การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์เพื่อการใช้งานในยุคปัจจุบัน กรณีศึกษาอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวชรินรัตน์ รุ่งเรืองศรี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENERGY AND ENVIRONMENT EFFICACY STUDY OF HISTORIC BUILDING CASE STUDY: MAHA CHULALONGKORN BUILDING AND MAHA VAJIRAVUDH BUILDING IN FACULTY OF ARTS CHULALONGKORN UNIVERSITY

Miss Charinrat Rungruengsri

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2017
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์เพื่อการใช้งานในยุคปัจจุบัน กรณีศึกษาอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โดย	นางสาวชรินรัตน์ รุ่งเรืองศรี
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ฐานิศวร์ เจริญพงศ์)

....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร. วสุ โปษยะนันทน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชรินรัตน์ รุ่งเรืองศรี : การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์เพื่อการใช้งานในยุคปัจจุบัน กรณีศึกษาอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ENERGY AND ENVIRONMENT EFFICACY STUDY OF HISTORIC BUILDING CASE STUDY: MAHA CHULALONGKORN BUILDING AND MAHA VAJIRAVUDH BUILDING IN FACULTY OF ARTS CHULALONGKORN UNIVERSITY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์, 73 หน้า.

ประเทศไทยมีอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์จำนวนมาก ที่ยังใช้ประโยชน์ต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน อาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอาคารที่มีการใช้งานจากเดิมเป็นอาคารเรียนและห้องสมุด ปัจจุบันเปลี่ยนแปลงการใช้เป็นอาคารสำนักงานและห้องสมุดที่ติดตั้งระบบปรับอากาศ การศึกษาวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์และความเหมาะสมต่อการใช้งานในยุคปัจจุบันรวมถึงสภาวะน่าสบายทางด้านเทคโนโลยีอาคาร 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้สึกร้อนหนาว ความสว่าง เสียง และคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร การศึกษาวิจัยเริ่มจากการเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณความสว่างบนพื้นที่ใช้งาน ความดังของเสียงภายในห้องและการใช้แบบสอบถามประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคารควบคู่กับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ อาคารกรณีศึกษามีคุณสมบัติมวลสารมาก (น้ำหนักผนังอาคารมากกว่า 195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่มีค่าความหน่วงความร้อนจากภายนอกได้มาก ผลการวิจัย พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกรณีไม่ปรับอากาศได้รับอิทธิพลจากอากาศร้อนภายนอกอาคารน้อยมากเนื่องจากอิทธิพลของความจุความร้อนของผนังมวลสารมาก ความสว่างบนพื้นที่ใช้งานภายในอาคารจะได้รับแสงธรรมชาติจากช่องเปิดด้านข้างเข้ามาในพื้นที่ใช้งานไม่เกิน 3 เมตร ความดังของเสียงภายในห้องมีค่าระหว่าง 55-80 เดซิเบล ส่วนค่าความก้องของเสียงภายในห้องมีค่า 2-5 วินาที ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานการใช้งาน ผลการศึกษาด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร พบว่าการใช้งานพื้นที่ปัจจุบันเมื่อใช้ระบบปรับอากาศและจำเป็นต้องปิดประตูหน้าต่างจะทำให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารไม่เหมาะสมกับการใช้งาน งานวิจัยพบว่าการใช้อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ที่มีคุณสมบัติมวลสารมาก มีความจำเป็นต้องใช้ระบบอาคารที่มีความเหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้อาคารโดยเฉพาะด้านความร้อนหนาวและด้านแสงสว่างในอาคาร

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต ....

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ....

ปีการศึกษา 2560

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5873306225 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORDS: HUMAN COMFORT, MICRO CLIMATE, THERMAL, VISUAL, ACOUSTICS. / INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY: IEQ / HISTORICAL BUILDING

CHARINRAT RUNGRUENGSRI: ENERGY AND ENVIRONMENT EFFICACY STUDY OF HISTORIC BUILDING CASE STUDY: MAHA CHULALONGKORN BUILDING AND MAHA VAJIRAVUDH BUILDING IN FACULTY OF ARTS CHULALONGKORN UNIVERSITY. ADVISOR: ASSOC. PROF. VORASUN BURANAKARN, Ph.D., 73 pp.

Many historical buildings in Thailand have been used since they were built until today. Maha Chulalongkorn and Maha Vajiravudh buildings at Chulalongkorn university had been used as lecture room and library but today they will use as air conditioning office and library. This study is object to analyze the suitable human comfort conditions of historical building as thermal, lighting, acoustics, and indoor environmental quality. Hourly air temperatures, relative humidity, illumination background noise, and questionnaire were collected. Those case study buildings categorized as high mass building (more than 195 kilograms per square meter wall). They have high thermal resistance property. It is found that indoor air temperatures barely influence by outdoor air temperature. The illumination on working plane can be used only 3 meters from external wall. Then, the artificial light is needed to make 500 Lux. The background noise is 55-80 decibel while reverberation time (RT) is 2-5 seconds which exceed standard. Indoor environmental quality illustrates that natural ventilation library was suitable in the past but when using air conditioning in the room. It can be concluded that historical building with high mass is needed to be considered carefully when using air conditioning and lighting for modern life style demand.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Architecture	Student's Signature	....
Field of Study:	Architecture	Advisor's Signature	....
Academic Year:	2017		

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากการได้รับทุนการศึกษา 60/40 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์.ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่คอยแนะแนวคิดพัฒนาไปสู่การได้มาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ และคอยสนับสนุนงาน ตลอดจนวางแนวทางไปสู่ความสำเร็จด้วยดีตลอดระยะเวลาการศึกษา ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร ที่ร่วมเป็นประธานและกรรมการในการตรวจวิทยานิพนธ์ และแนะนาแนวทางในการพัฒนา ขอขอบพระคุณ ดร.วสุ โปษยะนันท์ ที่ร่วมเป็นกรรมการในการตรวจวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณคณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในช่วงระยะเวลาการทาวิจัย ตลอดจนเลขานุการ คุณสุภรินี จีระพันธุ์ ที่คอยประสานงานด้านเอกสารและให้กำลังใจ ขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท ทุกคน ที่คอยร่วมให้กาลังใจในการศึกษา ถกเถียง และสรุปงานร่วมกันตลอดมา

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นผู้สนับสนุนในทุกเรื่อง ทั้งค่าใช้จ่ายในการใช้ชีวิต การทำวิทยานิพนธ์และเป็นกำลังใจในการศึกษาจนประสบความสำเร็จ และที่สำคัญเป็นผู้วางแผนชี้นำในการศึกษาต่อระดับสูงสุด รวมทั้งผู้ที่เป็นที่รักและเครือญาติที่คอยให้เวลาและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษา และรอคอยจนถึงวันที่จบปริญญามหาบัณฑิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.. จ

กิตติกรรมประกาศ.. ฉ

สารบัญ.. ช

สารบัญตาราง...ฏ

สารบัญภาพ ....ฑ

บทที่ 1 1

บทนำ... 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน 3

1.4 คำจำกัดความ.. 4

1.5 ระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัย 6

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย... 7

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.. 8

บทที่ 2 9

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ 9

2. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง.................................. 9

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับภาวะน่าสบายของมนุษย์ (Thermal Comfort)................................... 9

2.1.1 อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature).. 11

2.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) 11

2.1.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature MRT)................. 12

หน้า

2.1.4 ความเร็วลม (Wind Speed) 12
2.1.5 เครื่องสวมใส่ (Clo-Value) 13
2.1.6 อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism).. 14
2.2 แสงสว่างภายในอาคาร (Lighting) 14
2.3 คุณภาพเสียงในอาคาร (Acoustics).. 16
2.3.1 การออกแบบเพื่อป้องกันเสียงรบกวน (Noise Protection) 18
2.3.2 การออกแบบคุณภาพเสียง (Sound Quality).. 20
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ).. 22
2.4.1 ความเจ็บป่วยที่เกิดจากคุณภาพอากาศภายในอาคาร.. 26
2.5 แนวคิดเกี่ยวกับอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ (Historic Building)............................ 26
บทที่ 3 1
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย 1
3.1 อาคารกรณีศึกษา 3
3.1.1 อาคารกรณีศึกษา... 3
3.1.2 ลักษณะสภาพแวดล้อมภายนอกรอบอาคาร 3
3.1.3 รูปแบบอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์... 4
3.2 การหาจุดอ้างอิงระหว่างอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ (Reference Point) 5
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 6
3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.. 6
3.3.2 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือ 9
3.4 การเก็บข้อมูล 13
3.4.1 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล... 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 14

บทที่ 4 1

ผลและการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสบาย 1

4.1 ลักษณะการใช้งานอาคาร 5

4.2 ความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort).. 8

4.2.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น.. 9

4.2.1.1 ข้อมูลชุด A อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่1 10

4.2.1.2 ข้อมูลชุด B อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่3 11

4.2.1.3 ข้อมูลชุด C อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวตั้งและโถงห้องสมุด.. 12

4.2.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น.. 13

4.2.2.1 ข้อมูลชุด A อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่1 14

14

4.2.2.2 ข้อมูลชุด B อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่3 14

4.2.2.3 ข้อมูลชุด C อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวตั้งและโถงห้องสมุด.. 15

4.2.3 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร ภายใต้เงื่อนไขการเปิด-ปิดอาคาร 15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.3.4 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมธรรมชาติในอาคาร 17
4.3.5 อิทธิพลอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ด้านความร้อนกับเขตสบายของสภาพอากาศ.. 23
4.3.6 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมในอาคาร 24
4.3 แสงสว่างในอาคาร (Lighting Comfort) 26
4.3.1 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านแสงสว่างในอาคาร 33
4.4 เสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics) 34
4.4.1 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านด้านเสียงรบกวนในอาคาร 37
4.5 คุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) 39
4.5.1 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) 41
บทที่ 5 45
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 45
5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 45
5.1.1 ผลสรุปและแนวทางการแก้ไขสภาพแวดล้อมในอาคารด้านความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort) 50
5.1.2 ผลสรุปและแนวทางการแก้ไขสภาพแวดล้อมในอาคารด้านแสงสว่างในอาคาร (Lighting Comfort) 51
5.1.3 ผลสรุปและแนวทางการแก้ไขสภาพแวดล้อมในอาคารด้านเสียงรบกวนในอาคารในอาคาร (Acoustics Comfort) 51
5.1.4 ผลสรุปและแนวทางการแก้ไขสภาพแวดล้อมในอาคารด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) 51
5.2 ตัวอย่างการปรับปรุง 53
5.3 สรุป 61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

รายการอ้างอิง 62

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงค่าความรู้สึกเสมือนเย็นลงของมนุษย์ในระดับความเร็วลมต่างๆ 13

ตารางที่ 2 แสดงค่าความสว่างในพื้นที่ห้องสมุดและพื้นที่อ่านหนังสือ... 15

ตารางที่ 3 แสดงค่ามาตรฐานความดังเสียงในการใช้การห้องสมุด... 17

ตารางที่ 4 แสดงค่ามาตรฐานความดังเสียงในลักษณะการใช้งานต่างๆ 17

ตารางที่ 5 แสดงค่ามาตรฐานความดังเสียงในอาคาร 19

ตารางที่ 6 แสดงค่าTransmission Loss ของเสียงในวัสดุต่างๆ 20

ตารางที่ 7 แสดงค่าคงที่ในสมการ การงานค่าการสะเทือนกลับของเสียง (Reverberation Time: RT60)... 21

ตารางที่ 8 แสดงค่ามาตราฐานการสะเทือนกลับของเสียง (Reverberation Time: RT60)............. 21

ตารางที่ 9 ค่ามาตรฐานเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time) ในช่วงความถี่เสียง 500 Hz. 22

ตารางที่ 10 ปริมาณความต้องการของอากาศภายนอก (OUTDOOR AIR REQUIREMENTS) 24

ตารางที่ 11 แสดงชนิดและแหล่งที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของอากาศภายในอาคาร 25

ตารางที่ 12 การเก็บข้อมูลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์เพื่อการใช้งานในยุคปัจจุบัน.. 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 13 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมในอาคาร........ 19

ตารางที่ 14 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมในอาคารกับเขตสบายของมนุษย์บริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 20

ตารางที่ 15 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมในอาคารกับเขตสบายของมนุษย์บริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 21

ตารางที่ 16 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมในอาคารกับเขตสบายของมนุษย์ 22

ตารางที่ 17 แสดงค่าความรู้สึกเสมือนเย็นลงของมนุษย์ในระดับความเร็วลมต่างๆ (ที่มา : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings 9thed, 2001: P 48) (Stein 2000)... 25

ตารางที่ 18 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านความดังเสียง (Background Noise) 37

ตารางที่ 19 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time) 38

ตารางที่ 20 สรุปผลการเก็บข้อมูลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ 44

ตารางที่ 21 สรุปข้อมูลประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ กรณีศึกษา อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 45

ตารางที่ 22 ตัวอย่างการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในอาคารเพื่อให้เกิดสภาวะสบายในโถงห้องสมุดอาคารมหาวชิราวุธ 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 รายละเอียดวิธีดำเนินงานวิจัย 7

ภาพที่ 2 การใช้ข้อมูลจากไบโอไคลเมติกส์ (Bio-Climatic Chart) เพื่อปรับสภาพแวดล้อมให้เข้าสู่เขตสบายของร่างกาย ทั้งภายนอกอาคารและภายในอาคาร สุนทร บุญญาธิการ (2536) 10

ภาพที่ 3 การใช้ข้อมูลจากไซโครเมตริก Chalfoun (1986) 11

ภาพที่ 4 แสดงระดับเสียง (dB) ที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน SCG (2016) 16

ภาพที่ 5 แสดงการเดินทางทางเสียงรบกวนจากแหล่งต่างๆจากสิ่งแวดล้อมภายนอกสู่ภายใน Alexander (2017) 18

ภาพที่ 6 แสดงแนวทางในการลดความดังของเสียงจากสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร ที่มา Alexander (2017) 18

ภาพที่ 7 รายละเอียดของการเก็บข้อมูลภาคสนาม 2

ภาพที่ 8ทัศนียภาพภายนอกอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 3

ภาพที่ 9 ผังพื้นและตำแหน่งอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 4

ภาพที่ **10** เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศห้องที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน (อาคารมหาจุฬาลงกรณ์) และห้องที่มีการเปลี่ยนการใช้งาน (อาคารมหาวชิราวุธ) กรณีปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560 5

ภาพที่ 11 อุปกรณ์ Data Logger ใช้ในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร 6

ภาพที่ 12 อุปกรณ์ Laser Gun ใช้ในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร 7

ภาพที่ 13 อุปกรณ์ Lux meter ใช้ในการวัดค่าแสงสว่างภายในและภายนอกอาคาร 7

ภาพที่ 14 อุปกรณ์ Air velocity meter แบบ Sensorวัดความเร็วลม 8

ภาพที่ 15 อุปกรณ์วัดความดังเสียงความดังเสียง (dB) Sound meter 8

ภาพที่ 16 ตำแหน่งData Loggerบริเวณชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ.................................. 9
ภาพที่ 17 ตำแหน่งData Loggerบริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ.................................. 9
ภาพที่ 18 ตำแหน่งData Loggerบริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ................................ 10
ภาพที่ 19 ตำแหน่งData Loggerบริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ 10
ภาพที่ 20 ตำแหน่งData Loggerบริเวณภายนอกอาคารมหาวชิราวุธและมหาจุฬาลงกรณ์............. 10
ภาพที่ 21 การแบ่งพื้นที่วัดค่าความสว่างบริเวณชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ โดยใช้เครื่องมือLux meter 11
ภาพที่ 22 การแบ่งพื้นที่วัดค่าความสว่างบริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ โดยใช้เครื่องมือLux meter 11
ภาพที่ 23 การแบ่งพื้นที่วัดค่าความสว่างบริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ โดยใช้เครื่องมือLux meter 12
ภาพที่ 24 แสดงพื้นที่การเก็บข้อมูลภายในอาคารอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทิศตะวันตกของอาคารทั้งหมด 3ชั้น.. 12
ภาพที่ 25 ตำแหน่งที่ตั้งอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559) 1
ภาพที่ 26 ตำแหน่งที่ตั้งอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559)... 1
ภาพที่ 27 สภาพแวดล้อมภายนอก ระเบียงและมีพื้นที่สีเขียวตรงกลางขนาบข้างระหว่างระเบียงเชื่อมอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธมหาวิทยาลัย คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2
ภาพที่ 28 อาคารอนุรักษ์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายในใช้เป็นห้องสมุดตั้งแต่ชั้น1-3 2
ภาพที่ 29 ลักษณะทางสถาปัตยกรรมอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ......................... 3
ภาพที่ 30 แสดงตำแหน่งการวางอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ.............................. 3
ภาพที่ 31 แสดงการปรับปรุงอาคารมหาวชิราวุธเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน.................... 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 32 ลายปูนปั้นรูปดอกบัวหลากสี ที่จะสามารถเห็นกระจายตามห้องต่างๆในอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ 5
ภาพที่ 33 การใช้งานระบบปรับอากาศและกิจกรรมในอาคารมหาวชิราวุธชั้น 1 ในปัจจุบัน..... 6
ภาพที่ 34 การใช้งานระบบปรับอากาศและกิจกรรมในอาคารมหาวชิราวุธชั้น 2 ในปัจจุบัน..... 6
ภาพที่ 35 การใช้สอยพื้นที่ภายในอาคารมหาวชิราวุธชั้น 3 ปัจจุบันใช้เป็นส่วนค้นคว้าวิจัย และติดเครื่องปรับอากาศ 7
ภาพที่ 36 แสดงชุดข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกและห้องเปล่าอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ กับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธ วันที่ 28 เม.ย. ถึง 2 พ.ค. 2560 8
ภาพที่ 37 การแบ่งชุดข้อมูลในการเก็บข้อมูลด้านความร้อนในอาคารมหาวชิราวุธ ฝั่งทิศตะวันตก..... 9
ภาพที่ 38 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น1 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน วันที่ 1 พ.ค. 2560..... 10
ภาพที่ 39 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น1 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00 น.) วันที่ 2 พ.ค. 2560 10
ภาพที่ 40 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน วันที่ 1 พ.ค. 2560 11
ภาพที่ 41 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน หลังจากปิดอาคารในวันเสาร์และอาทิตย์ วันที่ 2 พ.ค. 2560 11
ภาพที่ 42 เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน วันที่ 1 พ.ค. 2560..... 12
ภาพที่ 43 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00 น.) หลังจากปิดอาคารในวันเสาร์และอาทิตย์ วันที่ 2 พ.ค. 2560 12
ภาพที่ 44 การแบ่งชุดข้อมูลในการเก็บข้อมูลด้านความร้อนในอาคารมหาวชิราวุธ ฝั่งทิศตะวันตก กรณี ปิดอาคารตลอด 24 ชั่วโมง..... 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 45 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก กรณี ปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560 14

ภาพที่ 46 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณี ปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560 14

ภาพที่ 47 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณี ปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560 15

ภาพที่ 48 แสดงวัสดุภายในโถง และห้องสมุดอาคารมหาวชิราวุธชั้น 1 17

ภาพที่ 49 แสดงวัสดุห้องสมุดอาคารมหาวชิราวุธชั้น 2 17

ภาพที่ 50 แสดงวัสดุห้องสมุดอาคารมหาวชิราวุธชั้น 3 18

ภาพที่ 51 ตำแหน่งในการหาค่า อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลม บริเวณชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 19

ภาพที่ 52 ตำแหน่งในการหาค่า อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลม บริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 20

ภาพที่ 53 ตำแหน่งในการหาค่า อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลม บริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 21

ภาพที่ 54 อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลม อาคารมหาวชิราวุธ 22

ภาพที่ 55 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศอาคารมหาวชิราวุธ 23

ภาพที่ 56 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกับความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) ในอาคารมหาวชิราวุธ 24

ภาพที่ 57 ลักษณะช่องเปิดของอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 26

ภาพที่ 58 แสงธรรมชาติจากช่องเปิดของอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 26

ภาพที่ 59 ข้อมูลแสงสว่าง (หน่วยเป็นLux) วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 27

ภาพที่ 60 ข้อมูลแสงสว่าง (หน่วยเป็นLux) วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 27

Chulalongkorn University

ภาพที่ 61 ข้อมูลแสงสว่าง (หน่วยเป็นLux) วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 28

ภาพที่ 62 ภาพตัดข้อมูลแสงสว่าง (หน่วยเป็นLux) ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 28

ภาพที่ 63 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด A-A วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ 29

ภาพที่ 64 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด B-B วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ 29

ภาพที่ 65 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด C-C วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ 29

ภาพที่ 66 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด D-D วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ 30

ภาพที่ 67 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด E-E วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ 30

ภาพที่ 68 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด F-F วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ 30

ภาพที่ 69 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด G-G วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น2 อาคารมหาวชิราวุธ 31

ภาพที่ 70 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด H-H วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น2 อาคารมหาวชิราวุธ 31

ภาพที่ 71 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด I-I วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. 31

ภาพที่ 72 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด J-J วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น2 อาคารมหาวชิราวุธ 32

ภาพที่ 73 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัดทั้งหมด วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น 3 อาคารมหาวชิราวุธ 32

ภาพที่ 74 ลักษณะช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (Window-to-Wall Ratio; WWR) 33

ภาพที่ 75แสดงข้อมูลความดังเสียง(dBA) และค่าการสะเทือนกลับของเสียง(Reverberation Time: RT60)ห้องชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 35

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 76 แสดงข้อมูลความดังเสียง(dBA) และค่าการสะเทือนกลับของเสียง(Reverberation Time: RT60)ห้องชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 36

ภาพที่ 77 แสดงข้อมูลความดังเสียง(dBA) และค่าการสะเทือนกลับของเสียง(Reverberation Time: RT60)ห้องชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ 36

ภาพที่ 78 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคาร 40

ภาพที่ 79 แสดงการประเมินโรคประจำตัว และอาการป่วยในอดีตจนถึงปัจจุบัน ในอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 41

ภาพที่ 80 แสดงการประเมินลักษณะความผิดปกติของร่างกายเวลาทำงานในอาคาร ในอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 42

ภาพที่ 81 แสดงการประเมินสภาพการทำงาน ในอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 42

ภาพที่ 82 แสดงการประเมินสภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงาน ในอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 43

ภาพที่ 83 อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในอาคารชั้นที่ 1วันที่ 30 กันยายน2558........ 54

ภาพที่ 84 อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในอาคารชั้นที่ 2วันที่ 30 กันยายน2558........ 55

ภาพที่ 85 ตำแหน่งหลอดไฟฟ้า ภายในอาคารชั้นที่ 1 วันที่ 30 กันยายน2558 55

ภาพที่ 86 ตำแหน่งลมและแหล่งที่ทำให้เกิดความร้อน ภายในอาคารชั้นที่ 2 วันที่ 30 กันยายน 2558........ 56

ภาพที่ 87 แสงจากดวงโคมตกแต่งภายในโถงอาคารมหาวชิราวุธชั้น 1 56

ภาพที่ 88 ลักษณะตำแหน่งก่อน ปรับปรุงการจัดวางเครื่องถ่ายเอกสารภายในตัวอาคารภายใน 58

ภาพที่ 89 ลักษณะตำแหน่งหลังการปรับปรุง จัดวางเครื่องถ่ายเอกสารภายในตัวอาคารและการให้แสงจากหลอดไฟภายในโถงชั้น 2 58

ภาพที่ 90 ความสว่างโถงห้องสมุด ก่อนการปรับปรุงมีค่า 200 ลักซ์ ตรงบริเวณโต๊ะบรรณารักษ์ เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2558........ 59

ภาพที่ 91 ความสว่างโถงห้องสมุด ก่อนการปรับปรุงมีค่า 256 ลักซ์ ตรงบริเวณโต๊ะใกล้กับทางเข้าโถง เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2558 59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 92 ความสว่างโถงห้องสมุด หลังการปรับปรุงมีค่า 399 ลักซ์ ตรงบริเวณทางเข้าโถง เมื่อวันที่ 22มกราคม 2559 60

ภาพที่ 93 ความสว่างโถงห้องสมุด หลังการปรับปรุงมีค่า 474 ลักซ์ ตรงบริเวณพื้นที่นั่งอ่านหนังสือ เมื่อวันที่ 22 มกราคม 2559 60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ ตั้งอยู่ในคณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ หรือตึกบัญชาการออกแบบโดยสถาปนิกเอ็ดเวิร์ด ฮีลี และเอมิลิโอ โจวันนี กอลโล ในปี พ.ศ. 2464 มีการก่อสร้างอาคารด้วยดินผสม ซึ่งภายหลังมีการใช้โครงสร้างแบบก่ออิฐถือปูน และใช้ผนังในการรับน้ำหนัก ลักษณะอาคารมีขนาดผนังที่หนาเพื่อใช้รับน้ำหนัก และโครงหลังคาเป็นแบบทรงจั่วที่มีความชัน วัสดุมุงหลังคาส่วนใหญ่ใช้กระเบื้องดินเผา ส่วนอาคารมหาวชิราวุธ หรือหอสมุดกลาง ออกแบบโดย ศาสตราจารย์บุญยง นิโครธานนท์ สร้างขึ้นในพ.ศ. 2500 อาคารทั้งสองเป็นอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ เนื่องด้วยอาคารมหาวชิราวุธ มีแนวคิดการออกแบบเดียวกับอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ จึงทำให้มีรูปแบบสถาปัตยกรรมที่เหมือนกัน ทั้งสองอาคารจัดอยู่ในกลุ่มอาคารประเภทที่มีมวลสารมาก ซึ่งมีอัตราส่วนน้ำหนักวัสดุผนังต่อพื้นที่ใช้งานมากกว่า 195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

การใช้งานอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ เป็นอาคารเรียนหลังแรกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารทรงคุณค่าทางสถาปัตยกรรมทั้ง 2 อาคารได้สะท้อนถึงภูมิปัญญาและวัฒนธรรมไทยที่สืบทอดกันมาอย่างช้านาน ด้วยรูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ที่สามารถบ่งบอกถึงองค์ความรู้ ด้านการตีความศิลปะไทย คติ ความเชื่อ ซึ่งแสดงออกในเชิงรูปธรรมที่คนทั่วไปสามารถจับต้อง และเข้าถึงได้ง่าย เพราะฉะนั้นการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์จึงเป็นเรื่องที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในปัจจุบัน อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธมีอายุการใช้งานมากกว่า 100 ปี จึงเกิดความเสื่อมสภาพของ วัสดุ โครงสร้าง รวมไปถึงการเปลี่ยนกิจกรรมการใช้งาน ทำให้เกิดปัญหาด้านต่างๆตามมา เช่น ปัญหาด้านการใช้พลังงานในอาคารจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่เปลี่ยนไป

ผลการสำรวจสภาวะสบายภายในอาคารเบื้องต้น โดยเก็บข้อมูลบริเวณโถงห้องสมุดอาคารมหาวชิราวุธ ในเดือนกันยายน - ตุลาคม พ.ศ. 2558 พบว่ามีอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารเฉลี่ย 35°c ความชื้นสัมพัทธ์ 56% RH และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารบริเวณที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศเฉลี่ย 31°c มีความชื้นสัมพัทธ์ 53% RH อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายในโถงห้องสมุดชั้น 1 ต่างจากอุณหภูมิอากาศภายนอก 4 °c และมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในโถงห้องสมุดชั้น 1 ต่างจากความชื้นสัมพัทธ์บริเวณนอกอาคาร 3% RH ซึ่งสามารถวิเคราะห์ในกราฟไบโอไครเมติกส์ (Bio-Climatic Chart) ได้ว่าเป็นโซนที่ทำให้ผู้ที่ใช้อาคารรู้สึกร้อนและชื้นเกินไป จึงต้องใช้วิธีลดความร้อน

และความชื้นเพื่อให้คนสามารถใช้งานในพื้นที่ได้อย่างสบาย โดยเฉพาะบางพื้นที่ของอาคารมีการใช้เครื่องปรับอากาศทำความเย็น ซึ่งภาระการทำความเย็นของการใช้เครื่องปรับอากาศเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในอาคารเป็นอย่างมาก จากการวิเคราะห์ด้านความร้อนในอาคารที่ผ่านมาพบว่า ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกร้อนในบริเวณพื้นที่ที่ไม่สามารถติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ผลการเดินสำรวจเบื้องต้น คุณสมบัติด้านแสงและความส่องสว่างในอาคารมีความสว่างที่ไม่เพียงพอต่อลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้น ปัญหาเรื่องเสียงรบกวนจากภายนอกที่เกิดจากการเป็นสถาปัตยกรรมระบบเปิดที่ไม่สามารถควบคุมเสียงรบกวนจากภายนอกได้อย่างสมบูรณ์แบบ รวมไปถึงปัญหาด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) ที่เกิดจากการเสื่อมสภาพของวัสดุก่อสร้างอาคารและสภาพแวดล้อมภายในที่เกี่ยวข้อง เช่น การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศ ก๊าซมลพิษก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ สารระเหยจากสารอินทรีย์ ฝุ่นละอองอุณหภูมิอากาศ ความชื้น และแสงสว่าง เมื่อรวมกับปัญหาการไหลเวียนอากาศ การระบายอากาศและการกรองอากาศภายในอาคารที่ไม่เหมาะสมจากการใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน ทำให้ส่งผลต่ออาการเจ็บป่วยจากคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Sick Building Syndrome) และ ความป่วยอันเนื่องมาจากอาคาร (Building Related Illness) ผลกระทบจากการใช้อาคารและสภาพคุณภาพแวดล้อมภายในภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะปัญหาเหล่านี้ส่งผลไปถึงความสามารถในการทำงาน ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตลอดจนถึงสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ในงานในอาคาร

อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ เกิดปัญหาการเจ็บป่วยภายในอาคาร และยังต้องคำนึงในเรื่องความสำคัญทางด้านสถาปัตยกรรม เพราะทั้ง 2 อาคารเป็นอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ มีความเป็นเอกลักษณ์ของความเป็นสถาปัตยกรรมไทยที่มีคุณค่าในด้านการออกแบบ ดังนั้นการปรับเปลี่ยนรูปแบบอาคารหรือการเสริมงานออกแบบใหม่ให้กับอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ต้องมีการวิเคราะห์ที่เหมาะสม เพื่อคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของความเป็นสถาปัตยกรรมไทยที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมระหว่างอาคารประวัติศาสตร์และสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ด้วยการใช้ความรู้ ความเข้าใจ ทางด้านวิทยาศาสตร์และความรู้สึกรับรู้ของมนุษย์ นำมาวิเคราะห์ และสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยอาคารกรณีศึกษานี้ ไปต่อยอดและขยายผลให้กับอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์อื่นๆทั่วประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสภาวะน่าสบายด้านความร้อน แสงสว่าง เสียง และคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์
2. ศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาวะสบายด้านความร้อน แสงสว่าง เสียง และคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์
3. เพื่อหาแนวทางสร้างสภาวะสบายด้านความร้อน แสงสว่าง เสียง และคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

ศึกษาการใช้งานประเภทต่างๆได้แก่ ห้องทำงาน โถง ห้องสมุด ห้องเรียน และห้องค้นคว้า เพื่อเป็นกรณีตัวอย่างในการปรับเปลี่ยนการใช้งานและใช้เทคโนโลยีปรับอากาศ

1. ศึกษาห้องที่อยู่ทางทิศตะวันตกและทิศใต้ในอาคารมหาวชิราวุธ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน3ชั้น โดยแต่ละชั้นมีห้องต่างๆคือ
   - ชั้น1ได้แก่ ห้องโถง (ใช้งานแบบเดิมและไม่ปรับอากาศ)
     ห้องสมุดฝั่งตะวันตก (เปลี่ยนแปลงการใช้งานเป็นพื้นที่ปรับอากาศ)
   - ชั้น2ได้แก่ ห้องสมุดภาษาไทย (เปลี่ยนแปลงการใช้งานจากห้องเรียนเป็นหองสมุด ไม่ปรับอากาศ)
   - ชั้น3ได้แก่ ห้องโถง (เพิ่มการใช้งานจากอดีตและปรับอากาศ)
     ห้องค้นคว้าวิจัย (เพิ่มการใช้งานจากอดีตและปรับอากาศ)
2. ศึกษาห้องที่อยู่ทางทิศตะวันตก-ใต้ ห้องประชุม 210 (ใช้งานแบบเดิมและไม่ปรับอากาศ) ในอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. เงื่อนไขในการศึกษาอาคารหรือการเปิด-ปิดอาคารมหาวชิราวุธแบ่งเป็น 3 แบบ คือ
   - กรณีที่ 1 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องไม่ปรับอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- กรณีที่ 2 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องปรับอากาศ
- กรณีที่ 3 ปิดอาคารตลอด 24 ชั่วโมง

4. ศึกษาลักษณะอุณหภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมบริเวณอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. การศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) ไม่รวมสารพิษและสารระเหย เช่น Co2, Acetone, Ethanol Isoprene, Nonanal, Decanal, α-Pinene, Methane, Hydrogen, Eucalyptol, Esters, Limonene, Unburnt Hydrocarbons, Formaldehyde, Alkanes, Alcohols, Aldehydes, Ketones, Siloxanes, Toluene, Xylene, Decane, Benzene, Styrene, Phenole.

