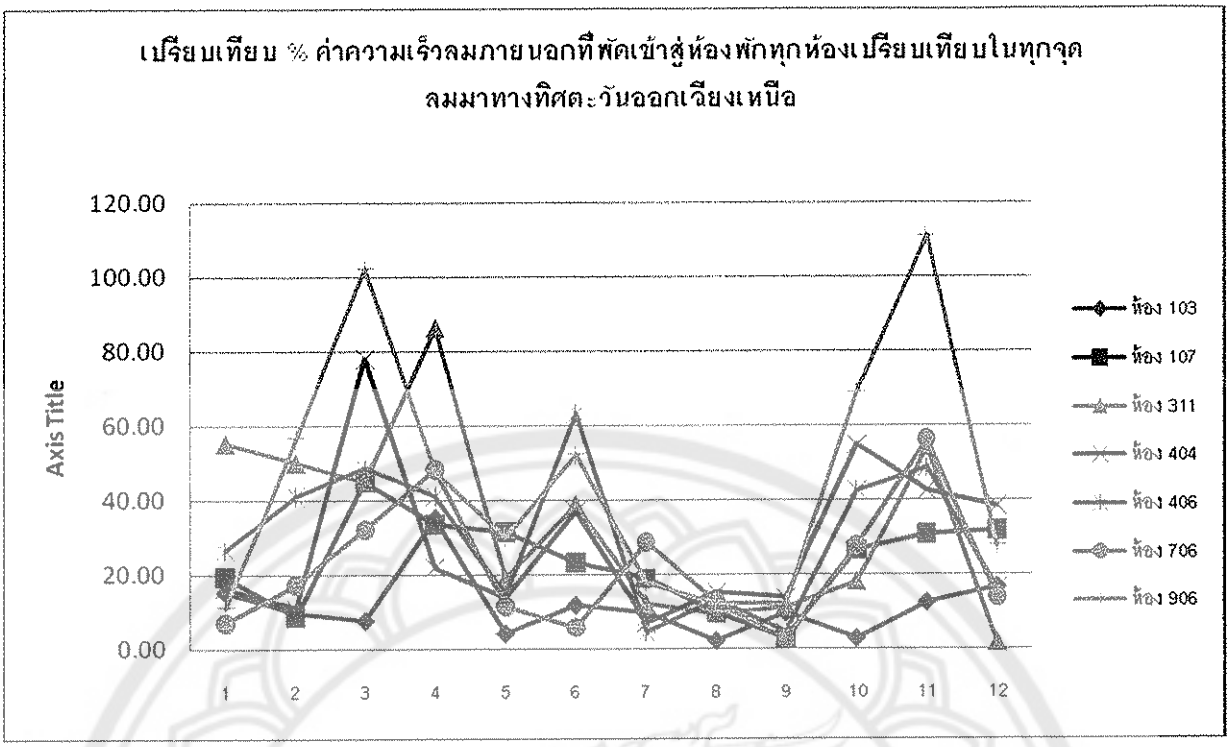
แผนภูมิที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้องลมมาทางทิศตะวันตก

ลมมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

เนื่องจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นลมประจำถิ่นของประเทศไทยเช่นกัน แต่จะพัดมาเป็นประจำในช่วงฤดูหนาว จึงเป็นกระแสลมที่ไม่มีความจำเป็นในการนำมาใช้ในการระบายอากาศเพื่อให้อาคารอยู่สบายมากขึ้น แต่เนื่องจากลักษณะของอาคารกรณีศึกษาแบ่งห้องพักออกเป็นสองฝั่ง ได้แก่ฝั่งขวาเป็นห้องทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และฝั่งซ้ายเป็นห้องทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นลมที่พัดมาจากทิศทางดังกล่าวจึงส่งผลกระทบต่ออาคารกรณีศึกษา

จึงนำผลจากการทดลองด้วยอุโมงค์ลม โดยลมมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือมาทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมด้วยดังนี้

ดังแผนภูมิที่ 4-4 พบว่าห้อง 906 มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารมากที่สุดเมื่อเทียบกับห้องพักอื่นๆ เนื่องจากห้อง 906 นั้นเป็นห้องที่อยู่ชั้นบนสุดของอาคาร จึงมีแนวผนังด้านหน้าที่กระแสลมมาปะทะเกิดแรงดันขึ้น และยิ่งสูงความเร็วของกระแสลมด้านนอกก็จะยิ่งมากขึ้น จึงส่งผลให้กระแสลมภายในห้องเร็วและแรงขึ้นด้วย (มาลินี ศรีสุวรรณ : 2543) จากเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ค่าความเร็วลมภายในห้อง 906 มีปริมาณมาก รวมทั้งห้องพักดังกล่าว อยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือจึงทำให้กระแสลมสามารถพัดผ่านห้องดังกล่าวได้โดยสะดวก



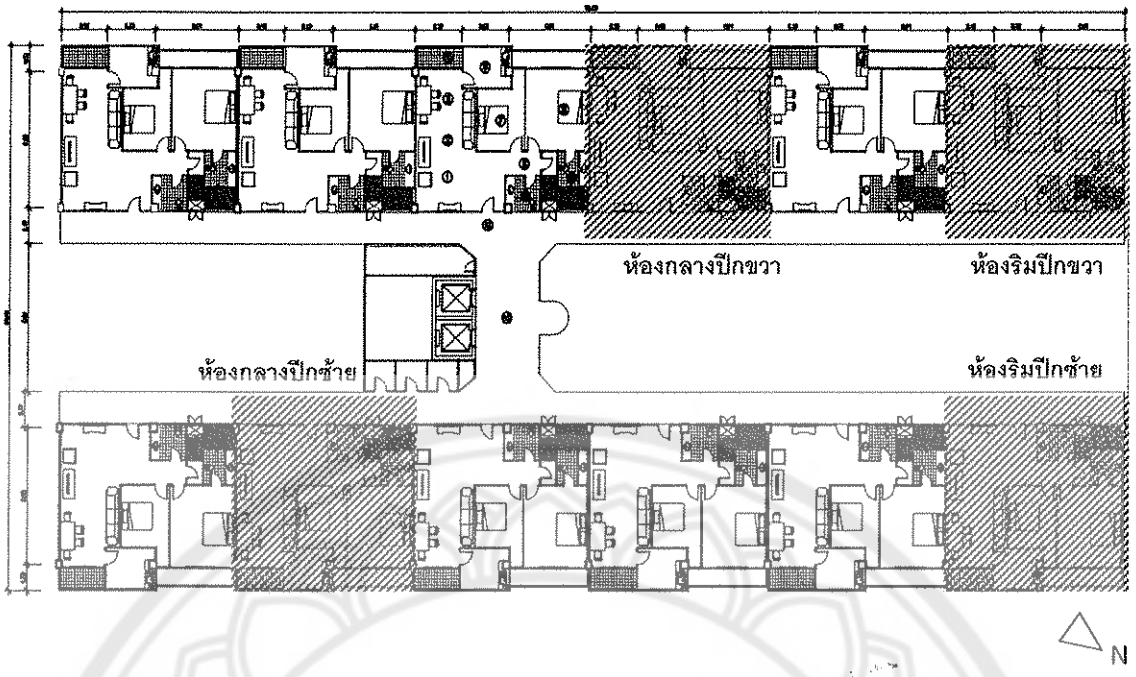
แผนภูมิที่ 4-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้องลมมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

6.3 ผลจากการทดลองเรื่องค่าความส่องสว่าง

ในการทดลองเรื่องค่าความส่องสว่างภายหลังการปรับปรุงเพื่อให้ทราบว่า หากมีการปรับปรุงช่องเปิดต่างๆ ของห้องพัก รวมทั้ง ติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มเติมเข้าไปนั้นจะส่งผลต่อค่าความส่องสว่างและการใช้งานภายในห้องพักหรือไม่อย่างไรนั้น จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ชื่อ Dialux 4.9 ในการคำนวณค่าความส่องสว่าง โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 กรณี ได้แก่

- *ห้องพักที่อยู่ตรงกลาง* โดยทำการคำนวณทั้งลักษณะของห้องแบบเดิมก่อนการปรับปรุง และลักษณะของห้องแบบใหม่(ดังที่อธิบายไปข้างต้นของบท) หลังการปรับปรุง
- *ห้องพักที่อยู่ริมอาคาร* โดยทำการคำนวณทั้งลักษณะของห้องแบบเดิมก่อนการปรับปรุง และลักษณะของห้องแบบใหม่(ดังที่อธิบายไปข้างต้นของบท) หลังการปรับปรุง

โดยจะทำการคำนวณในสองทิศทางตามตำแหน่งที่ตั้งจริงของอาคารกรณีศึกษา ได้แก่ ห้องพักปีกด้านซ้ายของอาคาร(หน้าหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้) และห้องพักปีกด้านขวาของอาคารหน้าห้องพักหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และจะวิเคราะห์ในวันที่ 21 มิถุนายน และ 21 ธันวาคม เนื่องจากวันที่ 21 มิถุนายน เป็นวันที่ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมไปทางเหนือมากที่สุด และวันที่ 21 ธันวาคม เป็นวันที่ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมไปทางใต้มากที่สุด (สมสิทธ์ นิตยะ: 2545) และวิเคราะห์เปรียบเทียบแยกในแต่ละห้องย่อย ครอบคลุมเวลาทั้งวัน ตั้งแต่ 08.00 – 18.00 น.



ภาพที่ 4-10 แสดงตัวอย่างของตำแหน่งห้องที่ทำการคำนวณค่าความส่องสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการทดสอบแสงสว่างของอาคารกรณีศึกษาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก่อนและภายหลังมีการออกแบบปรับปรุง

- *ห้องพักที่อยู่ตรงกลางปีกด้านขวา*

ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องกลางปีกด้านขวา

	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
เวลา	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	68	10	20	228	10	188	4	214	15	374	69	126
09.00	231	173	88	276	47	236	72	482	112	1017	317	316
10.00	376	318	181	349	139	309	132	742	200	1590	266	486
11.00	489	431	259	367	216	327	180	990	270	2054	341	624
12.00	555	497	313	393	274	357	214	1224	319	2377	394	720
13.00	556	498	339	567	299	522	231	1041	344	2537	420	767
14.00	613	555	433	661	393	561	229	1239	342	2523	418	763
15.00	565	357	306	534	266	489	210	620	313	2337	387	708
16.00	477	377	364	372	324	326	173	383	261	1990	331	605
17.00	355	297	320	528	280	488	123	333	187	1507	253	462
18.00	206	98	233	461	193	421	62	272	98	921	158	288
ค่าเฉลี่ย	408.27	328.27	259.63	430.54	221.90	384	148.18	685.45	223.727	1747.90	304.91	533.18

ดังตารางที่ 4-2 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องกลางปีกด้านขวา พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 328.27 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 40.42 lux ซึ่งคิดเป็น 9.9% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 430.54 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 170.91 lux ซึ่งคิดเป็น 65.83% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 384 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 162.1 lux ซึ่งคิดเป็น 73.05% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 685.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 537.27 lux ซึ่งคิดเป็น 362.58% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1747.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 1524.17 lux ซึ่งคิดเป็น 681.25% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 533.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 228.27 lux ซึ่งคิดเป็น 74.86% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

ตารางที่ 4-3 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ห้องกลางปีกด้านขวา

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	308	268	59	36	9	-4	234	444	245	645	243	174
09.00	471	426	166	146	126	106	312	522	342	842	395	283
10.00	616	566	262	229	222	189	352	762	430	520	516	369
11.00	734	664	340	273	290	233	400	1010	500	1500	597	427
12.00	815	715	436	338	386	334	434	1244	549	2549	633	454
13.00	856	816	493	317	443	276	451	1461	574	1974	622	446
14.00	853	813	418	395	378	353	449	2459	572	1972	564	404
15.00	805	765	415	392	375	349	432	1442	543	943	464	332
16.00	717	677	351	331	301	291	394	1204	491	891	327	234
17.00	595	555	248	225	208	185	344	554	417	817	164	118
18.00	446	406	150	127	110	87	205	415	328	728	0	0
ค่าเฉลี่ย	656	606.45	303.45	255.36	258.90	218.09	364.27	1047	453.727	1216.45	411.36	294.63

จากตารางที่ 4-3 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ของห้องพักที่อยู่ตรงกลางอาคารปีกด้านขวา พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 606.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 49.55 lux ซึ่งคิดเป็น 7.55% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 255.36 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 48.09 lux ซึ่งคิดเป็น 15.85% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 218.09 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 40.81 lux ซึ่งคิดเป็น 15.76% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1047 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 682.73 lux ซึ่งคิดเป็น 187.42% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1216.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 762.72 lux ซึ่งคิดเป็น 168.1% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 294.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 116.73 lux ซึ่งคิดเป็น 28.38% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

- *ห้องพักที่อยู่ตรงกลางปีกด้านซ้าย*

ตารางที่ 4-4 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องกลางปีกด้านซ้าย

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	213	177	216	359	136	239	150	328	163	219	260	360
09.00	376	340	278	413	173	287	218	396	260	386	379	523
10.00	514	485	310	440	267	401	278	456	345	451	474	655
11.00	692	565	387	517	363	507	326	471	430	566	539	745
12.00	789	673	433	556	274	156	360	549	469	615	570	788
13.00	801	687	447	560	488	666	377	575	492	648	565	781
14.00	858	822	529	682	519	706	375	553	490	646	524	724
15.00	710	524	402	555	392	495	356	534	461	617	449	621
16.00	622	544	460	563	450	553	319	497	423	599	347	479
17.00	500	464	446	599	406	509	269	447	335	491	223	308
18.00	351	265	429	582	319	422	208	386	246	402	87	120
ค่าเฉลี่ย	584.18	504.18	394.27	529.63	344.27	449.18	294.18	472	374	512.727	401.54	554.90

จากตารางที่ 4-4 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ของห้องพักที่อยู่ตรงกลางอาคารปีกด้านซ้าย พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 504.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 80 lux ซึ่งคิดเป็น 13.69% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 529.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 135.36 lux ซึ่งคิดเป็น 34.33% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 449.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 104.91 lux ซึ่งคิดเป็น 30.47% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 472 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 177.82 lux ซึ่งคิดเป็น 60.45% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 512.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 138.72 lux ซึ่งคิดเป็น 37.09% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 554.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 153.36 lux ซึ่งคิดเป็น 38.19% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

ตารางที่ 4-5 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ห้องกลางปีกด้านซ้าย

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	241	406	0	133	0	16	212	379	236	425	175	242
09.00	404	569	107	230	107	214	290	457	333	522	285	393
10.00	571	736	203	316	203	340	327	494	421	579	372	514
11.00	689	854	281	374	271	428	366	533	491	658	431	595
12.00	748	914	357	415	377	544	391	537	540	729	457	631
13.00	778	945	404	537	404	571	407	594	565	705	449	620
14.00	755	923	319	452	329	496	393	591	560	669	407	562
15.00	738	903	315	448	366	503	410	577	520	709	334	462
16.00	650	815	341	504	292	479	372	539	479	668	236	326
17.00	528	693	189	392	199	366	322	489	400	589	118	164
18.00	379	544	91	224	101	268	183	350	319	508	0	0
ค่าเฉลี่ย	589.18	754.72	237	365.90	240.81	384.09	333.90	503.63	442.181	614.636	296.72	409.90

จากตารางที่ 4-5 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ของห้องพักที่อยู่ตรงกลางอาคารปีกด้านซ้าย พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 754.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 165.54 lux ซึ่งคิดเป็น 28.09% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 365.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 128.9 lux ซึ่งคิดเป็น 54.39% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 384.09 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 143.28 lux ซึ่งคิดเป็น 59.5% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 503.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 169.73 lux ซึ่งคิดเป็น 50.83% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 614.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 172.45 lux ซึ่งคิดเป็น 38% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 409.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 113.18 lux ซึ่งคิดเป็น 38.14% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

- *ห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านขวา*

ตารางที่ 4-6 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องริมอาคารปีกด้านขวา

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	68	10	120	321	10	188	4	214	15	374	69	126
09.00	231	173	188	372	47	236	72	482	112	1017	317	316
10.00	376	318	231	443	139	309	132	742	200	1590	266	486
11.00	489	431	379	464	216	327	180	990	270	2054	341	624
12.00	555	497	431	493	274	357	214	1224	319	2377	394	720
13.00	556	498	431	667	299	522	231	1041	344	2537	420	767
14.00	613	555	431	664	393	561	229	1239	342	2523	418	763
15.00	565	357	408	633	266	489	210	620	313	2337	387	708
16.00	477	377	464	472	324	326	173	383	261	1990	331	605
17.00	355	297	320	428	280	488	123	333	187	1507	253	462
18.00	206	98	433	561	193	421	62	272	98	921	158	288
ค่าเฉลี่ย	408.27	328.27	348.72	501.63	221.90	384	148.18	685.45	223.727	1747.90	304.90	533.18

จากตารางที่ 4-6 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ของห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านขวา พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 328.27 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 80 lux ซึ่งคิดเป็น 19.6% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 501.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 152.91 lux ซึ่งคิดเป็น 43.85% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 384 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 162.1 lux ซึ่งคิดเป็น 73.05% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 685.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 537.27 lux ซึ่งคิดเป็น 362.58% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1747.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 1524.18 lux ซึ่งคิดเป็น 681.29% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 533.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 228.28 lux ซึ่งคิดเป็น 74.87% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

ตารางที่ 4-7 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ห้องริมอาคารปีกด้านขวา

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	308	268	151	133	9	-4	234	444	245	645	243	174
09.00	471	426	261	241	126	106	312	522	342	842	395	283
10.00	616	566	361	321	222	189	352	762	430	520	516	369
11.00	734	664	441	374	290	233	400	1010	500	1500	597	427
12.00	815	715	533	435	386	334	434	1244	549	2549	633	454
13.00	856	816	591	417	443	276	451	1461	574	1974	622	446
14.00	853	813	513	495	378	353	449	2459	572	1972	564	404
15.00	805	765	515	491	375	349	432	1442	543	943	464	332
16.00	717	677	451	431	301	291	394	1204	491	891	327	234
17.00	595	555	348	321	208	185	344	554	417	817	164	118
18.00	446	406	250	221	110	87	205	415	328	728	0	0
ค่าเฉลี่ย	656	606.45	401.36	352.72	258.90	218.09	364.27	1047	453.727	1216.45	411.36	294.63

จากตารางที่ 4-7 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ของห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านขวา พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 606.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 49.55 lux ซึ่งคิดเป็น 7.55% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 352.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 48.64 lux ซึ่งคิดเป็น 12.12% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 218.09 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 40.81 lux ซึ่งคิดเป็น 15.76% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1047 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 682.73 lux ซึ่งคิดเป็น 187.42% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1216.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 762.73 lux ซึ่งคิดเป็น 168.1% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 294.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 116.73 lux ซึ่งคิดเป็น 28.38% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

- *ห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านซ้าย*

ตารางที่ 4-8 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องริมอาคารปีกด้านซ้าย

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	213	177	311	459	136	239	150	328	163	219	260	360
09.00	376	340	371	513	173	287	218	396	260	386	379	523
10.00	514	485	413	541	267	401	278	456	345	451	474	655
11.00	692	565	484	614	363	507	326	471	430	566	539	745
12.00	789	673	534	654	274	156	360	549	469	615	570	788
13.00	801	687	544	764	488	666	377	575	492	648	565	781
14.00	858	822	629	784	519	706	375	553	490	646	524	724
15.00	710	524	502	655	392	495	356	534	461	617	449	621
16.00	622	544	560	663	450	553	319	497	423	599	347	479
17.00	500	464	546	699	406	509	269	447	335	491	223	308
18.00	351	265	529	682	319	422	208	386	246	402	87	120
ค่าเฉลี่ย	584.18	504.18	493	638.90	344.27	449.18	294.18	472	374	512.727	401.54	554.90

จากตารางที่ 4-8 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ของห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านซ้าย พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 504.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 80 lux ซึ่งคิดเป็น 13.69% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 638.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 145.9 lux ซึ่งคิดเป็น 29.59% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 449.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 104.91 lux ซึ่งคิดเป็น 30.47% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 472 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 177.82 lux ซึ่งคิดเป็น 60.45% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 512.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 138.72 lux ซึ่งคิดเป็น 37.09% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 554.9 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 153.36 lux ซึ่งคิดเป็น 38.19% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

ตารางที่ 4-9 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ห้องริมอาคารปีกด้านซ้าย

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	241	406	89	233	0	16	212	379	236	425	175	242
09.00	404	569	207	330	107	214	290	457	333	522	285	393
10.00	571	736	204	411	203	340	327	494	421	579	372	514
11.00	689	854	384	472	271	428	366	533	491	658	431	595
12.00	748	914	454	513	377	544	391	537	540	729	457	631
13.00	778	945	505	636	404	571	407	594	565	705	449	620
14.00	755	923	416	554	329	496	393	591	560	669	407	562
15.00	738	903	415	548	366	503	410	577	520	709	334	462
16.00	650	815	441	604	292	479	372	539	479	668	236	326
17.00	528	693	289	492	199	366	322	489	400	589	118	164
18.00	379	544	101	324	101	268	183	350	319	508	0	0
ค่าเฉลี่ย	589.18	754.72	318.63	465.18	240.81	384.09	333.90	503.63	442.181	614.636	296.72	409.90