1.4 คำจำกัดความ

1. สภาวะสบาย สภาวะที่ร่างกายไม่รู้สึกร้อนหรือหนาวจนเกินไป โดยมีตัวแปร 6 ตัวแปรคือ
   - อุณหภูมิอากาศ
   - ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ
   - อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบร่างกายซึ่งมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวร่างกาย กับอุณหภูมิ ผิวสภาพแวดล้อม
   - การเคลื่อนที่ของอากาศโดยกระแสลม ที่ผ่านร่างกายซึ่งมีทั้งลมที่มีอุณหภูมิร้อน อุณหภูมิเย็น หรืออุณหภูมิปกติ
   - ลักษณะเสื้อผ้าที่ใส่ (ความหนาของผ้า การระบายความร้อนและเหงื่อจากร่างกาย)
   - กิจกรรมหรือการใช้พลังงานในร่างกาย มีความสัมพัทธ์กับอัตราการระบายความร้อนของร่างกายในกิจกรรมนั้นๆ[1](วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ 2552)
2. Comfort zone คือเขตสบาย หรือโซนสบาย เป็นขอบเขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ

---

[1] วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ , บ้านพอเพียง อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน. (สุขุมวิทมีเดียมาร์เก็ตติ้ง จำกัด,2552), หน้า 17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความรู้สึก ร้อน-หนาวของมนุษย์ โดยทั่วไป หมายถึง โซนที่มนุษย์ตัดสินใจไม่ได้ว่าร้อนหรือหนาว[2]

3. Mean radian temperature (MRT) คืออุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ หมายถึง ค่าถ่วงเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ ซึ่งรวมถึงแสงแดดโดยตรงด้วย MRT โดยใช้มุมกระทำ (Angle factor) ที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดและขอบเขตของแต่ละพื้นผิวโดยหาค่าเฉลี่ยออกมาเป็น MRT[3]
4. อุณหภูมิเสมือน คืออุณหภูมิเสมือนที่ร่างกายมนุษย์รู้สึกได้ อาจสูงหรือต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ค่าความต้านทานความร้อนของเสื้อผ้า
5. Working plane คือตำแหน่งของความสว่าง วัดจากระดับความสูงของพื้นที่ทำงาน
6. แสงบาดตา คือลักษณะของแสง ที่ไม่สามารถมองเห็นได้หรือทำให้ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ ทำให้เกิดความไม่สบายทางสายตา
7. คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) คือ ประสิทธิภาพในการใช้อาคารที่มีอิทธิพลจากปัจจัยด้านความร้อนในอาคาร ปัจจัยด้านแสงสว่างในอาคาร ปัจจัยด้านเสียงรบกวนในอาคาร และปัจจัยด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ส่งผลให้เกิดการเจ็บป่วยต่อผู้ใช้งานในอาคาร
8. อาคารประวัติศาสตร์ คือ อาคารที่มีอายุของอาคาร ลักษณะการก่อสร้างอาคาร และหลักฐานเกี่ยวกับประวัติของอาคาร[4] (กรมศิลปากร สำนักโบราณคดี 2548)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

---

[2] สรรสุดา เจียมจิต,การประเมินสภาวะน่าสบายในอาคารสถาปัตยกรรมไทยในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น.2548

[3] สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย. (กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2536)

[4] กรมศิลปากร สำนักโบราณคดี. พระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ. 2504, พิมพ์ครั้งที่ 9/2548 (กรุงเทพ: สมาพันธ์, 2548,) 27.

1.5 ระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัย

- ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาวะสบายของมนุษย์ในด้านความร้อนในอาคาร ด้านแสงสว่างในอาคาร ด้านเสียงรบกวนในอาคาร และด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เพื่อหาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
- กำหนดวิธีการเก็บข้อมูล
- กำหนดห้องตัวอย่างในการเก็บข้อมูล
- วิเคราะห์ข้อมูล และตัวแปร เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ
- สรุปและเสนอแนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ศึกษาอิทธิของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาวะสบายของมนุษย์ในการใช้อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์

← ข้อมูลจากวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

↓

สร้างหลักเกณฑ์จากการศึกษาอิทธิของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในการใช้อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน

1. ด้านความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort)
2. ด้านความสว่างในอาคาร (Lighting)
3. ด้านเสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics)
4. ด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ)

←

- กำหนดเครื่องมือการวิจัย
- ออกแบบแบบถามสอบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร
- กำหนดขอบเขต
- เก็บข้อมูล

↓

เปรียบเทียบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตัวแปรทางกายภาพ และการเจ็บป่วยที่เป็นผลมาจากการใช้งานในอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์

↓

สรุปปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ พร้อมให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการใช้อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ที่มีลักษณะคล้ายกันในประเทศไทย

ภาพที่ 1 รายละเอียดวิธีดำเนินงานวิจัย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รู้ถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาวะสบายในอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์
2. รู้ถึงวิธีการหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาวะสบายในอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์
3. เสนอแนวทางการปรับปรุงและแก้ไข สภาวะสบายในอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน เพื่อนำความรู้ที่ได้ ไปขยายผลต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ

2. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ที่เป็นการใช้สอยไปจากเดิม กรณีศึกษา อาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การวิจัยนี้เพื่อประเมินลักษณะกายภาพด้านความร้อน แสงสว่าง เสียง และคุณภาพสภาพแวดล้อม เพื่อหาแนวทางสร้างสภาวะน่าสบายจากการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆที่มีความสัมพันธ์กัน เริ่มจากการสำรวจแหล่งที่ทำให้เกิดความร้อน และหาแหล่งที่ทำให้เกิดความเย็นโดยการศึกษาลักษณะทางกายภาพของบริเวณที่จะทำการศึกษา ด้านอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ด้านทิศทางของแสงแดดและลม ด้านการจัดแบ่งพื้นที่การใช้งานและลักษณะของวัสดุกรุผิวต่างๆ เป็นการเก็บข้อมูล ด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทฤษฎีเชิงวิทยาศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงจิตวิทยา ความรู้สึกของผู้ใช้งานในอาคาร ด้วยวิธีการแจกแบบสอบถาม เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพอากาศและสภาพแวดล้อมในอาคาร จึงมีแนวคิด เหตุผล และทฤษฎีสำคัญ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

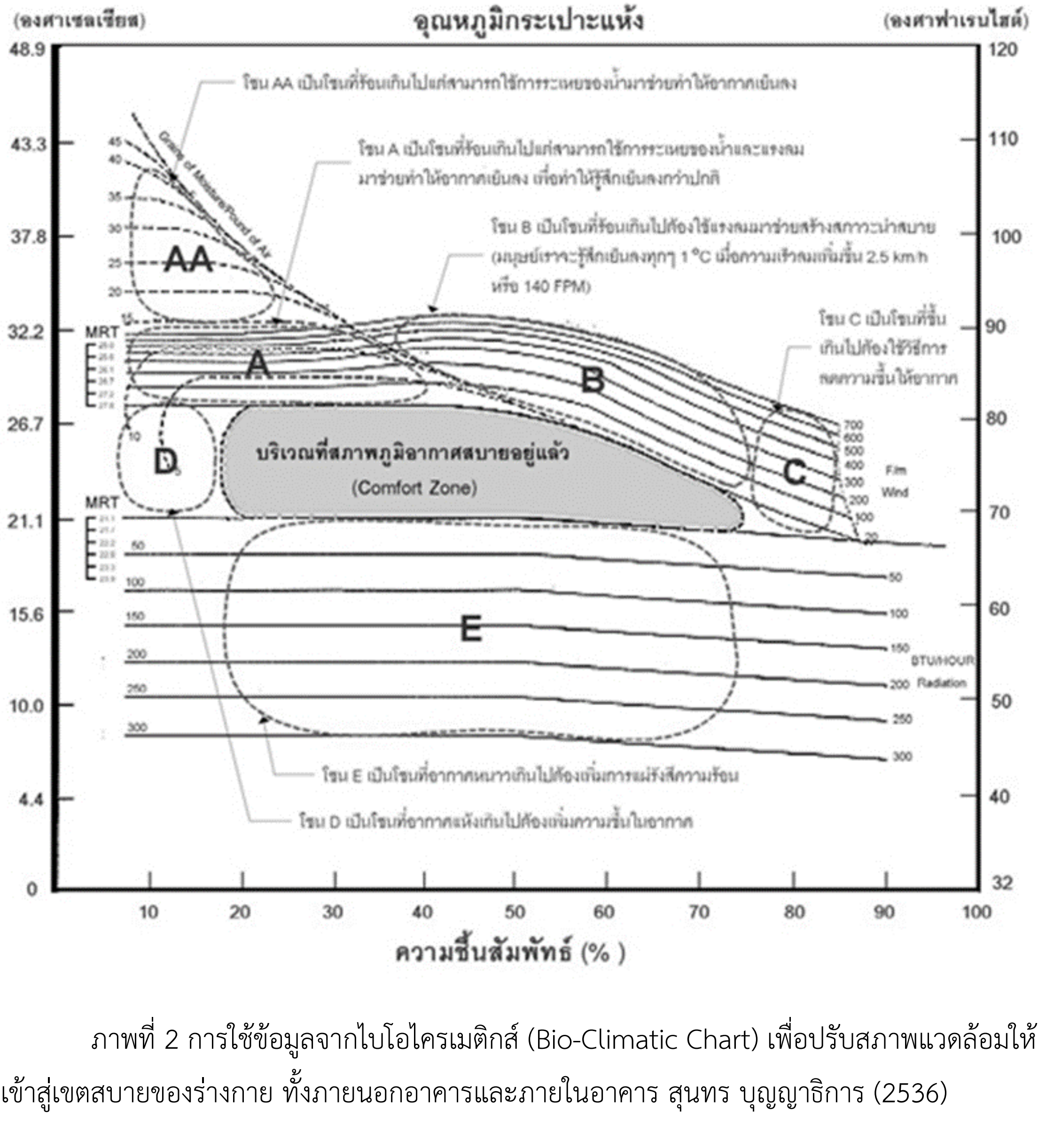
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับภาวะน่าสบายของมนุษย์ (Thermal Comfort)

สภาวะน่าสบายปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์คือ อุณหภูมิร้อนหรือเย็น สามารถหาความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ หรือที่เรียกว่า ไบโอไคลเมติก(Bioclimatic) เพื่อให้เกิดความรู้สึกเสมือนอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ โดยที่สภาวะน่าสบายประกอบไปด้วย 6 ตัวแปร (thermal comfort) คือ

1. อุณหภูมิอากาศ(Air temperature)
2. ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (Relative Humidity)
3. อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ หรือการแผ่รังสีความร้อนจากสภาพแวดล้อม (MRT)
4. การเคลื่อนที่ของอากาศ (Air Velocity)
5. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo-value)
6. ระบบการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism Rate)

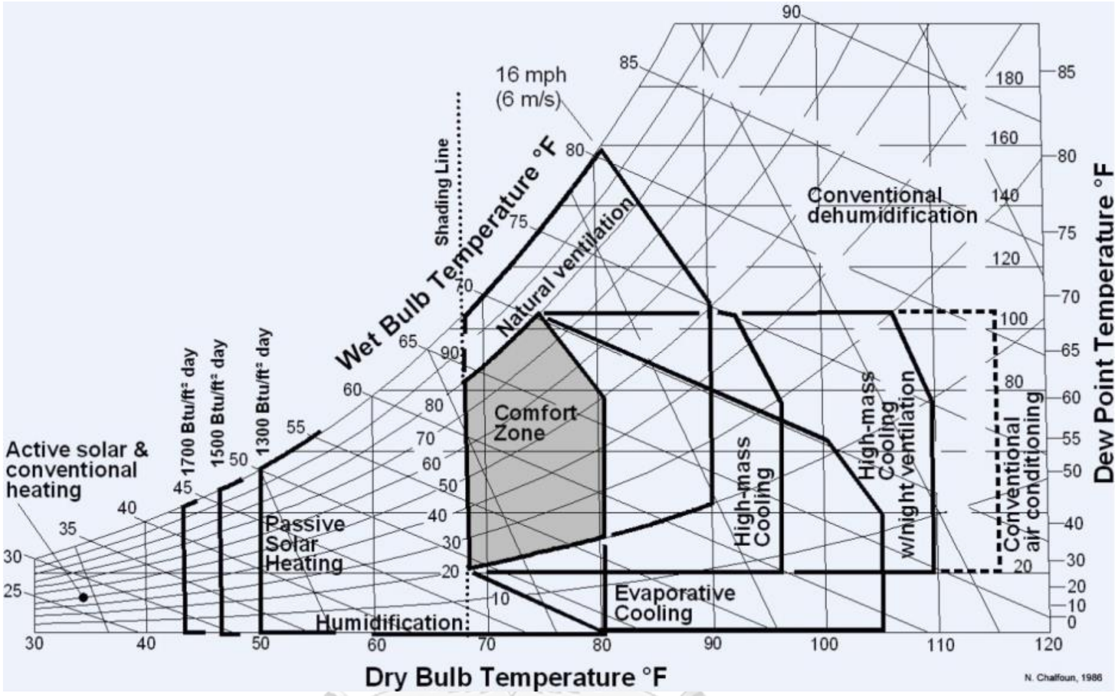
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สภาวะน่าสบายของมนุษย์แต่ละคนมีค่าที่ไม่เท่ากัน ซึ่งอาจจะเป็นเพราะ เสื้อผ้า เชื้อชาติ วัฒนธรรม ลักษณะทางกายภาพและจิตใจ ลักษณะการกินอาหาร อายุ เพศ ลักษณะของกิจกรรมที่ทำอยู่ ความเคยชินต่อสภาพแวดล้อม สุขภาพ จึงได้มีวิธีการคิดค้นไบโอไคลเม-ติก(Bioclimatic) เพื่อให้เข้าใจเงื่อนไขในธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในธรรมชาติ ที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้สึกของมนุษย์ และสามารถวิเคราะห์หรือเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมต่อลักษณะสภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้นๆ



ภาพที่ 2 การใช้ข้อมูลจากไบโอไครเมติกส์ (Bio-Climatic Chart) เพื่อปรับสภาพแวดล้อมให้เข้าสู่เขตสบายของร่างกาย ทั้งภายนอกอาคารและภายในอาคาร สุนทร บุญญาธิการ (2536)

แผนภาพไซโครเมตริก (Psychometric Chart) อธิบายหลักการออกแบบสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ที่จะทำให้เกิดอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำให้มนุษย์ รู้สึกสบาย ในการใช้ชีวิตอยู่ในอาคาร(Olgyay 1992)



ภาพที่ 3 การใช้ข้อมูลจากไซโครเมตริก Chalfoun (1986)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.1 อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)

ปัจจัยสำคัญของสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort) คืออุณหภูมิอากาศในช่วงประมาณ 22-27 องศาเซลเซียส ที่ทำให้มนุษย์รู้สึกสบาย

2.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) คืออัตราส่วนของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ เทียบกับปริมาณไอน้ำที่อากาศสามารถรับได้ในขณะเดียวกัน ถ้าระดับไอน้ำขณะนั้นมากเกินกว่า (> 100%) ไอน้ำจะควบแน่น (Condensation) และกลายเป็นหยดน้ำในที่สุด

2.1.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature MRT)

อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิว คือ อุณหภูมิที่วัดจากระนาบผิวสัมผัส 4 ด้าน และระแนบพื้นกับเพดาน นำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อรู้ถึงอุณหภูมิเสมือนในอาคาร สามารถคำนวณจากอุณหภูมิพื้นผิวของด้านต่างๆของสภาพแวดล้อม โดยใช้มุมกระทำ (Angel Factor) ที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดและขอบเขตของแต่ละพื้นผิว

การที่มีอุณหภูมิที่ผิวเฉลี่ยของพื้นผิว (Mean Radiant Temperature) แตกต่างไปจากอุณหภูมิอากาศปกติ โดยที่ 1 องศาของ MRT จะมีค่าเท่ากับ 1.4 องศาของอุณหภูมิอากาศ เช่น ถ้าอุณหภูมิที่ผิวเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบตัวต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียส จะมีความรู้สึกเสมือนว่ารู้สึกเย็นลง 1.4 องศาเซลเซียส เป็นต้น

2.1.4 ความเร็วลม (Wind Speed)

ลม เป็นปัจจัยที่ช่วยในการเพิ่มขอบเขตของความสบาย เนื่องจากเมื่อความเร็วลมพัดผ่านผิวกายมนุษย์ จะช่วยพัดพาความร้อนออกไปจากร่างกาย โดยการเพิ่มอัตราระเหยของเหงื่อ ทำให้ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดี ดังนั้นความเร็วลมที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญ หากความเร็วลมน้อยเกินไปก็ไม่ได้ช่วยในการระเหยของเหงื่อ ลมแรงเกินไปจะทำให้เกิดความรำคาญรบกวนการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเพิ่มความเร็วลม ความเร็วลมที่เหมาะสมและเพียงพอ จะมีผลต่อความรู้สึกของมนุษย์ เมื่อพิจารณาลมเพียงปัจจัยเดียว พบว่า ทุก 1 km/h ของความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น มนุษย์จะรู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4 องศาเซลเซียส หรือสามารถคำนวณได้จากสูตร (สุนทร บุญญาธิการ (2545)

เมื่ออุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิลมที่พัดผ่านมีค่าเท่ากัน

$$\text{ความรู้สึกเย็นลง } (^{\circ}C) = 0.381\,V + 0.016\,RH$$

โดยที่ V = ความเร็วลม (km/h)

RH = ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

ซึ่งสามารถอธิบายได้ในรูปแบบของตารางดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่าความรู้สึกเสมือนเย็นลงของมนุษย์ในระดับความเร็วลมต่างๆ

ความเร็วลม	ความรู้สึกเสมือนเย็นลง	ผลกระต่อความรู้สึก
0-50 fpm (0-0.25 m/s)	ไม่รู้สึก	ไม่รู้สึก
50-100 fpm (0.25-0.51 m/s)	2-3 °F (1.1-1.7 °C)	พอใจ
100-200 fpm (0.51- 1.02 m/s)	4-5 °F (2.2—2.8 °C)	พอใจแต่เริ่มรู้สึกถึงกระแสลม
200-300 fpm (1.02-1.52 m/s)	5-7 °F (2.8—3.9 °C)	เริ่มรู้สึกว่าถูกรบกวน
300 fpm ขึ้นไป (1.52 m/s)	มากกว่า 5-7 °F (3.9 °C ขึ้นไป)	รู้สึกถูกรบกวนต้องการการแก้ไข

ที่มา Mechanical and Electrical Equipment for Buildings 9 th ed, 2001: P 48 (Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)(Stein 1986.), Stein (2000)

2.1.5 เครื่องสวมใส่ (Clo-Value)

เสื้อผ้าที่สวมใส่ทำหน้าที่เหมือนฉนวน และมีผลอย่างมากในการป้องกันความร้อนจากภายนอกและความร้อนที่ออกมาจากร่างกาย กับสภาพแวดล้อมภายนอก ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิพื้นผิวรอบตัวสูง ผู้ที่สวมใส่เสื่อผ้าหนาหรือหลายชั้นเหมือนเมืองหนาวจะรู้สึกร้อน เนื่องจากเสื้อผ้าเป็นตัวที่ป้องกันการระเหยของเหงื่อออกจากร่างกาย การสวมเสื้อผ้าที่เบาบางนั้นเหมาะสมกับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นเพราะจะทำให้อัตราการระเหยของเหงื่อดีขึ้นเมื่อเทียบกับเสื้อผ้าที่มีความหนาและจำนวนชั้นหลายชั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.6 อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism)

ร่างกายของมนุษย์ จะผลิตความร้อนออกมาตลอดและต่อเนื่อง ในกิจกรรมประจำวันของมนุษย์ เช่น การนอน การเดิน การวิ่ง หรือการออกกำลังกาย ความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์นั้น ได้มาจากการย่อยอาหาร เครื่องดื่ม ที่เราได้รับประทานเข้าไป ขบวนการในการเปลี่ยนแปลงสารอาหาร ที่บริโภคเข้าไปให้เป็นพลังงานในร่างกาย

อัตราความร้อนที่มนุษย์ผลิตออกมานั้น ขึ้นกับลักษณะของกิจกรรมของร่างกายและชนิดของอาหารที่รับประทานเข้าไป และบางส่วนขึ้นอยู่กับสถานที่ของมนุษย์อยู่ ความร้อนที่มนุษย์ผลิตออกมามีหน่วยวัดเป็น Metabolic หรือ หน่วย Met ซึ่ง 1 Met จะเท่ากับ 58.2 w/m^2 หรือ 18.4 $Btu/h.ft^2$ ในลักษณะที่คนเรานั่งพักผ่อน พลังงานที่ผลิตต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยเฉลี่ยสำหรับผู้ใหญ่ทั่วไปประมาณ 117 W หรือ 400 Btu/h

2.2 แสงสว่างภายในอาคาร (Lighting)

สภาวะน่าสบายปัจจัยรองลงมาเป็นเรื่องของการมองเห็นของมนุษย์ โดยที่มีพื้นฐานความรู้จาก การศึกษาลักษณะทางกายภาพตาของมนุษย์ การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่มีผลต่อคุณภาพการมองเห็นของ ตามนุษย์ มีอยู่4ปัจจัยหลักคือ

1. ระยะเวลาในการมอง (Time of viewing)
2. ความเข้มแสงสว่าง (Luminance)
3. ขนาดของภาพในการมองเห็น (Size)
4. ค่าความแตกต่างระหว่างวัตถุกับพื้นวัตถุ (Task contract)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยในการวัดค่าระดับความเข้มแสงของโถงห้องสมุดต้องการค่าความส่องสว่าง 500 ลักซ์ หรือ50 ฟุตแคนเดิล Stein. Al, 2004

$$fL = fc*RF$$

เมื่อ fL คือ แสงสว่าง มีหน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ท (foot-Lamberts, fL)

fc คือ ความส่องสว่าง มีหน่วยเป็นฟุตแคนเดิล (foot candles, fc)

RF คือ ค่าการสะท้อนแสง (reflection factor)

ตารางที่ 2 แสดงค่าความสว่างในพื้นที่ห้องสมุดและพื้นที่อ่านหนังสือ

		Recommended Maintained Illuminance Targets Lux (fc)							
		Horizontal (E_h) Targets				***Vertical (E_v) Targets***			
		Visual Ages of Observers (years) where at least half are				***Visual Ages of Observers (years) where at least half are***			
Application and Tasks	**Notes**	**Category**	**<25**	**25–65**	**>65**	**Category**	**<25**	**25–65**	**>65**
Book Lending – Book Stacks									
General[a]	E_h @ floor of book stacks proper	O	100 (10)	200 (20)	400 (40)				
Shelving @ 2′6″ (760 mm) AFF[a]	E_h and E_v @ front face of shelving	P	150 (15)	300 (30)	600 (60)	O	100 (10)	200 (20)	400 (40)
Lending Desk									
Self-service[a]	E_h @ 2′6″ (760 mm) AFF; E_v @ 5′ (1.5 m) AFF	P	150 (15)	300 (30)	600 (60)	M	50 (5)	100 (10)	200 (20)
Staffed[a]	E_h @ 2′6″ (760 mm) AFF; E_v @ 5′ (1.5 m) AFF	R	250 (25)	500 (50)	1000 (100)	O	100 (10)	200 (20)	400 (40)
Periodicals									
Shelving @ 1′0″ (305 mm) AFF	E_v @ front face of shelving					M	50	100 (10)	200 (20)
Computer Center[a]	CSA/ISO Type I and II positive polarity screens. E_h @ 2′6″ (760 mm); E_v @ 4′ (1.2 m) AFF	P	150 (15)	300 (30)	600 (60)	M	50 (5)	100 (10)	200 (20)
Reading Areas									
Grand Reading Room[a]	E_h @ 2′6″ (760 mm) AFF; E_v @ 4′ (1.2 m) AFF	R	250 (25)	500 (50)	1000 (100)	O	100 (10)	200 (20)	400 (40)
Stack Reading Areas[a]	E_h @ 2′6″ (760 mm) AFF; E_v @ 4′ (1.2 m) AFF	R	250 (25)	500 (50)	1000 (100)	M	50 (5)	100 (10)	200 (20)
Study Carrels[a]	E_h @ 2′6″ (760 mm) AFF; E_v @ 4′ (1.2 m) AFF	R	250 (25)	500 (50)	1000 (100)	O	100 (10)	200 (20)	400 (40)
Tables and Chairs[a]	E_h @ 2′6″ (760 mm) AFF; E_v @ 4′ (1.2 m) AFF	R	250 (25)	500 (50)	1000 (100)	O	100 (10)	200 (20)	400 (40)
Special Collections									
Archival Storage	E_h and E_v @ 3′ (910 mm) AFF	P	150 (15)	300 (30)	600 (60)	M	50 (5)	100 (10)	200 (20)
Rare Books	E_h and E_v @ 3′ (910 mm) AFF	P	150 (15)	300 (30)	600 (60)	M	50 (5)	100 (10)	200 (20)

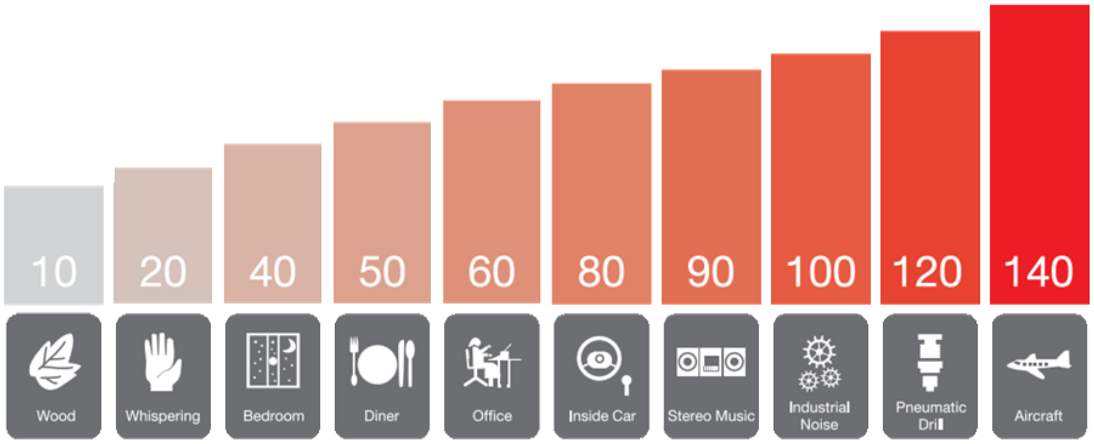
Source: Illuminating Engineering Society of North America. *The Lighting Handbook*. 10th ed. © 2011: used with permission. The I-P unit soft conversions were developed by the authors of this book.

[a]Combination of daylighting and electric lighting strategies can be employed to achieve target values during daylight hours. Daylighting may require unconventional approaches.