จากตารางที่ 4-9 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ของห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านซ้าย พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 754.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 165.54 lux ซึ่งคิดเป็น 28.1% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 465.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 146.55 lux ซึ่งคิดเป็น 46% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 384.09 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 143.28 lux ซึ่งคิดเป็น 59.5% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 503.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 169.73 lux ซึ่งคิดเป็น 50.83% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 614.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 172.45 lux ซึ่งคิดเป็น 39% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 409.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 113.18 lux ซึ่งคิดเป็น 38.14% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

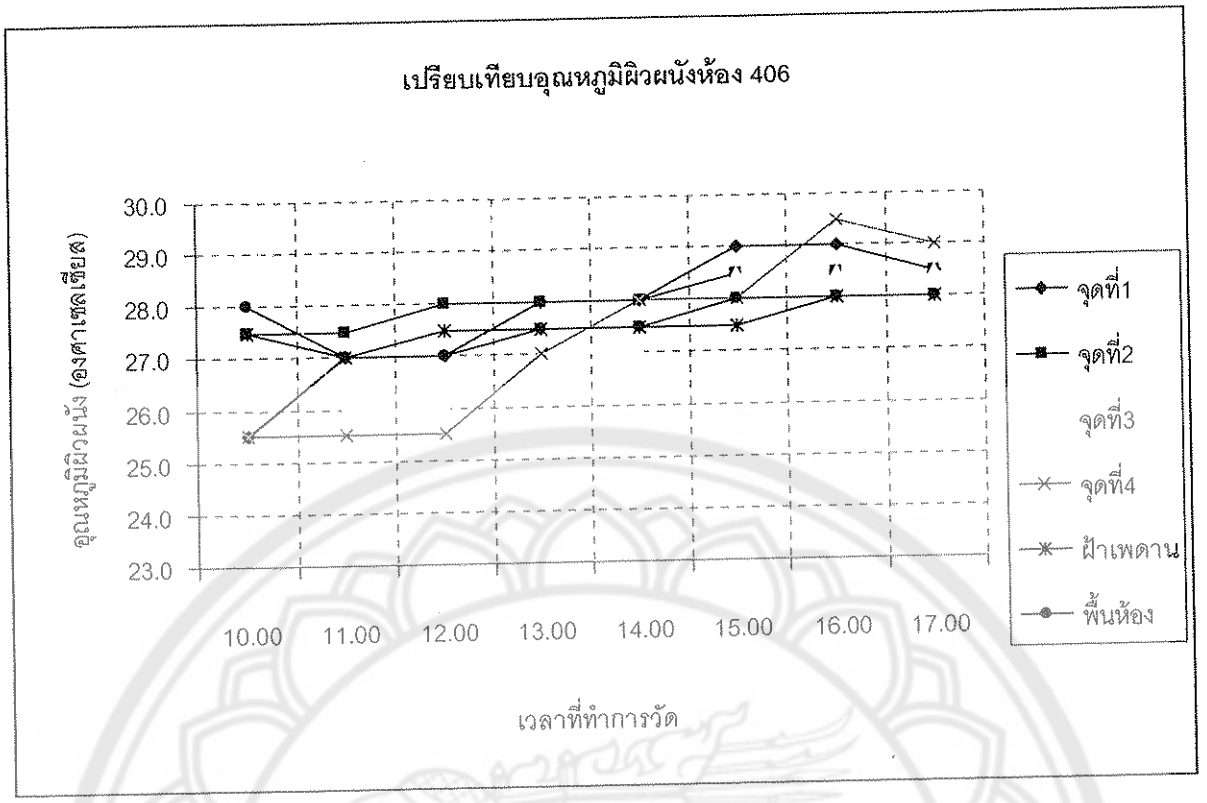
บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

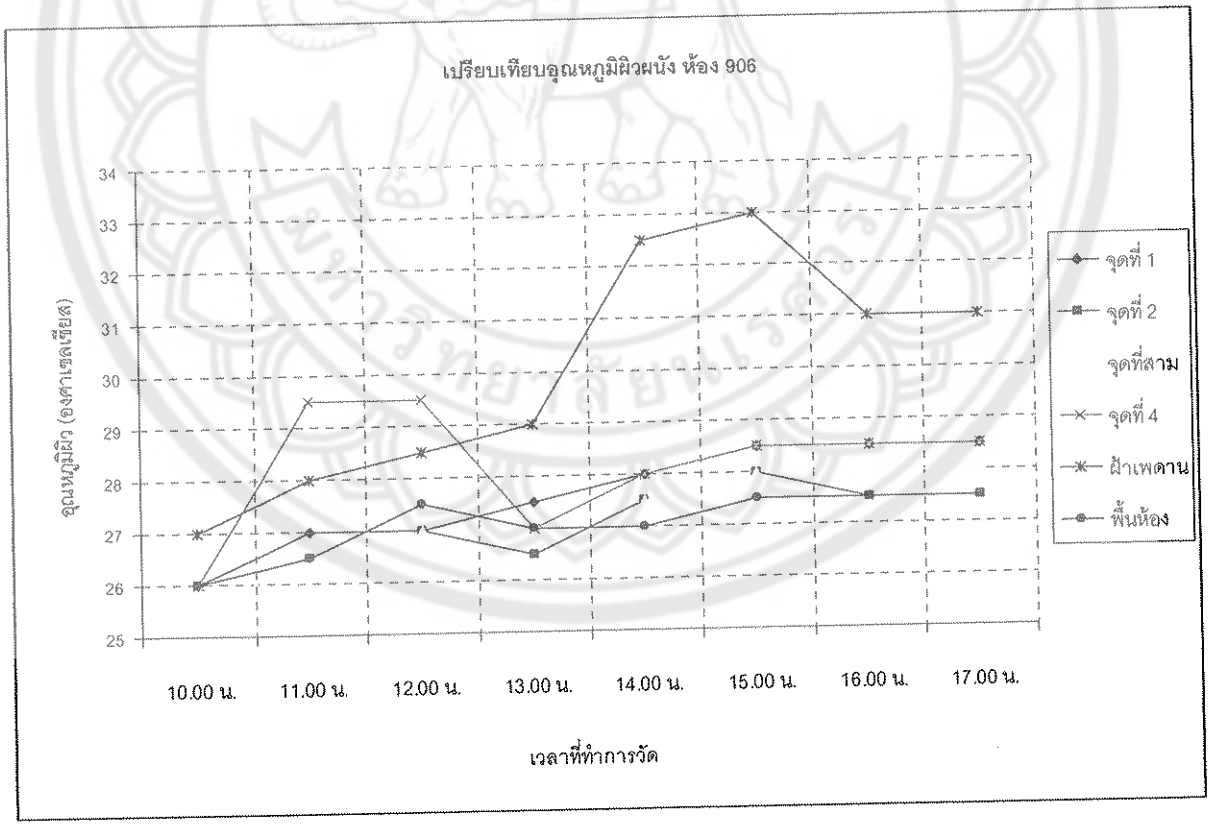
สรุปผลการวิจัยโดยรวมพบว่า อาคารชุดพักอาศัยมน.นิเวศน์5 มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง9ชั้น มีลักษณะของอาคารเป็นรูปทรงแบบเปิด (0pen form) ห้องพักต่างๆภายในอาคารสามารถสัมผัสกับธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังมีรูปแบบของอาคารชุดพักอาศัยที่เป็นแบบทางสัญจรเดี่ยว (Single load corridor) ซึ่งมีทางเดินจ่ายไปตามห้องพักต่างๆที่เกาะติดอยู่กับทางเดินเพียงด้านเดียว อีกด้านหนึ่งของทางเดินจะเป็นระเบียงเปิดโล่งสัมผัสกับบรรยากาศภายนอกได้อย่างเต็มที่ จึงทำให้สามารถรับกระแสลมจากธรรมชาติได้ค่อนข้างดี แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดปัญหาต่างๆตามมาอีกมากมาย ทั้งแสงแดดที่สาดส่องเข้ามาในอาคารได้อย่างเต็มที่ รวมทั้งน้ำฝนที่ซัดสาดเข้ามาได้อย่างเต็มที่ด้วยเช่นกัน ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการพักอาศัยในอาคาร มน. นิเวศ 5 นี้มากเช่นกัน โดยผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัญหาและนำเสนอแนวทางการปรับปรุง ตลอดจนการประเมินผลแนวทางการปรับปรุงต่างๆ ดังนี้

- **การปรับปรุงอาคารเพื่อลดปัญหาอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบและอุณหภูมิอากาศในห้องที่สูงเกินไป**

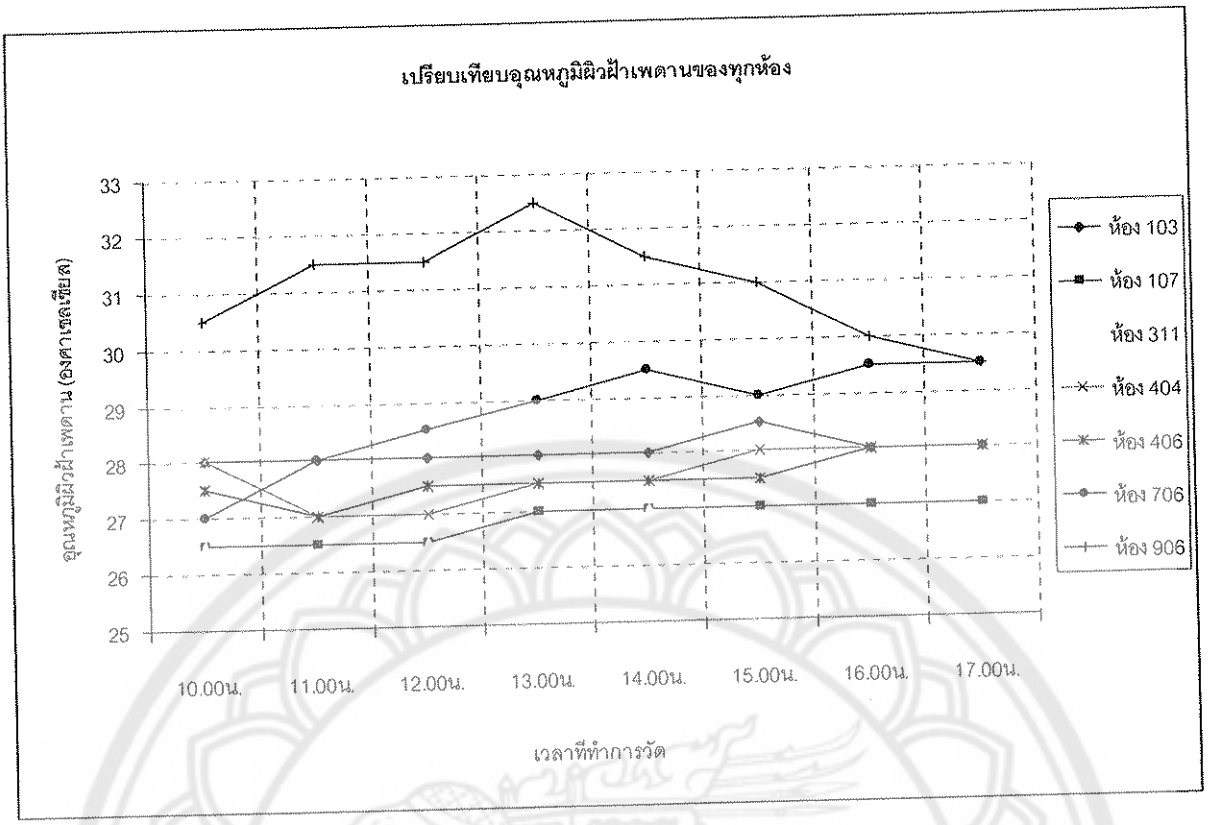
จากการสำรวจอุณหภูมิภายในห้องพักต่างๆในอาคารกรณีศึกษานั้น พบว่าอุณหภูมิที่ผิวผนังบางด้านมีค่าสูงเกินไปซึ่ง ส่วนใหญ่แล้วจะพบที่บริเวณผนังด้านหน้าและด้านหลังของห้องพักเกือบทุกห้อง เนื่องจากเป็นผนังภายนอกอาคารและอยู่ในทิศทางที่สัมผัสกับแสงแดดและความร้อนโดยตรง จึงเกิดการสะสมความร้อนไว้ที่ผนัง ทำให้ผิวผนังดังกล่าวมีอุณหภูมิที่สูงในช่วงบ่ายถึงเย็น สำหรับห้องอยู่ที่ชั้นบนสุดติดกับหลังคานั้น อุณหภูมิผิวที่สูงที่สุดสำหรับห้องชั้นบนนี้ คือ อุณหภูมิที่ผิวของฝ้าเพดาน เนื่องจากอยู่ติดกับหลังคาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกรอบอาคารที่สัมผัสกับแสงแดดและความร้อนโดยตรง จึงเกิดการสะสมความร้อนที่หลังคาและแผ่รังสีความร้อนมายังฝ้าเพดาน ส่งผลให้อุณหภูมิผิวฝ้าเพดานสูงเกือบตลอดทั้งวันโดยเฉพาะในช่วงบ่ายถึงเย็น อุณหภูมิพื้นผิวที่สูงมากนี้จะส่งผลกระทบต่อ *อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบอาคาร* (MRT) เป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องจะอยู่ในระดับสภาวะน่าสบาย แต่ถ้าพื้นผิวผนังโดยรอบห้องนั้น ๆ มีอุณหภูมิที่สูงมาก ผู้ใช้อาคารก็จะรู้สึกว่าร้อนได้ และยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานจากการตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ในระดับต่ำๆ เพื่อต่อสู้กับความร้อนที่เกิดจากผนังหรือหลังคาบ้านอีกด้วย พื้นผิวที่ร้อนมากขึ้นนั้น ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการถูกแสงแดดแผดเผาเป็นเวลานาน ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคารกรณีศึกษานั้น ทำด้วยผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งจัดเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากเป็นตัวกักเก็บและสะสมความร้อนได้อย่างดี ในส่วนหลังคาของอาคารกรณีศึกษานั้น ใช้หลังคาซีแพคโมเนียเป็นวัสดุมุง ซึ่งจัดเป็นหลังคาที่มีมวลสารมากเก็บสะสมความร้อนจากแสงแดดได้เป็นอย่างดี จึงสามารถแผ่รังสีความร้อนลงมาสู่ฝ้าเพดานที่ทำจากยิบซั่มบอร์ดได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน



แผนภูมิที่ 5-1 แสดงอุณหภูมิที่ผิวผนัง ฝ้าเพดาน และพื้นภายในห้อง 406

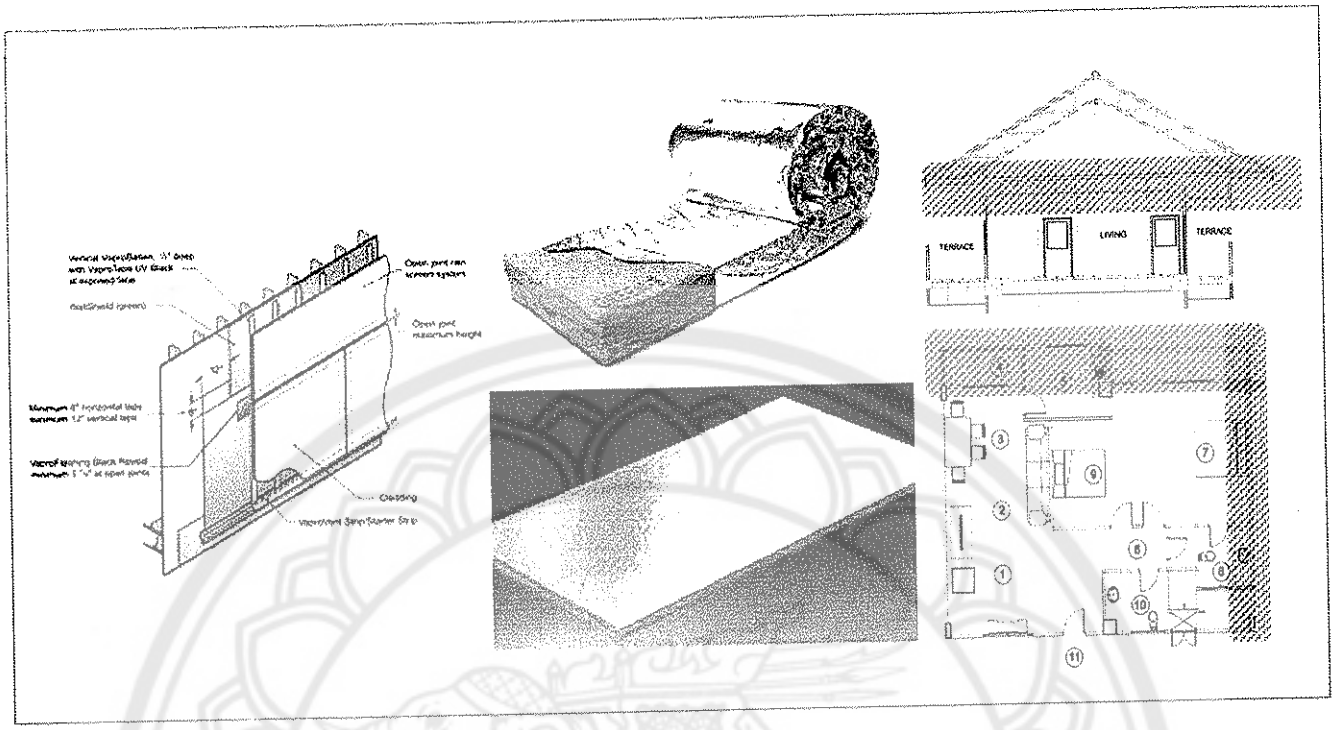


แผนภูมิที่ 5-2 แสดงอุณหภูมิที่ผิวผนัง ฝ้าเพดาน และพื้นภายในห้อง 906



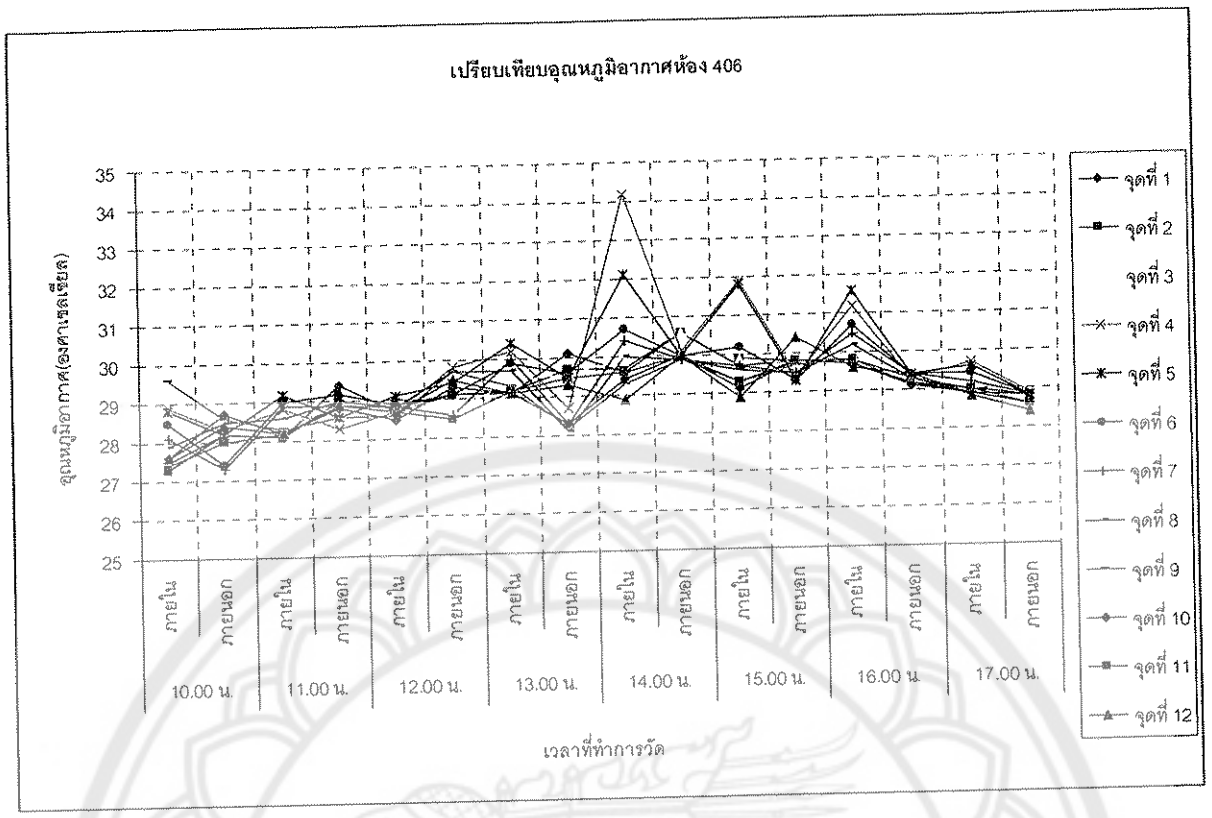
แผนภูมิที่ 5-3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวของฝ้าเพดานของทุกห้องที่ทำการสำรวจ

แนวทางการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบที่สูงเกินไป จึงมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงกรอบอาคารให้มีการต้านทานความร้อนที่สูงขึ้น ด้วยการติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 0.10เมตร เพิ่มขึ้นที่บริเวณผนังก่ออิฐฉาบปูนด้านที่ได้รับแสงแดดและความร้อนโดยตรง และใช้ผนังเบาสำเร็จรูปมาปิดทับอีกชั้น เพื่อความเรียบร้อยสวยงาม และในส่วนของห้องพักที่อยู่ชั้นบนสุดก็จะนำฉนวนใยแก้วมาปูทับลงบนฝ้าเพดานยิบซั่มอีกชั้นหนึ่งด้วย ฉนวนใยแก้วนี้จะทำหน้าที่ ช่วยลดการส่งผ่านและการสะสมความร้อนที่ผิววัสดุ ลดการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ภายในห้อง และช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องพักลงได้อีกด้วย



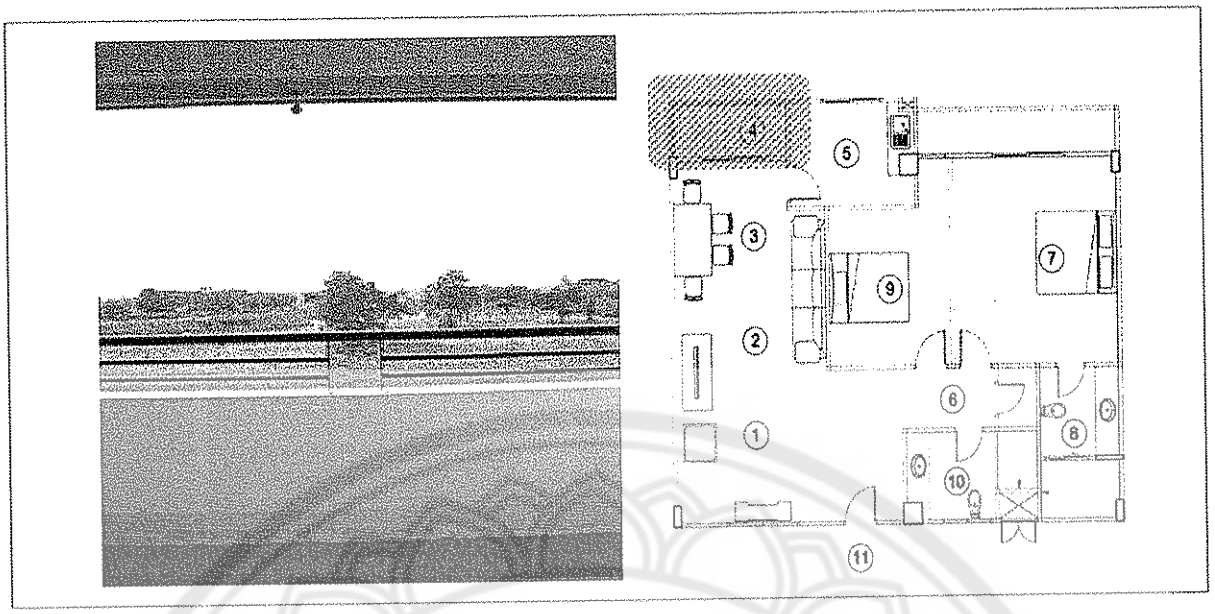
ภาพที่ 5-1 แสดงลักษณะของฉนวนใยแก้วที่นำมาติดตั้งบริเวณผนังและฝ้าเพดานของอาคารกรณีศึกษา

สำหรับปัญหาอุณหภูมิอากาศภายในห้องพักที่สูงเกินไปนั้น จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา พบว่าปัญหาส่วนใหญ่ จะเกิดขึ้นที่บริเวณระเบียงหลังห้องพัก เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เปิดโล่ง ไม่มีผนังหรือแผงกันแดดและความร้อนที่ส่องผ่านเข้ามา ซึ่งความร้อนที่ส่องผ่านเข้ามาสู่ระเบียงหลังห้องนี้ จะสามารถส่งผ่านเข้าสู่ภายในห้องพักได้ ทั้งโดยการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศในห้องครัวมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน เนื่องจากทั้งระเบียงและห้องครัวเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกัน จึงสามารถส่งผ่านความร้อนถึงกันได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งระบบการระบายอากาศของอาคารกรณีศึกษาที่ยังไม่ดีพอจึงส่งผลให้อุณหภูมิอากาศในบริเวณห้องดังกล่าวสูงขึ้นมากในช่วงเวลาตั้งแต่บ่ายถึงเย็น

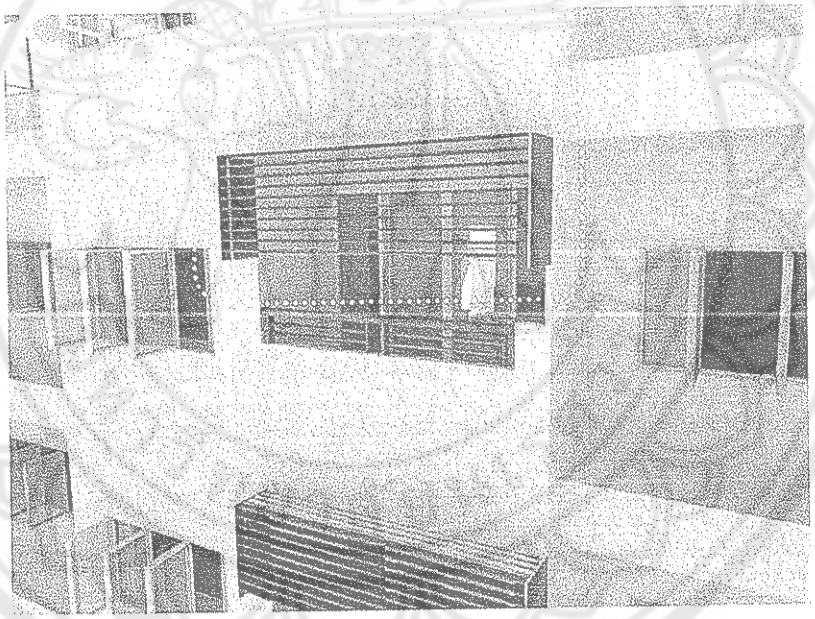


แผนภูมิที่ 5-4 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในส่วนต่าง ๆของห้องพักหมายเลข 406

แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินไป นอกจากการใช้วิธีร่วมกับการปรับปรุงกรอบอาคารให้มีค่าการต้านทานความร้อนที่สูงขึ้น ด้วยการติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ผนังและฝ้าเพดานแล้ว การติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มเติม เพื่อลดการส่องผ่านของความร้อนที่มากับแสงแดดโดยตรงลง ก็เป็นอีกวิธีการที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ โดยเลือกใช้การติดตั้ง*แผงกันแดดแนวนอน* แบบระแนง วัสดุอะลูมิเนียม ที่มีน้ำหนักเบา ซึ่งจะช่วยให้ลมพัดผ่านได้ โดยใช้ *ผสมกับแผงกันแดดแนวตั้ง* ซึ่งใช้วัสดุที่เป็นอะลูมิเนียม น้ำหนักเบาเช่นเดียวกัน โดยติดตั้งที่บริเวณผนังภายนอกอาคารที่ได้รับแสงแดดและความร้อนโดยตรง ซึ่งวิธีการใช้แผงกันแดดเพื่อป้องกันความร้อนนี้จะช่วยลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารได้ดีกว่าการใช้กระจกตัดแสงหรือติดตั้งม่านมู่ลี่ภายในอาคาร (ตรึงใจ บูรณสมภพ: 2539) เพราะจะช่วยป้องกันแสงแดดไว้ก่อนที่จะเข้ามากระทบถูกกับตัวอาคาร ในกรณีที่เลือกใช้กระจกตัดแสงหรือการติดตั้งม่านไว้ในอาคาร แสงแดดก็จะต้องมากระทบถูกตัวอาคารแม้จะป้องกันความร้อนไว้ได้ก็เพียงบางส่วนเท่านั้น ส่วนที่เหลือก็จะยังคงมีการสะสมไว้ที่ผิวผนัง หรือที่ผิวของวัสดุกลายเป็นแหล่งสะสมความร้อนไว้อยู่ดี



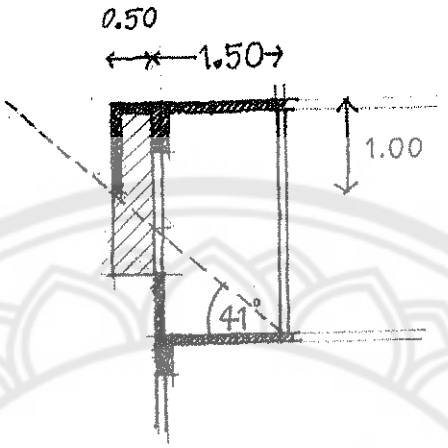
ภาพที่ 5-2 ภาพแสดงลักษณะเดิมของระเบียงเปิดโล่งหลังห้องพักที่ได้รับความร้อนจากแสงแดดโดยตรง



ภาพที่ 5-3 ภาพจำลองสามมิติจากคอมพิวเตอร์ แสดงลักษณะแผงกันแดดแนวตั้งผสมแนวนอนติดตั้งที่ระเบียงหลังห้องพัก

ลักษณะของแผงกันแดดที่นำมาใช้นั้น เกิดจากการออกแบบโดยคำนวณจากการเปิดค่า มุมเงาแดด(Profile Angle) คือมุมที่ผู้สังเกตเงาแดดหันหน้าไปในทิศทางขนานกับผนังอาคารที่ถูกแดด ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดของแผงกันแดดจากรูปตัด และมุมอะซิมุทของผนัง (Wall-Solar Azimuth) คือมุมที่วัดจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแนวระนาบกับแนวตั้งฉากกับผนัง ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดของแผงกันแดดจากแปลน (สุนทร บุญญาธิการ:

2542) จากตารางแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์และมุมที่เกี่ยวข้องสำหรับละติจูด 16 องศาเหนือในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ห้องพักของอาคารกรณีศึกษานั้น มีค่า Profile Angle เท่ากับ 41 องศา และมีมุม Wall-Solar Azimuth เท่ากับ 38 องศา ดังภาพที่ 5-4



ภาพที่ 5-4 แสดงการคำนวณขนาดและรูปร่างของแผงกันแดดแบบใหม่ที่ทำการปรับปรุงโดยเลือกใช้แผงกันแดดแบบยื่นยาว 0.50 เมตร (รวมพื้นระเบียงที่จัดเป็นแผงกันแดดด้วยจะยาว 2.00 เมตร) และหักมุมด้านปลายลงมาอีก 1.00 เมตร

จากการคำนวณตำแหน่งดวงอาทิตย์และมุมที่เกี่ยวข้องสำหรับพื้นที่ในเขตจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งอยู่ที่ละติจูด 16 องศาเหนือ เมื่อศึกษาเฉพาะผนังห้องด้านที่อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ของอาคารกรณีศึกษานั้น พบว่ามีค่า Profile Angle เท่ากับ 51 องศา เมื่อคำนวณแล้วจะได้แผงกันแดดที่ยื่นยาว ประมาณ 0.80 ม. จึงจะสามารถกันแดดได้ตั้งแต่เวลาเช้า แต่เพื่อความสวยงามและเหมาะสมจึงลดขนาดความยาวของแผงกันแดดลงเหลือ 0.50 ม.(รวมพื้นระเบียงที่จัดเป็นแผงกันแดดแนวนอนด้วยจะยื่นยาว2.00เมตร)และใช้วิธีหักมุมด้านปลายลงมาอีก 1.00เมตร ดังภาพที่ 5-4 ซึ่งลักษณะและขนาดของแผงกันแดดนี้ จะใช้เป็นขนาดเดียวกันกับแผงกันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ เพื่อความเรียบร้อยสวยงามทั้งอาคาร และเลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถติดตั้งได้ง่าย คืออลูมิเนียม

เมื่อนำแผงกันแดดขนาดนี้ไปใช้ป้องกันแสงแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะพบว่าสามารถป้องกันแสงแดดได้ในช่วงระยะเวลาตั้ง 10.00 น.ไปจนถึง 14.00 น. ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมดี เนื่องจากก่อนเวลา 10.00 น. ทิศทางของแดดยังไม่ส่งผลกระทบต่อห้องพักที่อยู่ในทิศนี้มากนัก และจากผลของการวัดอุณหภูมิอากาศจากอาคารกรณีศึกษา อุณหภูมิอากาศหลังเวลา 14.00 น. ไปแล้วจะไม่สูงมากนัก ซึ่งเวลาที่อุณหภูมิอากาศสูงที่สุด ที่ส่งผลให้ห้องพักอยู่อาศัยไม่สบายคือในช่วงเวลา 12.00 – 14.00 น. (ดังแผนภูมิที่ 5-4)

เมื่อได้เสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินไป โดยการใช้วิธีการปรับปรุงกรอบอาคารให้มีค่าการต้านทานความร้อนที่สูงขึ้น ด้วยการติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ผนังและฝ้าเพดาน ร่วมกับวิธีการติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มที่บริเวณระเบียงห้องพักแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ทำการประเมินผลแนวทางการปรับปรุงดังกล่าว โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการจำลองสภาพและช่วยคำนวณค่าการส่งผ่านความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร(OTTV) และค่าการส่งผ่านความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร (RTTV) ว่าก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงมีค่าการส่งผ่านความร้อนรวมลดลงมากน้อยเพียงใด และจากการคำนวณพบว่าหลังการปรับปรุงตามแนวทางที่ผู้วิจัยได้นำเสนอนั้น ค่าการส่งผ่านความร้อนรวมลดลงไปได้อย่างมาก สามารถช่วยให้ภายในห้องพักมีอุณหภูมิลดลงไปด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 5-1 แสดงการวิเคราะห์ค่า OTTV และ RTTV หลังการปรับปรุงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบแผงกันแดด	รูปแบบผนัง	OTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่กลางทางด้านปีกขวา โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกเพียงด้านเดียว ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล. แนวนอน ยื่นยาว 1.50 ม.	*แบบเดิม* ก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	78.07
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก 1.00 ม.	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	73.10
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก 1.00 ม.	*แบบใหม่* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ดภายในบุฉนวนใยแก้วหน 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	56.32
[illegible]	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล. แนวนอน ยื่นยาว 1.50 ม	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	70.66
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก 1.00 ม.	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	68.37
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก 1.00 ม.	***แบบใหม่*** ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ดภายในบุฉนวนใยแก้วหนา10 ซม. หน้าต่างกระจกใสหนา 6 มม.	51.59

ตารางที่ 5-1 แสดงการวิเคราะห์ค่า OTTV และ RTTV หลังการปรับปรุงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบแผงกันแดด	รูปแบบผนัง	OTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่ปลายอาคาร(ห้องริม) *ทางด้านปีกขวา* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกสองด้าน ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล. แนวนอน ยื่นยาว 1.50 ม. ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และไม่มีแผงกันแดด ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	56.59
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก 1.00 ม. ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และไม่มีแผงกันแดด ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	54.34
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก 1.00 ม. ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และไม่มีแผงกันแดด ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบใหม่* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ดภายในบุฉนวนใยแก้ว หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	33.14
ห้องพักอยู่ปลายอาคาร(ห้องริม) *ทางด้านปีกซ้าย* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกสองด้าน ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล. แนวนอน ยื่นยาว 1.50 ม. ด้านทิศตะวันออก เฉียงเหนือและไม่มีแผงกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	53.22
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก 1.00 ม. ด้านทิศตะวันออก เฉียงเหนือและไม่มีแผงกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	52.18
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก 1.00 ม. ด้านทิศตะวันออก เฉียงเหนือและไม่มีแผงกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบใหม่* ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ดภายในบุฉนวนใยแก้วหนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใสหนา 6 มม.	30.98

ตารางที่ 5-1 แสดงการวิเคราะห์ค่า OTTV และ RTTV หลังการปรับปรุงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบแผงกันแดด	รูปแบบผนัง	OTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่ชั้นบนสุดของอาคาร (ชั้นที่9)	*แบบเดิม*	*แบบเดิม*	40.11
โดยมีฝ้าเพดานและหลังคาห้องนอน อยู่ติดกับภายนอก	*มีฝ้าเพดานบนห้องนอน หนา 10 มม.*	*หลังคาซีแพคโมเนีย*	
	แบบใหม่	แบบเดิม	10.40
	มีฝ้าเพดานบนห้องนอน หนา 10 มม. และปูฉนวนใยแก้ว หนา 10 ซม. เหนือฝ้าเพดาน	หลังคาซีแพคโมเนีย	

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าOTTV และค่า RTTV โดยแยกผลการคำนวณไปตามทิศทางต่างๆที่ผนังอาคารในแต่ละห้องตั้งอยู่ตามสภาพความเป็นจริง พบว่าค่าการส่งผลความร้อนรวมผ่านผนังของอาคารเดิมมีค่าที่สูงมาก เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการติดตั้งแผงกันแดดพบว่า ค่าOTTVที่คำนวณได้มีค่าลดลงในระดับหนึ่ง และเมื่อใช้วิธีติดตั้งแผงกันแดดร่วมกับการเพิ่มฉนวนที่ผนังอาคาร ค่า OTTV ที่คำนวณได้จะลดลงไปได้อีกมาก โดยค่า OTTV ลดลงไปได้ประมาณ 27.5% สำหรับห้องพักที่อยู่บริเวณกลางอาคาร และ ค่า OTTV ลดลงไปได้ประมาณ 42% สำหรับห้องพักที่อยู่ด้านริมอาคาร สำหรับห้องพักที่อยู่ชั้นบนสุดเมื่อได้ปรับปรุงอาคารโดยการติดตั้งฉนวนใยแก้วบนฝ้าเพดานแล้วก็พบว่ามีค่าRTTVลดลงไปได้อย่างมากเช่นกัน โดยค่าRTTVลดลงไปได้ถึงประมาณ 75%ภายหลังการปรับปรุง

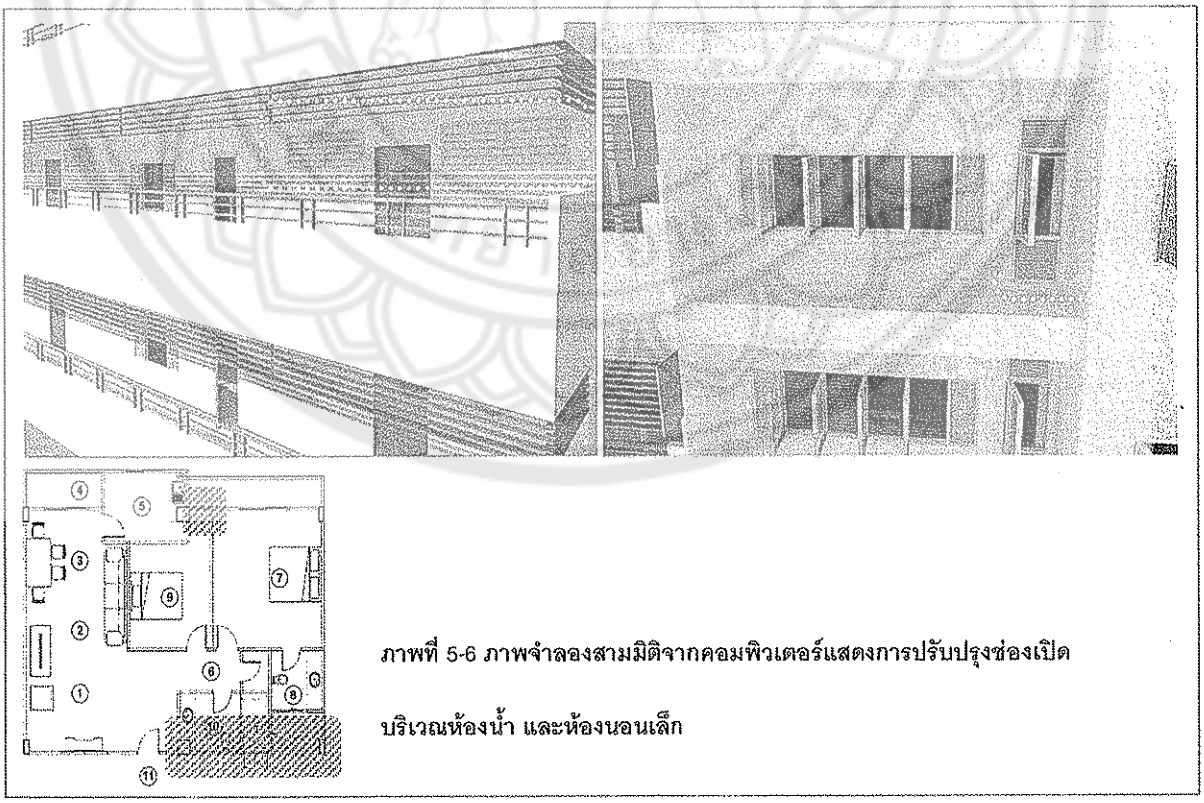
- **การปรับปรุงอาคารโดยการเพิ่มความเร็วของกระแสลมเพื่อนำมาช่วยในการระบายอากาศและใช้ในการปรับเย็นแบบธรรมชาติ**