อ้างอิงจาก Mechanical and Electrical Equipment For Building. 12nd. Edition, 2014(Stein 2014)

2.3 คุณภาพเสียงในอาคาร (Acoustics)

ปัจจัยด้านเสียงรบกวนในอาคารเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการใช้อาคารและส่งผลต่อรูปแบบสถาปัตยกรรมที่ห่อหุ้ม โดยปกติลักษณะของเสียงประกอบด้วยระดับของเสียง (Sound level) และความถี่ของเสียง (Frequency) โดยที่ระดับของเสียงมีหน่วยเป็นเดซิเบล (Decibel, dB) หมายถึงปริมาณระหว่างความเข้มของเสียง (Intensity) กับความเข้มเสียงฐาน (Threshold of hearing) มีค่าเท่ากับ 10^{-16} วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือเท่ากับ1dB โดยที่ความดังของเสียงในระดับต่างๆทำให้มนุษย์เกิดการรับรู้ที่แตกต่างกัน(ชนิกานต์ ยิ้มประยูร 2556)



ภาพที่ 4 แสดงระดับเสียง (dB) ที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน SCG (2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

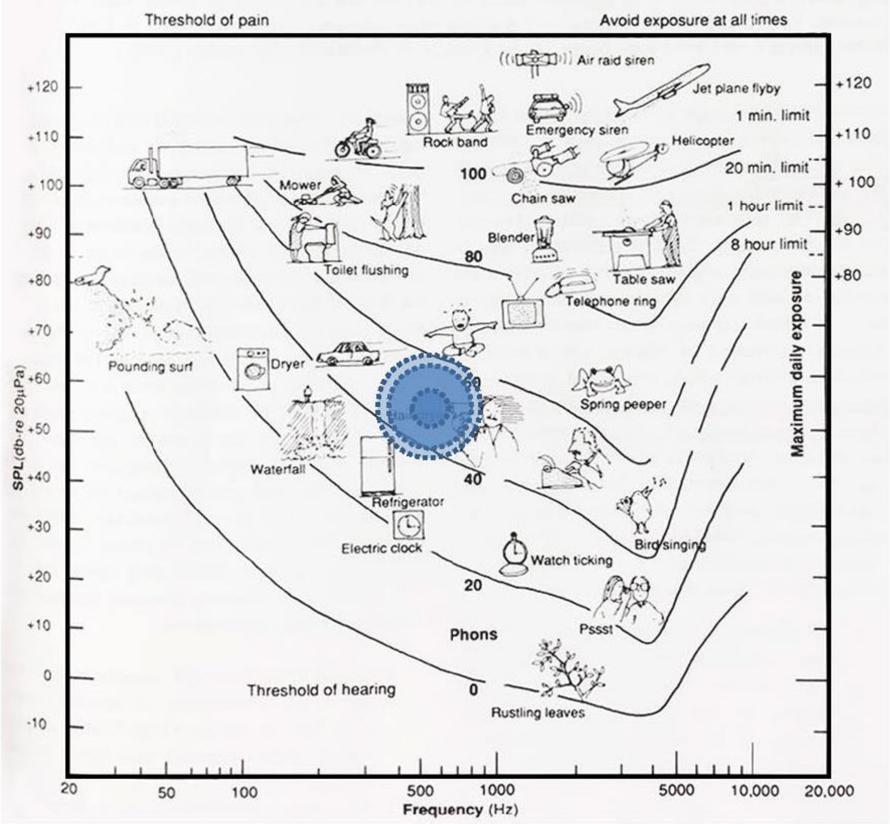
เสียงรบกวนหรือเสียงที่ไม่พึงปรารถนา ขึ้นอยู่กับความดังของเสียง (dB) และความถี่ของเสียง (Hz) โดยเสียงที่มีความถี่สูง จะรบกวนมากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ เสียงโทนเดียว (Pure Tone) จะรบกวนมากกว่าเสียงที่ประกอบไปด้วยเสียงหลายๆเสียง

ความถี่ (Hertz) เป็นปริมาณที่แสดงว่าคลื่นเคลื่อนที่ไปได้กี่ลูกในหนึ่งวินาที หน่วยของความถี่คือ รอบต่อวินาที หรือ เฮิร์ตซ์ (Hartz: Hz) โดยความถี่ของเสียงที่หูมนุษย์ได้ยินจะอยู่ในช่วง 20-20,000 Hz เสียงแหลมสูงเป็นเสียงที่มีความถี่สูง และเสียงทุ้มต่ำเป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำ

ตารางที่ 3 แสดงค่ามาตรฐานความดังเสียงในการใช้การห้องสมุด

ตัวอย่างเสียง	**ความดังเสียง**	**ความรู้สึก**
เสียงเครื่องบินเจ็ต	140 dB	ดังสุดๆ
เริ่มปวดหู	130 dB	
เสียงคอนเสิร์ตเพลงร็อค	120 dB	
เสียงผับเปิดเพลงแดนซ์	110 dB	
เสียงโรงงาน	100 dB	ดังมาก
เสียงเครื่องตัดหญ้า	90 dB	
เสียงนกหวีด	80 dB	ดัง
เสียงเครื่องดูดฝุ่น	70 dB	
เสียงพูดคุยทั่วไป	60 dB	ปานกลาง
เสียงฝนตกเบาๆ	50 dB	
เสียงภายในห้องสมุด	40 dB	เบา
เสียงห้องนอนตอนกลางคืน	30 dB	
เสียงกระซิบ	20 dB	เบามาก
เสียงลมหายใจ	10 dB	
เริ่มได้ยิน	0 dB	

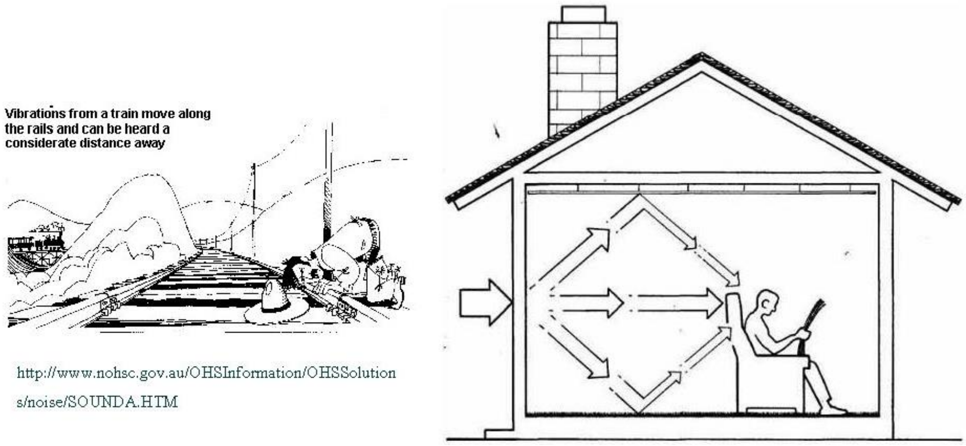
ตารางที่ 4 แสดงค่ามาตรฐานความดังเสียงในลักษณะการใช้งานต่างๆ



ในการออกแบบเสียงในงานสถาปัตยกรรมสามารถแบ่งเป็น 2 หลัก คือ

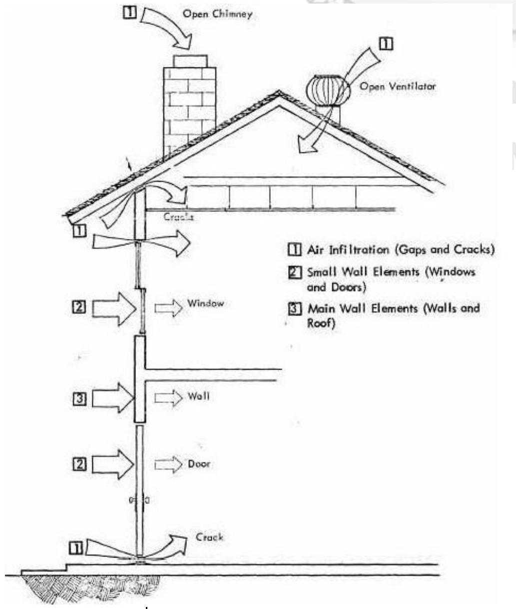
2.3.1 การออกแบบเพื่อป้องกันเสียงรบกวน (Noise Protection) ประกอบด้วย

– **Air Borne** คือการเดินทางของเสียงจากแหล่งกำเนิด ที่ทำให้เกิดเสียงรบกวนต่างๆในอาคาร



ภาพที่ 5 แสดงการเดินทางทางเสียงรบกวนจากแหล่งต่างๆจากสิ่งแวดล้อมภายนอกสู่ภายใน Alexander (2017)

– **Transmission Loss** คือค่าการสูญเสียการส่งผ่านเสียง พลังงานเสียงมีจำนวนเดซิเบล (dB) ลดลงเมื่อส่งผ่านโครงสร้าง



ภาพที่ 6 แสดงแนวทางในการลดความดังของเสียงจากสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร ที่มา Alexander (2017)

– **Equal loudness curve / NC Curve / RC Curve / STC** คือค่ามาตรฐานความดังเสียงที่คลื่นความถี่เสียงระดับต่างๆ

ตารางที่ 5 แสดงค่ามาตรฐานความดังเสียงในอาคาร

Criteria for Acceptable HVAC Noise Levels in Unoccupied Rooms

Occupancy	Preferred	Alternate
Private residences	RC 25-30 (N)	NC 25-30
Apartments	RC 30-35 (N)	NC 30-35
Hotels/Motels		
Individual rooms or suites	RC 30-35 (N)	NC 30-35
Meeting/banquet rooms	RC 30-35 (N)	NC 30-35
Halls, corridors, lobbies	RC 35-40 (N)	NC 35-40
Service/support areas	RC 40-45 (N)	NC 40-45
Offices		
Executive	RC 25-30 (N)	NC 25-30
Conference rooms	RC 25-30 (N)	NC 25-30
Private	RC 30-35 (N)	NC 30-35
Open-plan areas	RC 35-40 (N)	NC 35-40
Business machines/computers	RC 40-45 (N)	NC 40-45
Public circulation	RC 40-45 (N)	NC 40-45
Hospitals and clinics		
Private rooms	RC 25-30 (N)	NC 25-30
Wards	RC 30-35 (N)	NC 30-35
Operating rooms	RC 25-30 (N)	NC 25-30
Laboratories	RC 35-40 (N)	NC 35-40
Corridors	RC 30-35 (N)	NC 30-35
Public Areas	RC 35-40 (N)	NC 35-40
Churches	RC 30-35 (N)	NC 30-35
Schools		
Lecture and classrooms	RC 25-30 (N)	NC 25-30
Open-plan classrooms	RC 35-40 (N)	NC 35-40
Libraries	RC 35-40 (N)	NC 35-40
Courtrooms	RC 35-40 (N)	NC 35-40
Legitimate theaters	RC 20-25 (N)	NC 20-35
Movie theaters	RC 30-35 (N)	NC 30-35
Restaurants	RC 40-45 (N)	NC 40-45
Concert and recital halls	RC 15-20 (N)	NC 15-20
Recording studios	RC 15-20 (N)	NC 15-20
TV studios	RC 20-25 (N)	NC 20-25

อ้างอิงจาก Mechanical and Electrical Equipment For Building Stein (2014)

– **Materials** วัสดุเป็นปัจจัยที่มีผลต่อเสียงเนื่องจากมีค่าการสะท้อนและการดูดซับเสียง ในแต่ละวัสดุจะมีค่าการสะเทือนและดูดซับเสียงที่แตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งานในอาคาร

ตารางที่ 6 แสดงค่าTransmission Loss ของเสียงในวัสดุต่างๆ

Typical Average[a] Transmission Loss

Barrier Construction	*Surface Weight (lb/ft²)*	*Transmission Loss (db)*
3/16-in. plate glass	2.5	20
1/4-in. asbestos—cement sheet	3.0	21
2-in. plaster on wire lath	15	34
3-in. cinder block	25	39
4-in. concrete	50	45
8-in. brick, plastered	80	50
12-in. brick, plastered	120	53

[a]Over the frequency range of 150 to 3000 Hz.

อ้างอิงจาก Mechanical and Electrical Equipment For Building Stein (2014)

2.3.2 การออกแบบคุณภาพเสียง (Sound Quality) ประกอบด้วย

– **RT60** คือค่าการสะเทือนกลับของเสียง (Reverberation Time: RT60) มีค่ามาตรฐานในการใช้งานพื้นที่ต่างๆไม่เหมือนกัน สามารถคำนวณได้จากสมการ (Reverberation Time, RT60)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(Reverberation Time, RT60) $$RT(60) = \frac{0.16\times v}{\sum S\alpha}$$

RT(60) = reverberation time (sec)

V = ปริมาตรของห้อง, m^3

S = พื้นที่ผิวของห้อง, m^2

a = สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

Σ = ค่าการดูดซับเสียงรวมของห้อง, (Sabine, m^3)

ในการคำนวณค่าคงที่ในสมการสามารถใช้ค่าที่ได้จากตารางดังนี้

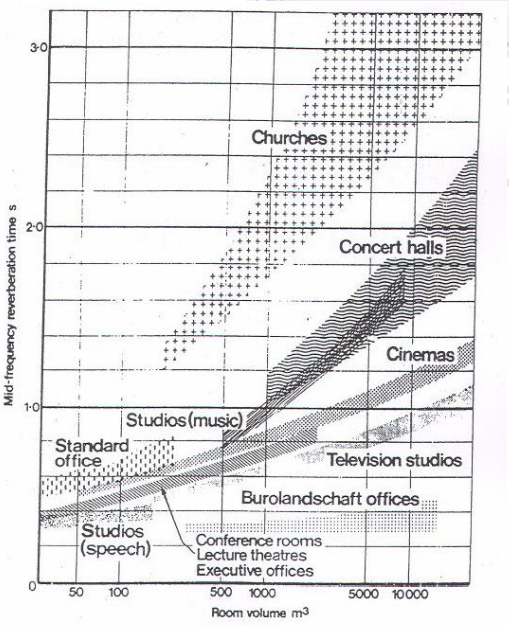
ตารางที่ 7 แสดงค่าคงที่ในสมการ การงานค่าการสะเทือนกลับของเสียง (Reverberation Time: RT60)

	Sound Absorption Coefficients at frequency					
Nature of Surface	125	250	500	1000	2000	4000
Acoustic tile, rigid mount	0.2	0.4	0.7	0.8	0.6	0.4
Acoustic tile, suspended	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7	0.5
Acoustical plaster	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7	0.7
Ordinary plaster, on lath	0.2	0.15	0.1	0.05	0.04	0.05
Gypsum wallboard, 1/2" on studs	0.3	0.1	0.05	0.04	0.07	0.1
Plywood sheet, 1/4" on studs	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
Concrete block, unpainted	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3
Concrete block, painted	0.1	0.05	0.06	0.07	0.1	0.1
Concrete, poured	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Brick	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
Vinyl tile on concrete	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Heavy carpet on concrete	0.02	0.06	0.15	0.4	0.6	0.6
Heavy carpet on felt backing	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
Platform floor, wooden	0.4	0.3	0.2	0.2	0.15	0.1
Ordinary window glass	0.3	0.2	0.2	0.1	0.07	0.04
Heavy plate glass	0.2	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
Draperies, medium velour	0.07	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6
Upholstered seating, unoccupied	0.2	0.4	0.6	0.7	0.6	0.6
Upholstered seating, occupied	0.4	0.6	0.8	0.9	0.9	0.9
Wood seating, unoccupied	0.02	0.03	0.03	0.06	0.06	0.05
Wooden pews, occupied	0.4	0.4	0.7	0.7	0.8	0.7

Data from Hall, 2nd. Ed, Table 15.1

อ้างอิงจาก Mechanical and Electrical Equipment For Building. (Stein 1986.)

ตารางที่ 8 แสดงค่ามาตราฐานการสะเทือนกลับของเสียง (Reverberation Time: RT60)



อ้างอิงจาก Mechanical and Electrical Equipment For Building. Stein (2014)

ตารางที่ 9 ค่ามาตรฐานเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time) ในช่วงความถี่เสียง 500 Hz.

Location	Volume	Critical Distance D_c	Recommended RT60
Recording Studio	< 50 m^3	1.5 m	0.3 s
Classroom	< 200 m^3	2 m	0.4 - 0.6 s
Office	< 1'000 m^3	3.5 m	0.5 - 1.1 s
Lecture Hall	< 5'000 m^3	6 m	1.0 - 1.5 s
Concert Hall, Opera	< 20'000 m^3	11 m	1.4 - 2.0 s
Church			2 - 10 s

ค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (**Reverberation Time**) ในช่วงความถี่เสียง **500 Hz.** ควรจะอยู่ในช่วง **0.4 s – 1.5 s**

– **Echo** คือการสะท้อนไปมาของเสียง ขึ้นอยู่กับรูปทรงของแต่ละห้อง

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคาร เป็นปัจจัยที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรม เนื่องจากคนส่วนใหญ่ใช้เวลาทำกิจกรรมภายในอาคารมากถึงร้อยละ 90 ของการใช้เวลาทั้งหมด เพราะฉะนั้นคุณภาพอากาศในอาคาร จึงส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของผู้ใช้งานในอาคาร

คุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารมีปัจจัยอยู่ 4 อย่าง ได้แก่

1. ปัจจัยด้านความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort)
2. ปัจจัยด้านแสงสว่างในอาคาร (Lighting Comfort)
3. ปัจจัยด้านเสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics Comfort)
4. ปัจจัยด้านคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality: IAQ)

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality: IAQ) ตั้งแต่ปี ค.ศ.1970 เป็นต้นมา แต่ยังคงพบผลวิจัยที่สามารถระบุปัจจัยที่มีอิทธิได้แน่ชัด มีเพียงแค่การนิยาม

ความหมายของคุณภาพอากาศขึ้นมา ใน U.S. Environmental Protection Agency และ National Institute of Occupational Safety and Health ได้กำหนดนิยามของคุณภาพอากาศที่ดีไว้ดังนี้ คือ การนาอากาศเข้าและการกระจายอากาศที่เพียงพอ ไม่มีการสะสมของสารที่ไม่ทราบชนิดในปริมาณที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ หรืออากาศที่ความเข้มข้นของสารมลพิษนั้นไม่ถึงระดับที่เป็นอันตรายตามมาตรฐานและผู้ใช้พื้นที่จานวนร้อยละ 80 ขึ้นไปไม่รู้สึกถึงความไม่สบายต่าง ๆ หรือไม่เกิดความรู้สึกไม่พึงพอใจ รวมถึงการบำรุงรักษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยในบริเวณหายใจของผู้ใช้พื้นที่ (Breathing Zone) ซึ่งเป็นพื้นที่สูดอากาศหรือหายใจเข้าไป มีความสูงในช่วง 0.90-1.80 เมตรจากระดับพื้น และระยะ 0.60 เมตรจากผนังหรือเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอยู่กับที่ สถาบันอาคารเขียวไทย (2556)

คุณภาพอากาศแบ่งออกเป็น 4ระดับ

1. ระดับที่1 มวลสารพิษในอากาศมีน้อยมาก ทำให้ไม่มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม
2. ระดับที่2 มวลสารพิษในอากาศมีผลทำให้เกิดการกระตุ้นอวัยวะรู้สึก (Sensory Organs) เป็นอากาศที่มีพิษต่อพืช ลดการมองเห็น และมีผลร้ายอื่นๆต่อสิ่งแวดล้อม
3. ระดับที่3 มวลสารพิษในอากาศก่อให้เกิดโรคเรื้อรั้ง และมีผลต่อชีวิต ทำให้ชีวิตสั้นลง (Life Span)
4. ระดับที่4 มวลพิษในอากาศก่อให้เกิดโรคเฉียบพลัน และเป็นอันตรายต่อชีวิต

องค์กรอนามัยโลกได้แบ่งระดับความอันตรายของอากาศ 4 ระดับ และภาวะของคุณภาพอากาศที่รับได้ต้องมีความเข้มข้นของสารพิษที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้พื้นที่ โดยที่ 80% ของผู้ใช้พื้นที่ต้องไม่รู้สึกถึงความไม่สบายต่างๆ อ้างอิงจาก(American Society of Heating 2002) นอกจากนั้นยังมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพอากาศดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลต่อคุณภาพอากาศในอาคาร ได้แก่

1. ปัจจัยด้านผู้ใช้อาคาร สัมพันธ์กันต่อประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศในพื้นที่นั้นๆ
2. ปัจจัยด้านการใช้สอยอาคาร ลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้นกับการบำรุงรักษาที่เหมาะสม
3. ปัจจัยด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องมือทุ่นแรงในการทำงาน ยกตัวอย่างเช่น การใช้เครื่องถ่ายเอกสาร คอมพิวเตอร์ ปริ้นท์เตอร์ต่างๆ ที่มีการปล่อยสารระเหยออกสู่อากาศ
4. ปัจจัยด้านวัสดุ อุปกรณ์ตกแต่งอาคาร การตกแต่งอาคารด้วยเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ สารเคมีที่เจือปนอยู่กับวัสดุตกแต่งเหล่านั้น

5. ปัจจัยด้านคุณภาพอากาศภายนอกการผสมอากาศภายในกับภายนอกเพื่อทำให้เกิดการหมุนเวียนอากาศภายในอาคาร

6. ปัจจัยด้านการปรับอากาศ(HVAC) และระบบภายในอาคาร การระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพ ไม่เกิดจุลินทรีย์ และกลิ่นอับ

ตารางที่ 10 ปริมาณความต้องการของอากาศภายนอก (OUTDOOR AIR REQUIREMENTS)

สถานที่ใช้งาน (Functional area)	การสูบบุหรี่ (Smoking)	CFM per Person (Note B)		Air Changes per hour	CFM per SQ.ft. of floor Minimum (Note C)	Remarks
		Recom-mended	Minimum (Note C)			
Auditoriums		10		10-20		
Classrooms	None	40		10-30		NoteD
Department	None	7.50	5		0.05	
Stores	None	10	7.5		0.10	NoteD,F
Factories						
Hospitals	None	-		10-15	2.00	NoteD,F
Operating	None	30	25		0.33	
Rooms	Heavy	30	25		0.33	NoteF,G
Privates		-	-	10-30	4.00	
Rooms	Very	50	30		1.25	
Hotel -Rooms	Heavy	15	10	6-20	0.25	
Restaurant	Some	25	15		0.25	
Kitchens	None	30	25		0.25	
Meeting Rooms	Considerabl	10	12	6-20		
Offices General	e	10	7.50	18-22		
Private	Considerabl					
Private	e					Note E
Restaurant						Note D
Dining Rooms						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Retail Stores	None					
Theaters	None					

ตารางที่ 11 แสดงชนิดและแหล่งที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของอากาศภายในอาคาร

Indoor Air		Typical Substances		Cure
Contamination Source	Emission Source	VOCs	Others	
Human Being	Breath	Acetone, Ethanol Isoprene		Demand controlled ventilation
		Carbon dioxide		
		Humidity		
	Skin Respiration & Transpiration	Nonanal, Decanal, α-Pinene		
		Humidity		
	Flatus	Methane, Hydrogen		
	Cosmetic	Limonene, Eucalyptol		
	Household Supplies	Alcohols, Esters, Limonene		
	Combustion (Engines, Appliances, Tobacco Smoke)	Unburnt Hydrocarbons		
		Carbon monoxide		
		Carbon dioxide		
		Humidity		
Building Material Furniture Office	Paints, Adhesives, Solvents, Carpets	Formaldehyde, Alkanes, Alcohols, Aldehydes, Ketones, Siloxanes		Permanent 5-10 % ventilation
	PVC	Toluene, Xylene, Decane		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Equipment Consumer Products	Printers, Copiers, Computers	Benzene, Styrene, Phenole	

2.4.1 ความเจ็บป่วยที่เกิดจากคุณภาพอากาศภายในอาคาร

แบ่งความเจ็บป่วยที่เกิดจากคุณภาพอากาศภายในอากาศเป็น 2 ประเภท คือ

1. **Sick Building Syndrome: SBS** คืออาการที่ผู้ใช้อาคารมากกว่า 20% มีลักษณะการเจ็บป่วยจากการใช้อาคารนานติดต่อกันมากกว่า 2 สัปดาห์ โดยที่มีลักษณะอาการดังนี้ ระคายเคืองหรือแสบตา แสบคอ คัดจมูก น้ำมูกไหล มีอาการอื่นๆคล้ายกับหวัด ปวดศีรษะ มึนศีรษะ ไม่มีสมาธิในการทำงาน
2. **Building Related Illness: BRI** ส่วนใหญ่จะมีลักษณะอาการที่เป็นโรคภูมิแพ้ โรคติดต่อบางประเภท อาการแพ้สารฟอร์มัลดีไฮด์ และความเสี่ยงระยะอาจจะทำให้เป็นโรคมะเร็งได้ เช่น การได้รับสารจากเรดอน เป็นต้น

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ (Historic Building)

อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ คืออาคารหรือสถาปัตยกรรมที่ก่อสร้างในอดีต มีระยะเวลาก่อสร้างมาอย่างช้านาน ทำให้รักษาไว้ซึ่งประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม ในบางวรรณกรรมอาจจะเรียกอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ว่าโบราณสถาน ซึ่งตามพระราชบัญญัติ โบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 เป็นหลัก ซึ่งได้มีการให้ความหมายของคำว่า “โบราณสถาน” ไว้อย่างหลากหลาย โดยทางสากลให้คำจำกัดความตรงกับ คำว่า “Monuments and sites หมายถึง อนุสรณ์สถานและบริเวณ มิได้ครอบคลุมเฉพาะงานก่อสร้างทางสถาปัตยกรรมอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังหมายถึงสถานที่ตั้งของเมืองและชุมชน ซึ่งพบหลักฐานของอารยะธรรมอย่างหนึ่งอย่างใดเป็นพิเศษในบริเวณนั้น ซึ่งเป็นหลักฐานความเจริญก้าวหน้าที่สำคัญหรือเป็นหลักฐานเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ความหมายนี้มิได้จำเพาะงานศิลปะที่ยิ่งใหญ่เท่านั้น แต่ยังใช้กับผลงานตามความสำคัญที่มีผู้สร้างในอดีตและตกทอดมาเป็นมรดกทางวัฒนธรรมในปัจจุบัน”[5](นิคม มูสิกะคามะ 2535) สำหรับประเทศไทยได้ใช้พระราชบัญญัติโบราณสถาน

[5] นิคม มูสิกะคามะ, <u>แนวปฏิบัติในการสงวนรักษาโบราณสถานตามพระราชบัญญัติ โบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 แก้ไขเพิ่มเติม</u>

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 ซึ่งถือเป็นกฎหมายหลักและเป็นเครื่องมือสำหรับอนุรักษ์และคุ้มครองโบราณสถาน โดยให้ความหมาย ไว้ดังนี้ "โบราณสถาน หมายความว่าอสังหาริมทรัพย์ ซึ่งโดยอายุหรือ โดยลักษณะแห่งการก่อสร้างหรือโดยหลักฐานเกี่ยวกับประวัติของอสังหาริมทรัพย์นั้น เป็นประโยชน์ในทางศิลปะประวัติศาสตร์หรือโบราณคดี ทั้งนี้ให้รวมถึงสถานที่ที่เป็นแหล่งโบราณคดี แหล่งประวัติศาสตร์ และอุทยานประวัติศาสตร์ด้วย"[6](กรมศิลปากร สำนักโบราณคดี 2548)

การศึกษาเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์เพื่อการใช้งานในยุคปัจจุบัน มีกรณีศึกษาคืออาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ที่อยู่ในยุครัตนโกสินทร์ จึงมีการศึกษารูปแบบทางสถาปัตยกรรมที่อยู่ในยุคสมัยเดียวกัน จากข้อมูลงานวิจัยของ จตุญาณ หัทยานันท์ เรื่อง การอนุรักษ์โบราณสถานในเกาะรัตนโกสินทร์ พ.ศ.2521 - 2549 : กรณีศึกษาเชิงประวัติศาสตร์(จตุญาณ หัทยานันท์ 2549) พบโบราณสถานในเกาะรัตนโกสินทร์ที่สำคัญ ดังนี้ บริเวณวัดพระศรีรัตนศาสดาราม และพระบรมมหาราชวัง ในเขตเกาะรัตนโกสินทร์ชั้นใน พบ วัดพระศรีรัตนศาสดารามและพระบรมมหาราชวัง วัดมหาธาตุยุวราชรังสฤษฎิ์ อาคารที่ทำการกรมศิลปากร อาคารหอสมุดวชิราวุธ ทุงพระเมรุ (สนามหลวง) ท้องพระโรงตำหนักกลางวังท่าพระ ตำหนักพรรณราย ตึกแถวริมถนนหนาพระลาน และตึกแถวริมถนนมหาราช ทาชางวังหลวง

อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ยุครัตนโกสินทร์ เป็นอาคารที่คงความสมบูรณ์มากที่สุดในกลุ่มบันดาโบราณสถานทั้งหมด เนื่องจากมีการบำรุงดูแลรักษาเป็นอย่างดี อาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ จึงเป็นอาคารที่ยังคงรูปแบบงานสถาปัตยกรรมในอดีตอย่างสมบูรณ์ และมีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ที่สามารถใช้ศึกษาได้อย่างชัดเจน

พ.ศ. 2535, กรมศิลปากร กระทรวงศึกษาธิการ จัดพิมพ์เนื่องในโอกาสครอบรอบ 60 ปี ในการใช้พระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ (พ.ศ. 2478 - 2538), 12-13.

[6] กรมศิลปากร สำนักโบราณคดี. พระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 พร้อมด้วยกฎหมายที่เกี่ยวข้อง,พิมพ์ครั้งที่ 9/2548 (กรุงเทพฯ: สมาพันธ์, 2548), 27.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางการอนุรักษ์อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ในงานวิจัยเรื่องอาคารที่มีคุณค่า ในพื้นที่ต่อเนื่องกรุงรัตนโกสินทร์ฝั่งตะวันออก พบว่าการอนุรักษ์อาคารเก่ามีวิธีการ ดังนี้

- การป้องกันไม่ให้อาคารเสื่อมสภาพ (Protection)
- การคงสภาพของอาคาร (Preservation)
- การเสริมสภาพให้กับอาคาร (Consolidation)
- การปฏิสังขรณ์ (Restoration)
- การปรับปรุงอาคารเก่ามาใช้ใหม่ (Rehabilitation)
- การสร้างองค์ประกอบเลียนแบบของเดิม (Reproduction)
- การสร้างขึ้นใหม่ (Reconstruction)

ในการอนุรักษ์อาคารที่มีคุณค่า ควรคำนึงถึงสิ่งสำคัญอีก 2 ประการ คือการรักษาความแท้และบูรณภาพ กับการเลือกวิธีการอนุรักษ์

การรักษาความแท้และบูรณภาพ

ความแท้ (authenticity) หมายถึง คุณสมบัติที่ทำให้อาคารนั้นยังคงคุณค่าได้ โดยทั่วไปประกอบไปด้วยข้อพิจารณา 4 ประการ ได้แก่ ความแท้ทางด้านวัสดุ ความแท้ทางด้านรูปแบบ ความแท้ทางด้านฝีมือช่าง และความแท้ทางด้านสภาพโดยรอบ หากอาคารใด สามารถรักษาความแท้ได้ครบทั้ง 4 ประการ อาคารนั้นจะยังคงทรงคุณค่าอยู่ตลอดไป

• ความแท้ทางด้านวัสดุ (authenticity in material) หมายถึง การรักษาวัสดุ ก่อสร้างดั้งเดิมของอาคารไว้ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นของดั้งเดิมที่ติดมากับตัวอาคาร เมื่อพบว่าเกิดความเสียหายก็ให้เปลี่ยนได้โดยใช้วัสดุแบบเดิม เช่น บานหน้าต่าง เป็นไม้สัก เมื่อผุผังลงก็ให้เปลี่ยนเป็นบานไม้สักแบบเดิม

• ความแท้ทางด้านรูปแบบ (authenticity in design) หมายถึง การรักษารูปลักษณ์ ที่มาจากการออกแบบแต่ดั้งเดิม เช่น บานหน้าต่างดั้งเดิมเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แต่ต่อมาภายหลังได้มีการเปลี่ยนเป็นรูปทรงวงกลม ในการอนุรักษ์ที่ถูกต้องจะต้องทำการเปลี่ยนหน้าต่างวงกลมนั้นให้กลับมาสู่หน้าต่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังเดิม

• ความแท้ทางด้านฝีมือช่าง (authenticity in craftsmanship) หมายถึง การ รักษาวิธีการก่อสร้างตามแบบดั้งเดิม เช่น การซ่อมแซมลวดลายปูนปั้น ไม่ควรนำ ลวดลายสำเร็จรูปมาติดตั้ง แต่ควรใช้วิชาการช่างฝีมือแบบโบราณ แต่หากหาช่าง ฝีมือไม่ได้ควรละเว้นไม่ดำเนินการ หรือที่มักมี

ปัญหาคือการใช้ปูนซิเมนต์แทนปูน แบบโบราณที่มีส่วนผสมต่างกัน ซึ่งในการอนุรักษ์ที่ถูกต้องควรใช้วัสดุตามแบบดั้งเดิม

• การรักษาความแท้ทางด้านภาพโดยรอบ (authenticity in setting) หมายถึง การรักษาสภาพแวดล้อมหรือพื้นที่โดยรอบให้ไม่เกิดการรบกวนอาคารอนุรักษ์ให้ มากที่สุด ในข้อนี้มักดำเนินการได้ยากในเขตเมืองเนื่องจากสิทธิในที่ดินและทรัพย์สิน ของเจ้าของที่ดินแต่ละคน โดยมากจะเกี่ยวข้องกับการต่อเติมอาคาร การควบคุม ความสูงและขนาดอาคาร (กองจัดรูปที่ดินและปรับปรุงฟื้นฟูเมือง สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร 2558)

บูรณภาพ (Integrity)

คำว่า บูรณภาพ หมายถึง ภาพรวมที่สมบูรณ์ แบ่งเป็น 2 ลักษณะที่ต้องทำร่วมกัน ได้แก่ องค์รวม (wholeness) และการไม่ถูกรบกวน (intactness)

• องค์รวม หมายถึง การที่องค์ประกอบต่างๆ ของอาคารยังอยู่ครบ ดังนั้น หาก รักษาความแท้ได้ทุกด้าน ก็จะทำให้รักษาองค์รวมไว้ได้

• การไม่ถูกรบกวน หมายถึง การรักษาไว้ซึ่งสภาพดั้งเดิมโดยไม่ต่อเติมเสริมใหม่ หรือตัดองค์ประกอบสำคัญออก ในปัจจุบัน การไม่ถูกรบกวนทำได้ยากเพราะมี อุปกรณ์ติดตั้งอาคารมากมาย เช่น เครื่องปรับอากาศ เสาอากาศ เสาดาวเทียม ป้ายโฆษณา ดังนั้น อาคารที่แม้จะมีการรักษาความแท้ไว้ได้ดีแต่หากมีการติดตั้ง ป้ายโฆษณา หรือเสาอากาศ หรือเครื่องอุปกรณ์ต่างๆ ก็จะทำให้ไม่สามารถรักษา บูรณภาพไว้ได้ (กองจัดรูปที่ดินและปรับปรุงฟื้นฟูเมือง สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การปรับประโยชน์ใช้สอยในอาคารเก่า ยังคงยึดหลักเกณฑ์การรักษาสภาพอาคารให้คงเดิม แต่ในการอนุรักษ์อาคารให้เกิดประโยชน์ในสภาพแวดล้อมและเศรษฐกิจยุคปัจจุบัน โดยการเพิ่มหรือปรับเปลี่ยนประโยชน์ใช้สอย เป็นทางเลือกหนึ่งที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้อาคารเก่ายังมีชีวิตต่อไปได้ (ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ 2552) ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานอาคารเก่าจากการปรับโยชน์ใช้สอยอาคารให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมปัจจุบัน มีอยู่ 2 อย่างคือ

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวอาคาร คือ โครงสร้าง วัสดุ งานระบบต่างๆในอาคาร ได้แก่ระบบผนัง ระบบหลังคา และระบบพื้นอาคาร โดยส่วนมากปัญหาเกิดขึ้นจากการใช้ระบบปรับอากาศในอาคารเก่า บางครั้งทำให้วัสดุในอาคาร เช่นสี หรือวัสดุที่เป็นไม้เกิดการกรุกร่อน และเกิดการรั่วซึมของอากาศ

ปัญหาผู้ใช้อาคารและการใช้สอยอาคาร คือ การมีพื้นที่ใช้สอยจำกัดในอาคารเก่า และข้อจำกัดใช้การต่อเติมหรือปรับปรุงทำให้ประสิทธิภาพของใช้อาคารลดลง

การปรับประโยชน์ใช้สอยอาคารเก่าในอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ ส่วนใหญ่มีการติดระบบปรับอากาศในบางจุดที่มีการรั่วซึมอากาศ ทำให้ไม่สามารถควบคุมในเรื่องของการใช้พลังงานในอาคารได้มาก และในพื้นที่ที่ไม่สามารถปรับอากาศพบปัญหาความร้อนในอาคาร ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกร้อนเกินไป และปัญญาด้านแสงสว่าง ด้านเสียง ด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร ถูกพบเป็นปัญหารองลงมา การวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเรื่องเทคโนโลยีการก่อสร้างอาคาร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาวะสบายของมนุษย์ในการใช้อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์

เทคโนโลยีการก่อสร้างสถาปัตยกรรมในสมัยอดีต

ยุคอดีตสถาปัตยกรรมในประเทศไทยใช้ภูมิปัญญาและวัสดุที่มีอยู่ในพื้นที่ก่อสร้างอาคาร เช่น การเผาดินให้เกิดความแข็งแกร่งเพื่อนำไปใช้เป็นวัสดุก่อ และรับน้ำหนักโครงสร้างทั้งหมด หรือเรียกว่าโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก (Wall bearing) รูปแบบอาคารหรือสถาปัตยกรรมในอดีตจึงมีลักษณะที่เป็นอาคารมวลสารมาก คือน้ำหนักของตัวอาคารมากกว่า 195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อ้างอิงจากANSI/ASHRE STANDARD90. 1-2007 ยุคต่อมาเทคโนโลยีพัฒนาทำให้กระบวนการผลิตวัสดุมีความแข็งแกร่งมากขึ้น ผนังรับน้ำหนักถูกแทนที่ด้วยระบบเสาคาน (Skeleton Frame or Column and Beam) จึงทำให้อาคารในยุคต่อมามีน้ำหนักอาคารน้อยลง จนถึงยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมทางฝั่งตะวันตก มีการคิดค้นวัสดุใหม่ขึ้น เช่น กระจก เหล็ก เป็นต้น ส่งผลให้รูปแบบอาคารในยุคนั้นได้รับอิทธิพลจากเทคโนโลยีตะวันตก อาคารจึงมีลักษณะลดทอนโครงสร้าง มวลสารมีน้ำหนักน้อยกว่าอาคารในยุคอดีต เพราะมีการใช้วัสดุเหล็กที่มีความแข็งแกร่งมากกว่าแทนวัสดุดินเผาแบบในอดีต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การจำกลุ่มอาคารโดยใช้เกณฑ์มวลสารอาคาร (Thermal Mass) เพื่อเป็นหลักในการใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แบ่งกลุ่มอาคารออกเป็น 3 ประเภท คืออาคารมวลสารน้อย (อัตราส่วนน้ำหนักวัสดุผนังต่อพื้นที่ใช้งาน) น้อยกว่า 125 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อาคารส่วนใหญ่ประกอบด้วยไม้ เช่น เรือนพญาวงศ์ หอไตร พระตำหนักทับขวัญ(สรรสุดา เจียมจิต 2548) เป็นต้น

- อาคารสารมวลกลาง (อัตราส่วนน้ำหนักวัสดุผนังต่อพื้นที่ใช้งาน) ระหว่าง 125-195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อาคารส่วนใหญ่เป็นผนังก่ออิฐชั้นเดียว เช่น เรือนภรตราชา อาคารศาลาเฉลิมพระเกียรติ เทศบาลนครหาดใหญ่ อาคารเรียนพลราชมวิทยากร (สรรสุดา เจียมจิต 2548) เป็นต้น

- อาคารมวลสารมาก (อัตราส่วนน้ำหนักวัสดุผนังต่อพื้นที่ใช้งาน) มากกว่า 195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อาคารมีลักษณะผนังก่ออิฐหนากว่าปกติ คือมีความหนามากกว่า 60 เซนติเมตร เช่น อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ อาคารมหาวชิราวุธ พระอุโบสถ(สรรสุดา เจียมจิต 2548) เป็นต้น

ในการวิเคราะห์อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ นอกจากเรื่องระยะเวลาหรืออายุของอาคาร เทคโนโลยีในการสร้างเป็นสิ่งที่สามารถบอกถึงอาคารแต่ละยุคสมัยได้อย่างแม่นยำ การที่มีรูปแบบอาคารที่หลากหลายในแต่ยุคสะท้อนให้เห็นถึงวิวัฒนาการของประเทศได้เป็นอย่างดี แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาอย่างไม่มีที่สิ้นสุดของประเทศ เพราะฉะนั้นการศึกษาอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการสร้างรูปแบบอาคารใหม่ในยุคปัจจุบัน และรักษาอาคารที่มีคุณค่าในอดีตไว้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในยุคปัจจุบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

อาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ เป็นสถาปัตยกรรมที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ และทรงคุณค่าทางปัญญาแก่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมาแต่ช้านาน ปัจจุบันเกิดปัญหาการใช้งานอาคารอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพเนื่องจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไปไม่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมภายในอาคารประวัติศาสตร์แห่งนี้ การดำเนินการวิจัยจึงมีเงื่อนไขที่ต้องคำนึงควบคู่ไปกับการเสนอทางแก้ไขที่ถูกต้องและเหมาะสม คือการรักษาภาพลักษณ์ของงานสถาปัตยกรรมอนุรักษ์ไว้ ไม่ให้เกิดทัศนะที่ไม่ดีต่อผู้ที่เข้ามาใช้อาคารและเจ้าหน้าที่ โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

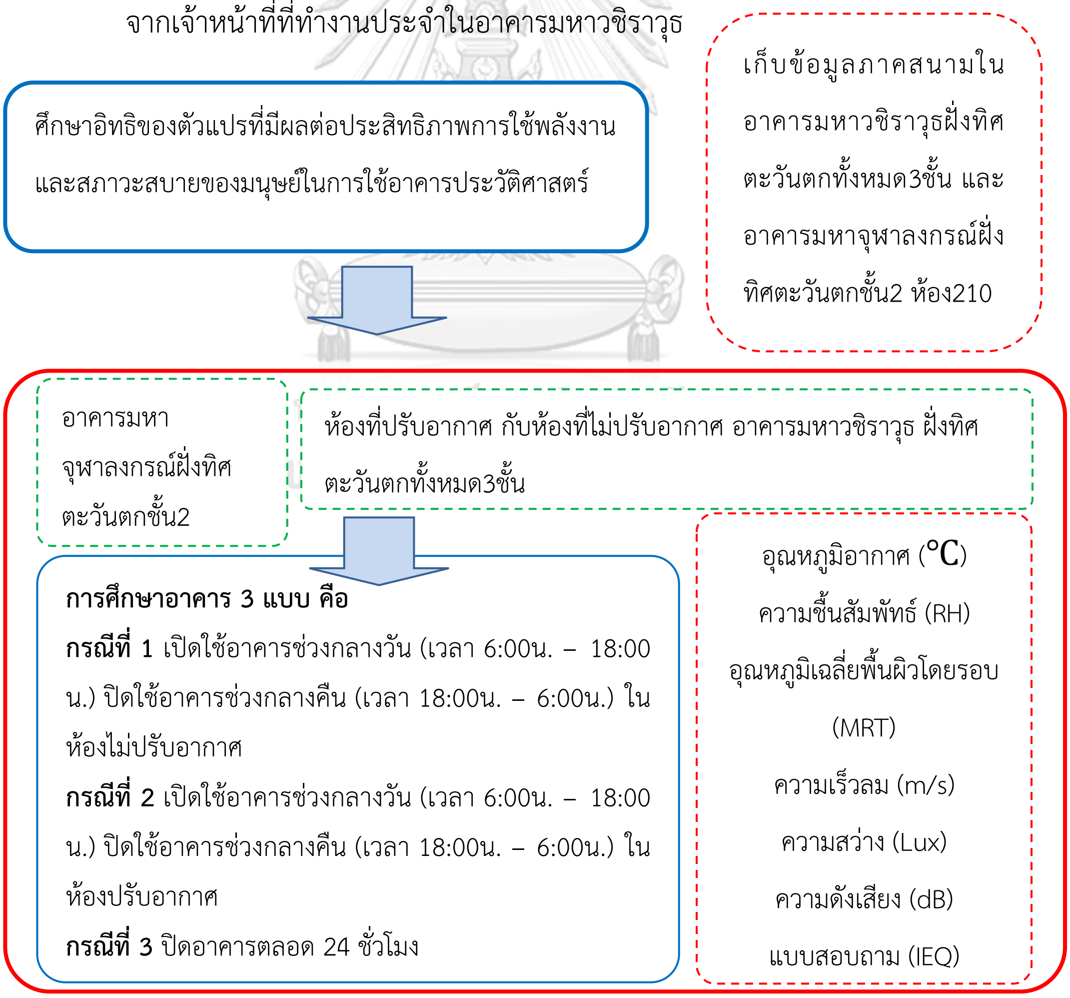
ตารางที่ 12 การเก็บข้อมูลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์เพื่อการใช้งานในยุคปัจจุบัน

ความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort)	**แสงสว่างในอาคาร** (Lighting)	**เสียงรบกวนในอาคาร** (Acoustics)	**คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร (IEQ)**
อุณหภูมิอากาศ	ค่าความสว่างของแสง	ค่าความดังของเสียง (Background Noise)	แบบประเมินความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคาร
ความชื้นสัมพัทธ์	แสงบาดตา	ค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time)	
อุณหภูมิพื้นที่ผิวเฉลี่ยโดยรอบภายในอาคาร	ทิศทางช่องเปิดในอาคาร		
ความเร็วลม			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางการเก็บข้อมูลในอาคารกรณีศึกษา แบ่งเป็น 4 ด้านคือ

1. ด้านความร้อนในอาคาร (Thermal comfort) โดยที่เลือกเก็บข้อมูลที่มีอิทธิพลต่อความร้อนในอาคารคือ ค่าอุณหภูมิอากาศในอาคาร ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ค่าอุณหภูมิพื้นที่ผิวเฉลี่ยโดยรอบในอาคาร และความเร็วลม ส่วนปัจจัยทางด้านบุคคลไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยนี้
2. ด้านแสงสว่างในอาคาร (Lighting comfort) เก็บข้อมูลด้านแสงสว่างที่ตกกระทบบนระดับโต๊ะทำงาน (Working plane) และแสงบาดตาในอาคาร
3. เสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics comfort) เก็บข้อมูลด้านค่าความดังของเสียง (Background Noise) ในหน่วย dBA และค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time) ในช่วงความถี่เสียง 500 Hz.
4. คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) วิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ร่วมกับแบบประเมินความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคารจากเจ้าหน้าที่ที่ทำงานประจำในอาคารมหาวชิราวุธ



ภาพที่ 7 รายละเอียดของการเก็บข้อมูลภาคสนาม

3.1 อาคารกรณีศึกษา

3.1.1 อาคารกรณีศึกษา อาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นรูปแบบสถาปัตยกรรมไทยอนุรักษ์ ตัวอาคารมีลักษณะที่เป็นอาคารมวลสารมาก เนื่องจากตัวผนังอาคารเป็นผนังก่ออิฐที่หนากว่าปกติ มีความหนาของผนัง 1เมตรโดยประมาณ มีรูปแบบสถาปัตยกรรมที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ควรค่าแก่การศึกษาและอนุรักษ์ไว้

ภาพที่ 8ทัศนียภาพภายนอกอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.2 ลักษณะสภาพแวดล้อมภายนอกรอบอาคาร

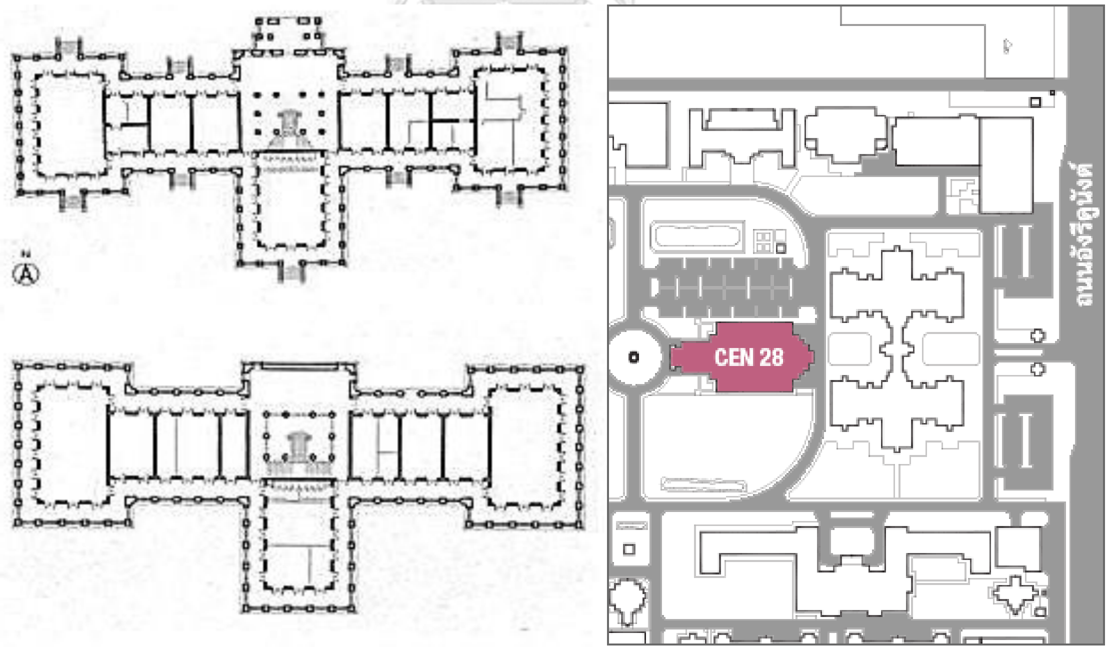
- อาคารทั้ง2หลัง หันหน้าไปทางทิศเหนือ และมีการเชื่อมต่อกันระหว่าง2อาคาร โดยที่อาคารทั้งสองมีรูปแบบทางสถาปัตยกรรมที่คล้ายกัน
- พื้นที่ภูมิทัศน์ระหว่างอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ เป็นสนามหญ้าที่มีบ่อน้ำอยู่ทางด้านทิศตะวันออก มีต้นไม้ขนาดกลางในบางพื้นที่
- ทิศเหนืออยู่ติดถนนภายในมหาวิทยาลัย มีต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดกลางด้านหน้าอาคาร
- ทิศใต้อาคารมหาจุฬาลงกรณ์อยู่ตรงข้ามกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดกลางอยู่จำนวนมาก
- ทิศตะวันตกอยู่ติดกับหอประชุมกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นคอนกรีต มีต้นไม้และพื้นที่สีเขียวน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.3 รูปแบบอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์

อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ หรือตึกบัญชาการออกแบบโดยสถาปนิกเอ็ดเวิร์ด ฮีลี และเอมิลิโอ โจวันนี กอลโล พ.ศ. 2464 (อ้างอิงจากปฐมศตวรรษ จุฬา สถาปัตยกรรม เล่ม 1 พ.ศ.2557 โดย ผศ. ดร.พีรศรี โพวาทอง) เป็นอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ในยุคแรก ก่อสร้างอาคารด้วยดินผสม ซึ่งภายหลังมีการใช้โครงสร้างแบบก่ออิฐถือปูน และใช้ผนังในการรับน้ำหนัก ลักษณะอาคารมีขนาดผนังที่หนาเพื่อใช้รับน้ำหนัก โครงหลังคาเป็นแบบทรงจั่วที่มีความชันมาก วัสดุมุงหลังคาส่วนใหญ่ใช้กระเบื้องดินเผา ส่วนอาคารมหาวชิราวุธ หรือหอสมุดกลาง ออกแบบโดย ศาสตราจารย์บุญยง นิโครธานนท์ สร้างขึ้นในพ.ศ. 2500 (พีรศรี โพวาทอง 2557) ถือว่าเป็นอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ยุคสมัยใหม่ แต่เนื่องด้วยอาคารมหาวชิราวุธ มีแนวคิดการออกแบบเดียวกับอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ จึงทำให้มีรูปแบบสถาปัตยกรรมที่เหมือนกัน ทั้งสองอาคารจัดอยู่ในกลุ่มอาคารประเภทที่มีมวลสารมาก

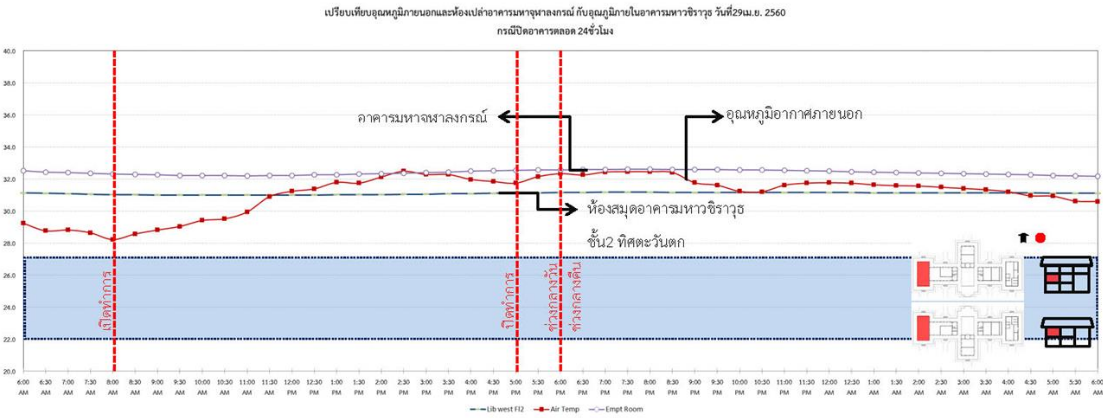
ขอบเขตของงานวิจัยนี้จึงเป็นชุดข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ที่เป็นอาคารมวลสารมาก



ภาพที่ 9 ผังพื้นและตำแหน่งอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 การหาจุดอ้างอิงระหว่างอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ (Reference Point)

จากการเก็บข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร ลักษณะกราฟอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ มีลักษณะกราฟที่เหมือนกัน คือมีค่าอุณหภูมิอากาศคงที่เมื่อไม่มีการใช้งานอาคาร สามารถวิเคราะห์ได้ว่าอาคารมหาวชิราวุธเป็นตัวแทนอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ในการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเจ็บป่วยในอาคารจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้งานของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศห้องที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน (อาคารมหาจุฬาลงกรณ์) และห้องที่มีการเปลี่ยนการใช้งาน (อาคารมหาวชิราวุธ) กรณีปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

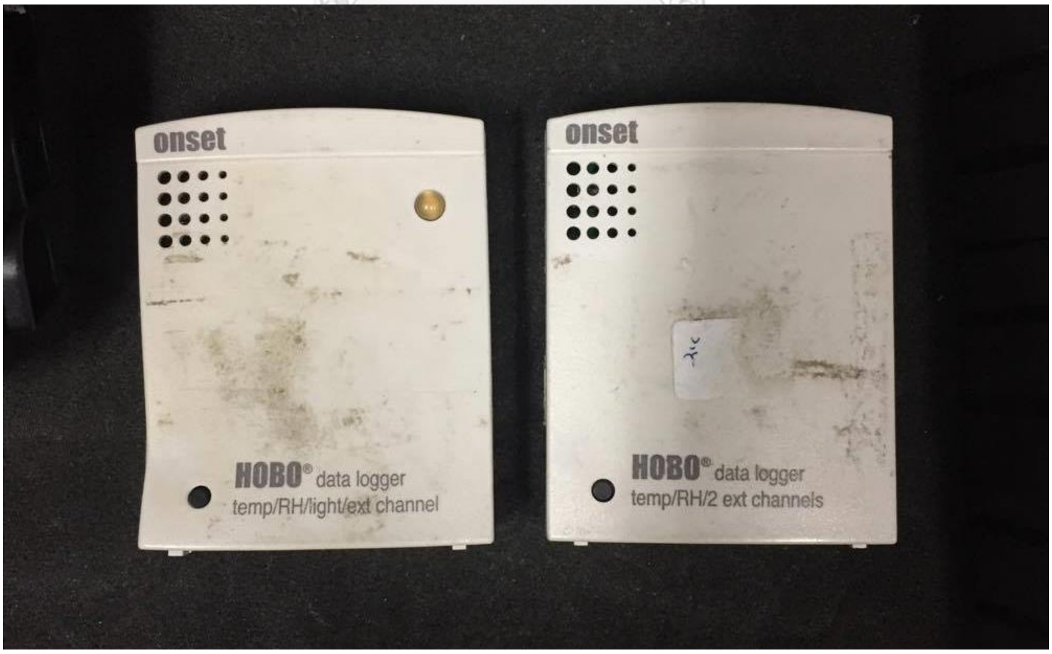
การเก็บข้อมูลภาคสนามจึงใช้อาคารมหาวชิราวุธเป็นตัวแทนของอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ซึ่งเป็นอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ที่มีการเป็นแปลงลักษณะการใช้งานในยุคปัจจุบัน เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะสบายของมนุษย์และประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารปัจจุบัน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลตัวแปรอิทธิของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาวะสบายของมนุษย์ในการใช้สถาปัตยกรรมไทยอนุรักษ์ มีดังนี้

- อุณหภูมิอากาศ (℃) ใช้อุปกรณ์ Data Logger จำนวน 9ตัว
- อุณหภูมิอากาศ (℃) ใช้อุปกรณ์ Laser Gun
- ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ใช้อุปกรณ์ Data Logger จำนวน 9ตัว
- ความสว่าง (Lux) ใช้อุปกรณ์ Lux meter จำนวน 1ตัว
- ความเร็วลม (M/s) ใช้อุปกรณ์ Air velocity meter แบบ Sensorวัดความเร็วลม จำนวน 1ตัว
- ความดังเสียง (dB) ใช้ระบบSound meter
- แบบสอบถาม (IEQ) จำนวน 12ชุด



ภาพที่ 11 อุปกรณ์ Data Logger ใช้ในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร

ภาพที่ 12 อุปกรณ์ Laser Gun ใช้ในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร

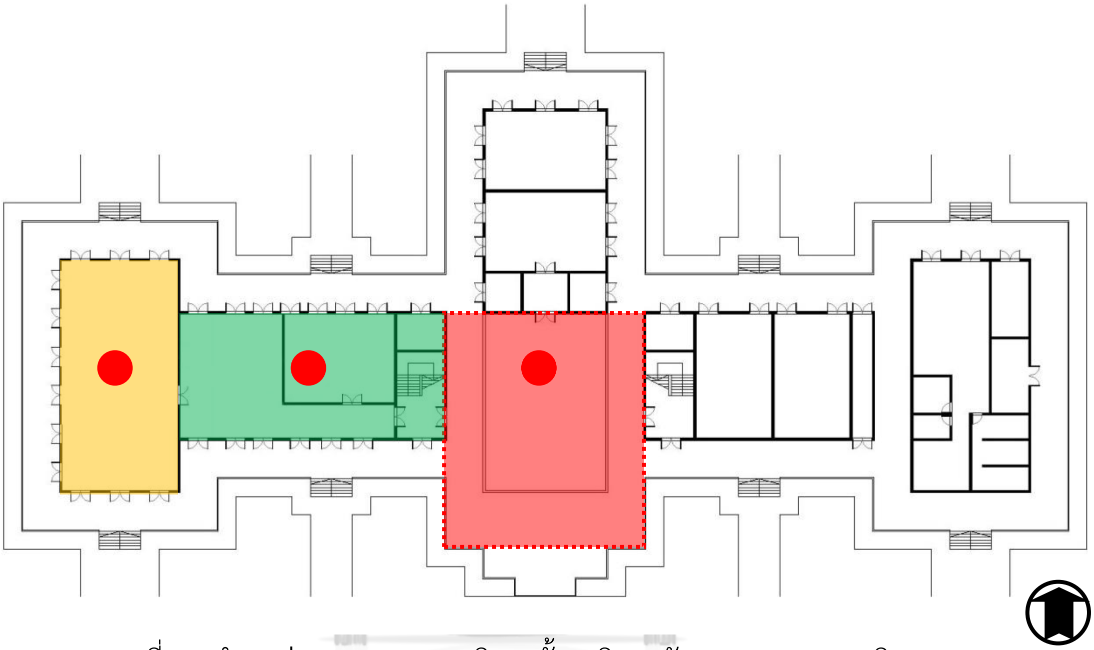
ภาพที่ 13 อุปกรณ์ Lux meter ใช้ในการวัดค่าแสงสว่างภายในและภายนอกอาคาร

ภาพที่ 14 อุปกรณ์ Air velocity meter แบบ Sensorวัดความเร็วลม

ภาพที่ 15 อุปกรณ์วัดความดังเสียงความดังเสียง (dB) Sound meter

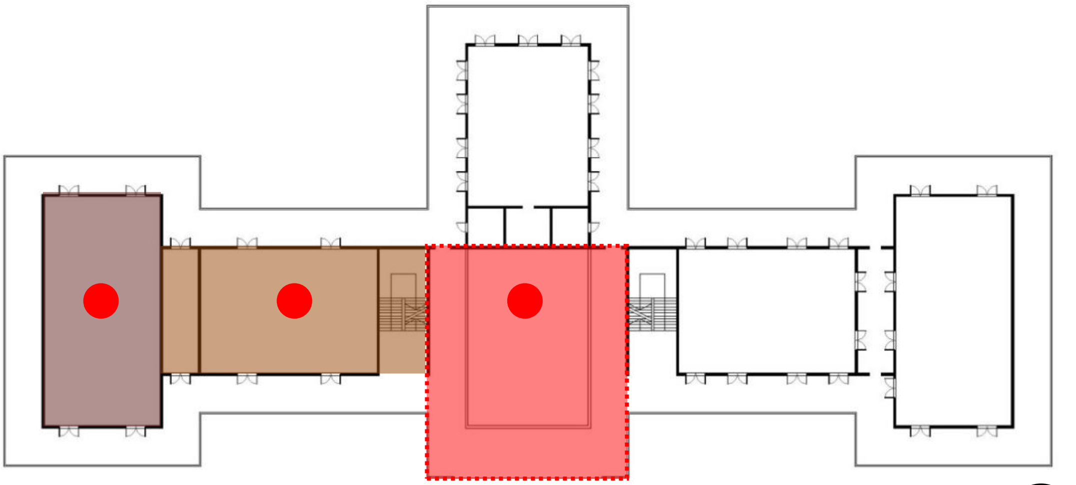
3.3.2 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือ

การติดตั้งเครื่องมือ Data Loggerในการเก็บข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort) ใช้ในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร อาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ติดตั้งในทิศตะวันตกของอาคารทั้งหมด 3ชั้น วางอุปกรณ์Data Logger ทั้งหมด 7ตำแหน่ง ติดตั้งอุปกรณ์Data Logger ภายในห้องชั้น2 อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ จำนวน 1ตำแหน่ง และติดตั้งอุปกรณ์Data Logger ภายนอกอาคารจำนวน 1 ตำแหน่ง