จากการสำรวจความเร็วของกระแสลมและความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นในอาคารกรณีศึกษา พบว่าปัญหาที่เกิดจากระบบการระบายอากาศของอาคารที่ยังไม่เหมาะสมทำให้มีกระแสลมธรรมชาติพัดผ่านเข้ามาในอาคารได้น้อย และมีความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในระดับสูง ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะพบภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง และห้องนอนเล็ก เนื่องจากมีขนาดและจำนวนของช่องเปิดน้อย รวมทั้งชนิดและตำแหน่งของช่องเปิดยังไม่เหมาะสม จึงส่งผลให้ภายในห้องดังกล่าวไม่มีการระบายอากาศที่ดี กระแสลมธรรมชาติรวมทั้งแสงธรรมชาติสามารถผ่านเข้ามาในห้องได้น้อยมาก ทำให้ในห้องมีความอับชื้น และไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย

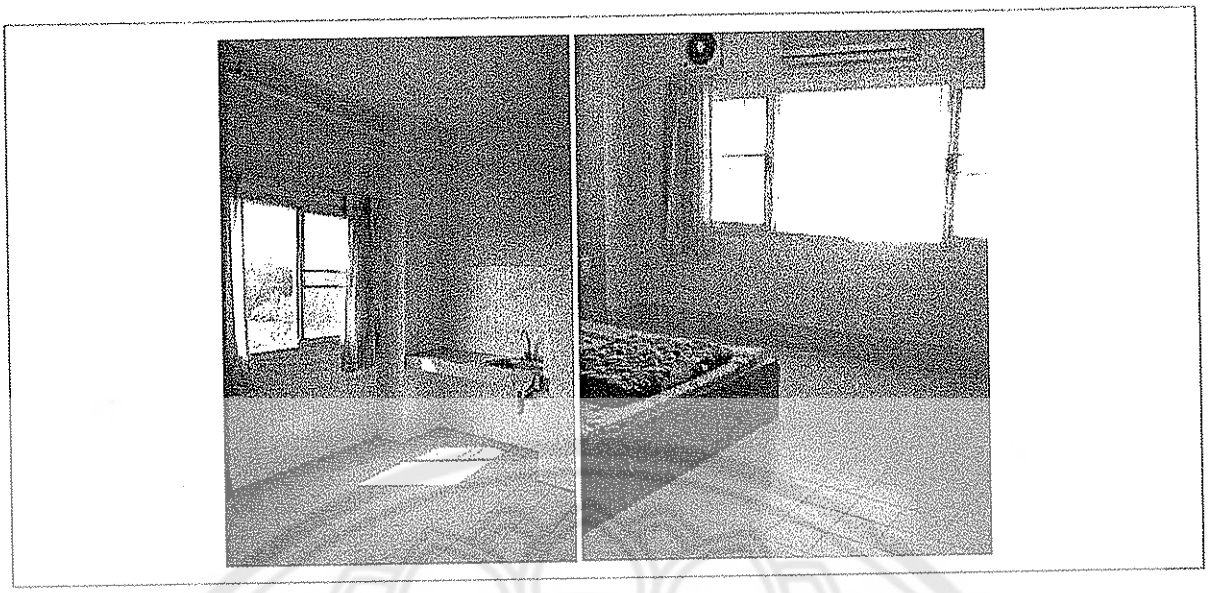
ดังนั้นแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องการระบายอากาศ จึงเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ โดยการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น และเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าปรับมุมภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง

เพื่อให้สามารถรับลมและแสงธรรมชาติได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการนำกระแสลมธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากขึ้น จึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงอาคารโดยการเปลี่ยนชนิดของบานเปิดในห้องนอนใหญ่และในห้องครัว จากเดิมที่เป็นหน้าต่างบานเลื่อนซึ่งกระแสลมสามารถพัดผ่านเข้ามาได้เพียง 45% เป็นหน้าต่างบานเปิดที่กระแสลมสามารถพัดผ่านได้ถึง 90% การออกแบบที่ทำให้ช่องลมเข้ามีปริมาณกระแสลมที่เข้ามาได้มากขึ้นจะช่วยทำให้การหมุนเวียนของกระแสลมภายในห้องทั่วถึงขึ้น และช่วยให้เกิดการถ่ายเทและระบายอากาศได้ดีขึ้นด้วย

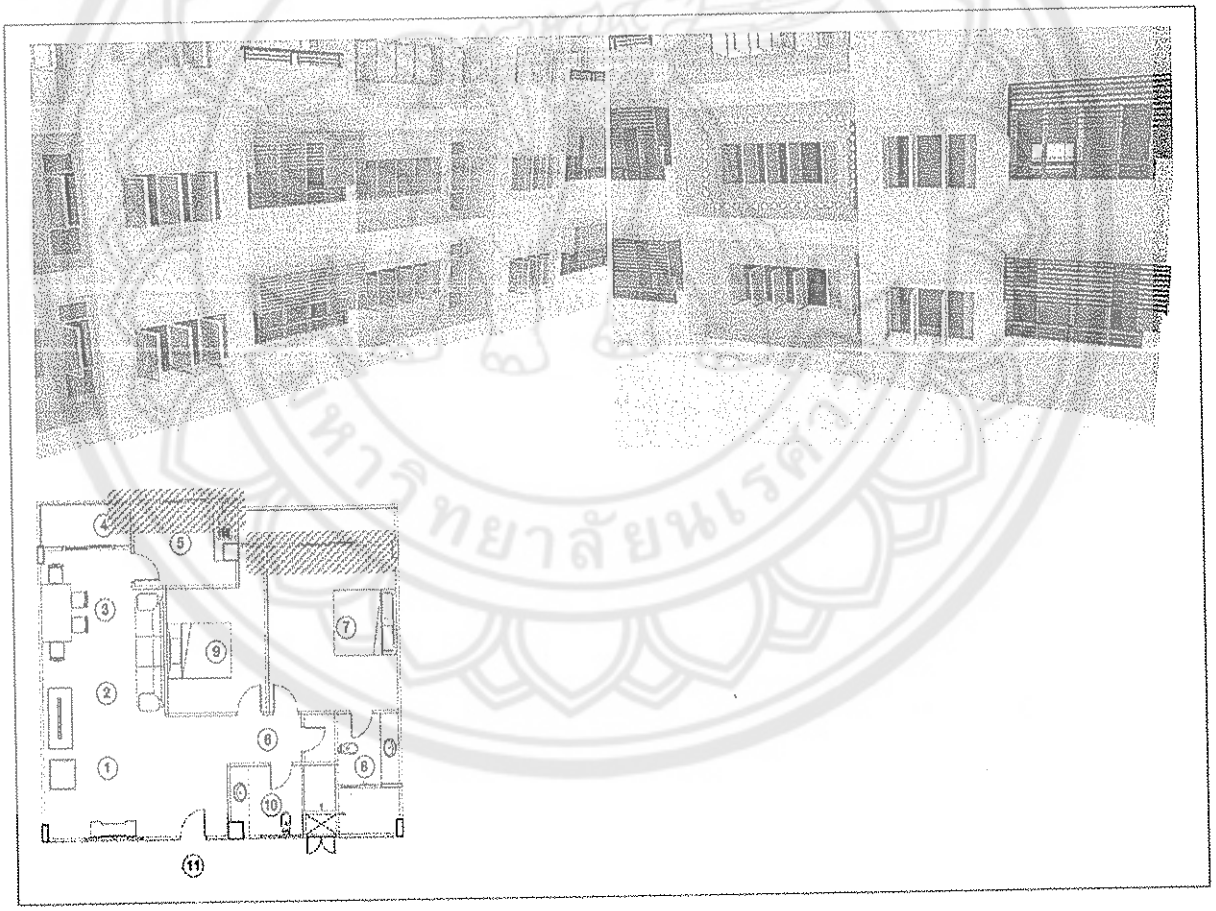
ภาพที่ 5-5 ภาพแสดงลักษณะเดิมของช่องเปิดในห้องนอนเล็กและห้องน้ำที่มีขนาดและจำนวนน้อย



ภาพที่ 5-6 ภาพจำลองสามมิติจากคอมพิวเตอร์แสดงการปรับปรุงช่องเปิด บริเวณห้องน้ำ และห้องนอนเล็ก

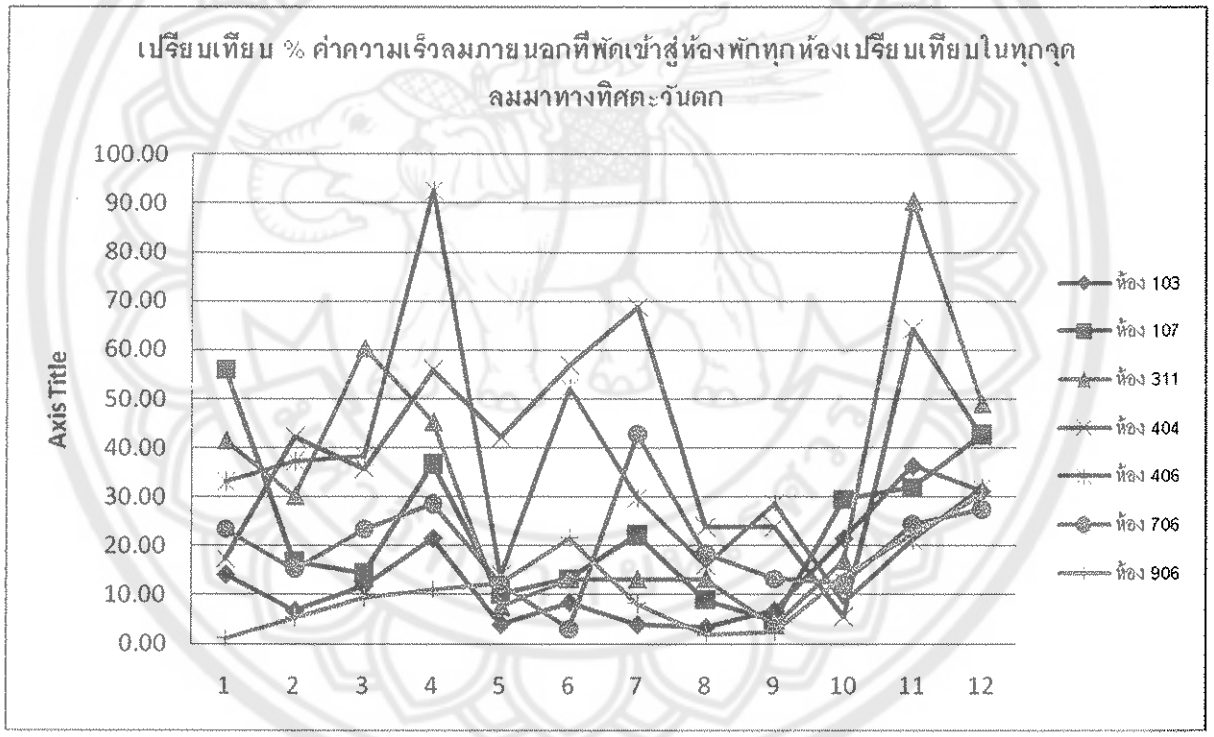


ภาพที่ 5-7 ภาพแสดงลักษณะเดิมของช่องเปิดในห้องนอนใหญ่และในห้องครัวที่เป็นบานเปิดแบบเลื่อน



ภาพที่ 5-8 ภาพจำลองสามมิติจากคอมพิวเตอร์ แสดงการปรับปรุงช่องเปิดบริเวณห้องครัว และห้องนอนใหญ่เป็นบานเปิด

เมื่อได้เสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องการระบายอากาศ โดยการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น และเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าปรับมุมภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เพื่อให้สามารถรับลมและแสงธรรมชาติได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้เสนอแนวทางการปรับปรุงอาคารโดยการเปลี่ยนชนิดของบานเปิดในห้องนอนใหญ่และในห้องครัว จากเดิมที่เป็นหน้าต่างบานเลื่อน เป็นหน้าต่างบานเปิดเพื่อให้กระแสลมสามารถพัดผ่านเข้ามาได้มากขึ้นแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ทำการประเมินผลแนวทางการปรับปรุงดังกล่าว โดยใช้การจำลองสภาพด้วยหุ่นจำลอง และนำไปวัดค่าความเร็วลมภายในอุโมงค์ลม (Wind tunnel) พร้อมกับการอ่านค่าความเร็วลมภายในอาคารจำลองด้วยเครื่องวัดลม เพื่อตรวจสอบว่าหลังการปรับปรุงช่องเปิดด้วยวิธีการดังกล่าวแล้ว กระแสลมธรรมชาติจะพัดผ่านเข้ามาในอาคารได้ดีขึ้นมากน้อยเพียงใด และจากการทดลองในอุโมงค์ลมพบว่าหลังการปรับปรุงตามแนวทางที่ผู้วิจัยได้นำเสนอนั้น ค่าความเร็วของกระแสลมที่พัดผ่านเข้ามาในอาคารค่อนข้างจะดีขึ้นพอสมควร โดยการเปรียบเทียบสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณกระแสลมที่พัดเข้ามาภายในอาคารกับปริมาณของกระแสลมที่พัดอยู่ภายนอกอาคาร



แผนภูมิที่ 5-5 แสดงการวัดค่าความเร็วของกระแสลมโดยการวัดจากหุ่นจำลองในอุโมงค์ลม โดยแสดงผลเป็นการเปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้องจากกระแสลมที่มาทางทิศตะวันตก

จากการสำรวจความเร็วของกระแสลมลมโดยการเข้าไปวัดค่าในอาคารจริงพบว่า โดยเฉลี่ยห้องที่มีกระแสลมพัดผ่านเข้ามาได้น้อยที่สุดจะมีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารได้คิดเป็นค่าที่ต่ำสุดคือ 1.08% และมีค่าที่สูงที่สุดคือ 2.00% แต่หลังจากการแก้ไขปรับปรุงโดยการปรับเปลี่ยนช่องบานเปิดแล้วนำไป

ทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในห้องที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งสามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าที่ต่ำสุดคือ 2.94% และค่าที่สูงสุด 49.06 % จะเห็นว่าค่าความเร็วลมที่ได้จากการทดลองมีค่าเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าค่าที่ต่ำสุดของการวัดในหุ่นจำลองจะสูงกว่าค่าสูงสุดจากการวัดในอาคารจริงไม่มากนัก

- **การปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคาร**

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา พบว่าปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาตินั้นยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ มีทั้งพื้นที่ที่มีแสงสว่างมากเกินไปและน้อยเกินไป พื้นที่ที่มีค่าความส่องสว่างมากเกินไปนั้น ส่วนใหญ่จะพบที่บริเวณระเบียงหลังห้องพัก ซึ่งแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามามากเกินไปจะนำความร้อนเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าวและจะส่งผ่านความร้อนไปสู่ห้องนั่งเล่นที่มีพื้นที่ติดกันกับระเบียงได้ อีกทั้งแสงที่สว่างมากเกินไปอาจทำให้เกิดแสงจ้าบาดตาได้ ในส่วนของปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างที่น้อยเกินไป จนไม่เพียงพอต่อการใช้งานในพื้นที่ต่างๆของห้องพักนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะพบภายในห้องนอนเล็กและภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เนื่องจากห้องดังกล่าวมีจำนวนช่องเปิดน้อย รวมถึงชนิดและตำแหน่งของช่องเปิดยังไม่เหมาะสม หากทำการปรับปรุงช่องเปิดของห้องนอนเล็กและห้องน้ำเช่นเดียวกับการออกแบบปรับปรุงอาคารที่เกิดจากปัญหาระบบการระบายอากาศ ก็จะทำให้แสงธรรมชาติส่องเข้ามาถึงบริเวณห้องนอนเล็กและห้องน้ำได้มากขึ้นอีกด้วย

ดังนั้นแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคาร จึงมีแนวทางในการปรับปรุงอยู่สองแนวทาง คือ แนวทางแรกสำหรับพื้นที่ที่มีค่าความส่องสว่างมากเกินไปสามารถแก้ไขได้โดยการใช้วิธีแก้ปัญหาที่เป็นวิธีการเดียวกันกับการปรับปรุงอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินไป คือการติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มที่บริเวณระเบียงห้องพัก ซึ่งแผงกันแดดจะช่วยป้องกันแสงแดด และช่วยป้องกันแสงสว่างไม่ให้เข้ามาในอาคารมากเกินไปด้วยเช่นกัน แนวทางที่สองสำหรับพื้นที่ที่มีค่าส่องสว่างน้อยเกินไปสามารถแก้ไขได้โดยการใช้วิธีแก้ปัญหาที่เป็นวิธีการเดียวกันกับการปรับปรุงระบบระบายอากาศ คือการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น รวมทั้งการเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าภายในห้องน้ำให้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยทำให้สามารถรับกระแสลมธรรมชาติได้ดีขึ้น ในขณะที่แสงธรรมชาติก็จะส่องผ่านข้ามาในอาคารได้มากขึ้นเช่นกัน

เมื่อได้เสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคาร คือการติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มที่บริเวณระเบียงห้องพักเพื่อลดปริมาณความส่องสว่างลง และการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น รวมทั้งการเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าภายในห้องน้ำให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มปริมาณความส่องสว่างแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ทำการประเมินผลแนวทางการปรับปรุงดังกล่าว โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการจำลองสภาพและช่วยคำนวณค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ

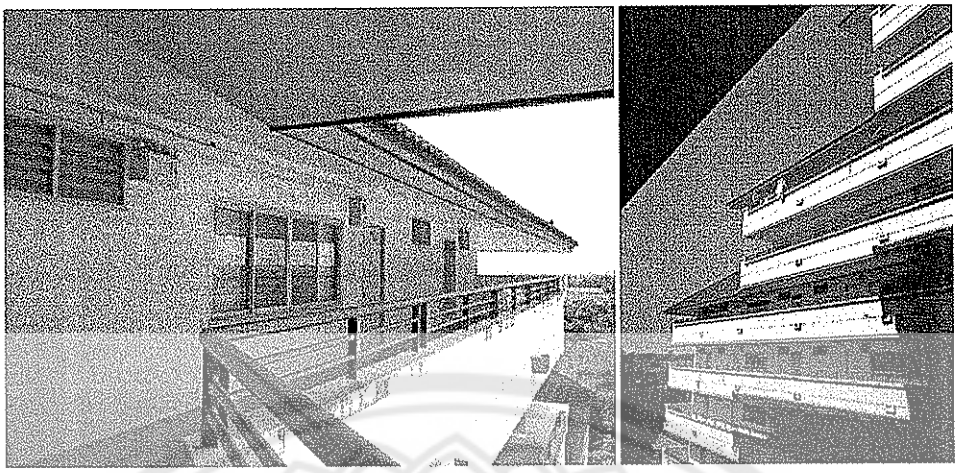
ว่าก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างลดลงและเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด และจากการคำนวณพบว่าหลังการปรับปรุงตามแนวทางที่ผู้วิจัยได้นำเสนอนั้น ค่าความส่องสว่างบริเวณห้องนั่งเล่นที่อยู่ติดกับระเบียงมีค่าลดลงไปเล็กน้อย ส่วนค่าความส่องสว่างบริเวณห้องนอนเล็กและห้องน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก

จากการวิเคราะห์ค่าความส่องสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์(Dialux 4.9) โดยคำนวณจากตัวแทนของห้องพักที่อยู่ตามทิศต่างๆ ที่ห้องตั้งอยู่ตามสภาพความเป็นจริง โดยเลือกคำนวณเฉพาะในวันที่ 21 มิถุนายนและวันที่ 21 ธันวาคมซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือและอ้อมใต้มากที่สุดของปี พบว่าที่บริเวณห้องนั่งเล่นที่อยู่ติดกับระเบียงก่อนการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 559.18 lux เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการติดตั้งแผงกันแดดที่ระเบียงแล้วพบว่า ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าลดลงเล็กน้อยอยู่ที่ 548.35 lux ที่บริเวณห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 226.47 lux เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น พบว่า ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 358.84 lux และที่บริเวณห้องน้ำ ก่อนการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 285.13 lux เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าภายในห้องน้ำให้มากขึ้น พบว่าค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากอยู่ที่ 676.8 lux