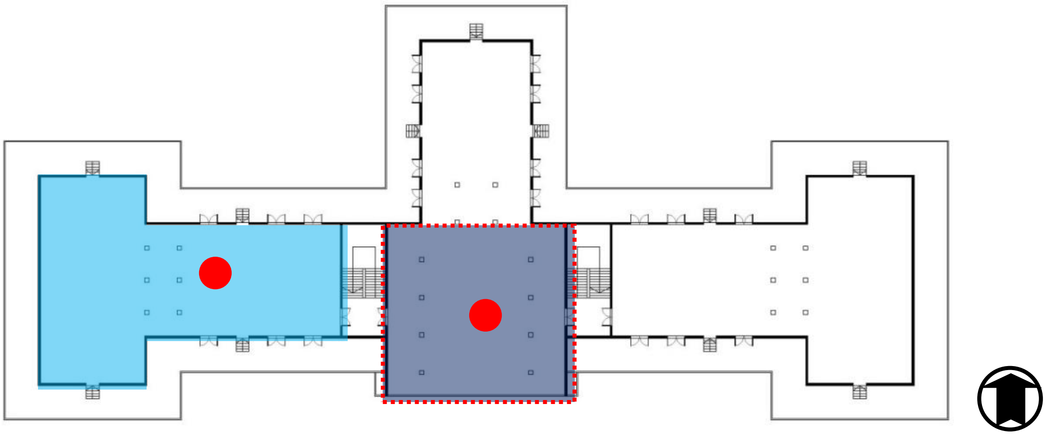


ภาพที่ 16 ตำแหน่งData Loggerบริเวณชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

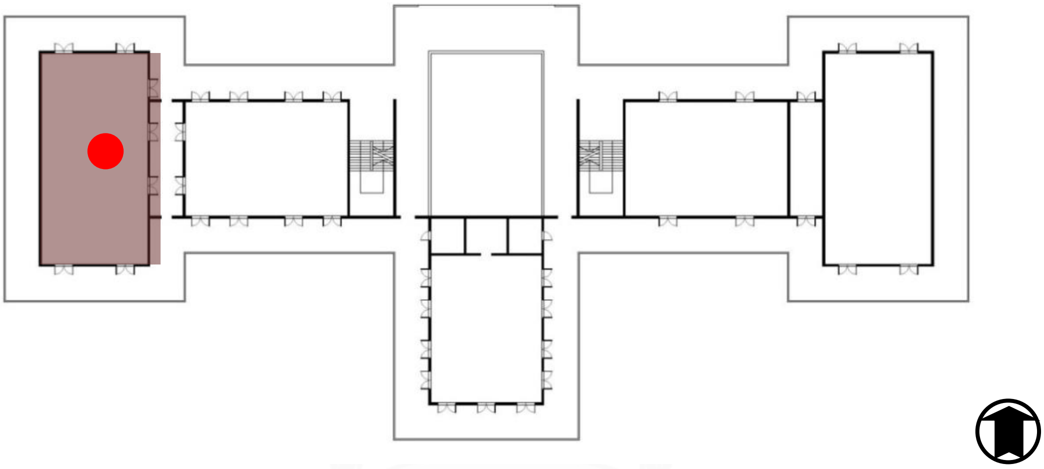
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



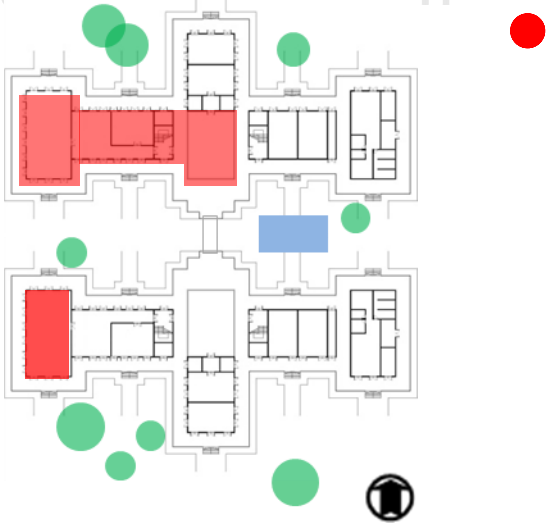
ภาพที่ 17 ตำแหน่งData Loggerบริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ



ภาพที่ 18 ตำแหน่งData Loggerบริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

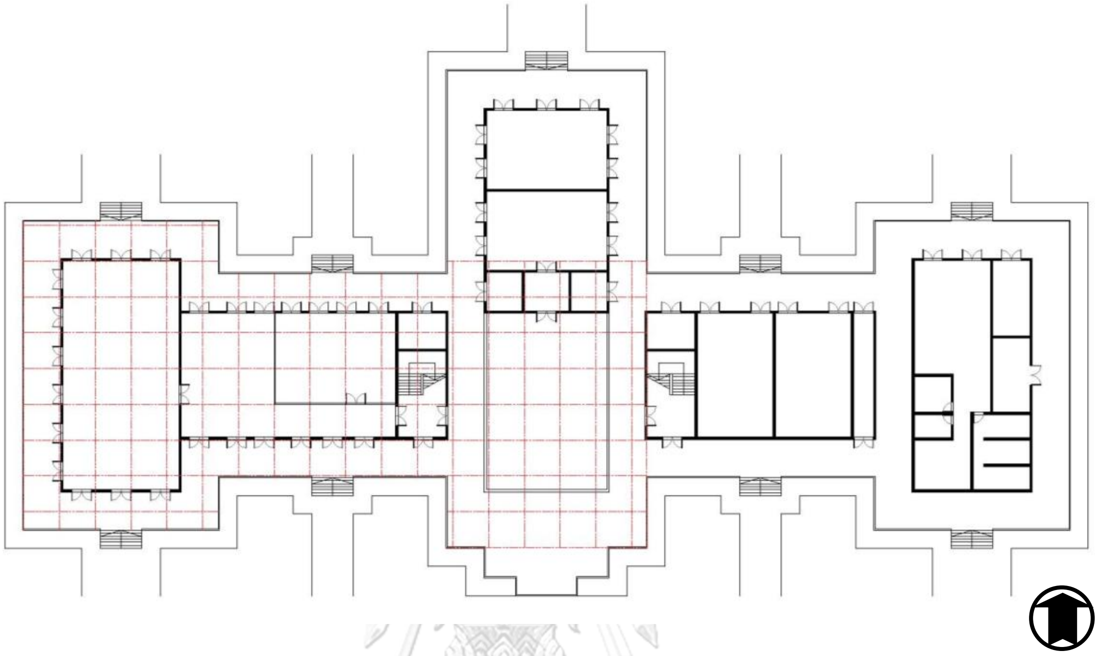


ภาพที่ 19 ตำแหน่งData Loggerบริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาจุฬาลงกรณ์

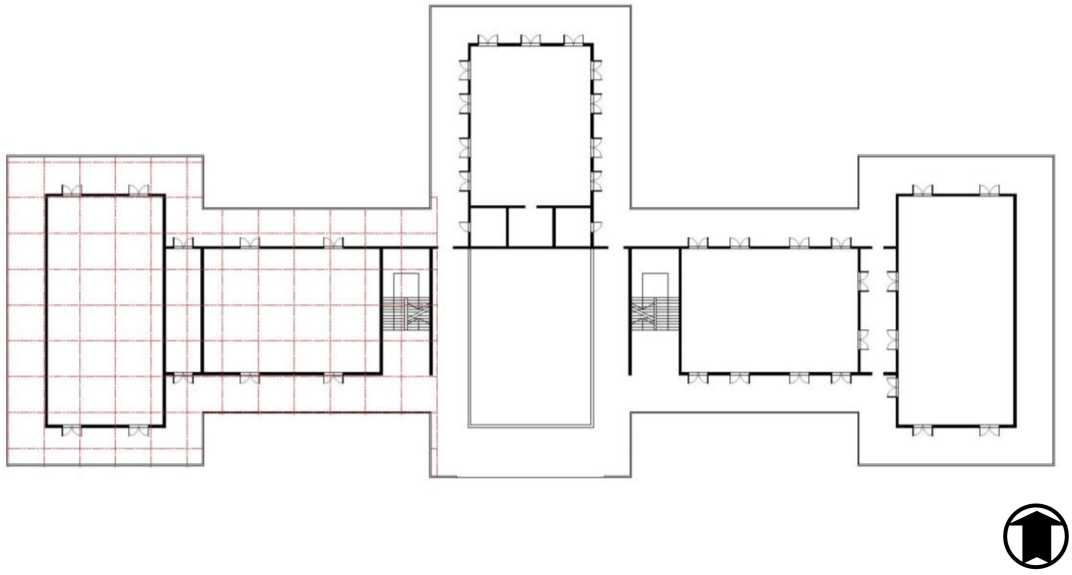


ภาพที่ 20 ตำแหน่งData Loggerบริเวณภายนอกอาคารมหาวชิราวุธและมหาจุฬาลงกรณ์

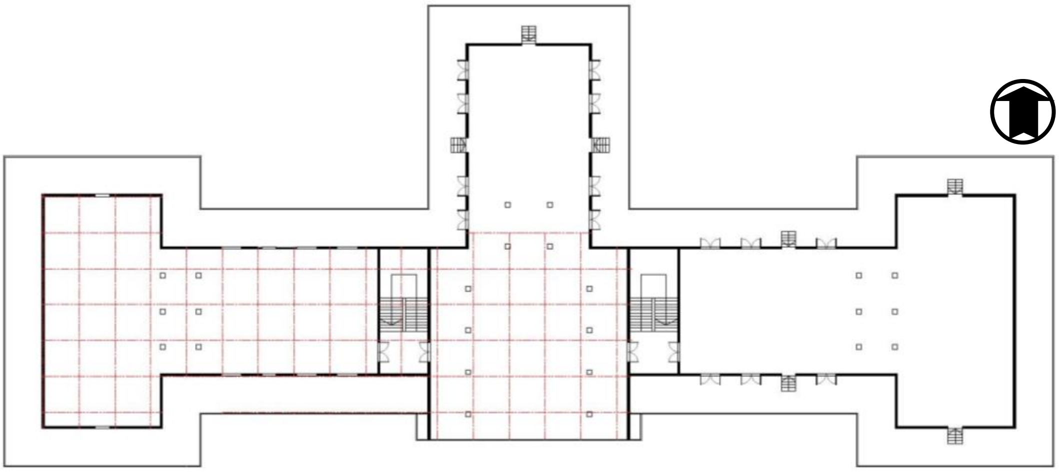
เครื่องมือ Lux meterในการเก็บข้อมูลด้านแสงสว่างในอาคาร (Lighting) การเก็บข้อมูลแสงสว่างภายในอาคารอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทิศตะวันตกของอาคารทั้งหมด 3ชั้น โดยแบ่งพื้นที่การเก็บข้อมูลในทุกๆ 3x3 เมตร



ภาพที่ 21 การแบ่งพื้นที่วัดค่าความสว่างบริเวณชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ โดยใช้เครื่องมือLux meter



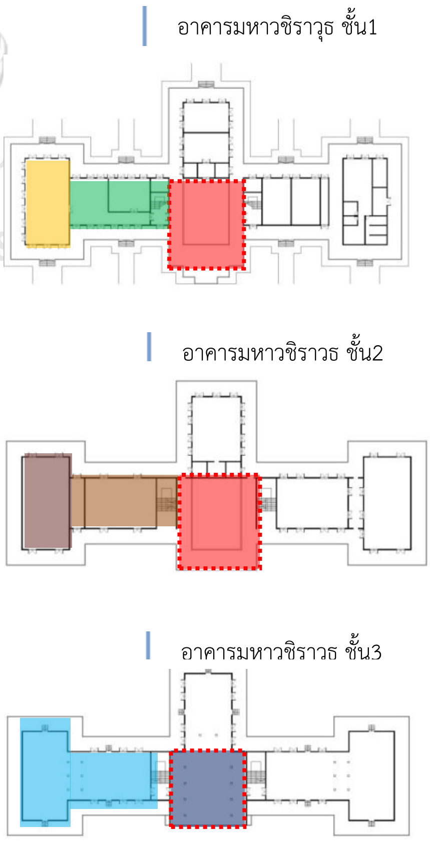
ภาพที่ 22 การแบ่งพื้นที่วัดค่าความสว่างบริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ โดยใช้เครื่องมือLux meter



ภาพที่ 23 การแบ่งพื้นที่วัดค่าความสว่างบริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ โดยใช้เครื่องมือLux meter

เครื่องมือ Sound meter และAir velocity meter แบบ Sensorวัดความเร็วลม เก็บข้อมูลภายในอาคารอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทิศตะวันตกของอาคารทั้งหมด 3 ชั้น โดยมีพื้นที่ดังนี้

- ชั้น1ได้แก่ห้อง FL1030, FL1031, FL1029, FL1032, FL1028, FL1033, FL1034, FL1035, FL1036 และ FL1021
- ชั้น2ได้แก่ห้อง FL2010, FL2009, FL2008 และFL1021
- ชั้น3ได้แก่ห้อง FL3003 และ FL3002



ภาพที่ 24 แสดงพื้นที่การเก็บข้อมูลภายในอาคาร อาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทิศตะวันตกของอาคารทั้งหมด 3ชั้น

3.4 การเก็บข้อมูล

3.4.1 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล

ข้อมูลภาคสนามที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน เมษายน-พฤษภาคม ปี พ.ศ.2560 ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามทั้งหมด 3ครั้ง โดยการเก็บข้อมูลด้านความร้อนภายในอาคารได้บันทึกข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อากาศไว้ทุกๆ 30นาที ข้อมูลด้านแสงสว่างและเสียงรบกวนได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่อาคารเปิดใช้งาน ส่วนข้อมูลด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร ได้ทำแบบประเมินในลักษณะแบบสอบถาม ทำการประเมินโดยเจ้าหน้าที่ ที่ทำงานประจำในอาคารเป็นเวลามากกว่า1ปี จำนวน12คน

การใช้งานอาคาร มีลักษณะการเปิด-ปิดอาคารมหาวชิราวุธและอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ แบ่งเป็น 3แบบ คือ

- กรณีที่ 1 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องไม่ปรับอากาศ
- กรณีที่ 2 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องปรับอากาศ
- กรณีที่ 3 ปิดอาคารตลอด 24 ชั่วโมง

การเก็บข้อมูลความร้อนภายในอาคาร 3ครั้ง มีเงื่อนไขดังนี้

- อุณหภูมิอากาศห้องที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน (อาคารมหาจุฬาลงกรณ์) และห้องที่มีการเปลี่ยนการใช้งาน (อาคารมหาวชิราวุธ)
- อุณหภูมิอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตกทั้ง 3ชั้น ทั้ง 3กรณี
- อุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น ทั้ง 3กรณี

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้จะวิเคราะห์อิทธิของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาวะสบายของมนุษย์ในการใช้อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ โดยรวมไปถึงการเจ็บป่วยที่มีผลมาจากการใช้อาคาร

ตัวแปรหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์ มี 4 ตัวแปร ประกอบด้วย

- ความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort)
- ความสว่างในอาคาร (Lighting)
- เสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics)
- คุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ)

จากการเก็บข้อมูลจริงทั้งหมด 4ตัวแปรข้างต้น นำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมต่อการใช้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาวะสบายของมนุษย์ในการใช้อาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ โดยรวมไปถึงการเจ็บป่วยที่มีผลมาจากการใช้อาคาร ภายใต้เงื่อนไขการเปิด-ปิดช่องเปิดอาคาร

- เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศห้องที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน (อาคารมหาจุฬาลงกรณ์) และห้องที่มีการเปลี่ยนการใช้งาน (อาคารมหาวชิราวุธ)
- เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตกทั้ง 3ชั้น ทั้ง 3 กรณี
- เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น ทั้ง 3กรณี

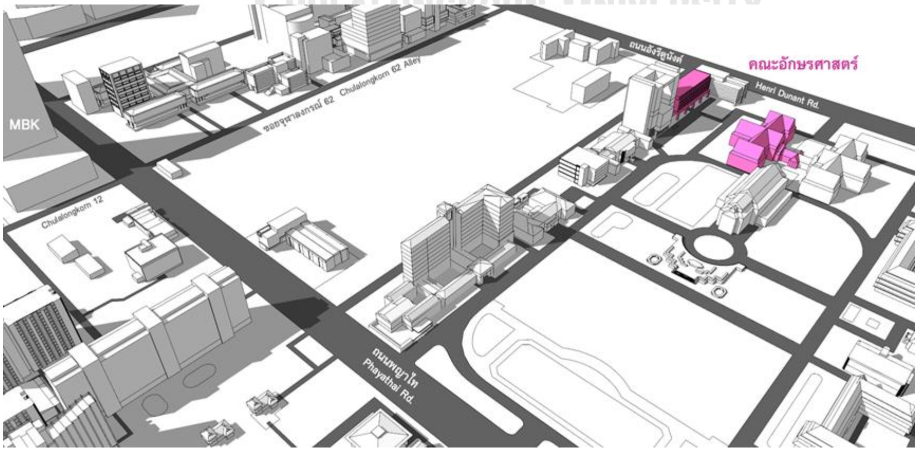
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลและการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสบาย

อาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธตั้งอยู่ ณ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีอายุการใช้งานนับตั้งแต่ก่อสร้างรวมระยะเวลามากกว่า 100 ปี รูปแบบอาคารมีความเป็นเอกลักษณ์จากการผสมผสานสถาปัตยกรรมแบบตะวันตก และสถาปัตยกรรมไทยเข้าด้วยกัน เนื่องจากในยุคนั้นสถาปัตยกรรมไทยจำนวนมากได้รับอิทธิแนวความคิดการออกแบบจากตะวันตก ส่งผลให้เกิดการเลือกใช้วัสดุและเทคโนโลยีที่ผสมผสาน อาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธถูกสร้างให้มีลักษณะที่เหมือนกัน โดยที่อาคารมหาจุฬาลงกรณ์สร้างก่อนอาคารมหาวชิราวุธ ทั้งสองอาคารเชื่อมกันด้วยระเบียงและมีพื้นที่สีเขียวตรงกลางขนาบข้างระหว่างระเบียงเชื่อม

ภาพที่ 25 ตำแหน่งที่ตั้งอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 26 ตำแหน่งที่ตั้งอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559)

ภาพที่ 27 สภาพแวดล้อมภายนอก ระเบียงและมีพื้นที่สีเขียวตรงกลางขนาบข้างระหว่างระเบียงเชื่อมอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธมหาวิทยาลัย คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

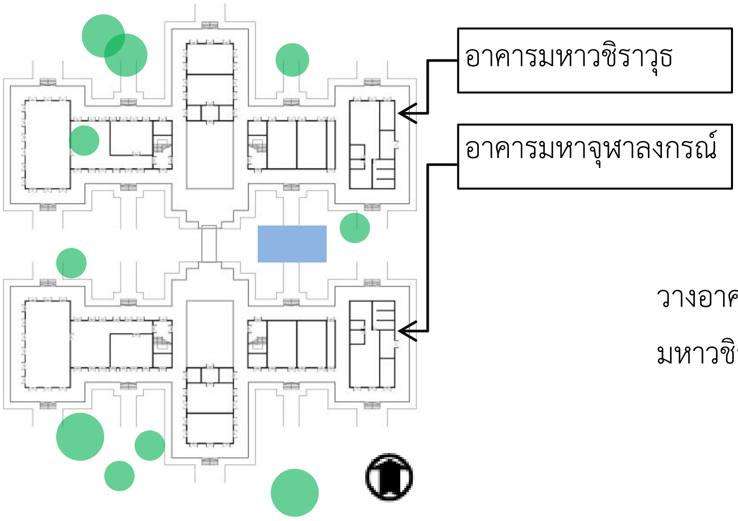
ภาพที่ 28 อาคารอนุรักษ์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายในใช้เป็นห้องสมุดตั้งแต่ชั้น1-3

ลักษณะทางสถาปัตยกรรมอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ เป็นลักษณะสถาปัตยกรรมไทยอนุรักษ์ ใช้วิธีการสร้างแบบก่ออิฐฉาบปูนจึงเป็นอาคารที่มีมวลสารมาก (อัตราส่วนน้ำหนักวัสดุผนังต่อพื้นที่ใช้งาน) มากกว่า 195 kg/m^2 และมีระเบียงคดรอบอาคารทั้งสอง ทำให้ผนังของอาคารอยู่ลึกเข้าไปด้านในอีก 3เมตร

ภาพที่ 29 ลักษณะทางสถาปัตยกรรมอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทิศทางการจัดวางอาคารมหาวชิราวุธอยู่ในตำแหน่งทิศเหนือและมีอาคารมหาจุฬาลงกรณ์อยู่ทางทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเป็นอาคารที่ยื่นออกไปเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยที่มีโถงของอาคารทั้งสองเป็นจุดกึ่งกลาง



ภาพที่ 30 แสดงตำแหน่งการวางอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ

รูปแบบการใช้งานอาคารอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธในอดีต ใช้อาคารในการเรียนและการสอน พื้นที่ใช้สอยทั้งหมดในอาคารใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมภายนอกเป็นปัจจัยในการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับสภาพแวดล้อมภายใน โดยเฉพาะเรื่องความร้อนในอาคาร พบว่าไม่มีการใช้เทคโนโลยีปรับอากาศในอดีต เมื่อเวลาผ่านไปสภาพแวดล้อมในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงจากอดีต อีกทั้งการปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้งานในอาคารของอาคารมหาวชิราวุธ และลักษณะทางสถาปัตยกรรมแบบอนุรักษ์ของอาคารทั้ง 2 ทำให้มีผลกระทบโดยตรงต่อสภาวะน่าสบายของผู้ใช้งานในอาคาร

ภาพที่ 31 แสดงการปรับปรุงอาคารมหาวชิราวุธเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน

งานวิจัยนี้จึงศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาวะสบายของมนุษย์ในการใช้สถาปัตยกรรมไทยอนุรักษ์ โดยรวมไปถึงการเจ็บป่วยที่มีผลมาจากการใช้อาคารสถาปัตยกรรมไทยอนุรักษ์

ตัวแปรหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์ มี 4 ตัวแปร ประกอบด้วย

- ความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort)
- ความสว่างในอาคาร (Lighting)

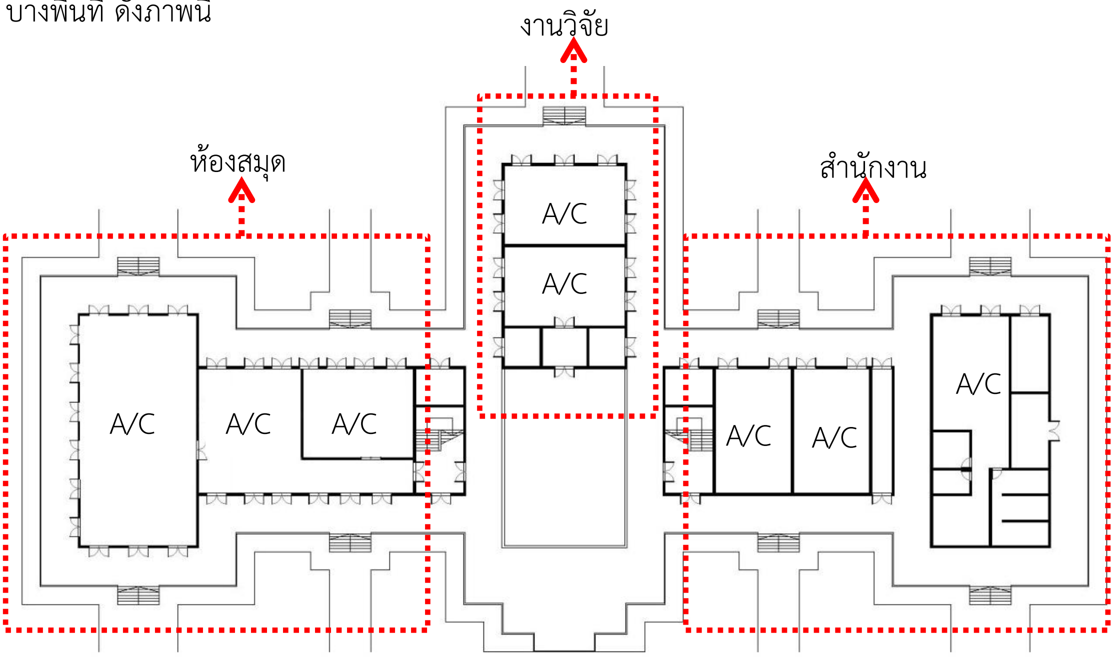
- เสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics)
- คุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ)

4.1 ลักษณะการใช้งานอาคาร

อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2464 ออกแบบโดยสถาปนิกเอ็ดเวิร์ด ฮีลี และเอมิลิโอ โจวันนี กอลโล เป็นอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ที่สร้างก่อนอาคารมหาวชิราวุธ โดยอาคารมหาวชิราวุธ ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2500 ออกแบบโดย ศาสตราจารย์บุญยง นิโครธานนท์ อาคารทั้งสองจึงมีอายุการใช้งานต่างกันเป็นเวลาประมาณ 36 ปี โดยที่วัตถุประสงค์การใช้อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ในสมัยอดีต คือใช้งานเป็นตึกบัญชาการและที่รับเสด็จบรรดาเหล่าเชื้อพระวงศ์ ส่วนอาคารมหาวชิราวุธ ใช้เป็นอาคารเรียนและห้องสมุด รูปแบบทางสถาปัตยกรรมทั้งสองอาคาร เมื่อมองจากภายนอกจะเห็นได้ว่ามีความคล้ายคลึงกันมาก แต่สามารถแยกความสำคัญของแต่ละอาคารด้วยการสังเกตปติมากรรม หรือสัญลักษณ์ที่ใช้ประดับตกแต่งอาคารทั้ง 2 หลัง โดยที่อาคารมหาจุฬาลงกรณ์นั้นมีลักษณะครุฑเปรียบเสมือนสัญลักษณ์ขอกษัตริย์ติดตั้งอยู่บริเวณหน้าบันอาคาร และลายปูนปั้นรูปดอกบัวหลากสี จะสามารถเห็นกระจายตามห้องต่างๆในอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ โดยดอกบัวหลากสีนี้เป็นสัญลักษณ์ที่บอกถึงลักษณะการใช้งาน(Function) ของอาคารนี้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากในสมัยปลายรัชกาลที่ 5 ทรงมีราชประสงค์ให้ก่อตั้งอาคารเรียนหลังแรก คือ อาคารมหาจุฬาลงกรณ์นี้ เพื่อให้คนไทยทุกคนสามารถเข้ามาศึกษาและพัฒนาตน ดอกบัวหลากสีจึงเปรียบได้กับคนที่มีหลากหลายชนชั้น แต่วัตถุประสงค์เดียวกันคือ เข้ามาเพื่อศึกษาและพัฒนาตนเอง(สวัสดิ์ จงกล 2557)

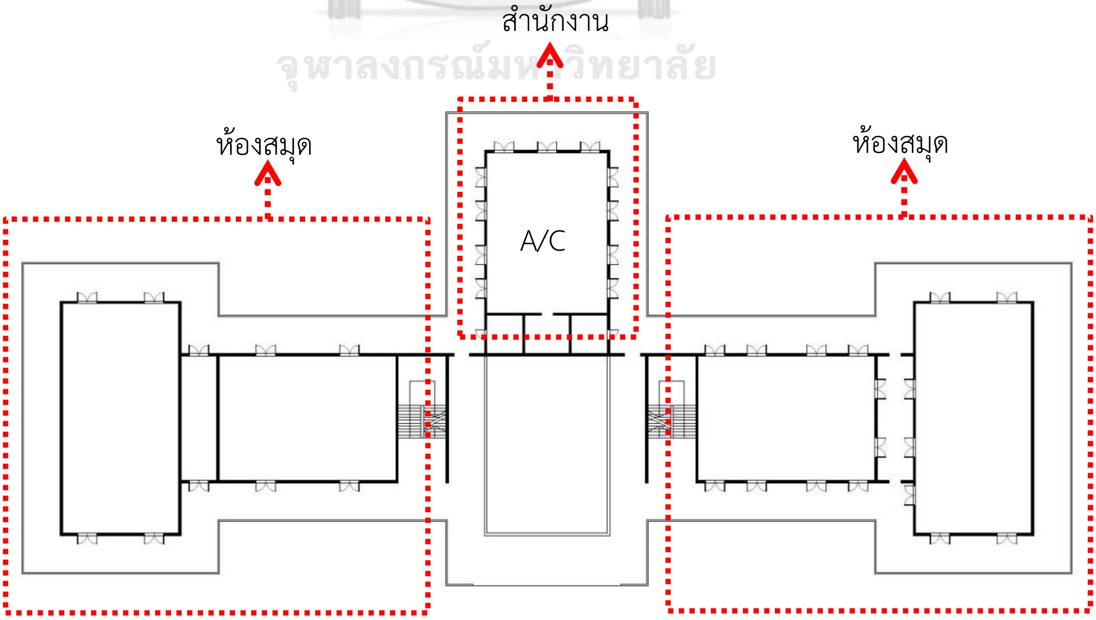
ภาพที่ 32 ลายปูนปั้นรูปดอกบัวหลากสี ที่จะสามารถเห็นกระจายตามห้องต่างๆในอาคารมหาจุฬาลงกรณ์

อาคารมหาวชิราวุธเป็นอาคารที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นหอสมุดและห้องเรียนในสมัยอดีต ในปัจจุบันจากการสำรวจพบว่าลักษณะกิจกรรมในอาคารทั้งสอง เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน คือ มีการติดตั้งระบบปรับอากาศในบางพื้นที่ และมีการเพิ่มการใช้งานโดยการกั้นผนังในบางพื้นที่ ดังภาพนี้

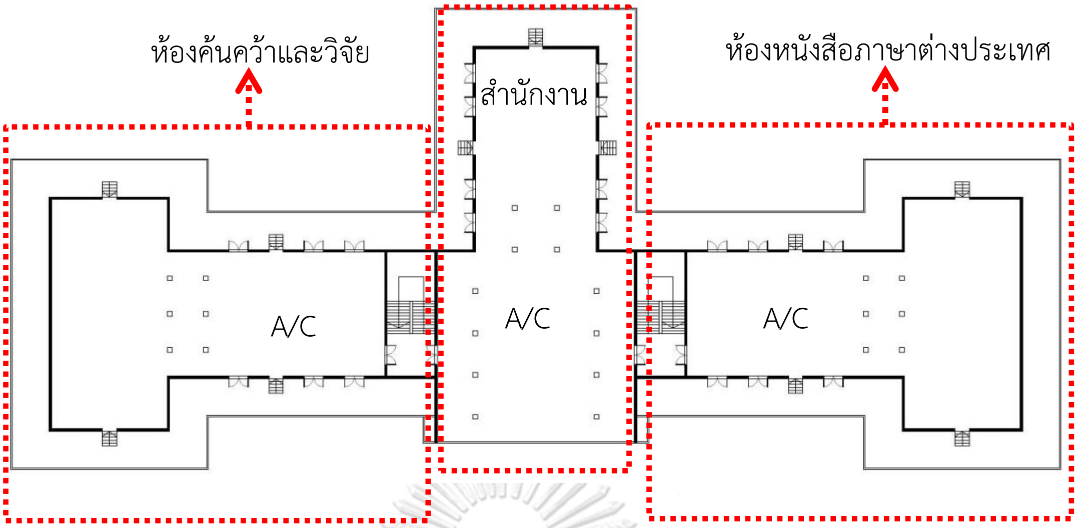


ภาพที่ 33 การใช้งานระบบปรับอากาศและกิจกรรมในอาคารมหาวชิราวุธชั้น 1 ในปัจจุบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 34 การใช้งานระบบปรับอากาศและกิจกรรมในอาคารมหาวชิราวุธชั้น 2 ในปัจจุบัน



ภาพที่ 35 การใช้สอยพื้นที่ภายในอาคารมหาวชิราวุธชั้น 3 ปัจจุบันใช้เป็นส่วนค้นคว้าวิจัยและติดเครื่องปรับอากาศ

จากลักษณะการใช้ระบบปรับอากาศและกิจกรรมในอาคารมหาวชิราวุธ ซึ่งใช้เป็นตัวแทนการเก็บข้อมูลอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่ามีห้องที่มีการเปลี่ยนการใช้สอยในอาคารจากอดีตและมีการติดตั้งระบบปรับอากาศเพิ่มในบางห้อง ในการเก็บข้อมูลเพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอาคารและสภาวะสบายของมนุษย์ในการใช้สถาปัตยกรรมไทยอนุรักษ์ ในอาคารที่มีลักษณะมวลสารมาก มีขั้นตอนดังนี้

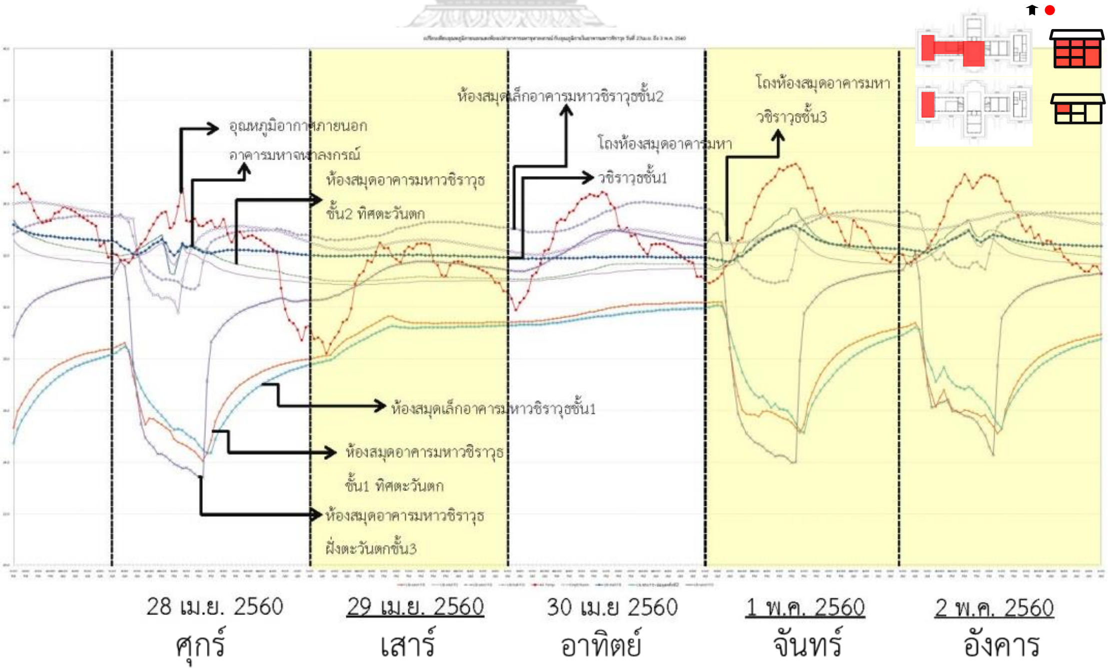
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort)

การเก็บข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร ในอาคารมหาวชิราวุธซึ่งเป็นอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ยุคแรก เป็นอาคารมวลสารมากมีน้ำหนักมวลสารมากกว่า 195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร วัสดุส่วนใหญ่เป็นอิฐฉาบด้วยปูน มีความหนาผนังประมาณ 2ฟุต และมีระเบียงกว้างขนาด 3เมตร โดยรอบ ส่วนของในใช้วัสดุเช่นเดียวกับภายนอกคือผนังปูนสีขาวและมีผนังกรุไม้ในบางพื้นที่ ลักษณะพื้นใช้กระเบื้องเซรามิกและไม้

- อุณหภูมิอากาศ (℃)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (RH)
- อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ผิวโดยรอบ (MRT)
- ความเร็วลม (m/s)

การเก็บข้อมูลด้านความร้อนในอาคารทำการเก็บต่อเนื่องเป็นเวลา 5 วันและได้ทำการเลือกช่วงเวลาในการเปรียบเทียบข้อมูลดังนี้



ภาพที่ 36 แสดงชุดข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกและห้องเปล่าอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ กับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธ วันที่ 28 เม.ย. ถึง 2 พ.ค. 2560

4.2.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น

โดยแบ่งเป็น 2กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. –18:00น.)

ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องไม่ปรับอากาศ

กรณีที่ 2 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.)

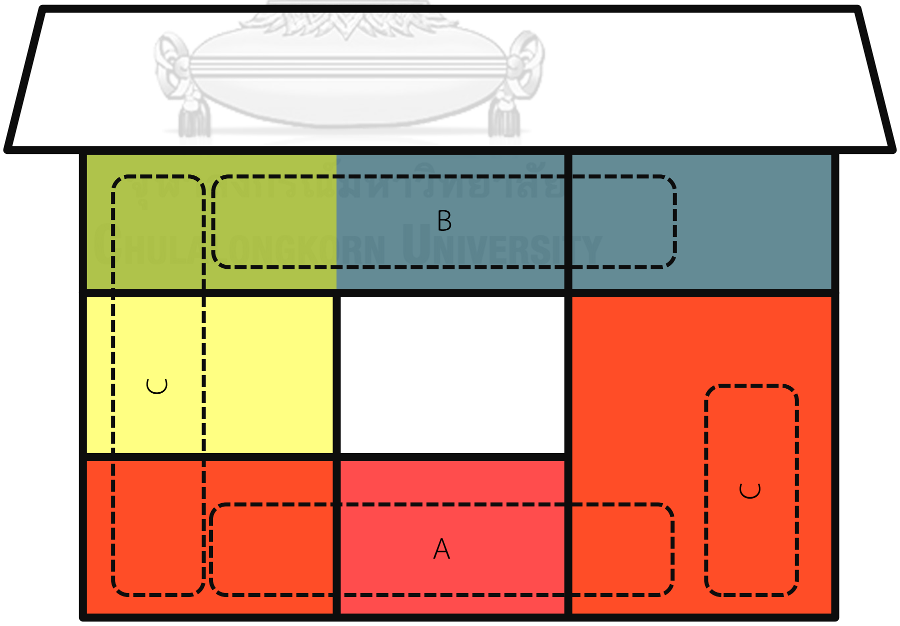
ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องปรับอากาศ

การแบ่งชุดข้อมูลย่อยออกเป็น 3ชุด ดังนี้ ข้อมูลชุด

A. ข้อมูลอุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่ 1

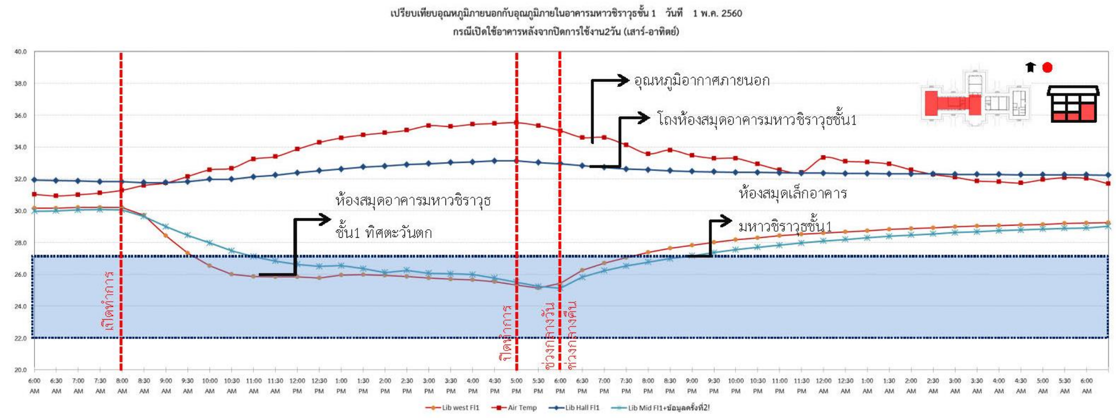
B. ข้อมูลอุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่ 3

C. ข้อมูลอุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวตั้งและโถงห้องสมุด

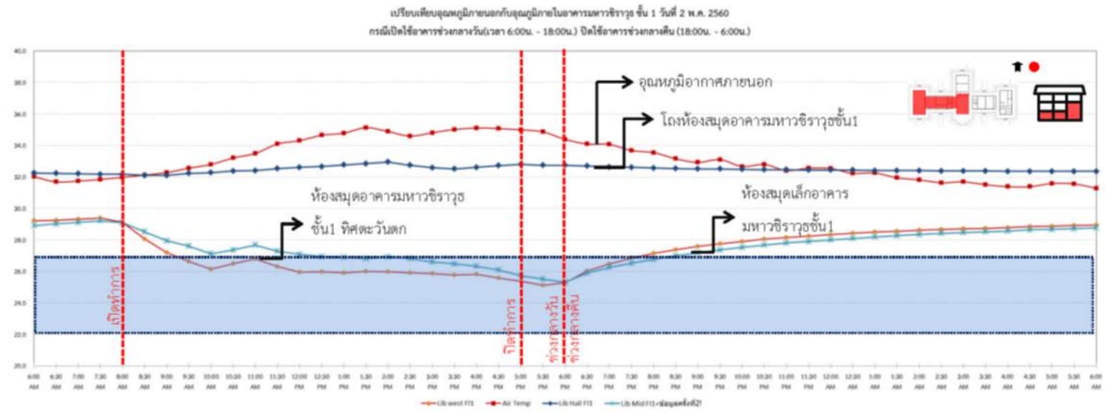


ภาพที่ 37 การแบ่งชุดข้อมูลในการเก็บข้อมูลด้านความร้อนในอาคารมหาวชิราวุธ ฝั่งทิศตะวันตก

4.2.1.1 ข้อมูลชุด A อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่1

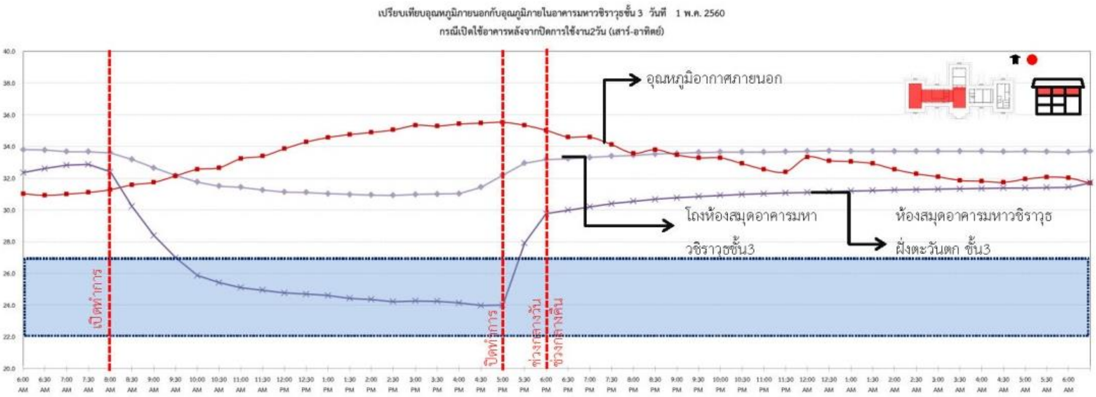


ภาพที่ 38 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น1 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน วันที่ 1 พ.ค. 2560

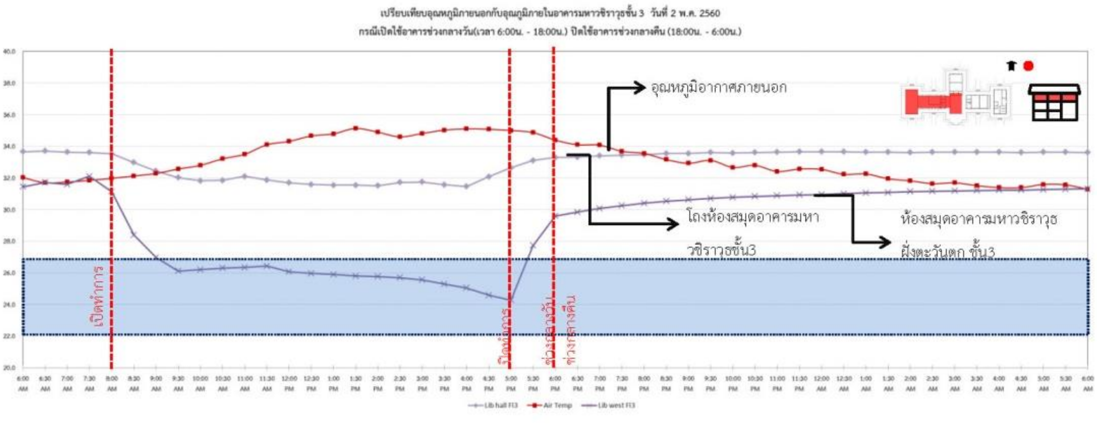


ภาพที่ 39 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น1 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) วันที่ 2 พ.ค. 2560

4.2.1.2 ข้อมูลชุด B อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่3

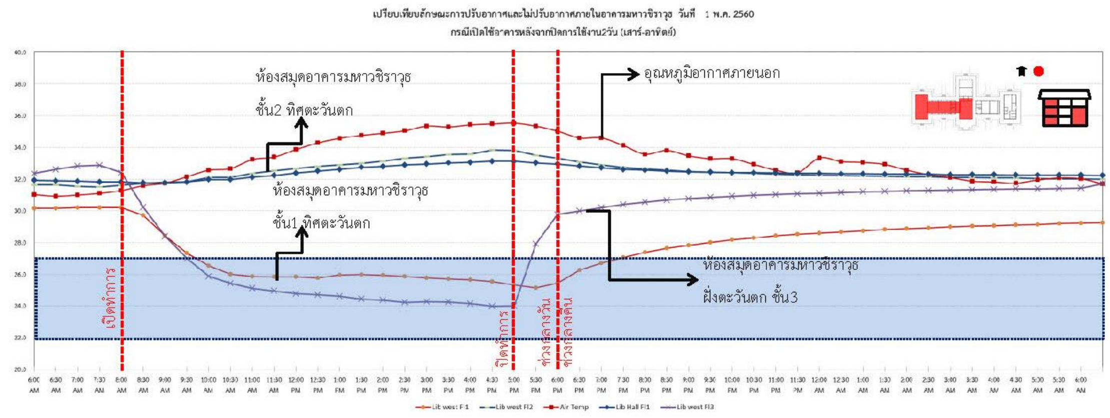


ภาพที่ 40 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน วันที่ 1 พ.ค. 2560

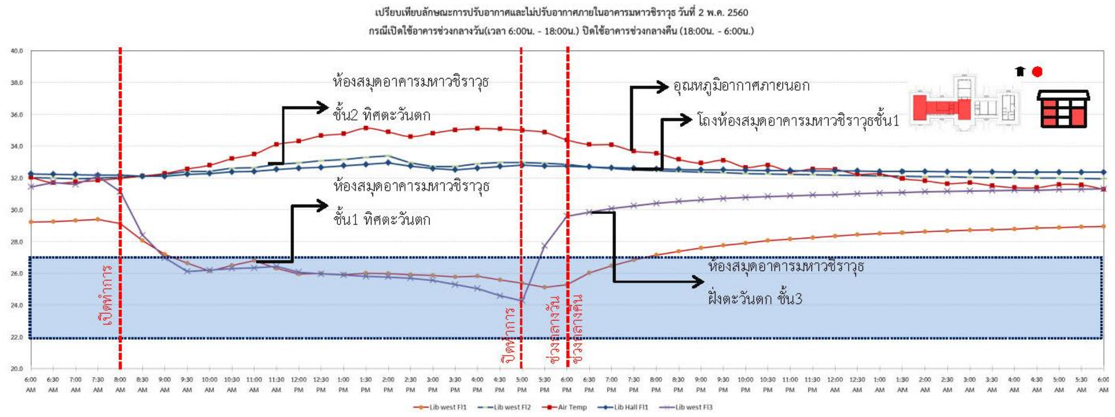


ภาพที่ 41 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน หลังจากปิดอาคารในวันเสาร์และอาทิตย์ วันที่ 2 พ.ค. 2560

4.2.1.3 ข้อมูลชุด C อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวตั้งและโถงห้องสมุด



ภาพที่ 42 เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน วันที่ 1 พ.ค. 2560



ภาพที่ 43 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) หลังจากปิดอาคารในวันเสาร์และอาทิตย์ วันที่ 2 พ.ค. 2560

4.2.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น

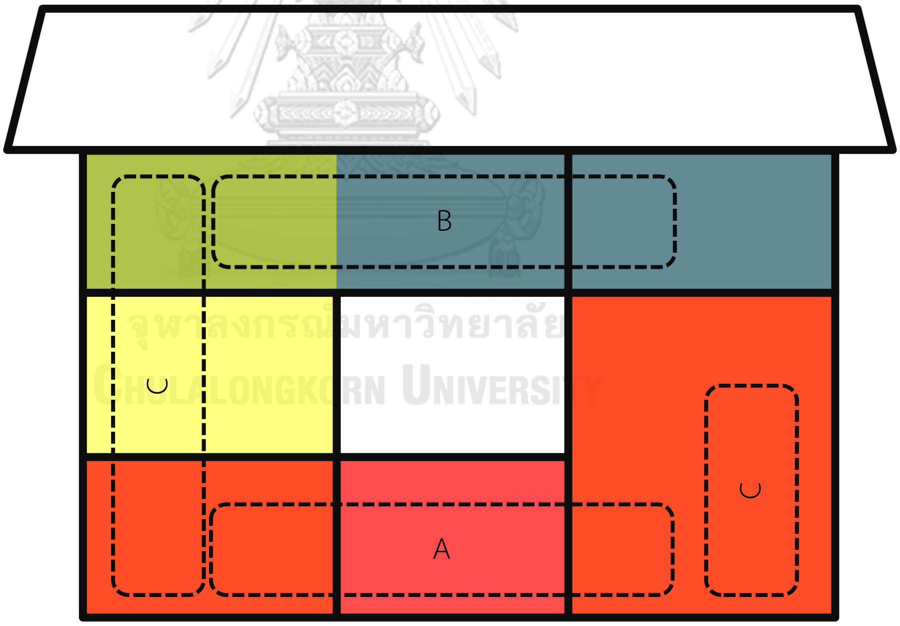
กรณีที่ 3 ปิดอาคารตลอด 24 ชั่วโมง

การแบ่งชุดข้อมูลย่อยออกเป็น 3ชุด ดังนี้ ข้อมูลชุด

A. ข้อมูลอุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่ 1

B.ข้อมูลอุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่ 3

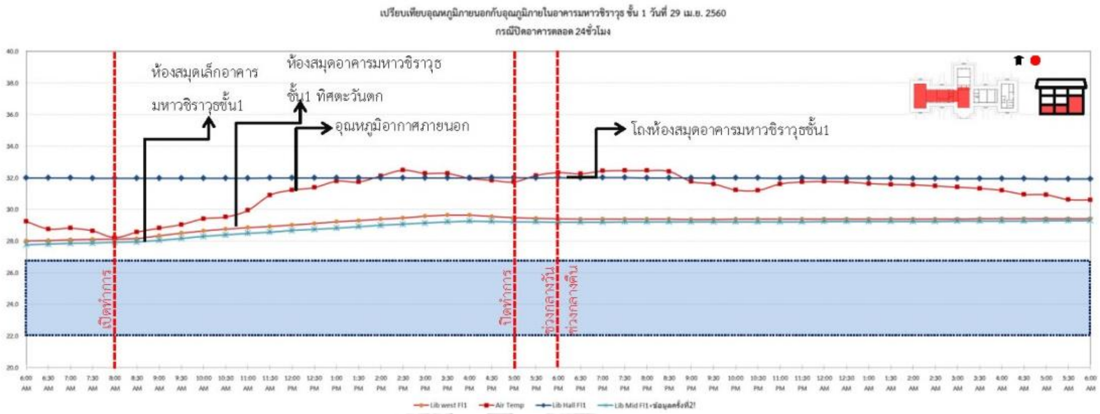
C. ข้อมูลอุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวตั้งและโถงห้องสมุด



ภาพที่ 44 การแบ่งชุดข้อมูลในการเก็บข้อมูลด้านความร้อนในอาคารมหาวชิราวุธ ฝั่งทิศตะวันตก กรณี ปิดอาคารตลอด 24 ชั่วโมง

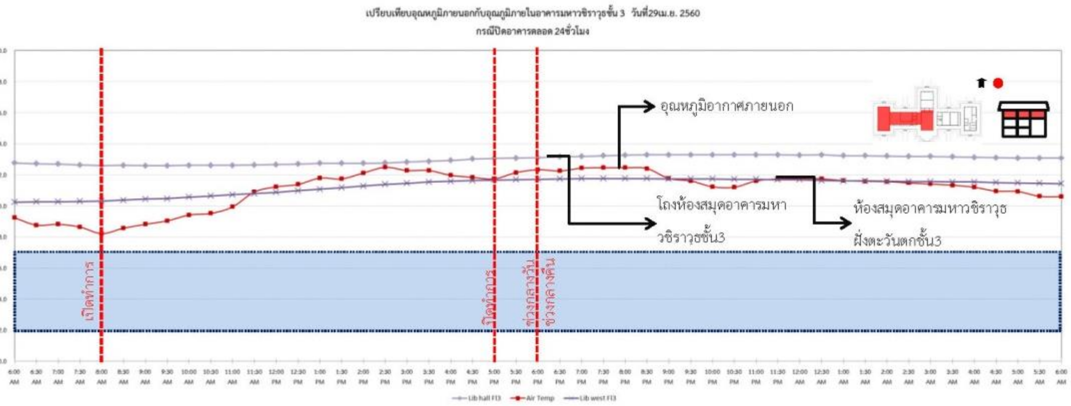
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.2.1 ข้อมูลชุด A อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่1



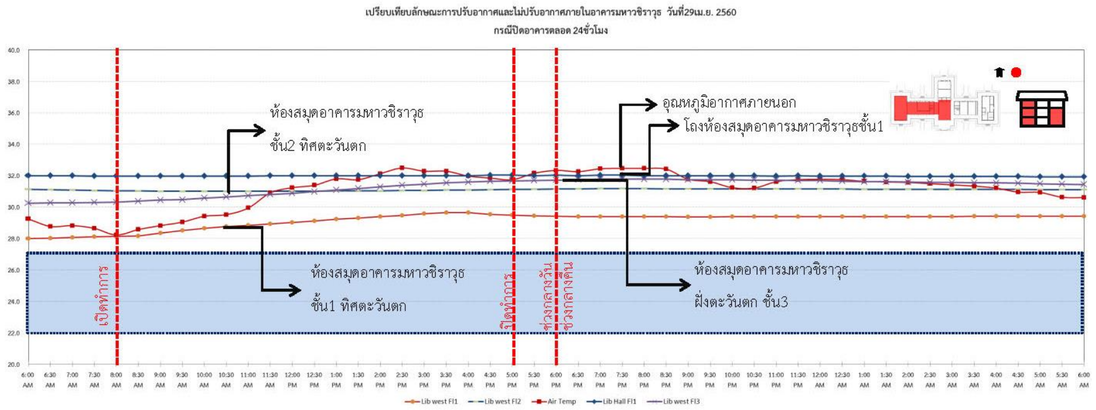
ภาพที่ 45 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก กรณี ปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560

4.2.2.2 ข้อมูลชุด B อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวราบชั้นที่3



ภาพที่ 46 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณี ปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560

4.2.2.3 ข้อมูลชุด C อุณหภูมิอาคารในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งตะวันตกในแนวตั้งและโถงห้องสมุด



ภาพที่ 47 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณี ปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560

4.2.3 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร ภายใต้เงื่อนไขการเปิด-ปิดอาคาร

ภายใต้เงื่อนไขในการศึกษาอาคารหรือการเปิด-ปิดอาคารมหาวชิราวุธและอาคารมหาจุฬาลงกรณ์แบ่งเป็น 3แบบ คือ

- กรณีที่ 1 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องไม่ปรับอากาศ
- กรณีที่ 2 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องปรับอากาศ
- กรณีที่ 3 ปิดอาคารตลอด 24 ชั่วโมง

กรณีที่ 1 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องไม่ปรับอากาศ และ กรณีที่ 2 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00 น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องปรับอากาศ การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนนี้มาจากการเลือกห้องตัวอย่าง ห้องปรับอากาศและไม่ปรับอากาศของแต่ละชั้น พบว่าห้องที่ปรับอากาศในเวลาเปิดใช้งานปกติ อุณหภูมิอากาศภายในห้องอยู่ในเขตสภาวะน่าสบายตลอดทั้งวัน

และในช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิอากาศภายในห้องที่ปรับอากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะห้องใต้หลังคาชั้น 3 ส่วนห้องที่ไม่ปรับอากาศอยู่นอกเขตสภาวะน่าสบายตลอดช่วงกลางวันและกลางคืน เมื่อเปิดใช้งานอาคารพบว่าห้องไม่ปรับอากาศมีอุณหภูมิตั้งต้นสูงกว่าห้องปรับอากาศประมาณ 2-3℃ เส้นกราฟอุณหภูมิในห้องไม่ห้องอากาศคงที่ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารไม่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิอากาศภายในอาคาร

กรณีที่ 3 ปิดอาคารตลอด 24 ชั่วโมง พบว่า เส้นกราฟของอุณหภูมิทุกชั้นวิ่งเป็นเส้นตรง หลังจากปิดอาคารห้องปรับอากาศจะมีลักษณะเป็นเส้นกราฟตรง อุณหภูมิอากาศภายในห้องที่ปรับอากาศจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในห้องที่ไม่ปรับอากาศ และเส้นกราฟอุณหภูมิอากาศภายในห้องที่ไม่ปรับอากาศ จะมีความใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลากลางวัน แต่เมื่อเปิดอาคารในเวลาใช้งานปกติ กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศภายในห้องที่ปรับอากาศ มีความลาดชันจากการลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศในห้องที่ไม่ปรับอากาศยังคงมีลักษณะกราฟที่นิ่งและในเคียงอุณหภูมิอากาศภายนอก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.4 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมธรรมชาติในอาคาร

การหาอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) ในอาคารมหาวชิราวุธ พบว่าวัสดุหลักที่ใช้ในการสร้างผนังในอาคารได้แก่ คอนกรีตทาสีขาว ไม้ และกระจก วัสดุพื้น มี 2 ชนิด ได้แก่ ไม้ และกระเบื้องเซรามิก ส่วนวัสดุเพดาน คือ คอนกรีต โดยมีความสูง 5เมตรต่อชั้น และสูง 10 เมตรในพื้นที่โถงชั้น 1 ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวมีความแตกต่างกันไป

ภาพที่ 48 แสดงวัสดุภายในโถง และห้องสมุดอาคารมหาวชิราวุธชั้น 1

ภาพที่ 49 แสดงวัสดุห้องสมุดอาคารมหาวชิราวุธชั้น 2

ภาพที่ 50 แสดงวัสดุห้องสมุดอาคารมหาวชิราวุธชั้น 3

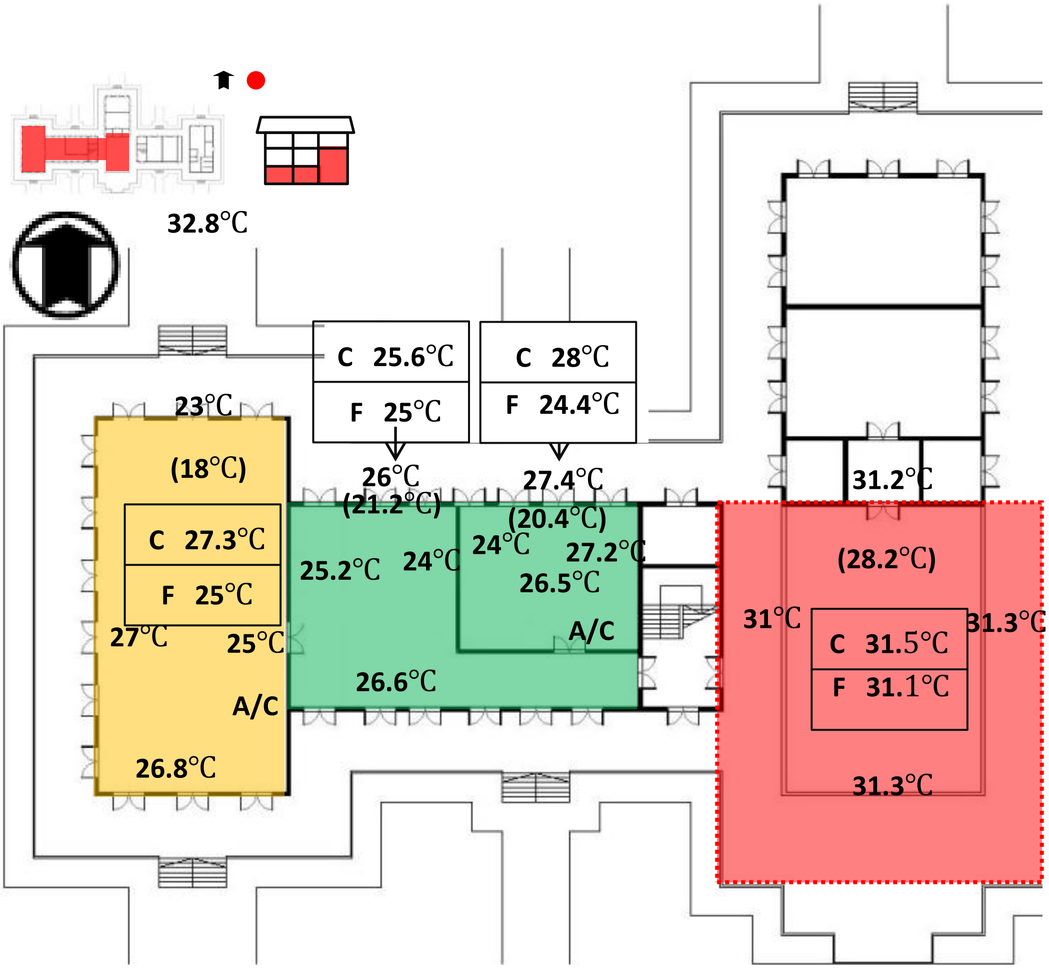
การหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) ในอาคารมหาวชิราวุธ ใช้สมการในการคำนวณดังนี้

$$\text{Mean Radiant Temp (MRT)} = \frac{(A1*T1 + A2*T2 + A3*T3 + A4*T4 + A5*T5 + A6*T6)}{360\text{x}360}$$

A = ค่ามุมสัมผัส (Angle factor)

T = อุณหภูมิผิวสัมผัส (℃)

ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) วันที่ 3 มิถุนายน 2560 เวลา 13:00น.อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร 32.8 ℃ ความชื้นสัมพัทธ์ 40% RH