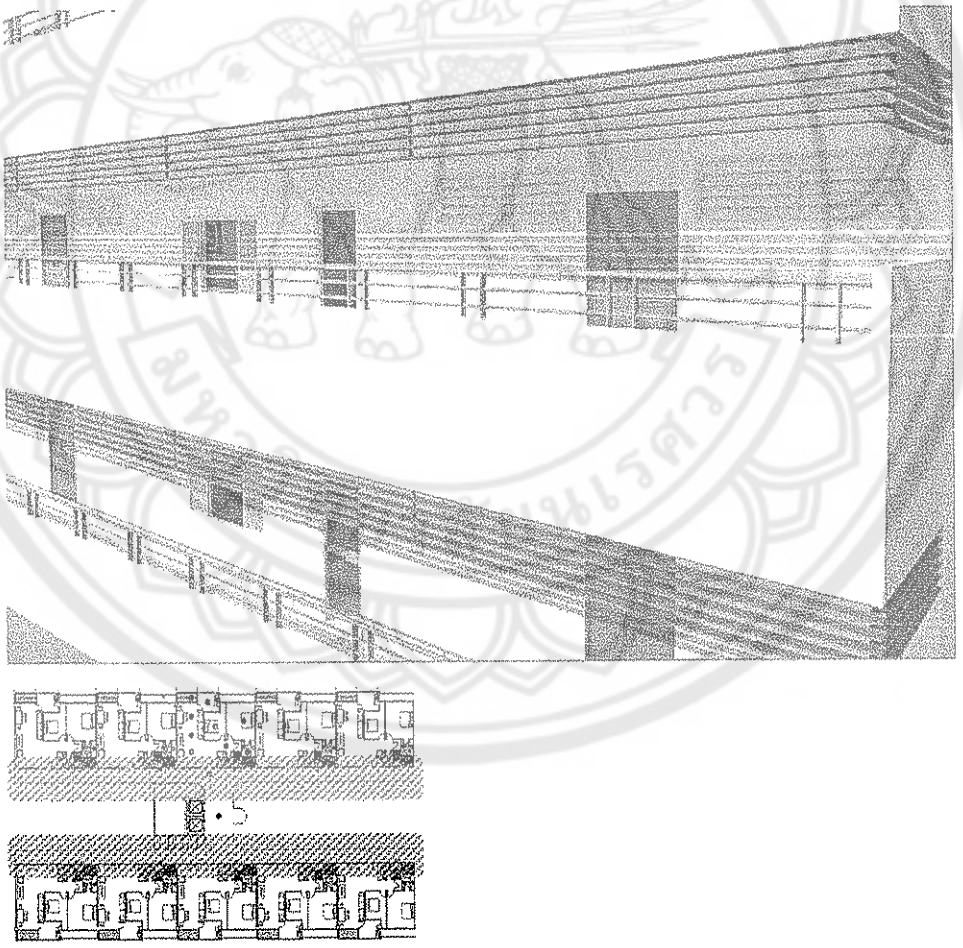
- **การปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ปัญหาฝนสาดเข้ามาในโถงทางเดินส่วนกลางของอาคาร**

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา พบว่านอกจากปัญหาต่างๆที่ส่งผลให้เกิดสภาวะไม่สบายขึ้นภายในอาคารดังที่กล่าวมาแล้ว คณะผู้วิจัยยังพบว่า มีปัญหาเรื่องฝนสาดเข้ามาสู่โถงทางเดินหน้าห้องและบริเวณโถงหน้าลิฟท์เป็นจำนวนมากในเวลาที่ฝนตก ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบของตัวอาคารที่มีลักษณะเป็นอาคารชุดพักอาศัยแบบทางสัญจรเดี่ยว (Single load corridor) ซึ่งมีทางเดินจ่ายไปตามห้องพักต่างๆที่เกาะติดอยู่กับทางเดินเพียงด้านเดียว อีกด้านหนึ่งของทางเดินจะเป็นระเบียงเปิดโล่งสัมผัสกับบรรยากาศภายนอกได้อย่างเต็มที่ จึงทำให้ฝนสาดเข้ามาสู่ทางเดินหน้าห้องและบริเวณโถงลิฟท์ได้ง่าย ฝนที่สาดเข้ามาจะเจิ่งนองเป็นแอ่งน้ำอยู่ที่พื้นสร้างปัญหาให้กับผู้อยู่อาศัย เป็นอุปสรรคต่อการสัญจรไปมาในอาคาร และยังทิ้งคราบน้ำฝนไว้บนผนังระเบียงทำให้อาคารดูสกปรกไม่สวยงาม

ดังนั้นแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องฝนสาดนี้ จึงเน้นไปที่การปรับปรุงพื้นที่ทางเดินบริเวณหน้าห้องพัก โดยการติดตั้งแผงกันแดดแนวนอน เพื่อช่วยในการป้องกันฝนสาดเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าว โดยแผงกันแดดนี้มีขนาดลึก 0.50 ม. จากใต้ท้องคานเท่ากันหมดทั้งอาคารเพื่อความเรียบร้อยสวยงาม เลือกใช้วัสดุเป็นอะลูมิเนียม ที่มีน้ำหนักเบา ทนแดดทนฝนได้ดี รูปแบบเป็นระแนงอลูมิเนียมซ้อนเกล็ด ซึ่งกระแสลมสามารถพัดผ่านได้และไม่ส่งผลต่อปริมาณความเข้มของแสงสว่างที่จะเข้ามาในบริเวณทางเดินและโถงหน้าลิฟท์มากนัก



ภาพที่ 5-9 ภาพแสดงลักษณะเดิมของทางเดินหน้าห้องพักที่เปิดโล่ง ฝนสาดได้ง่าย



ภาพที่ 5-10 ภาพจำลองสามมิติจากคอมพิวเตอร์ แสดงการปรับปรุงแผงกันแดดบริเวณทางเดินหน้าห้องพัก

บรรณานุกรม

เกชา ธีระโกเมนและคณะ. **ความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ**. กรุงเทพมหานคร:บริษัทเอ็มแอนด์อี ,2539.

ตรึงใจ บูรณสมภพ . **การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน** . กรุงเทพมหานคร : อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง , 2539.

มาลินี ศรีสุวรรณ. **การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคารสำหรับภูมิภาคร้อนชื้นในประเทศไทย** .กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2543.

ธนิต จินดาวณิค. **เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 2501494 ENERGY ARCH DESIGN** . คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ธนิต จินดาวณิค. **สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี** . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2540.

ประพนธ์ วงษ์ท่าเรือ. **การศึกษาสภาวะน่าสบายเชิงความร้อนของคนในอาคาร.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2535.

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. บทเรียนออนไลน์เรื่องการปรับอากาศ [Online] . Accessed 20 มิถุนายน 2554. Available from http://mte.kmutt.ac.th/elearning

สมสิทธิ์ นิตยะ. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิภาคเขตร้อนชื้น** . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2541.

สุนทร บุญญาธิการ. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า** . กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2542.

สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา. **การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารสถานศึกษา : กรณีศึกษาอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร** . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2543.

สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา. **การประหยัดพลังงานในอาคารด้วยระบบการทำความเย็นแบบธรรมชาติของบ้านพักอาศัยในสภาวะแวดล้อมเขตร้อนชื้น** . วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ,ปีที่1 ฉบับที่ 1 เมษายน-กันยายน 2553.

อรศิริ ปาณินท์. **หมู่บ้านลอยน้ำของไทย**. กรุงเทพมหานคร : เจ พริ้น ท่าพระจันทร์ , 2546.

Olgyay,V. Design With Climate. Princeton,New Jersey : Princeton University Press , 1969.

P.O. Fanger. Thermal Comfort Analysis and Application in Environmental Engineering. USA : McGraw-Hill ,1972.

R.G. Hopkinson. Daylighting. London : Heinemann,1996.

ภาคผนวก

ที่ ศธ ๐๕๒๗.๑๗.๐๑(๔).๐๑/๐๙๒

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง
จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๑๑ กรกฎาคม ๒๕๕๔

เรื่อง ขอแจ้งตอบรับบทความ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา

ตามที่ท่านเสนอบทความวิจัยเพื่อพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร นั้น

กองบรรณาธิการ วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับบทความเรื่อง การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม กรณีศึกษา : อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์๕ มหาวิทยาลัยนเรศวร ของท่านเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และได้พิจารณาลงพิมพ์บทความวิจัยดังกล่าว ในปีที่ ๒ ฉบับที่ ๒ ตุลาคม ๒๕๕๔ – มีนาคม ๒๕๕๕

จึงเรียนมาเพื่อทราบและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์)
บรรณาธิการ
วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

งานวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
โทร. ๐-๕๕๙๖-๔๓๐๒ โทรสาร. ๐-๕๕๙๖-๔๓๐๘

ห้อง 103

อุณหภูมิอากาศ (°c)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	27.5	27.7	27.9	29.2	28.9	28.3	28.7	28.6	28.8	28.6	28.2	27.8	28.35
	นอก	28.4	28.3	28.9	29	29	29.2	29.4	29.1	29.1	29.2	29.4	28.9	
11.00	ใน	27.6	28.1	28.7	29.7	29.3	28.8	28.6	28.4	28.1	27.8	27.4	27.3	28.31
	นอก	28.7	28.9	29.1	29.2	29.3	29.4	28.3	28.2	28.5	28.4	28.5	28.3	
12.00	ใน	27.8	27.9	28.2	29.8	29.4	28.3	28.3	28.2	28.3	28.1	28	27.6	28.32
	นอก	30.8	30.8	29.3	29.1	29.1	29.3	29.5	29.8	29.7	29.8	29.4	29.4	
13.00	ใน	28.2	29	29.3	32.9	31.4	29.5	30.7	29.8	29.3	29	28.7	28	29.65
	นอก	30.2	29.9	30.1	30.2	30.3	30.3	30.2	30.3	30.2	30.1	30.4	30.3	
14.00	ใน	28.5	28.5	28.8	29.6	30.6	30.4	30	29.7	29.4	29	28.7	28.6	29.31
	นอก	29.7	30	30	29.4	29.6	29.4	29.5	29.8	29.5	30.1	30.1	31.1	
15.00	ใน	28.4	28.4	28.5	28.9	29.6	29.7	29.5	29.3	29.1	29	28.5	28.4	28.94
	นอก	28.4	28.7	28.9	29.1	29.2	29.4	29.2	29.3	29.2	29.2	29.1	29.1	
16.00	ใน	28.5	28.6	28.9	29.3	29.8	30	29.8	29.6	29.4	29.3	28.5	28.6	29.19
	นอก	28.9	28.7	28.9	28.9	28.9	29.1	29.2	29.3	28.9	28.9	29.2	29.4	
17.00	ใน	28.6	28.7	29	29.4	29.9	29.9	29.7	29.5	29.4	29.3	28.6	28.5	29.20
	นอก	28.8	28.9	28.6	28.6	28.7	28.7	28.8	29	29.1	29.3	29.3	29.1	

ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	54	53.9	54.9	54.4	51.1	53.1	54.6	55.6	56.2	55.3	53.3	52.7	
	นอก	49	49	48.8	50.7	52.4	50.9	48.1	49.3	51.4	52.8	51.6	50.7	
11.00	ใน	52.5	53.9	51.4	51.8	51.1	53.6	53.2	52.8	54.1	52.1	51.1	51.8	
	นอก	51.4	52.3	50.3	48	48.2	49.2	49.9	51.9	54	53.8	52.3	52.2	
12.00	ใน	52.9	53.9	53	53	52.7	52.3	53.4	53.3	54.2	53	53.3	52.5	
	นอก	44.9	45.5	47.6	47.9	49	49.9	49	49.1	43.1	48.3	49.6	48	
13.00	ใน	55.2	52.4	50.4	47.6	48.4	52.4	53.3	52.1	53.7	52.5	48.8	49.4	
	นอก	46	49.9	45.7	44.8	50.7	45.9	45.8	46.5	47.8	46.1	44.4	45.3	
14.00	ใน	55.8	55.3	55.3	54.6	53.8	51.4	53.3	53.9	54.5	54.1	53.9	54.4	
	นอก	52.9	53.1	53.1	53	52.5	51.3	51.5	51.3	51.6	51.7	52.1	52	
15.00	ใน	55.8	55.9	56.5	55.8	54.7	53.1	53.9	54	54.5	54.5	54.8	55.1	
	นอก	53	52.1	53.5	53.8	53	52.9	52.3	52	51.2	52.1	52.9	53.2	
16.00	ใน	55.1	56.2	58.2	56.3	55.2	53.1	53.5	53.9	55	54.5	54.6	55.5	
	นอก	51.8	52.2	52.5	51.5	51.7	51.3	51.7	52.4	50.6	50.9	51.2	51	
17.00	ใน	59.1	58.3	58.3	56.7	56.1	54.3	55.6	55.4	57.1	55.4	55.3	56	
	นอก	52.2	51.6	52.7	52.8	52.5	52.8	52.8	53.2	53.2	53.5	53.4	53.4	

1 : ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2 : ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3 : ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 103

ความเร็วลม (m/s)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	0.07	0.05	0.17	0.35	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.04	0.31	0.38	
	นอก	0.19	0.17	0.25	0.4	0.18	0.3	0.15	0.21	0.32	0.34	0.56	0.7	
11.00	ใน	0.1	0.03	0.11	0.2	0.07	0.03	0.02	0.03	0.08	0.07	0.06	0.01	
	นอก	0.15	0.1	0.19	0.27	0.2	0.28	1.04	0.61	0.4	0.67	0.38	1.15	
12.00	ใน	0.02	0.02	0.42	0.34	0.03	0.19	0.05	0.09	0.01	0.05	0.31	0.06	
	นอก	0.16	2.12	1.65	1.77	1.34	1.41	1.10	0.64	0.10	1.07	2.67	1.36	
13.00	ใน	0.18	0.05	0.05	0.15	0.17	0.36	0.24	0.02	0.07	0.02	0.10	0.39	
	นอก	1.23	0.21	0.14	0.37	0.46	1.05	0.31	0.07	0.07	0.81	0.08	0.22	
14.00	ใน	0.03	0.04	0.33	0.66	0.40	0.30	0.01	0.02	0.03	0.17	1.49	0.30	
	นอก	0.17	0.22	1.30	0.60	0.39	0.43	0.07	1.02	0.03	0.88	1.06	0.28	
15.00	ใน	0.23	0.02	0.02	1.00	0.13	0.03	0.01	0.06	0.06	0.16	1.21	0.41	
	นอก	0.90	0.04	0.82	0. 45	0.10	0.14	1.13	0.85	0.52	0.50	0.12	0.44	
16.00	ใน	0.03	0.09	0.01	0.07	0.06	0.16	0.06	0.06	0.04	0.01	1.15	0.07	
	นอก	1.27	0.75	0.88	0.47	1.16	0.20	0.05	1.70	1.49	0.40	1.05	0.76	
17.00	ใน	0.22	0.03	0.11	0.34	0.04	0.06	0.01	0.03	0.15	0.14	1.02	0.32	
	นอก	0.15	0.97	0.49	1.22	0.95	0.80	0.75	0.07	0.53	0.15	0.07	0.54	

ค่าความส่องสว่าง (Lux)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	81	205	788	2,750	1,346	19	386	29	117	12	144	76	
	นอก	4,766	4,796	4,858	4,853	5,762	4,815	4,737	4,755	4,566	4,574	4,568	4,556	
11.00	ใน	81	194	433	2734	1827	15	446	69	138	20	144	69	
	นอก	4,749	4,941	4,725	47,75	4,864	4,548	4,809	4,927	4,973	4,785	4,270	4,636	
12.00	ใน	98	149	290	2223	931	22	341	57	154	21	246	198	
	นอก	4,865	4,932	5,070	5,064	5,346	5,222	4,909	5,222	5,350	5,912	5,660	6,022	
13.00	ใน	109	232	917	4292	1324	28	315	39	222	21	180	220	
	นอก	11,107	11,048	11,325	11,096	10,841	10,659	10,520	10,240	9,822	9,573	9,292	8,976	
14.00	ใน	132	378	1584	5343	1480	71	804	61	139	33	163	151	
	นอก	9,387	12,243	12,869	12,922	12,859	12,877	11,897	12,114	7,148	8,209	7,654	9,730	
15.00	ใน	93	200	1145	3014	1609	39	851	74	116	32	158	155	
	นอก	4,958	6,057	6,492	5,772	5,608	5,832	5,910	5,202	5,023	5,615	5,366	7,388	
16.00	ใน	73	155	1,079	4,518	3,950	33	769	56	139	45	115	178	
	นอก	7,418	7,701	7,691	7,871	7,717	7,758	7,683	7,653	7,788	7,627	7,813	7,950	
17.00	ใน	61	129	931	3,603	2,051	30	515	38	119	14	104	205	
	นอก	6,858	7,054	7,073	7,267	7,686	7,337	7,187	7,200	7,327	7,274	7,005	7,062	

1 : ห้องรับแขกด้านหน้า	4 : ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2 : ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3 : ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 107

อุณหภูมิอากาศ (°c)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	27.4	27.1	26.7	26.7	26.7	27	26.7	26.8	27	27.1	27.4	27.3	
	นอก	28.9	28.9	28.7	28.9	29.1	29.2	29.1	29.1	28.9	29.1	29.1	29.2	
11.00	ใน	27.1	27.1	27	27	27	27.1	27	26.8	26.9	27	27.2	27.4	
	นอก	28.9	28.8	28.8	28.9	29	29	29.2	28.8	28.3	28.5	28.1	28.4	
12.00	ใน	27.2	27.3	27.3	27.4	27.1	27.2	27	27	27	27	27.2	27.2	
	นอก	29.6	29.8	29.9	29.4	29.5	29.5	29.5	29.5	29.2	29.5	29.7	29.7	
13.00	ใน	27.8	27.8	27.8	27.8	27.5	27.6	27.4	27.1	27.1	27.2	27.9	28.3	
	นอก	29.1	29.5	29.7	29.4	28.8	28.8	28.8	28.7	28.4	28.5	29.2	29.6	
14.00	ใน	28.3	28.2	28.2	28.3	28.2	28.2	28.2	28	27.9	28.1	28.6	28.7	
	นอก	28.8	28.8	28.9	28.8	28.7	28.1	28.6	28.7	28.6	28.9	29	29.3	
15.00	ใน	28.2	28.2	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.2	28.2	28.1	28.1	28.3	
	นอก	29	28.9	28.5	28.6	28.8	28.8	28.8	28.9	28.6	28.7	28.6	28.6	
16.00	ใน	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.4	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.4	
	นอก	29	28.6	28.9	29.1	29	29	29	29	29.5	29.5	29.2	29.1	
17.00	ใน	28.3	28.3	28.3	28.4	28.4	28.4	28.3	28.3	28.2	28.2	28.3	28.5	
	นอก	28.7	28.8	28.8	28.9	29	29	29	29.1	29	28.9	29	29.1	

ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	53.6	53.9	54.1	53.6	56	58.8	55.5	55.8	59.8	58.7	52.5	51.3	
	นอก	51.2	52.6	51.7	54.4	54.1	53	52	53	51.3	51.9	52.8	48.2	
11.00	ใน	52.9	53.4	53.4	53.1	51.9	54.7	54.6	54.6	56.1	54.9	55.2	54.6	
	นอก	49.5	48.6	50.5	50	49	48.6	51.2	50.5	49.9	49.3	51.3	50.8	
12.00	ใน	53.7	52.5	52.6	52.8	53	54.3	54.2	54.7	56.3	56.4	54.4	59.3	
	นอก	47.8	49.1	49.8	46.9	47.1	47.1	47.1	48.1	47.9	47.2	46.4	45.5	
13.00	ใน	52.8	52.6	52.9	51.9	52.2	52.7	53.7	53.8	57.4	54.8	52.6	52.2	
	นอก	50.8	48.7	47.4	48.3	48	46.8	48.1	47.7	47.7	48.8	48.4	49.5	
14.00	ใน	54.6	54.8	54.7	54.8	54	54.6	55.3	55.9	56.5	56.8	54.8	54.7	
	นอก	52.3	51.5	51.3	52	52.1	52.7	54.6	51.7	51.1	51	50.4	49.9	
15.00	ใน	56.4	56.9	57.1	56.8	56.5	56.8	57	57.6	57.3	57.7	56.5	56	
	นอก	53	52.1	53.5	53.8	53	52.9	52.3	52	51.2	52.1	52.9	53.2	
16.00	ใน	55	55.3	55.5	55.4	55.2	55.3	56	56.7	57	56	56	56.2	
	นอก	51.8	52.2	52.5	51.5	51.7	51.3	51.7	52.4	50.6	50.9	51.2	51	
17.00	ใน	57	57.2	57.4	57	57.2	57.4	57.5	58.2	58.1	58.1	58.5	57.7	
	นอก	52.2	51.6	52.7	52.8	52.5	52.8	52.8	53.2	53.2	53.5	53.4	53.4	

1 : ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2 : ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3 : ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 107

ความเร็วลม (m/s)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	0.05	0.03	0.14	0.2	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.22	0.45	
	นอก	0.16	0.18	0.25	0.3	0.2	0.28	0.15	0.24	0.29	0.4	0.4	0.75	
11.00	ใน	0.76	0.23	0.9	0.07	0.06	0.18	0.05	0.08	0.3	0.02	0.36	0.28	
	นอก	0.66	0.28	0.42	0.45	0.35	0.04	0.45	0.79	0.93	0.52	1.66	1.53	
12.00	ใน	0.93	0.67	1.08	0.29	0.07	0.14	0.04	0.08	0.15	0.01	0.1	0.49	
	นอก	1.16	1.08	0.99	0.69	0.7	0.25	0.77	0.88	1.29	0.61	0.09	0.86	
13.00	ใน	0.22	0.24	1.21	0.77	0.12	0.1	0.02	0.04	0.35	0.03	0.21	0.23	
	นอก	0.49	0.63	0.54	0.12	0.32	1.66	0.22	1.85	1.42	1.01	0.66	1.29	
14.00	ใน	0.29	0.25	1.17	0.49	0.45	0.04	0.55	0.03	0.28	0.26	0.13	0.48	
	นอก	0.6	0.5	0.17	2.19	0.54	0.04	0.24	0.6	1.14	0.57	0.96	0.59	
15.00	ใน	0.51	0.38	0.74	0.11	0.19	1.13	0.19	0.17	0.4	0.15	0.11	0.12	
	นอก	0.32	2.03	0.22	0.21	1	0.89	1.06	0.54	0.95	0.06	1.14	1.25	
16.00	ใน	0.9	0.33	0.48	0.95	0.09	0.73	0.13	0.01	0.09	0.05	0.22	0.4	
	นอก	0.41	0.49	0.22	0.62	0.44	0.08	0.54	0.28	0.11	1.07	0.19	0.58	
17.00	ใน	0.64	0.02	0.37	0.4	0.15	0.1	0.15	0.09	0.2	0.24	0.02	0.45	
	นอก	0.22	0.95	0.32	0.2	0.56	0.56	0.49	0.05	1.17	0.93	1.84	1.08	

ค่าความส่องสว่าง (Lux)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	89	42	286	705	58	27	37	14	29	27	1395	547	
	นอก	4333	4428	6133	5139	5363	4832	4973	4878	4826	5060	4915	5329	
11.00	ใน	70	41	183	545	106	15	56	10	45	7	1522	672	
	นอก	4728	4821	4865	5135	4778	4998	4678	4875	4865	5690	5411	5233	
12.00	ใน	119	39	144	804	104	23	64	12	36	9	2383	917	
	นอก	5591	5619	5552	5342	5316	5295	5206	5241	5333	5546	5442	5474	
13.00	ใน	106	57	127	781	111	36	81	15	45	27	3597	772	
	นอก	6883	7073	7142	7260	7532	6910	8332	8753	9103	9469	9944	10246	
14.00	ใน	81	28	144	834	109	20	69	8	17	11	1839	1115	
	นอก	9736	9386	9561	8659	8003	8630	7601	7066	7876	10306	10963	11953	
15.00	ใน	239	25	142	676	130	42	119	16	18	8	1719	989	
	นอก	5301	5306	5295	5312	5270	5260	5256	4701	4533	4531	4541	4525	
16.00	ใน	187	59	172	568	138	33	108	18	7	8	946	933	
	นอก	7912	7271	8097	7877	7843	7971	7663	7052	6858	7346	7099	7197	
17.00	ใน	174	23	112	548	108	36	102	24	9	13	1166	810	
	นอก	6667	7045	5906	6523	6003	5798	6562	7110	7011	6850	6825	6869	

1 : ห้องรับแขกด้านหน้า	4 : ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2 : ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3 : ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 311

อุณหภูมิอากาศ (°c)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	27.3	27.2	27.3	27.4	27.3	27.2	26.8	26.8	26.8	26.7	27.3	27.9	
	นอก	27.4	27.9	28.4	27.6	27.8	27.9	28.7	28.3	28.1	28.7	29.2	29.1	
11.00	ใน	27.6	27.6	27.6	27.7	27.7	27.5	27.3	27.3	27.2	27.1	27.2	27.4	
	นอก	28.7	28.3	28.1	27.4	27.6	28.3	28.4	27.7	27.9	28.4	28.9	28.4	
12.00	ใน	28.2	28.1	28.1	28.2	28.2	27.9	27.8	27.7	27.6	27.5	27.7	28	
	นอก	28.4	28.1	28.3	28.2	28.8	28.1	28.3	28.4	28.5	28.5	28.3	29.2	
13.00	ใน	28.4	28	28	28.2	28.2	28.1	27.8	27.6	27.5	27.4	27.6	28	
	นอก	29.2	29.3	28.6	29.3	29.5	29.3	29.8	29.7	28	28.4	28.9	29.3	
14.00	ใน	29.1	28.7	28.7	28.8	28.5	28.4	27.9	27.6	27.6	27.3	28.7	28.6	
	นอก	30.2	30.2	30.2	30.4	30.5	30.2	30.4	30.4	30.3	30.4	30.3	30	
15.00	ใน	28	28.1	28.1	29.3	28.8	28.1	28.2	28.1	28	27.8	28.1	28.5	
	นอก	29.8	29.3	29.4	29.5	29.5	29.3	29.9	30	30.1	30.1	30.1	30	
16.00	ใน	28.6	28.7	28.7	28.5	29.1	28.8	28.3	28.3	28.1	27.9	28.4	29	
	นอก	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.6	29.6	29.4	29.5	29.5	29.6	
17.00	ใน	28.6	28.2	28.2	28.5	28.3	27.8	27.6	27.4	27.4	27.3	28.1	28.5	
	นอก	28.7	28.7	28.8	28.8	28.8	28.7	28.9	28.9	28.8	28.7	28.6	28.7	

ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	55.4	56.7	56.5	55.4	56.9	57.1	58.7	58.9	61	59.1	57.6	55.3	
	นอก	53.2	53.7	51	52.7	51.1	51.1	50.7	52.9	53.2	51	48.1	48.3	
11.00	ใน	53.7	53.8	53.8	53.2	53.2	53.9	54.6	55.1	54.8	55.3	55.5	55.3	
	นอก	50.9	48.6	51.6	52.7	55	50.3	51.9	51.8	53	47.8	48	50.1	
12.00	ใน	50.6	49.9	49.1	47.8	48.2	49.3	50.2	51.3	51.4	51.7	51.8	51.8	
	นอก	49.1	49.9	48.3	42.6	45.7	46.5	48.5	50.9	47.6	48.1	46.4	43.7	
13.00	ใน	46	46.1	46.3	44.7	45.2	45.9	47.4	47.5	49.8	49.7	46.9	46	
	นอก	40.9	39.4	41.7	44.3	41.2	41	39.8	39.4	42.2	42.2	42.4	39.1	
14.00	ใน	41.6	42.7	43.6	42.1	45.9	43.8	44.6	45.4	46	46.4	39.3	40.6	
	นอก	38.3	38.6	37.9	37.9	37.6	37.6	36.4	37.5	39.1	36.7	36.4	39.6	
15.00	ใน	47	44.7	43.5	42.1	43	42.9	44.7	45.3	45.6	46.2	45.1	44.5	
	นอก	42.3	44.2	42	42.4	42.4	42.1	41.6	40.9	40.6	39	41.3	40.5	
16.00	ใน	42.7	43	42.4	41.9	42.6	43.3	43.8	44	44.7	44.8	43.2	42.8	
	นอก	43.2	41.7	43.2	41.5	47.5	42.7	42.7	42.7	42.7	42.5	42.1	41.6	
17.00	ใน	45.8	46.5	47	48	42.9	48.8	48.6	49.9	50	49.8	49.2	40.3	
	นอก	47	48.7	46.8	47.1	46.7	46.4	47.3	48.5	47.5	49.4	48.8	48.4	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 311

ความเร็วลม (m/s)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	0.65	0.12	0.15	0.59	0.24	0.24	0.34	0.17	0.05	0.07	0.64	0.02	
	นอก	1.15	0.79	2.49	1.23	1.15	1.15	1.29	0.1	0.53	0.82	0.29	1.33	
11.00	ใน	0.22	0.93	2	0.7	0.61	0.61	1.29	0.32	0.2	0.13	0.55	0.01	
	นอก	0.99	0.48	2.13	1.83	1.41	1.41	2.66	1.49	0.87	1.11	0.14	0.93	
12.00	ใน	0.07	0.07	0.09	0.43	0.64	0.64	1.33	0.05	0.23	0.06	1.6	0.2	
	นอก	1.87	1.05	1.52	1.42	0.84	0.84	1.71	1.31	1.24	0.93	1.15	1.7	
13.00	ใน	0.09	0.25	0.53	0.22	0.37	0.37	0.29	0.04	0.49	0.21	0.95	0.06	
	นอก	1.36	0.29	0.7	0.4	0.26	0.26	0.49	0.45	0.87	1.09	1.08	0.35	
14.00	ใน	0.23	0.12	0.2	0.24	0.04	0.04	0.06	0.03	0.15	0.04	0.72	0.17	
	นอก	1.24	0.77	0.77	0.66	1.39	1.39	1.03	0.78	1.38	1.26	0.59	0.67	
15.00	ใน	0.24	0.34	1.07	0.44	0.09	0.09	0.07	0.04	0.23	0.07	0.51	0.09	
	นอก	0.83	1.54	0.55	0.06	0.16	0.16	0.35	0.93	0.15	0.3	0.29	0.14	
16.00	ใน	0.31	0.2	0.5	0.5	0.43	0.43	0.18	0.24	0.15	0.02	0.46	0.38	
	นอก	0.6	0.68	0.05	0.15	0.22	0.22	1.65	0.68	0.69	0.52	1.08	0.56	
17.00	ใน	0.02	0.17	0.11	0.13	0.17	0.17	0.27	0.07	0.05	0.07	0.09	0.11	
	นอก	0.03	0.42	0.24	0.48	0.66	0.66	0.01	0.41	0.08	0.37	0.09	0.55	

ค่าความส่องสว่าง (Lux)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	456	289	285	2918	246	181	113	16	85	55	2794	68	
	นอก	7589	7316	7229	7376	7129	7000	6912	6975	7015	6990	7016	6976	
11.00	ใน	292	166	289	2462	761	59	131	14	42	25	2930	106	
	นอก	7926	7430	7421	7598	7296	7394	7391	7232	7232	7400	7242	7387	
12.00	ใน	218	143	373	2093	191	57	76	14	37	19	2553	112	
	นอก	7202	8233	7021	7321	7209	6825	6750	6944	6989	7026	7037	7041	
13.00	ใน	198	140	246	2377	218	52	88	13	38	17	2104	115	
	นอก	6532	6536	6501	6557	6512	6391	6399	6385	6383	6416	6469	6476	
14.00	ใน	271	142	299	1590	436	62	312	6	51	14	1501	147	
	นอก	4125	4116	4130	4060	4059	4043	4067	4063	4043	3606	3513	3989	
15.00	ใน	145	149	681	2983	427	70	139	7	46	15	916	158	
	นอก	4910	4718	4546	4594	4130	4197	4198	4205	3918	4133	4161	4138	
16.00	ใน	85	95	326	1972	156	30	128	10	52	12	671	104	
	นอก	2468	2448	2480	2435	2396	2318	2377	2319	2287	2270	2260	2320	
17.00	ใน	50	36	101	1103	66	19	23	6	12	2	252	64	
	นอก	2007	1960	1922	1926	1922	1914	1927	1866	1879	1889	1886	1752	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 404

อุณหภูมิอากาศ (°c)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	26.9	27.1	27	29.4	27.4	27.7	27.7	28	27.8	28	28.1	27.4	
	นอก	28.6	28	29.2	30.1	29.7	28.8	28.1	29.3	29.9	29.4	29	29.3	
11.00	ใน	27.3	27.5	27.5	27.5	28.3	27.2	27.2	27.3	27	27.4	28	27.2	
	นอก	30.8	31.1	31.1	30.6	30.6	30.8	30.9	31	29.9	30.9	31	31.4	
12.00	ใน	27.4	27.6	27.2	27.4	27.2	26.9	26.9	26.9	27	27	27.1	27	
	นอก	28.6	29	29.2	29	29.2	29.3	28.9	28.5	28.8	28.8	29.2	29.4	
13.00	ใน	27	27.7	27.8	28.2	27.8	27.8	27.9	27.7	27.7	27.8	27.8	27.5	
	นอก	30.1	29.5	28.9	28.5	28.9	29.3	29.5	29.7	29.8	29.9	30.1	30.2	
14.00	ใน	28.3	28.5	28.9	30.3	30.4	30.1	29.2	29	28.8	28.7	28.8	28.6	
	นอก	29.5	28.9	29.4	29.2	29.5	29.5	29.6	30.1	30	29.6	29.5	30	
15.00	ใน	28.6	28.8	28.9	30.3	30.7	30	29.8	29.5	29.3	29.2	29.2	28.6	
	นอก	30.9	30.8	30.7	30.6	30	30.3	30	30.2	29.3	29.6	29.8	29	
16.00	ใน	28.3	28.5	28.7	29.4	29.8	29.4	29.2	29	28.7	28.6	28.4	28.3	
	นอก	29.6	29.3	29.4	29.3	28.9	28.8	28.8	28.5	28.8	28.6	28.4	28.7	
17.00	ใน	27.9	28	28.2	28.6	28.8	28.6	28.6	28.5	28.4	28.4	28.8	28.1	
	นอก	28.8	28.6	28.4	28.5	28.7	28.7	28.8	28.3	29.4	28.7	29.1	28.6	

ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	56.1	55.8	56	54.8	54.5	54.6	53.1	53.4	53.3	53.8	51	51.9	
	นอก	52.5	54.8	53.3	49.7	50.8	50.9	51.3	51.6	48.8	49.1	51	50.3	
11.00	ใน	53.8	53.3	53.8	51.3	50.9	51	52.4	52.1	54.4	53	53	53.8	
	นอก	45.7	45.3	47.5	44.7	46.5	45.3	44.4	44.6	47.5	45.3	44.4	44.2	
12.00	ใน	57.2	57.3	57.5	57	57.2	56.4	57	57.7	57.6	56.7	56.6	56.4	
	นอก	55	54	53.4	52.6	52.1	51.9	54.5	52.6	52.6	53.9	53.4	52.6	
13.00	ใน	55.5	55.6	55	53.8	55	54.9	54.8	55.1	54.3	54.6	54.6	54.6	
	นอก	50	51	51.4	51.3	51.8	51	50.8	50.6	50.8	50.8	50.7	49	
14.00	ใน	52.1	51.2	50	46.6	46.4	47.7	47.4	49.7	49.2	49.4	49.4	50.3	
	นอก	46.9	47.5	46.8	46.7	46.6	46.9	47.2	46.2	46.8	46.3	47.1	47.8	
15.00	ใน	53.4	50.6	50.8	48.1	46.9	46.8	44.6	49.9	48.2	48.6	48.6	47.8	
	นอก	44.9	44.9	44.9	44.4	45	44.4	44.6	44.2	45.4	45.5	44.7	45.8	
16.00	ใน	52.4	51.8	51.3	51	49.6	49.6	50	51.4	51	50.8	50.8	51	
	นอก	49.1	48.8	49.4	48.6	48.6	49	49.1	50	49.9	49.3	49.6	49	
17.00	ใน	53.3	54.9	53.1	53.1	52	52.2	52.6	52.7	53.2	55.2	55.2	53.2	
	นอก	50.3	50.4	50.8	50.7	50.6	51.5	52.3	53.9	49.4	50.4	49.8	49.9	

1 : ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2 : ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3 : ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 404

ความเร็วลม (m/s)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	
	นอก	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
11.00	ใน	0.15	0.18	0.15	0.18	0.15	0.18	0.15	0.18	0.15	0.18	0.15	0.18	
	นอก	0.13	0.66	0.13	0.66	0.13	0.66	0.13	0.66	0.13	0.66	0.13	0.66	
12.00	ใน	0.09	1.78	0.09	1.78	0.09	1.78	0.09	1.78	0.09	1.78	0.09	1.78	
	นอก	0.2	0.11	0.2	0.11	0.2	0.11	0.2	0.11	0.2	0.11	0.2	0.11	
13.00	ใน	0.14	0.9	0.14	0.9	0.14	0.9	0.14	0.9	0.14	0.9	0.14	0.9	
	นอก	0.3	1.24	0.3	1.24	0.3	1.24	0.3	1.24	0.3	1.24	0.3	1.24	
14.00	ใน	0.2	0.62	0.2	0.62	0.2	0.62	0.2	0.62	0.2	0.62	0.2	0.62	
	นอก	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	
15.00	ใน	0.04	0.86	0.04	0.86	0.04	0.86	0.04	0.86	0.04	0.86	0.04	0.86	
	นอก	0.07	0.48	0.07	0.48	0.07	0.48	0.07	0.48	0.07	0.48	0.07	0.48	
16.00	ใน	0.13	1.1	0.13	1.1	0.13	1.1	0.13	1.1	0.13	1.1	0.13	1.1	
	นอก	0.25	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	
17.00	ใน	0.1	0.91	0.1	0.91	0.1	0.91	0.1	0.91	0.1	0.91	0.1	0.91	
	นอก	0.09	1.26	0.09	1.26	0.09	1.26	0.09	1.26	0.09	1.26	0.09	1.26	

ค่าความส่องสว่าง (Lux)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	159	380	1784	14675	1319	50	715	34	279	21	1795	143	
	นอก	14749	13705	13359	13741	13992	12818	12915	12514	12405	12184	12142	12534	
11.00	ใน	714	701	2347	10331	1934	217	733	136	182	107	6752	251	
	นอก	15469	16465	16605	18004	19529	19364	19606	20548	20645	20772	21102	21677	
12.00	ใน	544	629	3188	17727	1502	226	1350	72	404	76	5421	193	
	นอก	17038	16733	16723	16909	17184	17349	17337	17657	17790	17705	17544	17430	
13.00	ใน	661	952	2902	18108	2117	135	1473	114	282	86	3148	223	
	นอก	17673	17135	16842	16406	16377	16512	16621	16731	16720	16419	16291	16148	
14.00	ใน	902	1637	5530	9800	1201	292	1296	280	132	165	3480	359	
	นอก	5851	5871	5888	5869	5891	5646	5663	5868	5898	5905	5726	5871	
15.00	ใน	1065	1463	8533	5728	1175	298	771	236	361	175	4775	399	
	นอก	6600	6687	6765	6934	7025	7136	7170	7308	7265	7191	7379	7256	
16.00	ใน	438	504	2145	4591	258	111	522	88	105	56	1864	230	
	นอก	3592	3538	3676	3514	3562	3629	2616	3400	3447	3733	3581	3540	
17.00	ใน	412	298	1924	5117	176	85	1161	59	93	35	1646	140	
	นอก	3317	3371	3455	3402	3374	3326	3368	3332	3204	3140	2898	2870	

1 : ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2 : ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3 : ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 406

อุณหภูมิอากาศ (°c)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	27.50	27.30	27.70	28.90	28.80	28.50	28.10	27.90	29.60	27.60	27.40	27.60	
	นอก	28.20	28.20	28.30	28.30	28.20	27.40	27.30	28.50	28.60	28.70	28.00	28.40	
11.00	ใน	28.10	28.10	28.40	28.80	29.20	29.00	28.90	28.60	28.30	28.20	28.20	28.20	
	นอก	29.40	29.00	28.90	28.30	28.60	29.20	28.90	29.00	28.60	28.80	28.90	28.90	
12.00	ใน	28.70	28.80	28.90	28.70	29.10	28.90	28.80	28.80	28.60	28.50	28.70	28.70	
	นอก	29.10	29.10	28.70	29.80	29.40	29.10	28.60	29.70	29.70	29.30	28.50	29.50	
13.00	ใน	29.10	29.20	29.40	30.20	30.40	29.90	30.00	29.70	29.30	29.10	29.20	29.10	
	นอก	30.10	29.70	29.60	28.70	29.50	29.60	28.30	28.10	28.20	28.30	29.50	29.30	
14.00	ใน	29.60	29.70	29.90	34.20	32.10	30.70	30.40	30.00	29.30	29.40	29.60	28.90	
	นอก	30.60	30.60	30.60	30.10	30.00	30.00	29.90	29.90	29.90	30.00	30.00	30.00	
15.00	ใน	29.70	29.90	29.90	31.90	31.80	30.20	29.70	29.60	29.30	29.10	29.30	28.90	
	นอก	29.80	29.80	29.70	29.40	29.30	29.30	29.50	29.50	29.70	29.80	29.80	30.40	
16.00	ใน	29.70	29.70	29.90	31.20	31.60	30.70	30.50	30.20	29.80	29.70	29.80	29.60	
	นอก	29.20	29.20	29.30	29.30	29.40	29.40	29.40	29.30	29.10	29.10	29.30	29.40	
17.00	ใน	28.90	29.00	29.10	29.70	29.60	29.40	29.20	28.90	28.90	28.90	29.00	28.80	
	นอก	28.80	28.80	28.80	28.90	28.80	28.80	28.80	28.60	28.60	28.60	28.60	28.40	

ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	57.20	57.90	57.50	55.30	55.50	55.40	56.30	57.30	57.50	57.30	57.20	57.80	
	นอก	46.30	53.30	50.70	49.60	53.90	56.80	54.90	54.70	55.20	51.20	52.10	57.90	
11.00	ใน	53.40	52.90	53.30	53.70	51.80	54.10	52.90	52.60	53.10	53.30	53.00	52.40	
	นอก	45.50	38.90	37.00	45.80	49.80	50.00	49.00	45.50	48.70	48.80	48.60	47.30	
12.00	ใน	51.40	51.70	51.40	51.30	50.90	50.90	51.80	52.20	52.20	52.20	49.90	50.00	
	นอก	47.50	47.30	43.30	46.60	46.10	46.10	48.10	47.20	43.90	45.50	46.20	44.80	
13.00	ใน	46.60	46.40	45.20	47.60	43.50	45.80	45.20	44.00	44.40	45.40	46.30	45.50	
	นอก	40.10	40.20	38.60	40.90	40.80	38.40	43.50	44.90	43.80	49.30	45.10	39.50	
14.00	ใน	39.10	39.00	39.20	36.00	35.50	36.80	38.50	38.90	40.10	40.20	40.20	40.10	
	นอก	37.40	37.30	41.10	39.30	39.40	40.00	41.30	39.20	38.80	39.00	40.00	40.40	
15.00	ใน	43.40	42.70	40.90	39.40	39.20	39.90	40.50	42.00	42.50	42.40	41.70	42.40	
	นอก	43.80	42.40	45.70	45.80	47.80	43.30	43.90	42.50	40.70	41.60	42.50	40.70	
16.00	ใน	41.80	41.00	40.70	38.90	39.70	38.90	39.40	40.50	41.30	44.00	41.70	42.50	
	นอก	42.40	43.20	43.00	43.00	43.60	43.50	44.20	46.10	43.50	44.20	43.40	44.20	
17.00	ใน	48.10	47.60	47.10	46.50	46.10	46.20	46.90	47.00	47.50	48.90	47.70	46.60	
	นอก	47.40	47.80	47.80	47.60	48.80	49.30	49.00	48.80	48.80	48.70	49.10	49.00	

1 : ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2 : ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3 : ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 406

ความเร็วลม (m/s)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	0.49	0.04	0.06	0.23	0.01	0.18	0.03	0.01	0.06	0.18	0.28	0.25	
	นอก	1.27	1.11	0.32	0.99	0.87	0.78	1.03	0.73	1.20	1.67	0.87	0.47	
11.00	ใน	0.02	0.03	0.30	0.51	0.29	0.39	0.12	0.04	0.04	0.17	2.70	2.05	
	นอก	10.20	0.46	0.49	1.62	1.67	1.36	3.48	2.21	1.32	1.82	2.60	1.75	
12.00	ใน	0.34	0.07	0.55	1.77	0.89	0.20	0.14	0.02	0.03	0.09	0.22	0.29	
	นอก	0.24	0.90	0.78	1.24	0.50	0.89	0.71	1.01	2.41	1.24	1.11	2.07	
13.00	ใน	0.75	0.24	0.35	0.05	0.08	0.02	0.07	0.04	0.05	0.02	0.06	0.16	
	นอก	10.01	2.12	0.88	1.87	0.30	0.32	0.96	1.90	0.24	1.04	1.03	0.20	
14.00	ใน	2.72	0.13	0.21	1.37	0.08	0.13	0.14	0.06	0.21	0.07	0.29	0.40	
	นอก	0.17	0.38	0.08	0.89	1.26	0.40	0.73	0.34	0.15	0.28	0.46	0.19	
15.00	ใน	0.16	0.08	0.37	0.92	0.17	0.10	0.04	0.08	0.05	0.12	0.28	0.10	
	นอก	0.11	0.12	0.09	0.08	0.28	0.21	0.91	0.08	0.04	0.52	0.48	0.08	
16.00	ใน	1.22	0.20	0.12	1.18	0.02	0.12	0.15	0.04	0.03	0.07	0.14	0.26	
	นอก	0.29	0.78	0.82	0.92	0.11	0.49	0.12	0.13	2.54	0.21	0.32	0.29	
17.00	ใน	0.30	0.49	0.47	1.26	0.45	0.08	0.24	0.32	0.15	0.07	0.09	0.40	
	นอก	0.47	0.21	0.12	0.35	0.27	0.41	0.03	0.22	0.04	0.11	0.32	0.20	

ค่าความส่องสว่าง (Lux)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	444	392	743	4820	829	123	345	116	155	85	262	106	
	นอก	7255	7056	7044	7070	7077	7574	7286	7331	7350	7332	7379	7414	
11.00	ใน	730	541	939	7817	1292	161	589	124	149	118	2742	151	
	นอก	7468	7576	7574	7650	7623	7651	7552	7654	7669	7626	7587	7660	
12.00	ใน	987	789	2605	6415	1146	174	755	151	106	146	2409	247	
	นอก	7212	7176	7199	7132	7195	6988	6950	6956	6874	6925	6777	6641	
13.00	ใน	642	710	1492	6420	1459	213	1062	177	129	166	3443	208	
	นอก	6489	6465	6485	6473	6513	6522	6537	6472	6536	6487	6530	6527	
14.00	ใน	1418	1254	2254	7802	1197	399	986	255	303	193	3938	252	
	นอก	3894	3794	3828	3913	4126	4077	3963	3917	4085	3874	3947	4190	
15.00	ใน	1015	1180	2653	5596	986	212	2406	448	341	186	4112	223	
	นอก	4155	4074	3835	3411	3321	3707	3468	3581	3418	3407	3460	3358	
16.00	ใน	933	1556	1720	4869	1274	357	1428	191	161	129	2678	165	
	นอก	2290	2370	2166	2180	2232	2399	2225	2225	2079	2380	2406	2359	
17.00	ใน	326	350	2733	3012	204	99	1123	53	132	29	1188	145	
	นอก	1716	1668	1646	1619	1580	1551	1518	1484	1493	1442	1403	1315	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 706

อุณหภูมิอากาศ (°c)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	27.60	27.60	27.60	27.70	27.80	27.80	27.70	27.70	27.50	27.40	27.70	27.90	
	นอก	29.80	29.70	29.90	29.60	29.00	29.10	29.20	29.50	29.90	29.50	29.74	28.90	
11.00	ใน	27.90	28.00	27.90	28.10	28.20	28.00	28.00	27.90	27.70	27.60	28.40	28.70	
	นอก	29.80	29.80	30.00	29.60	28.60	28.50	28.10	28.40	28.40	28.70	29.30	29.50	
12.00	ใน	28.40	28.40	28.30	28.30	28.20	28.10	28.00	27.90	27.80	27.80	29.30	29.10	
	นอก	28.90	29.00	28.40	29.50	29.20	28.00	28.80	28.20	29.00	29.20	28.60	29.70	
13.00	ใน	29.00	29.10	29.00	29.00	28.80	28.70	28.80	28.70	28.60	28.60	29.30	30.00	
	นอก	29.80	28.40	29.00	29.20	29.50	29.80	28.60	29.30	29.70	29.10	29.10	29.20	
14.00	ใน	29.70	30.70	29.90	29.80	29.20	29.00	29.10	28.90	28.70	29.00	30.80	30.90	
	นอก	29.80	29.80	30.10	30.00	30.70	30.70	30.70	30.70	30.60	30.30	30.40	30.90	
15.00	ใน	29.50	29.60	29.50	29.60	29.50	29.70	30.00	29.60	29.60	29.70	30.80	30.10	
	นอก	30.30	30.20	30.00	30.00	29.90	29.70	30.00	30.20	30.30	30.20	29.80	29.70	
16.00	ใน	30.60	30.80	31.00	30.60	30.60	30.70	30.60	30.30	30.00	30.00	30.80	30.10	
	นอก	29.20	29.20	29.40	29.50	29.50	29.60	29.70	29.70	29.60	29.60	29.60	29.60	
17.00	ใน	30.20	30.30	30.20	30.20	30.10	30.00	29.90	29.80	29.80	29.70	30.40	30.00	
	นอก	28.70	28.70	29.00	29.10	29.10	29.10	29.20	29.20	29.20	29.20	29.10	29.10	

ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	56.00	56.00	55.60	55.50	55.10	55.20	55.90	57.00	56.70	57.00	55.90	55.10	
	นอก	46.90	46.00	45.80	47.70	48.50	48.40	46.70	45.90	46.60	45.96	47.30	47.70	
11.00	ใน	54.90	54.10	54.30	53.50	54.00	54.10	54.20	54.40	54.80	55.90	54.10	52.80	
	นอก	43.40	44.60	42.70	42.70	49.30	48.30	50.00	49.90	50.40	49.70	46.30	48.50	
12.00	ใน	52.50	52.40	52.50	52.70	53.00	53.60	53.90	54.50	54.50	55.10	50.30	50.60	
	นอก	48.70	46.40	41.60	41.50	46.80	48.60	49.00	47.30	46.20	48.50	44.10	48.40	
13.00	ใน	45.10	45.40	45.10	46.40	46.10	46.50	47.50	46.80	49.30	47.70	46.20	41.60	
	นอก	49.40	36.90	41.30	38.70	40.30	42.40	47.30	42.10	41.40	41.30	43.40	36.50	
14.00	ใน	42.40	41.00	41.10	41.40	42.90	44.20	43.90	43.50	45.00	42.80	40.90	38.40	
	นอก	43.60	42.90	42.80	41.20	37.30	36.80	37.40	37.90	38.80	38.60	39.50	36.50	
15.00	ใน	41.50	41.30	42.40	42.00	42.10	42.30	42.20	43.10	42.90	44.90	40.90	39.70	
	นอก	42.10	43.00	42.50	40.30	44.60	42.20	42.40	40.70	40.30	42.60	43.30	43.40	
16.00	ใน	41.50	41.00	40.80	41.10	40.70	41.10	41.10	43.10	42.60	43.20	41.30	41.00	
	นอก	43.80	44.20	43.50	44.30	42.70	43.40	41.80	43.60	42.90	42.60	43.52	44.10	
17.00	ใน	40.60	40.90	40.80	42.20	41.70	41.90	42.70	44.00	42.40	44.00	43.70	43.20	
	นอก	46.50	46.70	45.90	46.10	46.20	47.00	46.60	45.30	45.40	45.20	45.20	47.40	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 706

ความเร็วลม (m/s)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	0.27	0.28	0.35	0.47	0.27	0.74	0.06	0.04	0.14	0.06	0.12	0.04	
	นอก	0.98	0.62	0.49	0.52	0.73	1.19	0.77	1.01	0.34	1.95	2.13	1.55	
11.00	ใน	0.78	0.04	0.04	0.42	0.88	0.59	0.28	0.04	0.08	0.01	0.42	0.06	
	นอก	1.15	1.81	1.86	0.96	1.12	0.19	0.46	0.60	0.24	0.58	1.28	0.46	
12.00	ใน	0.04	0.14	0.25	1.16	0.03	0.44	0.29	0.04	0.09	0.04	0.17	0.21	
	นอก	2.11	1.96	1.01	1.50	1.25	0.73	0.76	1.51	0.27	0.47	0.45	0.32	
13.00	ใน	0.33	0.17	0.02	0.64	0.02	0.39	0.18	0.13	0.03	0.01	0.63	0.30	
	นอก	0.19	0.78	0.56	0.78	0.97	1.71	0.65	0.74	0.57	0.39	0.58	1.12	
14.00	ใน	0.57	0.31	0.36	0.55	0.29	0.17	0.18	0.12	0.55	0.16	1.61	0.32	
	นอก	1.56	0.04	0.07	0.04	0.87	0.12	0.72	0.07	1.26	1.19	0.31	1.61	
15.00	ใน	0.21	0.22	0.32	0.12	0.55	0.74	0.18	0.15	0.24	0.12	0.28	0.12	
	นอก	0.33	0.35	0.16	1.42	0.97	1.06	1.42	0.19	0.56	0.27	1.12	0.09	
16.00	ใน	0.99	0.32	0.44	1.37	0.15	0.18	0.21	0.01	0.09	0.08	0.19	0.19	
	นอก	0.41	0.43	0.40	0.05	0.15	0.34	0.41	0.49	0.08	0.08	0.40	0.39	
17.00	ใน	1.12	0.46	0.40	1.02	0.02	0.31	0.14	0.1	0.05	0.02	0.15	0.19	
	นอก	0.54	0.09	0.63	0.59	0.19	0.02	0.10	0.10	0.16	0.12	0.18	0.36	

ค่าความส่องสว่าง (Lux)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	532	220	161	1139	267	74	180	54	59	58	1547	223	
	นอก	7001	7114	7042	7035	7249	7060	7147	7037	7088	7219	7081	7154	
11.00	ใน	738	269	149	1286	329	91	176	56	43	58	2442	272	
	นอก	7420	7725	7725	8657	8333	6883	8002	7724	7809	7123	7846	8042	
12.00	ใน	1113	264	210	832	180	100	224	61	63	60	2599	278	
	นอก	7067	7041	7029	7255	7886	7474	7183	8283	7241	7145	7572	7651	
13.00	ใน	1034	268	252	1073	215	113	172	60	50	46	3000	312	
	นอก	6467	6505	6483	6533	6417	6316	6409	6369	6362	6403	5933	5807	
14.00	ใน	787	213	229	742	403	162	159	46	30	39	4527	730	
	นอก	4527	4527	4423	4417	4251	4271	4257	4280	4180	4244	4126	3966	
15.00	ใน	540	428	261	1169	318	215	252	43	56	58	4528	350	
	นอก	3625	3320	2822	2933	2998	2870	2852	3046	2993	2903	2852	2864	
16.00	ใน	817	417	384	418	127	131	208	55	23	53	5302	488	
	นอก	2345	2374	2329	2298	2320	2410	2411	2473	2445	2132	2376	2278	
17.00	ใน	501	280	194	397	108	130	131	44	14	41	8654	229	
	นอก	1985	1960	1980	1972	1965	1914	1960	1950	3028	2012	1928	1972	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 : ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 906

อุณหภูมิอากาศ (°c)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	28	27.9	27.6	27.7	27.7	27.7	27.4	27.6	27.6	27.6	27.5	27.2	
	นอก	29.8	29.5	29.5	29.7	29.4	29.3	29.1	29.6	29.5	29.1	28.7	28.1	
11.00	ใน	27.8	27.6	27.7	27.3	27.5	27.6	27.4	27.6	27.7	27.7	27.8	27.8	
	นอก	28.6	28.1	28.6	28.6	28	28.2	28.4	28.6	28.3	28.3	28	28	
12.00	ใน	28.2	28.2	28.3	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28	28	27.8	27.6	
	นอก	29.5	29.8	29.9	30.2	30.3	30.4	30.5	30.7	30.7	30.7	30.9	30	
13.00	ใน	28.6	28.6	28.6	28.6	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.6	28.6	
	นอก	30	30.1	30.1	29.9	29.5	28.2	28.6	28.6	29	29.2	29.4	29.4	
14.00	ใน	29	29.1	29.2	29.3	29.2	29.1	29.1	29.1	29.1	29	28.7	28.7	
	นอก	29.5	30.1	29.6	29.1	28.3	28.7	28.6	28.9	28.9	29.4	29.4	29.5	
15.00	ใน	28.5	28.6	28.8	29	29.1	29	29	29.1	29.1	29.1	28.8	28.7	
	นอก	29.9	29.7	29.4	29.5	29.6	29.3	28.7	28.9	28.9	29.1	29.1	28.8	
16.00	ใน	28.6	28.7	28.8	29	29.1	29	29	29.1	29.1	29.1	28.8	28.7	
	นอก	28.9	29.1	28.7	29.2	29.4	29.5	29.3	29.5	29.2	29.4	28.9	29	
17.00	ใน	28.6	28.7	28.7	28.8	28.8	28.7	28.7	28	28.9	28.8	28.7	28.6	
	นอก	30.3	29.7	29.5	29.5	29.2	28.9	29	28.9	29	29	28.9	29	

ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	53.7	52.9	53.3	54.3	55.7	53.2	53.8	54.1	54.3	53.4	54.1	53.9	
	นอก	49.3	52.9	50.7	53.6	49.2	49.7	49.8	48.4	51.4	50.2	49.7	48.8	
11.00	ใน	51.5	50.7	50.5	50.7	51.9	50.2	50.1	50.9	51.1	50.6	50.3	50.5	
	นอก	50	53.2	49.6	48.8	49	49	49.9	52.6	50.2	55.4	52.6	50.7	
12.00	ใน	51.3	51.4	50.7	50.6	50.9	51.3	50.7	50.7	52.5	51.3	51	51.8	
	นอก	49.7	50	48.1	48.2	47.1	46.4	46.9	45.6	46.9	45.5	45.4	46.7	
13.00	ใน	47.9	46.3	46.1	45.2	46.4	46.3	46.3	46.3	47.2	47	46.7	46.5	
	นอก	45.4	44.2	43	45	47.8	48.1	48.2	46.9	46.1	45.3	45.5	46.7	
14.00	ใน	54.4	54.2	53.9	53.4	53	52.5	52.8	53.9	53.1	54	53.7	53.9	
	นอก	51.1	50.4	50.9	50.8	50.7	50.9	51.7	51.5	51.3	50.4	51.6	51.3	
15.00	ใน	54.9	54.8	54.8	54.2	54	54.1	54.1	53.8	54.4	54.2	53.4	53	
	นอก	50.7	50.2	51.9	51.4	52	51.7	52.1	51	50.8	50.6	52.4	50.4	
16.00	ใน	54.6	54.3	54.4	54	54.4	53.8	54.4	53.9	53.9	53.7	54.4	55.2	
	นอก	53.4	53	55.4	54.6	51.7	51.2	52	51.5	51.6	51.5	53.2	53.4	
17.00	ใน	54.5	54.4	54.4	53.9	54.7	54.4	54.3	54.7	54.9	54.8	54.9	54.5	
	นอก	49.2	48.3	49.7	49.6	51.8	51	52.3	53.1	53.1	52.9	53.4	53	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ห้อง 906

ความเร็วลม (m/s)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	0.04	0.03	0.36	0.78	0.35	0.03	0.23	0.01	0.03	0.07	0.27	1.21	
	นอก	0.19	0.2	1.5	0.8	0.5	0.3	0.3	0.9	0.05	0.8	0.47	1.3	
11.00	ใน	0.25	0.02	0.07	1.09	0.13	0.03	0.03	0.06	0.06	0.18	0.41	0.98	
	นอก	1	0.04	0.7	1.2	0.1	0.14	1.16	0.65	0.52	0.67	0.47	1.12	
12.00	ใน	0.2	0.09	0.07	0.44	0.03	0.82	0.07	0.16	0.08	0.07	0.43	0.03	
	นอก	2.24	2.34	2.04	1.86	1.5	1.38	1.4	0.11	0.68	0.56	0.62	0.9	
13.00	ใน	0.53	0.26	0.92	0.43	0.92	0.23	0.29	0.05	0.06	0.31	0.36	0.08	
	นอก	0.93	0.67	0.49	0.1	0.71	1.27	0.19	0.4	0.47	0.96	0.47	0.37	
14.00	ใน	0.4	0.47	0.28	0.08	0.19	0.3	0.16	0.12	0.05	0.06	1.94	1.39	
	นอก	0.44	0.44	1.53	1.21	0.75	1.65	0.95	1.58	0.31	0.99	0.2	0.64	
15.00	ใน	0.26	0.27	0.18	0.17	0.02	0.02	0.03	0.17	0.03	0.07	1.04	0.31	
	นอก	0.28	0.04	0.07	0.12	1.2	1.59	0.14	0.57	0.18	0.57	1.03	0.16	
16.00	ใน	0.12	0.59	0.3	0.02	0.05	0.07	0.11	0.03	0.02	0.05	1.16	0.86	
	นอก	0.56	0.75	0.09	0.1	0.18	0.48	1.06	0.02	1	0.66	0.24	1.62	
17.00	ใน	0.49	0.02	0.25	0.25	0.18	0.48	0.03	0.24	0.03	0.04	1.02	0.79	
	นอก	0.54	0.8	1.12	0.6	0.48	0.24	0.16	0.26	0.51	0.29	0.2	0.29	

ค่าความส่องสว่าง (Lux)		จุดที่วัด												
เวลาที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
10.00	ใน	49	108	312	1978	384	22	238	48	121	20	291	571	
	นอก	4634	4766	5224	5168	5177	5364	5768	5062	4925	5619	4742	5224	
11.00	ใน	51	171	751	2246	402	12	292	28	140	13	207	474	
	นอก	4289	2290	4765	4370	4960	4642	4603	3988	3730	4730	4735	4846	
12.00	ใน	62	97	291	1634	371	22	205	56	158	41	213	887	
	นอก	5689	5623	5597	5561	5653	5749	5748	5752	5744	5769	5708	5572	
13.00	ใน	63	117	355	1762	403	31	212	54	179	29	391	1028	
	นอก	7638	7430	7562	7435	7480	7648	7618	7447	7446	7490	7490	7505	
14.00	ใน	44	82	298	1309	275	39	225	46	33	23	397	808	
	นอก	7307	7697	7731	6890	6896	6308	7418	7178	7020	6785	6900	6792	
15.00	ใน	45	81	326	1029	233	26	114	25	24	22	348	633	
	นอก	7091	6116	7088	7482	7478	7152	6908	6277	7074	6339	7215	7881	
16.00	ใน	37	54	227	1281	230	29	92	29	26	18	412	563	
	นอก	8441	8598	8847	8832	8651	8653	8657	8570	9413	9519	9378	9410	
17.00	ใน	31	44	218	807	130	20	81	20	14	13	306	435	
	นอก	6570	6357	6457	6199	6315	6122	6208	6097	5990	5809	5717	5674	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ค่าอุณหภูมิที่ผิวผนังในทุกห้องที่ทำการวัด

อุณหภูมิที่ผิวผนัง		ผนังที่ 1	ผนังที่ 2	ผนังที่ 3	ผนังที่ 4	ฝ้าเพดาน	พื้นห้อง
เวลา	ห้องพัก						
10.00 น.	103	27.5	28	29	27.5	28	27.5
	107	26	26.5	25	26	26.5	26.5
	311	26.0	26.0	24.5	25.5	26.5	27
	404	27	27	27	28	27.5	28
	406	25.5	27.5	29.5	25.5	27.5	28
	706	26.0	26.0	29.5	25.5	27	26
	906	27	27.5	26	27	30.5	27.5
11.00 น.	103	27.5	28	29.5	27.5	28	27.5
	107	26.5	27	25.5	26	26.5	26.5
	311	26.5	26.5	25.0	25.0	26	26
	404	27.5	27.5	28	27	27	27
	406	27.0	27.5	26.0	25.5	27	27
	706	26.0	26.5	26.0	25.5	28	26.5
	906	27.5	27.5	27	27	31.5	28
12.00 น.	103	27	27.5	30	27.5	28	27.5
	107	26.5	26.5	26	26.5	26.5	26.5
	311	27.0	27.0	25.5	25.5	26.5	26
	404	27	27.5	28	27	27.5	27
	406	27.0	28.0	26.0	25.5	27.5	27
	706	26.5	27.0	26.0	25.5	28.5	27.5
	906	27.5	27.5	27.5	27	31.5	28
13.00 น.	103	28	28	31	28	28	28
	107	27	27	26	26.5	27	27
	311	27.0	27.0	25.5	25.5	26.5	26.5
	404	27.5	28	28	27	27.5	27.5
	406	28.0	28.0	27.0	27.0	27.5	27.5
	706	28.0	27.0	27.0	27.0	29	27
	906	28	28	28	27.5	32.5	28.5
14.00 น.	103	27.5	27.5	34	28	28	27.5
	107	28	27.5	27	27	27	27.5
	311	27.5	27.5	26.5	26.5	27	27
	404	27.5	28	28.5	27.5	27.5	27.5
	406	28.0	28.0	27.0	28.0	27.5	27.5
	706	29.5	27.5	27.0	28.0	29.5	27
	906	28.5	28.5	29	28.5	31.5	28.5

ค่าอุณหภูมิที่ผิวผนังในทุกห้องที่ทำการวัด

อุณหภูมิที่ผิวผนัง		ผนังที่ 1	ผนังที่ 2	ผนังที่ 3	ผนังที่ 4	ฝ้าเพดาน	พื้นห้อง
เวลา	ห้องพัก						
15.00 น.	103	28.5	28.5	33	28	28.5	28
	107	28	27.5	27.5	27	27	27.5
	311	28.0	28.0	26.5	26.5	27.5	27.5
	404	28	28.5	28.5	28	27.5	28
	406	29.0	28.5	28.5	28.0	27.5	28
	706	30.0	28.0	28.5	28.0	29	28
	906	29	28.5	29	28.5	31	28.5
16.00 น.	103	28	28.5	32	28	28	28
	107	28	27.5	27.5	27	27	27.5
	311	27.5	27.5	27.0	27.0	27.5	28
	404	28.5	28.5	29	28	28	28
	406	29.0	28.5	28.5	29.5	28	28
	706	31.0	27.5	28.5	29.0	29.5	27.5
	906	28.5	28.5	28.5	28	30	28
17.00 น.	103	28	28.5	31.5	28	28	28
	107	28	27.5	27	27	27	27
	311	27.5	27.5	26.5	26.5	27.5	27
	404	28	28	29	28	28	28
	406	28.5	28.5	28.5	29.0	28	28
	706	31.0	27.5	28.5	29.0	29.5	27.5
	906	28.5	28.5	28.5	28	29.5	28

ค่าความเร็วลมที่วัดจากอุโมงค์ลมหลังการปรับปรุง

ห้อง 103

จุดที่วัด

ทิศที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
S	ใน	0.29	0.19	0.1	0.67	0.22	0.3	0.44	0.24	0.12	0.24	0.21	0.46	
	นอก	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	
	%	18.24	11.95	6.29	42.14	13.84	18.87	27.67	15.09	7.55	15.09	13.21	28.93	
SW	ใน	0.09	0.18	0.33	0.39	0.39	0.04	0.44	0.43	0.21	0.24	0.1	0.14	
	นอก	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
	%	6.67	13.33	24.44	28.89	28.89	2.96	32.59	31.85	15.56	17.78	7.41	10.37	
SE	ใน	0.35	0.05	0.13	0.47	0.16	0.23	0.11	0.22	0.02	0.22	0.53	0.06	
	นอก	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	%	31.82	4.55	11.82	42.73	14.55	20.91	10.00	20.00	1.82	20.00	48.18	5.45	
E	ใน	0.18	0.02	0.08	0.12	0.03	0.13	0.02	0.01	0.1	0.05	0.55	0.69	
	นอก	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	
	%	19.57	2.17	8.70	13.04	3.26	14.13	2.17	1.09	10.87	5.43	59.78	75.00	
NE	ใน	0.22	0.14	0.11	0.51	0.06	0	0.14	0.03	0.14	0.04	0.18	0.24	
	นอก	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	
	%	15.17	9.66	7.59	35.17	4.14	0	9.66	2.07	9.66	2.76	12.41	16.55	
N	ใน	0.25	0.12	0.31	0.48	0.1	0.29	0.05	0.03	0.06	0.08	0.37	0.21	
	นอก	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	
	%	19.69	9.45	24.41	37.80	7.87	22.83	3.94	2.36	4.72	6.30	29.13	16.54	
NW	ใน	0.29	0.21	0.1	0.63	0.03	0.12	0.05	0.04	0.04	0.35	0.49	0.55	
	นอก	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72	
	%	16.86	12.21	5.81	36.63	1.74	6.98	2.91	2.33	2.33	20.35	28.49	31.98	
W	ใน	0.25	0.12	0.21	0.38	0.07	0.15	0.07	0.06	0.12	0.38	0.64	0.55	
	นอก	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	
	%	14.20	6.82	11.93	21.59	3.98	8.52	3.98	3.41	6.82	21.59	36.36	21.35	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ค่าความเร็วลมที่วัดจากอุโมงค์ลมหลังการปรับปรุง

ห้อง 107

จุดที่วัด

ทิศที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
S	ใน	0.04	0.14	0.25	0.36	0.07	0.16	0.12	0.02	0.17	0.06	1.07	1.03	
	นอก	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	
	%	2.15	7.53	13.44	19.35	3.76	8.60	6.45	1.08	9.14	3.23	57.53	55.38	
SW	ใน	0.83	0.2	0.26	0.78	0.1	0.4	0.27	0.05	0.11	0.25	0.18	0.39	
	นอก	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	
	%	57.64	13.89	18.06	54.17	6.94	27.78	18.75	3.47	7.64	17.36	12.54	17.08	
SE	ใน	0.06	0.22	0.6	0.4	0.08	0.28	0.05	0.03	0.03	0.01	0.87	1.54	
	นอก	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	
	%	3.41	12.50	34.09	22.73	4.55	15.91	2.84	1.70	1.70	5.68	49.43	87.50	
E	ใน	0.04	0.11	0.19	0.69	0.11	0.41	0.51	0.12	0.08	0.09	0.38	0.25	
	นอก	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	
	%	2.34	6.43	11.11	40.35	6.43	23.98	29.82	7.02	4.68	5,26	22.22	14.62	
NE	ใน	0.36	0.16	0.83	0.62	0.58	0.43	0.35	0.18	0.05	0.49	0.57	0.59	
	นอก	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	
	%	19.46	8.65	44.86	33.51	31.35	23.24	18.92	9.73	2.70	26.49	30.81	31.89	
N	ใน	0.18	0.1	0.77	0.37	0.1	0.64	0.73	0.11	0.35	0.53	0.23	0.71	
	นอก	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	
	%	11.04	6.13	47.24	22.70	6.13	39.26	44.79	6.75	21.47	32.52	14.11	43.56	
NW	ใน	0.03	0.05	0.27	0.41	0.06	0.15	0.22	0.13	0.26	0.28	0.58	1.06	
	นอก	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	
	%	1.72	2.87	15.52	23.56	3.45	8.62	12.64	7.47	14.94	16.09	33.33	60.92	
W	ใน	0.93	0.28	0.24	0.61	0.17	0.22	0.37	0.15	0.08	0.49	0.53	0.71	
	นอก	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	
	%	56.02	16.87	14.46	36.75	10.24	13.25	22.29	9.04	4.82	29.52	31.93	42.77	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ค่าความเร็วลมที่วัดจากอุโมงค์ลมหลังการปรับปรุง

ห้อง 311

จุดที่วัด

ทิศที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
S	ใน	0.2	0.63	0.51	0.58	0.08	0.08	0.03	0.18	0.08	0.24	0.23	0.17	
	นอก	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	
	%	17.39	54.78	44.35	50.43	6.96	6.96	2.61	15.65	6.96	20.87	20.00	14.78	
SW	ใน	0.31	0.32	0.41	0.22	0.1	0.31	0.14	0.17	0.17	0.03	0.43	0.34	
	นอก	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	
	%	39.24	40.51	51.90	27.85	12.66	39.24	17.72	21.52	21.52	3.80	54.43	43.04	
SE	ใน	0.35	0.3	0.71	1.23	0.06	0.15	0.36	0.14	0.12	0.12	1.12	0.13	
	นอก	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	
	%	28.46	24.39	57.72	100.00	4.88	12.20	29.27	11.38	9.76	9.76	91.06	10.57	
E	ใน	0.67	0.5	0.92	1.17	0.03	0.21	0.36	0.19	0.11	0.16	0.37	0.12	
	นอก	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	
	%	58.26	43.48	80.00	101.74	2.61	18.26	31.30	16.52	9.57	13.91	32.17	10.43	
NE	ใน	0.64	0.58	0.52	1	0.22	0.45	0.14	0.11	0.13	0.21	0.63	0.02	
	นอก	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	
	%	55.17	50.00	44.83	86.21	18.97	38.79	12.07	9.48	11.21	18.10	54.31	1.72	
N	ใน	0.33	0.28	0.25	0.88	0.21	0.69	0.36	0.39	0.13	0.31	0.39	0.23	
	นอก	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	
	%	24.81	21.05	18.80	66.17	15.79	51.88	27.07	29.32	9.77	23.31	29.32	17.29	
NW	ใน	0.13	0.19	0.16	0.27	0.09	0.31	0.11	0.12	0.13	0.14	1.2	0.48	
	นอก	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	
	%	15.85	23.17	19.51	32.93	10.98	37.80	13.41	14.63	15.85	17.07	146.34	58.54	
W	ใน	0.22	0.16	0.32	0.24	0.04	0.07	0.07	0.07	0.02	0.09	0.48	0.26	
	นอก	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	
	%	41.51	30.19	60.38	45.28	7.55	13.21	13.21	13.21	3.77	16.98	90.57	49.06	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ค่าความเร็วลมที่วัดจากอุโมงค์ลมหลังการปรับปรุง

ห้อง 404

จุดที่วัด

ทิศที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
S	ใน	0.63	0.21	0.29	0.55	0.48	0.15	0.5	0.05	0.13	0.23	0.16	0.26	
	นอก	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	
	%	49.61	16.54	22.83	43.31	37.80	11.81	39.37	3.94	10.24	18.11	12.60	20.47	
SW	ใน	0.68	0.28	1.74	1.02	0.31	0.39	0.64	0.17	0.29	0.34	0.37	0.68	
	นอก	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	
	%	61.26	25.23	156.76	91.89	27.93	35.14	57.66	15.32	26.13	30.63	33.33	61.26	
SE	ใน	0.1	0.16	0.1	0.7	0.25	0.13	0.18	0.77	0.05	0.4	0.75	0.19	
	นอก	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	
	%	11.49	18.39	11.49	80.46	28.74	14.94	20.69	88.51	5.75	45.98	86.21	21.84	
E	ใน	1.1	0.04	0.12	0.31	0.07	0.22	0.23	0.1	0.05	0.12	1.48	0.26	
	นอก	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	
	%	106.8	3.88	11.65	30.10	6.80	21.36	22.33	9.71	4.85	11.65	143.69	25.24	
NE	ใน	0.12	0.08	0.57	0.16	0.1	0.27	0.05	0.11	0.1	0.4	0.31	0.28	
	นอก	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	
	%	16.44	10.96	78.08	21.92	13.70	36.99	6.85	15.07	13.70	54.79	42.47	38.36	
N	ใน	0.22	0.25	0.67	0.93	0.25	0.24	0.31	0.23	0.11	0.35	0.43	0.21	
	นอก	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	
	%	22.68	25.77	69.07	95.88	25.77	24.74	31.96	23.71	11.34	36.08	44.33	21.65	
NW	ใน	0.36	0.6	0.13	0.1	0.52	0.59	0.36	0.21	0.15	0.09	0.65	0.28	
	นอก	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	%	30.00	50.00	10.83	8.33	43.33	49.17	30.00	17.50	12.50	7.50	54.17	23.33	
W	ใน	0.19	0.46	0.39	0.61	0.46	0.62	0.75	0.26	0.26	0.06	0.7	0.46	
	นอก	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	
	%	17.43	42.20	35.78	55.96	42.20	56.88	68.81	23.85	23.85	5.50	64.22	42.20	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ค่าความเร็วลมที่วัดจากอุโมงค์ลมหลังการปรับปรุง

ห้อง 406

จุดที่วัด

ทิศที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
S	ใน	0.25	0.36	1.2	1.39	0.79	0.52	0.4	0.35	0.24	0.02	0.69	0.04	
	นอก	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	
	%	20.66	29.75	99.17	114.88	65.29	42.98	33.06	28.93	19.83	1.65	57.02	3.31	
SW	ใน	0.3	0.58	0.94	1.21	0.52	0.52	0.39	0.17	0.26	0.07	1.08	0.08	
	นอก	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	
	%	25.42	49.15	79.66	102.54	44.07	44.07	33.05	14.41	22.03	5.93	91.53	6.78	
SE	ใน	0.35	0.36	0.68	0.89	0.11	0.38	0.08	0.22	0.04	0.03	0.04	0.13	
	นอก	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	
	%	37.23	38.30	72.34	94.68	11.70	40.43	8.51	23.40	4.26	3.19	4.26	13.83	
E	ใน	0.35	0.46	0.53	0.58	0.06	0.1	0.07	0.06	0.09	0.09	0.19	0.07	
	นอก	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	
	%	32.41	42.59	49.07	53.70	5.56	9.26	6.48	5.56	8.33	8.33	17.59	6.48	
NE	ใน	0.18	0.28	0.33	0.28	0.1	0.43	0.03	0.09	0.03	0.29	0.33	0.11	
	นอก	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	
	%	26.47	41.18	48.53	41.18	14.71	63.24	4.41	13.24	4.41	42.65	48.53	16.18	
N	ใน	0.76	0.59	0.41	0.27	0.18	0.14	0.17	0.03	0.04	0.27	1.53	0.16	
	นอก	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	
	%	76.77	59.60	41.41	27.27	18.18	14.14	17.17	3.03	4.04	27.27	154.55	16.16	
NW	ใน	0.13	0.33	0.34	0.99	0.23	0.29	0.15	0.23	0.02	0.03	0.38	0.26	
	นอก	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	
	%	17.11	43.42	44.74	130.26	30.26	38.16	19.74	30.26	2.63	3.95	50.00	34.21	
W	ใน	0.31	0.35	0.36	0.87	0.13	0.49	0.28	0.15	0.27	0.08	0.2	0.3	
	นอก	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	
	%	32.98	37.23	38.30	92.55	13.83	52.13	29.79	15.96	28.72	8.51	21.28	31.91	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ค่าความเร็วลมที่วัดจากอุโมงค์ลมหลังการปรับปรุง

ห้อง 706

จุดที่วัด

ทิศที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
S	ใน	0.24	0.65	0.52	0.50	0.40	0.22	0.63	0.37	0.16	0.35	0.32	0.31	
	นอก	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	
	%	19.83	53.72	42.98	41.32	33.06	18.18	52.07	30.58	13.22	28.93	26.45	25.62	
SW	ใน	0.22	0.35	0.34	0.51	0.94	0.45	0.40	0.31	0.09	0.11	0.24	0.12	
	นอก	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	
	%	19.13	30.43	29.57	44.35	81.74	39.13	34.78	26.96	7.83	9.57	20.87	10.43	
SE	ใน	0.23	0.36	0.53	0.42	0.27	0.10	0.24	0.13	0.09	0.20	0.92	0.09	
	นอก	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	
	%	18.25	28.57	42.06	33.33	21.43	7.94	19.05	10.32	7.14	15.87	73.02	7.14	
E	ใน	0.07	0.03	0.16	0.17	0.31	0.05	0.44	0.05	0.06	0.01	0.23	0.18	
	นอก	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	
	%	6.48	2.78	14.81	15.74	28.70	4.63	40.74	4.63	5.56	0.93	21.30	16.67	
NE	ใน	0.06	0.15	0.28	0.42	0.10	0.05	0.25	0.11	0.02	0.24	0.49	0.12	
	นอก	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	
	%	6.90	17.24	32.18	48.28	11.49	5.75	28.74	12.64	2.30	27.59	56.32	13.79	
N	ใน	0.20	0.18	0.32	0.41	0.19	0.05	0.23	0.10	0.11	0.35	0.55	0.10	
	นอก	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	
	%	17.70	15.93	28.32	36.28	16.81	4.42	20.35	8.85	9.73	30.97	48.67	8.85	
NW	ใน	0.37	0.40	0.35	0.65	0.15	0.09	0.20	0.05	0.07	0.24	0.73	0.26	
	นอก	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	
	%	40.66	43.96	38.46	71.43	16.48	9.89	21.98	5.49	7.69	26.37	80.22	28.57	
W	ใน	0.23	0.15	0.23	0.28	0.12	0.03	0.42	0.18	0.13	0.12	0.24	0.27	
	นอก	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	
	%	23.47	15.31	23.47	28.57	12.24	3.06	42.86	18.37	13.27	12.24	24.49	27.55	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได

ค่าความเร็วลมที่วัดจากอุโมงค์ลมหลังการปรับปรุง

ห้อง 906

จุดที่วัด

ทิศที่วัด		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
S	ใน	0.06	0.09	0.25	0.15	0.04	0.16	0.08	0.03	0.15	0.16	1.26	0.12	
	นอก	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	
	%	5.88	8.82	24.51	14.71	3.92	15.69	7.84	2.94	14.71	15.69	123.53	11.76	
SW	ใน	0.05	0.17	0.74	0.24	0.19	0.43	0.11	0.18	0.03	0.29	0.21	0.78	
	นอก	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	
	%	4.24	14.41	62.71	20.34	16.10	36.44	9.32	15.25	2.54	24.58	17.80	66.10	
SE	ใน	0.15	0.04	0.2	0.34	0.32	0.04	0.02	0.04	0.02	0.03	0.5	0.18	
	นอก	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	
	%	13.16	3.51	17.54	29.82	28.07	3.51	1.75	3.51	1.75	2.63	43.86	15.79	
E	ใน	0.07	0.12	0.37	0.44	0.13	0.45	0.51	0.09	0.13	0.7	1.16	0.16	
	นอก	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	
	%	3.98	6.82	21.02	25.00	7.39	25.57	28.98	5.11	7.39	39.77	65.91	9.09	
NE	ใน	0.1	0.51	0.92	0.43	0.27	0.47	0.16	0.11	0.11	0.62	1	0.25	
	นอก	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
	%	11.11	56.67	102.22	47.78	30.00	52.22	17.78	12.22	12.22	68.89	111.11	27.78	
N	ใน	0.05	0.1	0.35	0.34	0.16	0.46	0.13	0.09	0.11	0.22	0.2	0.34	
	นอก	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	
	%	3.29	6.58	23.03	22.37	10.53	30.26	8.55	5.92	7.24	14.47	13.16	22.37	
NW	ใน	0.14	0.39	0.12	0.09	0.18	0.08	0.03	0.08	0.03	1.06	0.91	0.43	
	นอก	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	
	%	12.96	36.11	11.11	8.33	16.67	7.41	2.78	7.41	2.78	98.15	84.26	39.81	
W	ใน	0.02	0.09	0.16	0.19	0.21	0.37	0.14	0.03	0.04	0.24	0.38	0.52	
	นอก	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	
	%	1.17	5.26	9.36	11.11	12.28	21.64	8.19	1.75	2.34	14.04	22.22	30.41	

1: ห้องรับแขกด้านหน้า	4: ระเบียงหลังห้อง	7 :ห้องนอนใหญ่	10 : ห้องน้ำเล็ก
2: ห้องรับแขกส่วนกลาง	5 : ห้องครัว	8 : ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่	11 : หน้าห้อง
3: ห้องรับแขกส่วนหลัง	6 : ทางเดิน	9 : ห้องนอนเล็ก	12 : โถงบันได