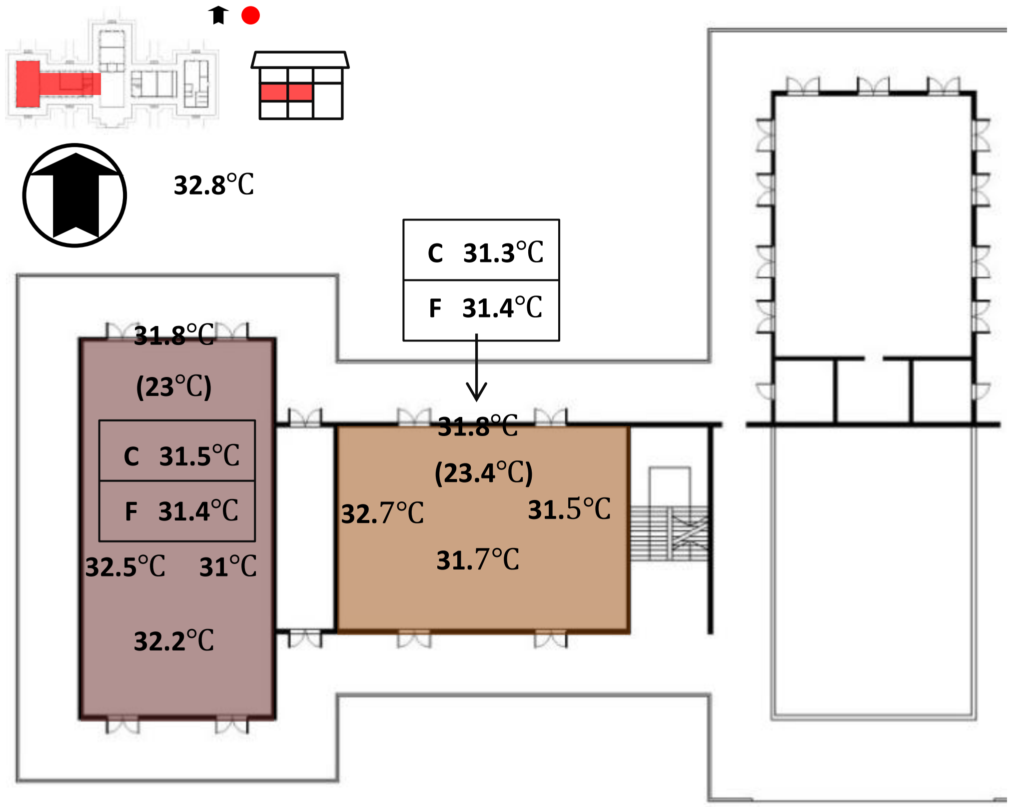
ภาพที่ 51 ตำแหน่งในการหาค่า อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลม บริเวณชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

ตารางที่ 13 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมใน

โถงชั้น 1	ไม่ปรับอากาศ	(MRT) 28.2℃	(V) 0.67 m/s
ห้องสมุดเล็กชั้น 1	ปรับอากาศ	(MRT) 20.4℃	(V) 0.20 m/s
โถงในห้องสมุดชั้น 1	ปรับอากาศ	(MRT) 21.2℃	(V) 0.40 m/s
ห้องสมุดทิศตะวันตกชั้น 1	ปรับอากาศ	(MRT) 18℃	(V) 0.29 m/s

อาคาร

ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) วันที่ 3 มิถุนายน 2560 เวลา 13:00น.อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร 32.8 ℃ ความชื้นสัมพัทธ์ 40% RH

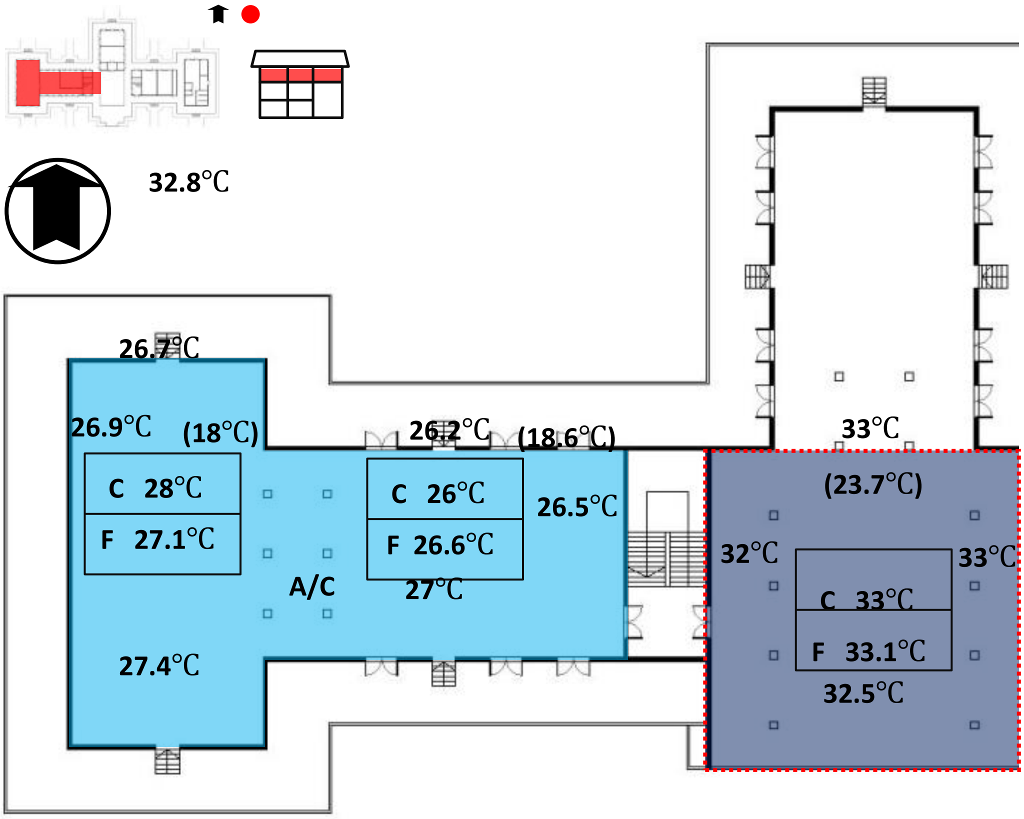


ภาพที่ 52 ตำแหน่งในการหาค่า อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลม บริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

ตารางที่ 14 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมในอาคารกับเขตสบายของมนุษย์บริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

ห้องสมุดชั้น 2	ไม่ปรับอากาศ	23.4℃	(V) 1.28 m/s
ห้องสมุดทิศตะวันตกชั้น 2	ไม่ปรับอากาศ	23℃	(V) 2.08 m/s

ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) วันที่ 3 มิถุนายน 2560 เวลา 13:00น.อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร 32.8 ℃ ความชื้นสัมพัทธ์ 40% RH



CHULALONGKORN UNIVERSITY

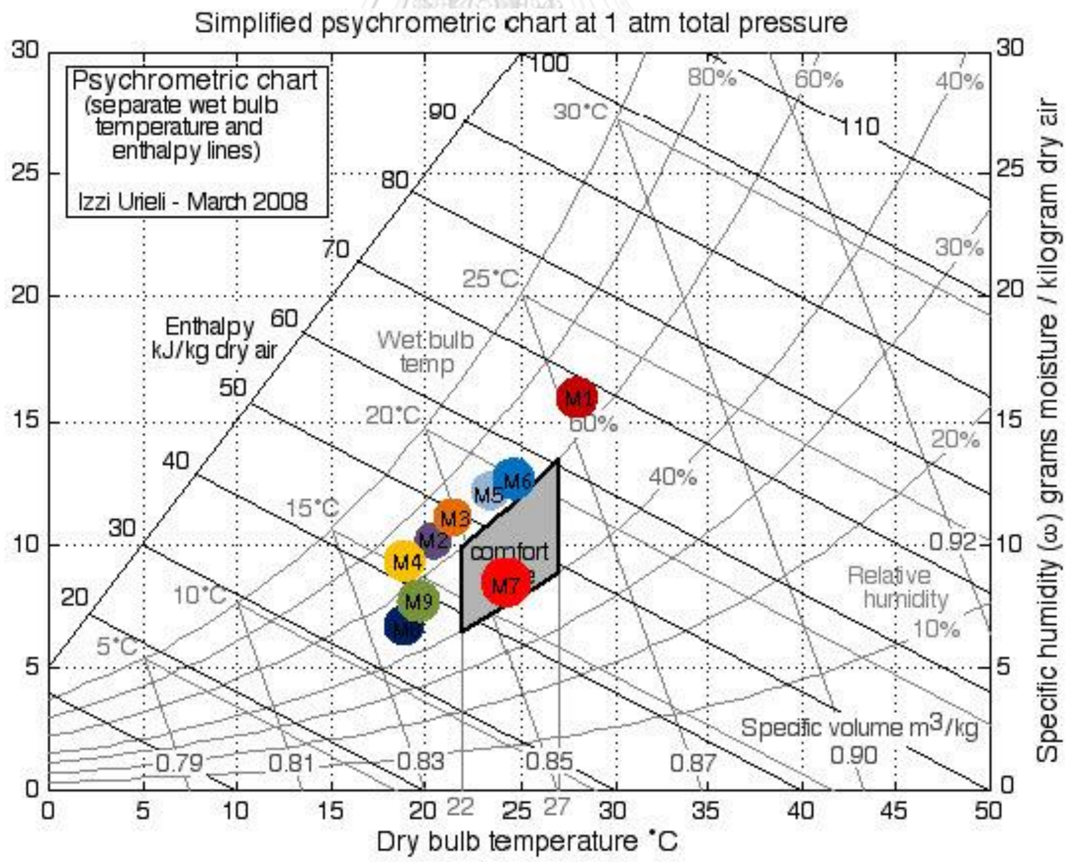
ภาพที่ 53 ตำแหน่งในการหาค่า อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลม บริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

ตารางที่ 15 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมในอาคารกับเขตสบายของมนุษย์บริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

โถงในห้องสมุดชั้น 3	ปรับอากาศ	23.7℃	(V) 0.21 m/s
ห้องสมุดชั้น 3	ปรับอากาศ	18.6℃	(V) 0.20 m/s
ห้องสมุดทิศตะวันตกชั้น 3	ปรับอากาศ	18℃	(V) 0.20 m/s

ตารางที่ 16 อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมในอาคารกับเขตสบายของมนุษย์

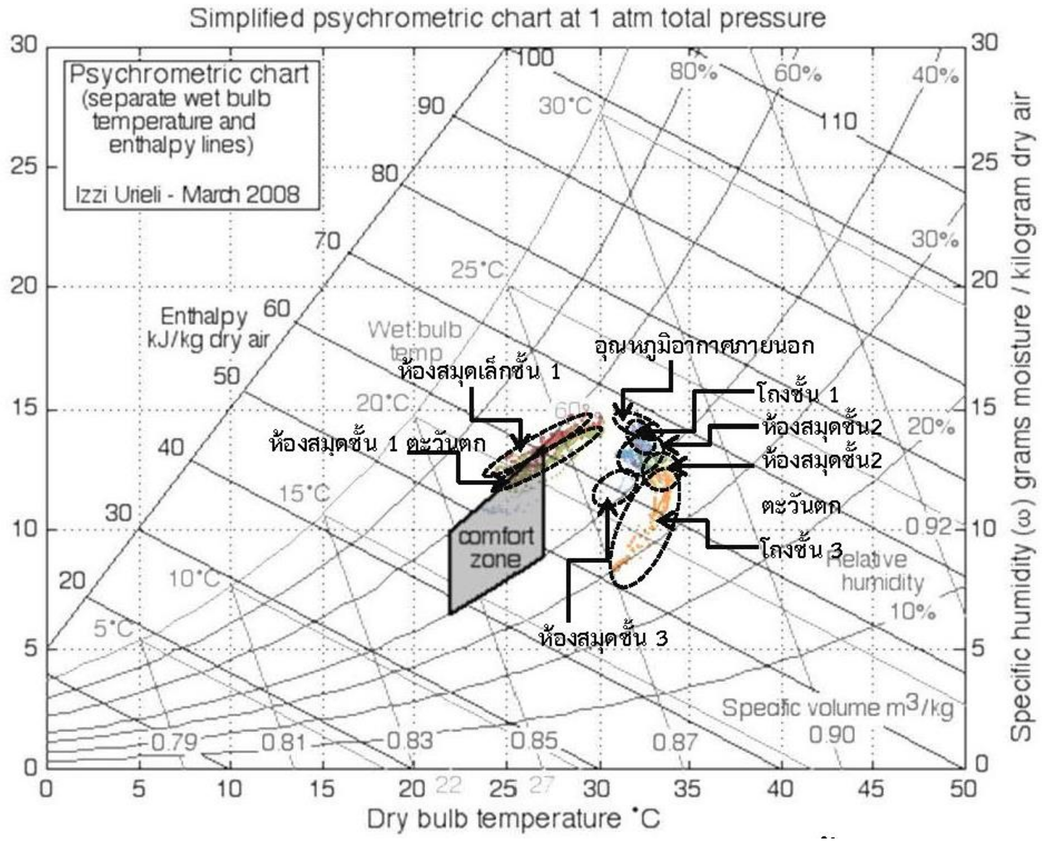
บริเวณ	การปรับอากาศ	อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH)	สัญลักษณ์
โถงชั้น 1	ไม่ปรับอากาศ	28.2°C	71.3 %RH	M1
ห้องสมุดเล็กชั้น 1	ปรับอากาศ	20.4°C	67 %RH	M2
โถงในห้องสมุดชั้น 1	ปรับอากาศ	21.2°C	67.2 %RH	M3
ห้องสมุดทิศตะวันตกชั้น 1	ปรับอากาศ	18°C	64.1 %RH	M4
ห้องสมุดชั้น 2	ไม่ปรับอากาศ	23.4°C	68.7 %RH	M5
ห้องสมุดทิศตะวันตกชั้น 2	ไม่ปรับอากาศ	23°C	70 %RH	M6
โถงในห้องสมุดชั้น 3	ปรับอากาศ	23.7°C	44.2 %RH	M7
ห้องสมุดชั้น 3	ปรับอากาศ	18.6°C	56.9 %RH	M8
ห้องสมุดทิศตะวันตกชั้น 3	ปรับอากาศ	18°C	57 %RH	M9



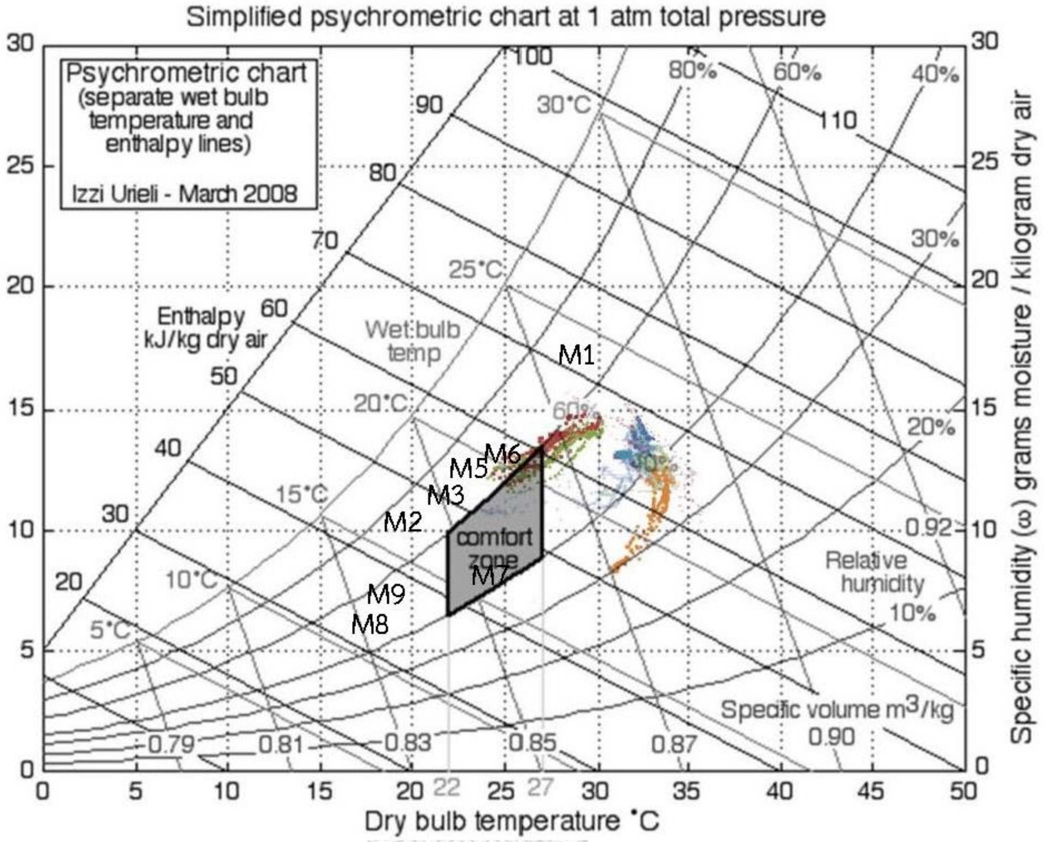
ภาพที่ 54 อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลม อาคารมหาวชิราวุธ

4.3.5 อิทธิพลอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ด้านความร้อนกับเขตสบายของสภาพอากาศ

จากข้อมูลภาคสนามอุณหภูมิอากาศภายนอกและห้องเปล่าอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ กับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธ วันที่ 28 เม.ย. ถึง 2 พ.ค. 2560 พบว่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อยู่นอกเขตสบายของมนุษย์เกือบตลอดเวลา



ภาพที่ 55 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อาคารมหาวชิราวุธ



ภาพที่ 56 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกับความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) ในอาคารมหาวชิราวุธ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.6 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) และอิทธิพลกระแสลมในอาคาร

จากการหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบจากสมการ Mean Radiant Temp (MRT) = (A1*T1 + A2*T2 + A3*T3 + A4*T4 + A5*T5 + A6*T6) / 360*360 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบของทุกห้อง มีอุณหภูมิต่ำว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร โดยที่อิทธิพลกระแสลมในอาคารไม่มีผลมากนักต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในอาคาร เมื่อเปรียบเทียบจากตารางนี้

ตารางที่ 17 แสดงค่าความรู้สึกเสมือนเย็นลงของมนุษย์ในระดับความเร็วลมต่างๆ (ที่มา : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings 9 thed, 2001: P 48) (Stein 2000)

ความเร็วลม	ความรู้สึกเสมือนเย็นลง	ผลกระต่อความรู้สึก
0-50 fpm (0-0.25 m/s)	ไม่รู้สึก	ไม่รู้สึก
50-100 fpm (0.25-0.51 m/s)	2-3 ^{o}F (1.1-1.7 ^{o}C)	พอใจ
100-200 fpm (0.51- 1.02 m/s)	4-5 ^{o}F (2.2—2.8 ^{o}C)	พอใจแต่เริ่มรู้สึกถึงกระแสลม
200-300 fpm (1.02-1.52 m/s)	5-7 ^{o}F (2.8—3.9 ^{o}C)	เริ่มรู้สึกว่าถูกรบกวน
300 fpm ขึ้นไป (1.52 m/s)	มากกว่า 5-7 ^{o}F (3.9 ^{o}C ขึ้นไป)	รู้สึกถูกรบกวนต้องการการแก้ไข

อิทธิพลอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ด้านความร้อนกับเขตสบายของสภาพอากาศ

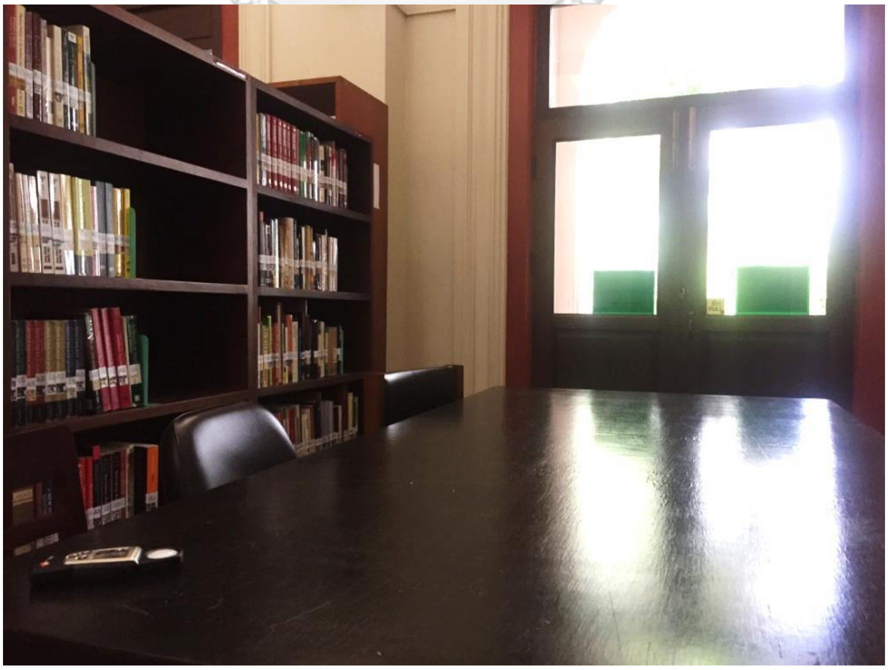
จากข้อมูลภาคสนามอุณหภูมิอากาศภายนอกและห้องเปล่าอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ กับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธ วันที่ 28 เม.ย. ถึง 2 พ.ค. 2560 พบว่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อยู่นอกเขตสบายของมนุษย์เกือบตลอดเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

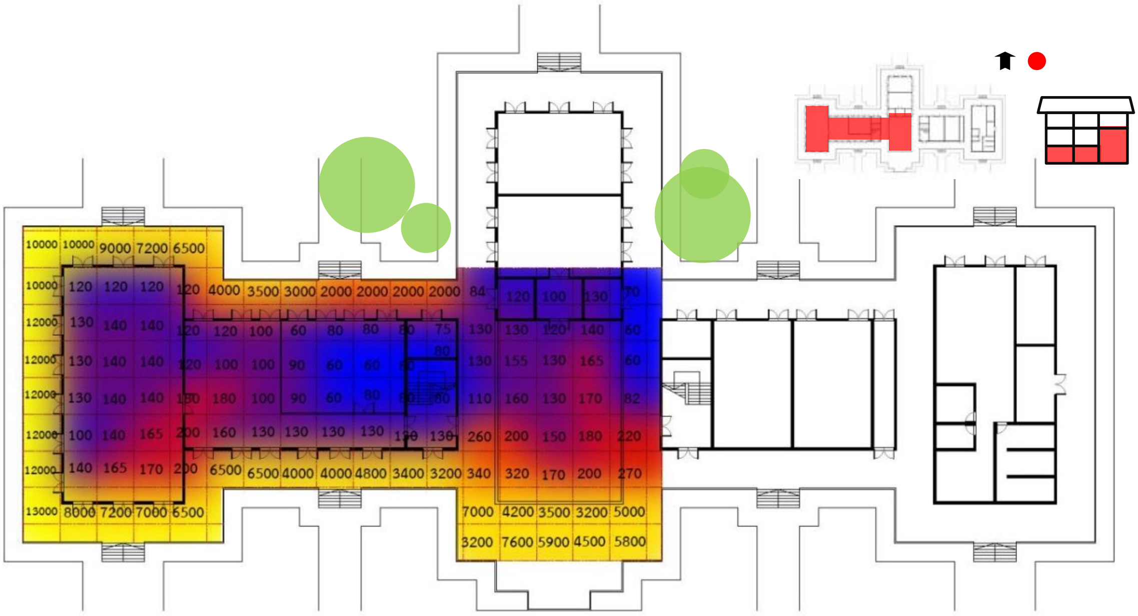
4.3 แสงสว่างในอาคาร (Lighting Comfort)

อาคารมหาวชิราวุธเป็นอาคารสถาปัตยกรรมไทยอนุรักษ์ที่มีระเบียงอยู่รอบอาคาร ช่องแสงในอาคารส่วนใหญ่มาจากช่องประตู และหน้าต่าง อาคารหันหน้าไปทางทิศเหนือ ลักษณะการวางตัวอาคารเป็นระนาบเดียวกันกับทิศเหนือและทิศใต้ แสงสว่างในอาคารมีการใช้งานแบบผสมแสงประดิษฐ์และแสงจากธรรมชาติ ในการใช้แสงสว่างตกแต่งในอาคาร พบว่าให้ประสิทธิภาพในเชิงความงามมากกว่าประโยชน์ใช้สอย งานวิจัยนี้จึงได้เก็บข้อมูลวันที่ 31 พ.ค. 2560 ในช่วงเวลาประมาณ 14:00 น. ถึง 16:00 น. ภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ทั้ง3ชั้น

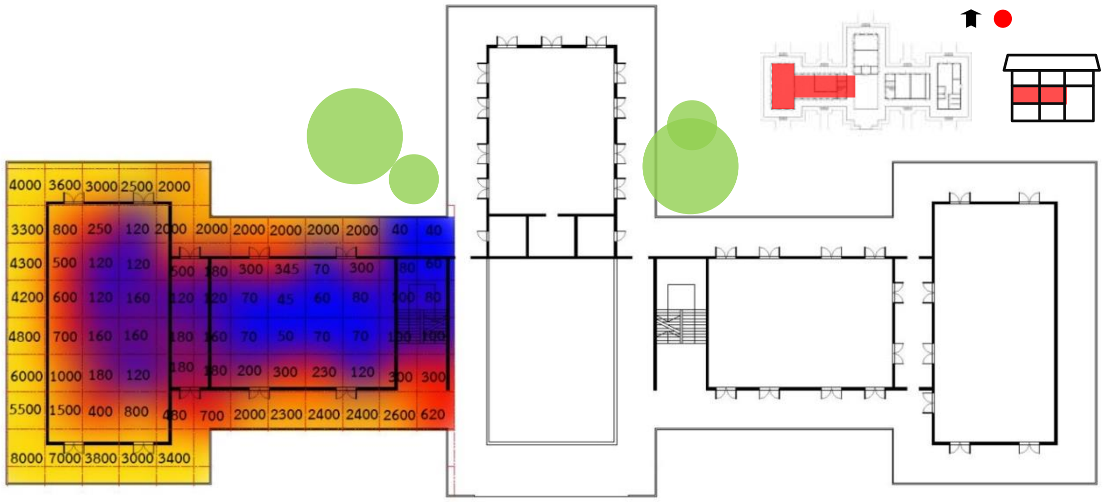
ภาพที่ 57 ลักษณะช่องเปิดของอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



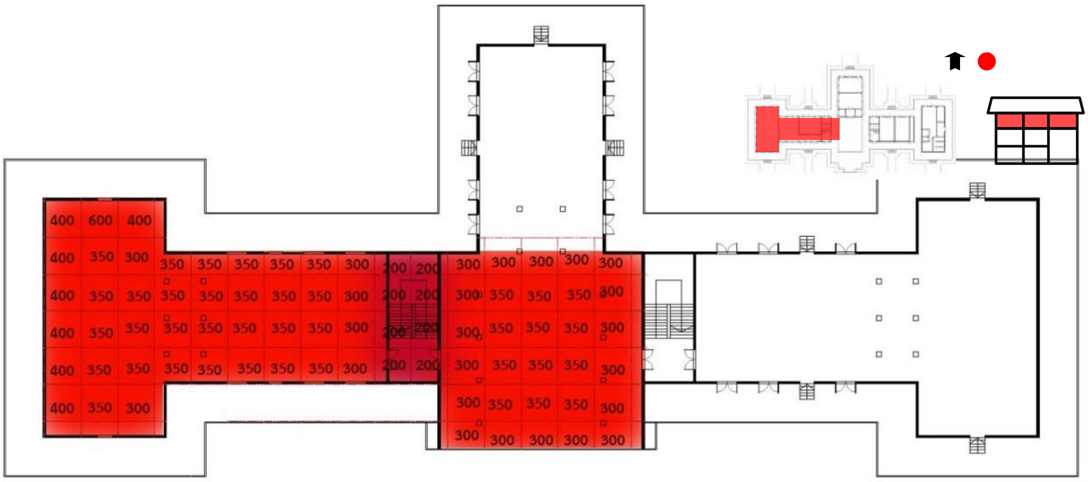
ภาพที่ 58 แสงธรรมชาติจากช่องเปิดของอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



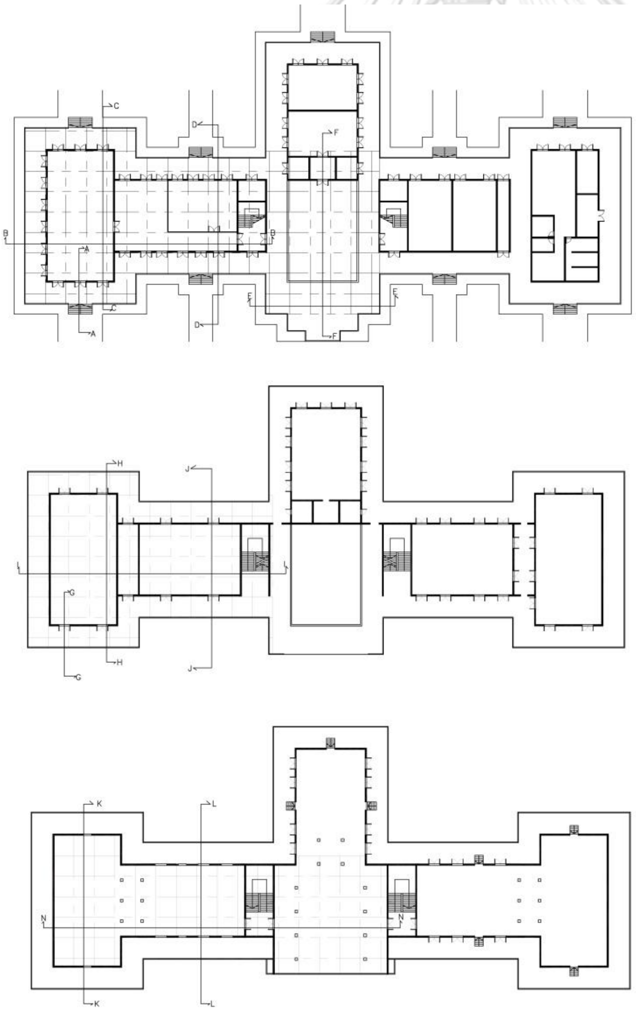
ภาพที่ 59 ข้อมูลแสงสว่าง (หน่วยเป็นLux) วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ



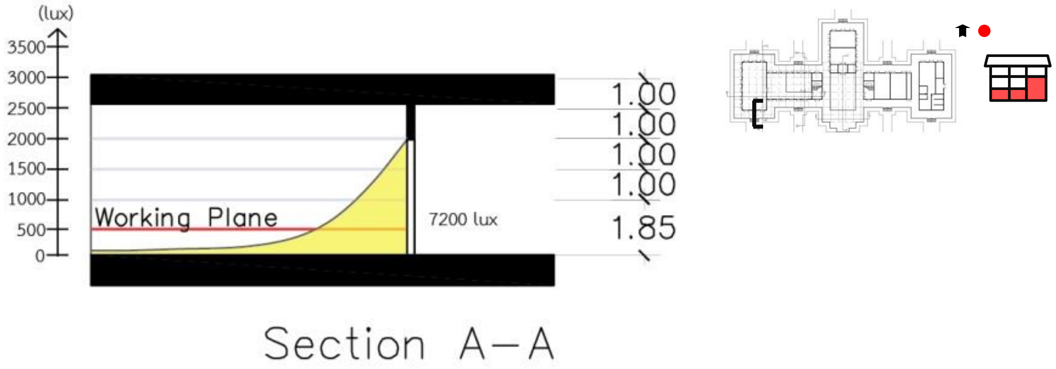
ภาพที่ 60 ข้อมูลแสงสว่าง (หน่วยเป็นLux) วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ



ภาพที่ 61 ข้อมูลแสงสว่าง (หน่วยเป็นLux) วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ



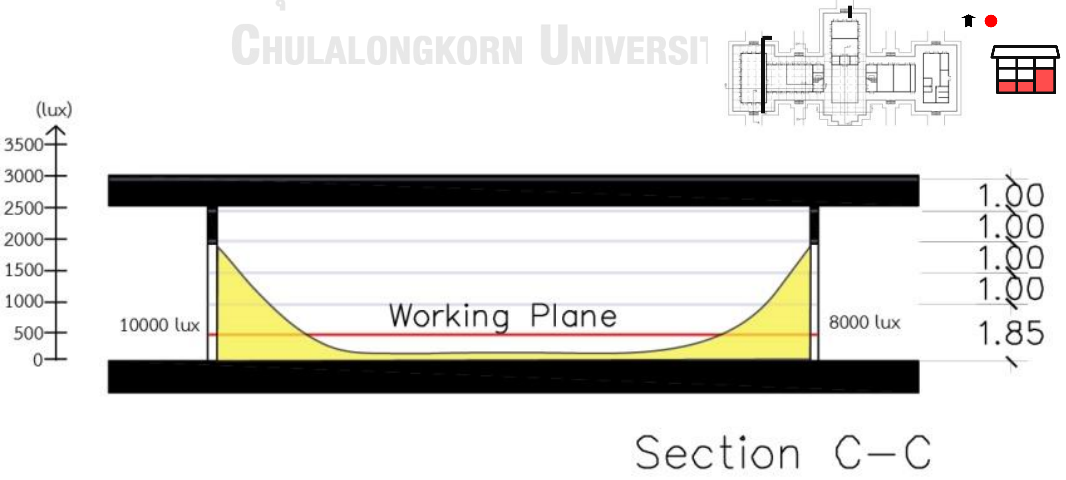
ภาพที่ 62 ภาพตัดข้อมูลแสงสว่าง (หน่วยเป็นLux) ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ



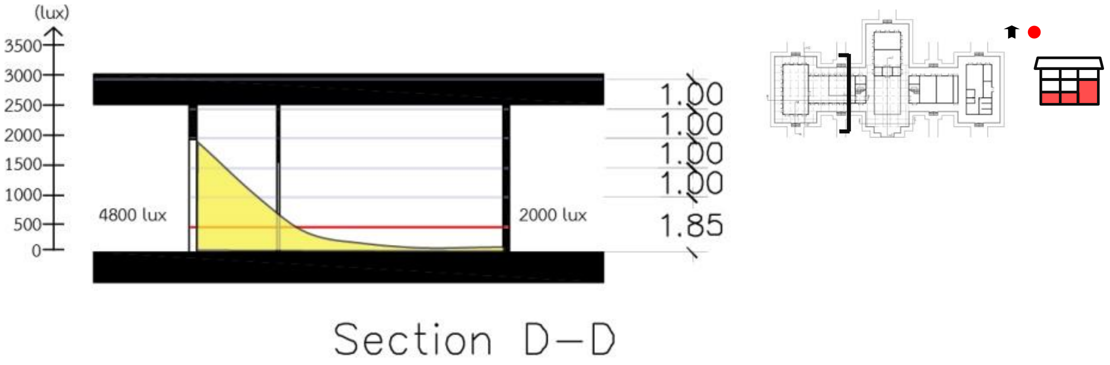
ภาพที่ 63 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด A-A วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ

ภาพที่ 64 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด B-B วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

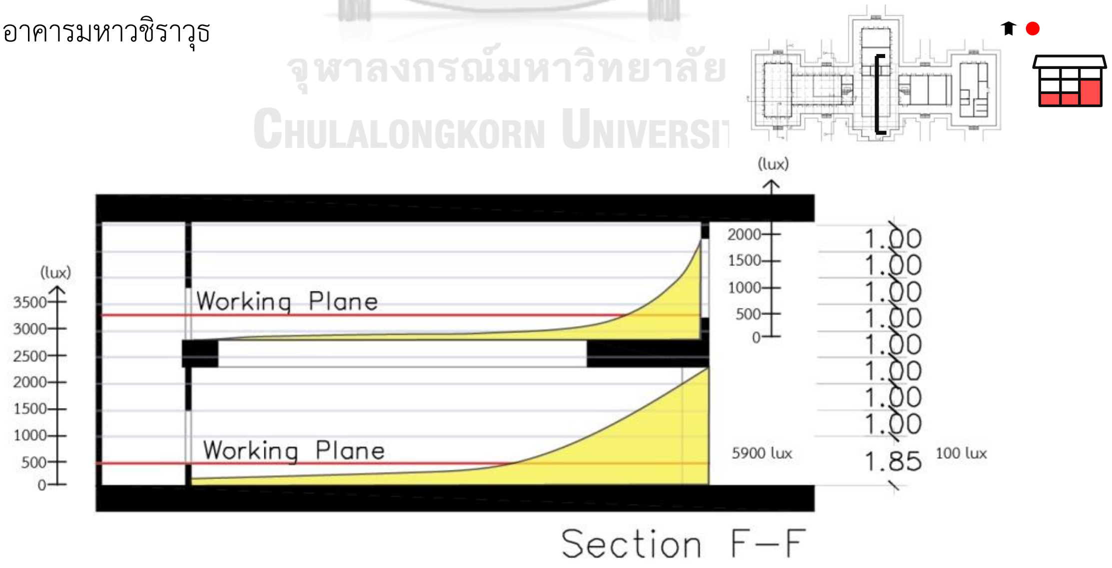


ภาพที่ 65 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด C-C วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ

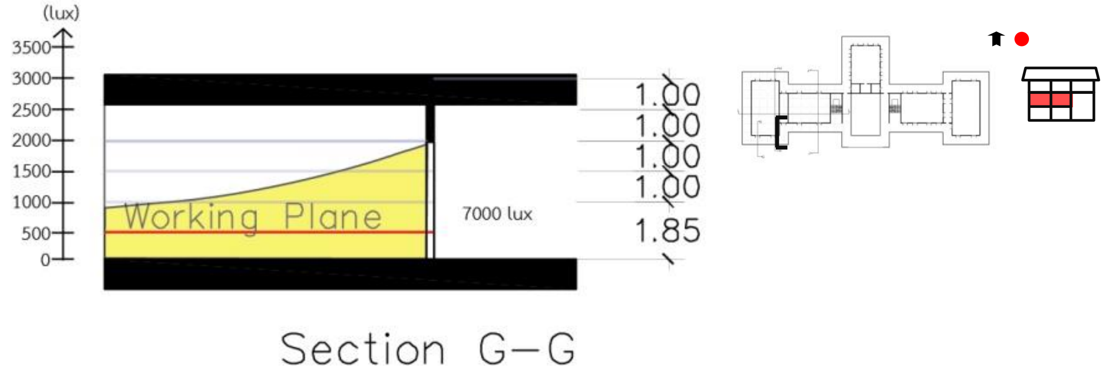


ภาพที่ 66 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด D-D วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ

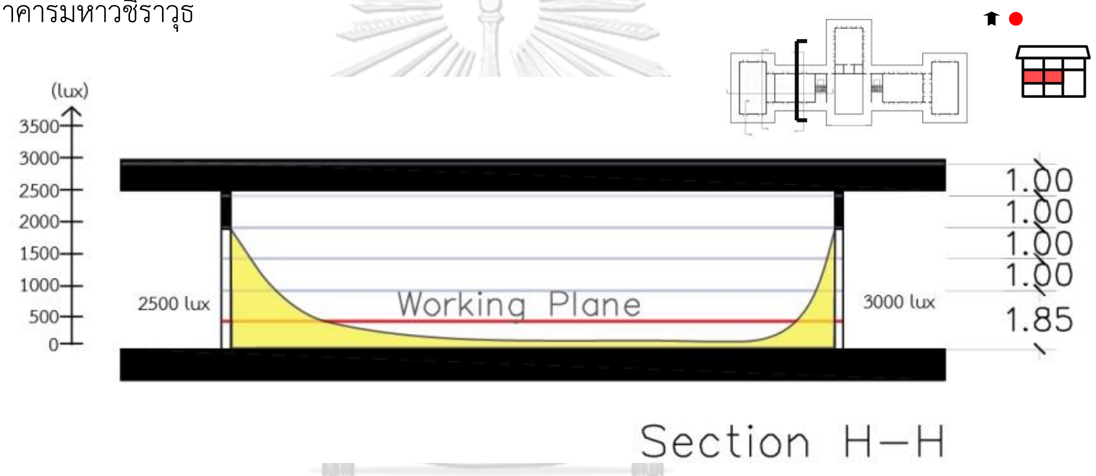
ภาพที่ 67 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด E-E วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ



ภาพที่ 68 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด F-F วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น1 อาคารมหาวชิราวุธ

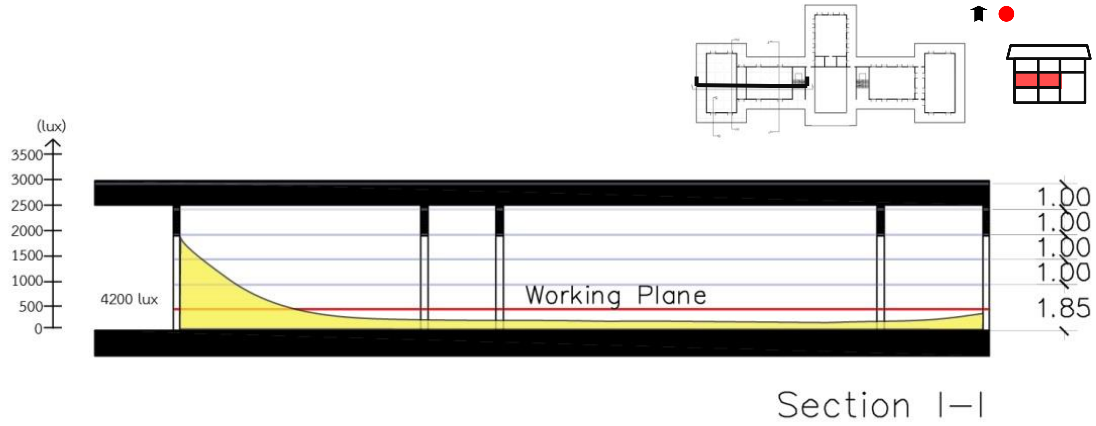


ภาพที่ 69 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด G-G วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น2 อาคารมหาวชิราวุธ

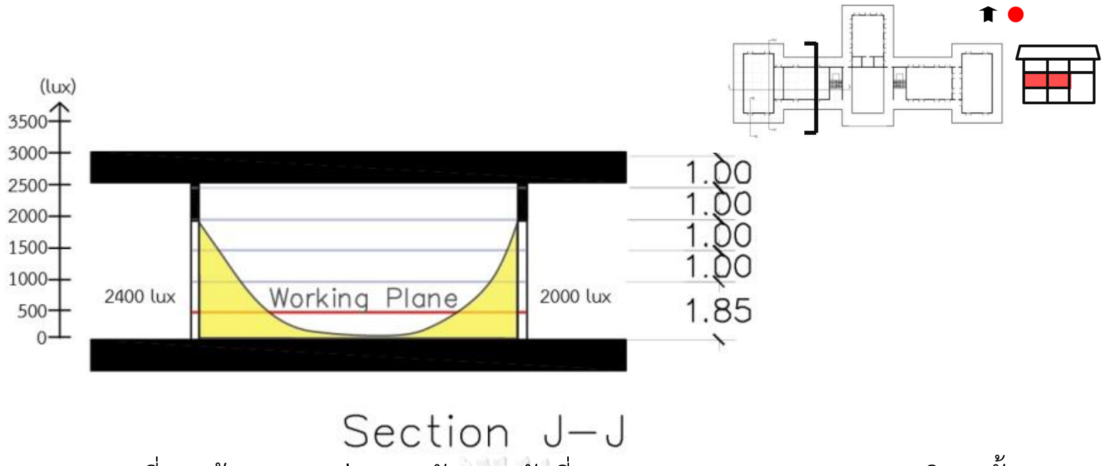


ภาพที่ 70 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด H-H วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น2 อาคารมหาวชิราวุธ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

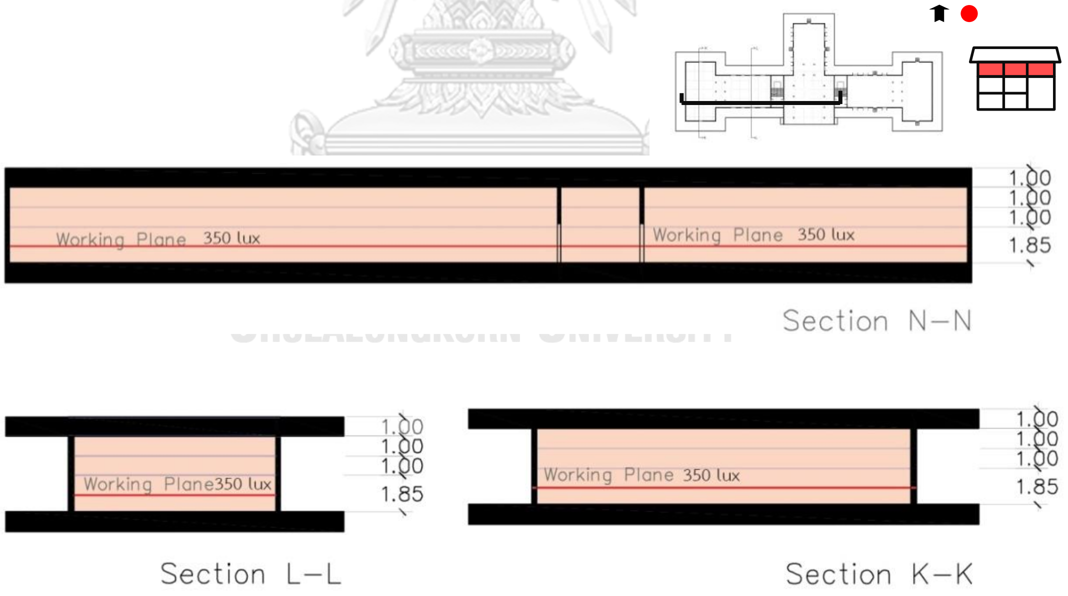


ภาพที่ 71 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด I-I วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น2 อาคารมหาวชิราวุธ



ภาพที่ 72 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัด J-J วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น2 อาคารมหาวชิราวุธ

ส่วนข้อมูลด้านแสงสว่างในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น 3 เป็นแสงสว่างที่ได้จากการวัดค่าแสงจากหลอดไฟฟ้า โดยค่าแสงสว่างบน Working Plane มีค่าคงที่ 300-350 lux



ภาพที่ 73 ข้อมูลแสงสว่างภาพตัดทั้งหมด วันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. บริเวณชั้น 3 อาคารมหาวชิราวุธ

4.3.1 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านแสงสว่างในอาคาร

จากข้อมูลวันที่ 31 พ.ค 2560 เวลา 14:00น. พบว่าแสงจากธรรมชาติสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร วัดค่าความส่องสว่าง 70000-120000 lux และลดค่าความสว่างลงเมื่อวัดจากระเบียงรอบอาคาร เหลือค่าความสว่างที่ 12000-3000 lux

แสงที่วัดค่าจากระเบียงโดยรอบ 12000-3000 lux เมื่อส่องมายังช่องเปิดอาคารมหาวชิราวุธ พบว่าเหลือค่าความสว่างแสงที่วัดบน Working Plane อยู่เพียง 500-40 lux โดยที่ความลึกของอาคารมีผลโดยตรงกับค่าความสว่าง ทำให้ในบางพื้นที่มืดและในบางพื้นที่สว่างเกินไป แต่ไม่พบแสงบาดตาในอาคาร

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 74 ลักษณะช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (Window-to-Wall Ratio; WWR)

- แสงธรรมชาติตกกระทบบน Working Plane ในระยะ 2 เมตร ห่างจากช่องเปิดด้านข้าง
- ห้องที่ไม่ใช้แสงจากหลอดไฟฟ้า ค่าแสงสว่างไม่เป็นไปตามมาตรฐานการใช้งานห้องสมุด
- ห้องที่เป็นระบบปิดให้แสงสว่างของหลอดไฟฟ้า ค่าแสงสว่างเป็นไปตามมาตรฐานการใช้งานห้องสมุด
- ปริมาณพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (Window-to-Wall Ratio; WWR) เท่ากับ 30%
- ระเบียงรอบอาคารกว้าง 3เมตร สูง 5เมตร ราวกันตกสูง 1.20เมตร หนา 0.30เมตร มีช่องโปร่ง 40%ของพื้นผิวกันตกระเบียงทั้งหมด

4.4 เสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics)

อาคารมหาวชิราวุธมีลักษณะการใช้งานภายในอาคารแบบปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ โดยที่ลักษณะห้องไม่ปรับอากาศมีช่องเปิดประตูและหน้าต่างคิดเป็นอัตราส่วน 30% ของผนังทึบทั้งหมด และห้องปรับอากาศมีลักษณะปิดด้วยกระจกและคอนกรีต อาคารทั้งสองมีแหล่งเสียงจากเครื่องใช้ไฟฟ้าและเสียงจากสภาพแวดล้อมภายนอก การเก็บข้อมูลในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก จะเก็บข้อมูลค่าความดังของเสียง (Background Noise) ในหน่วย dBA และค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time) ในช่วงความถี่เสียง 500 Hz.

ค่าความดังของเสียง (Background Noise) เก็บด้วยเครื่องมือ Decibel Meter ในช่วงเวลากลางวันที่ไม่มีผู้ใช้งานภายในห้องต่างๆนั้น โดยที่ค่าความดังเสียงไม่ควรเกิน 40 dBA

ค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time) ในช่วงความถี่เสียง 500 Hz. คำนวณด้วยสมการ RT (60) $= \dfrac{\mathbf{0.16\times v}}{\sum \boldsymbol{S\alpha}}$

RT(60) = reverberation time (sec)

V = ปริมาตรของห้อง, m^3

S = พื้นที่ผิวของห้อง, m^2

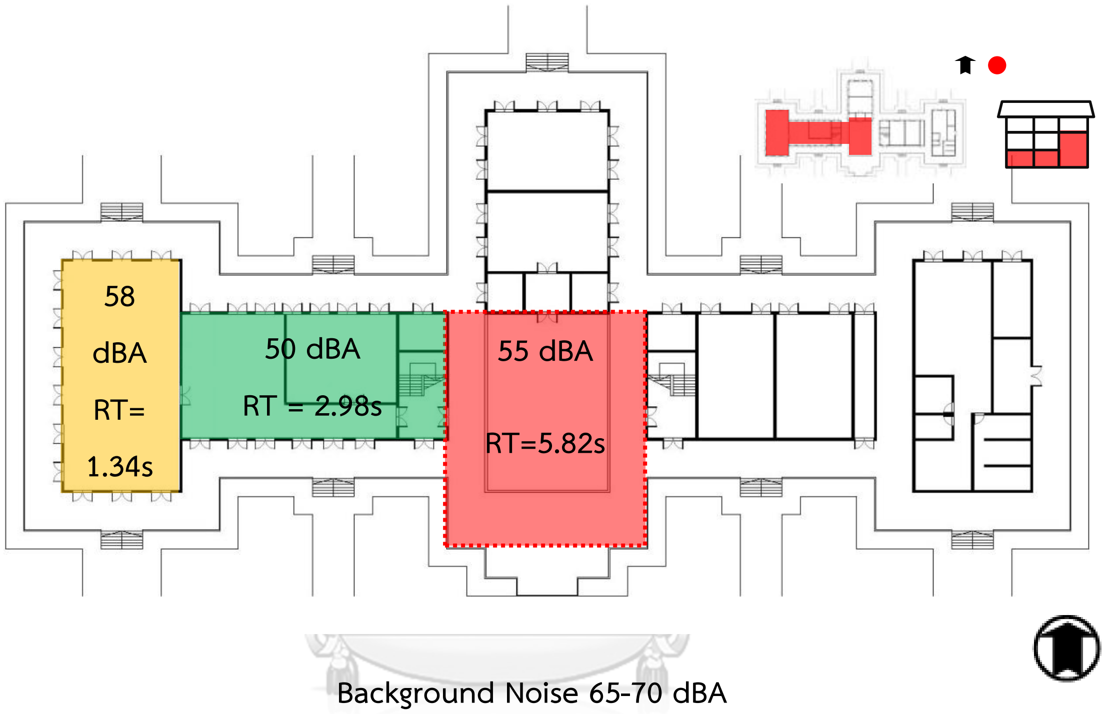
a = สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

Σ = ค่าการดูดซับเสียงรวมของห้อง, (Sabine, m^3)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อมูลด้านเสียงรบกวนในอาคาร เก็บข้อมูลภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก โดยมีห้องต่างๆดังนี้

- ชั้น1 ได้แก่ ห้องโถง ห้องสมุดเล็ก และห้องสมุดทางทิศตะวันตก
- ชั้น2ได้แก่ ห้องสมุดและห้องค้นคว้าวิจัย
- ชั้น3ได้แก่ ห้องโถง และห้องค้นคว้าวิจัย



ภาพที่ 75แสดงข้อมูลความดังเสียง(dBA) และค่าการสะเทือนกลับของเสียง(Reverberation Time: RT60)ห้องชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

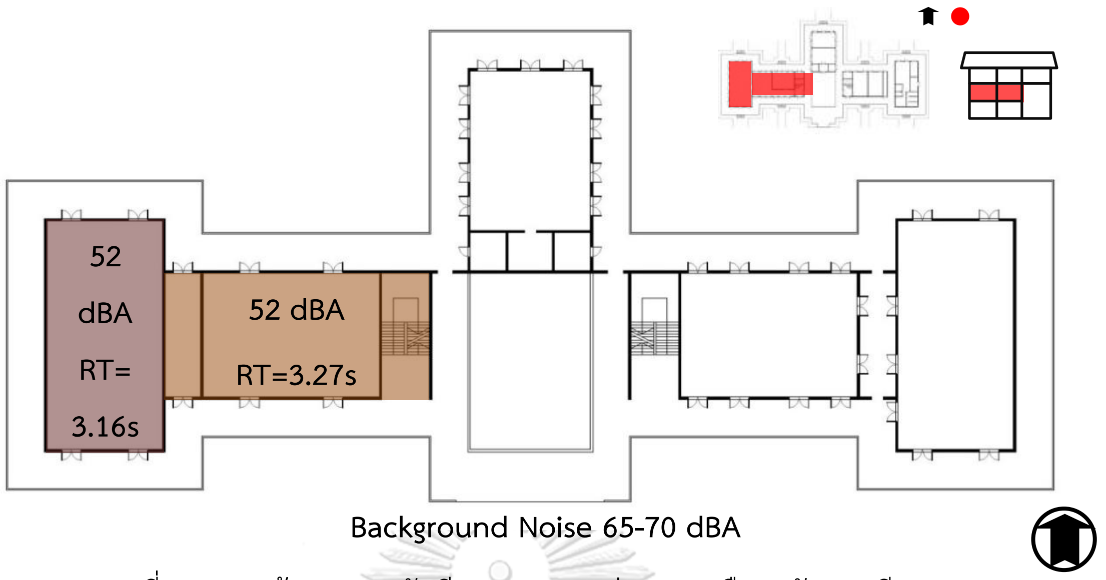
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลเสียงในอาคารชั้น1 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

โถงชั้น1ความดังเสียง Background Noise = 55dBA ค่าการสะเทือนกลับของเสียง(RT60) = 5.82s

ห้องสมุดความดังเสียง Background Noise = 50dBA ค่าการสะเทือนกลับของเสียง(RT60) = 2.98s

ห้องสมุดทางทิศตะวันตก Background Noise = 58dBA ค่าการสะเทือนกลับของเสียง(RT60) = 1.34s



ภาพที่ 76 แสดงข้อมูลความดังเสียง(dBA) และค่าการสะเทือนกลับของเสียง (Reverberation Time: RT60)ห้องชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

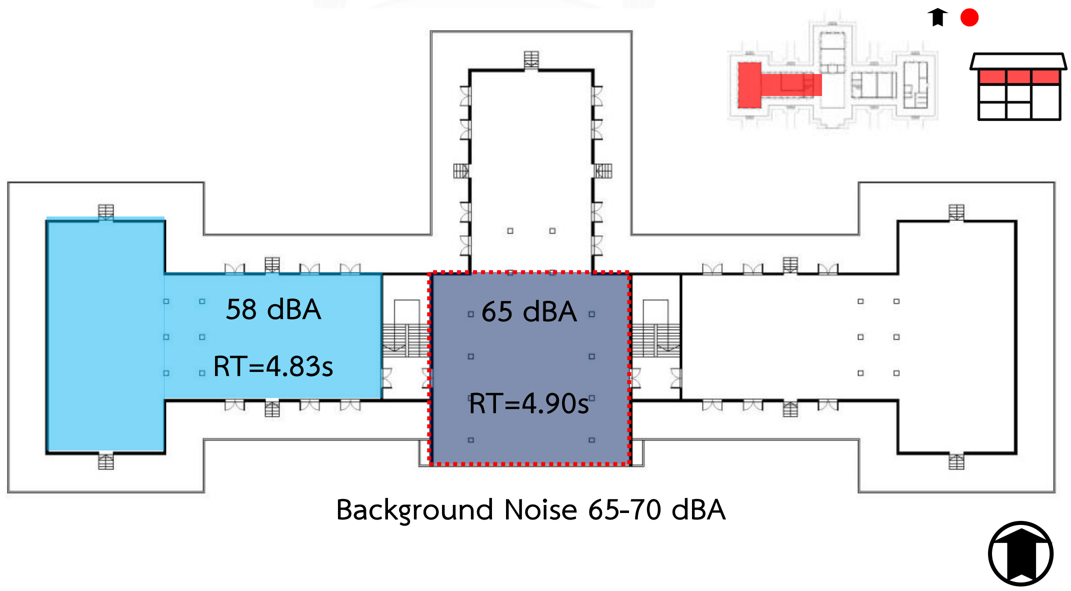
ข้อมูลเสียงในอาคารชั้น2 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

ห้องสมุดความดังเสียง Background Noise = 52dBA

ค่าการสะเทือนกลับของเสียง(RT60) = 3.27s

ห้องวิจัยความดังเสียง Background Noise = 52dBA

ค่าการสะเทือนกลับของเสียง(RT60) = 3.16s



ภาพที่ 77 แสดงข้อมูลความดังเสียง(dBA) และค่าการสะเทือนกลับของเสียง (Reverberation Time: RT60)ห้องชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

ข้อมูลเสียงในอาคารชั้น3 ทิศตะวันตก อาคารมหาวชิราวุธ

โถงมีความดังเสียง Background Noise = 65dBA

ค่าการสะเทือนกลับของเสียง (RT60) = 4.90**s**

ห้องวิจัยความดังเสียง Background Noise = 58dBA

ค่าการสะเทือนกลับของเสียง(RT60) = 4.83**s**

4.4.1 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านด้านเสียงรบกวนในอาคาร

ตารางที่ 18 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านความดังเสียง (Background Noise)

ด้านเสียงรบกวนในอาคาร(Acoustics)			
• ความดังเสียง Background Noise (dBA) <u>ชั้น1</u>	**ค่ามาตรฐาน**	**ค่าที่เก็บได้**	**ประเมินผล**
-ห้องโถง	38-42 dBA	55dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดเล็ก (A/C) -ห้องสมุดทิศตะวันตก(A/C)	38-42 dBA 38-42 dBA	50dBA 58dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
<u>ชั้น2</u>			
-ห้องค้นคว้าวิจัย	38-42 dBA	52dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก	38-42 dBA	52dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
<u>ชั้น3</u>			
-โถงห้องสมุด(A/C)	38-42 dBA	65dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องค้นคว้าวิจัย (A/C)	38-42 dBA	58dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time)

• ค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (ReverberationTime) ชั้น1	**ค่ามาตรฐาน**	**ค่าที่เก็บได้**	**ประเมินผล**
-ห้องโถง	1.0 - 1.5 s	5.82s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดเล็ก (A/C)	1.0 - 1.5 s	2.98s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก(A/C)	1.0 - 1.5 s	1.34s	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
ชั้น2			
-ห้องค้นคว้าวิจัย	1.0 - 1.5 s	3.27s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก	1.0 - 1.5 s	3.16s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
ชั้น3			
-โถงห้องสมุด(A/C)	1.0 - 1.5 s	4.90s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องค้นคว้าวิจัย (A/C)	1.0 - 1.5 s	4.83s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการเก็บข้อมูลพบว่าห้องไม่ปรับอากาศทุกห้อง มีค่าความดังเสียง (Background Noise) ดังกว่าค่ามาตรฐาน และค่าการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time) สูงกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนห้องปรับอากาศบางห้องเป็นไปตามค่ามาตรฐาน

ข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort) ด้านความสว่างในอาคาร (Lighting Comfort) และด้านเสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics Comfort) นำไปสู่การเก็บข้อมูลด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) โดยมีการสร้างแบบประเมินเพื่อเก็บข้อมูลในเชิงสถิติต่อไป

4.5 คุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ)

การวิเคราะห์คุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคารได้ใช้ข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร ด้านแสงสว่างในอาคาร ด้านเสียงรบกวนในอาคาร และด้านความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคาร โดยมีขอบเขตการเก็บข้อมูลดังนี้

1. ศึกษาห้องที่อยู่ทางทิศตะวันตกและทิศใต้ในอาคารมหาวชิราวุธ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน3ชั้น โดยแต่ละชั้นมีห้องต่างๆคือ
    - ชั้น1ได้แก่ห้อง FL1030, FL1031, FL1029, FL1032, FL1028, FL1033, FL1034, FL1035, FL1036 และ FL1021
    - ชั้น2ได้แก่ห้อง FL2010, FL2009, FL2008 และFL1021
    - ชั้น3ได้แก่ห้อง FL3003 และ FL3002
2. ศึกษาห้องที่อยู่ทางทิศตะวันตก-ใต้ ห้องประชุม 210 ในอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. เงื่อนไขในการศึกษาอาคารหรือการเปิด-ปิดอาคารมหาวชิราวุธแบ่งเป็น 2แบบ คือ
    - กรณีที่ 1 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องไม่ปรับอากาศ
    - กรณีที่ 2 เปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) ในห้องปรับอากาศ
    - กรณีที่ 3 ปิดอาคารตลอด 24 ชั่วโมง
4. ศึกษาลักษณะอุณหภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมบริเวณอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. การศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) ไม่รวมสารพิษและสารระเหย เช่น Co2, Acetone, Ethanol Isoprene, Nonanal, Decanal, α-Pinene, Methane, Hydrogen, Eucalyptol, Esters, Limonene, Unburnt Hydrocarbons, Formaldehyde, Alkanes, Alcohols, Aldehydes, Ketones, Siloxanes, Toluene, Xylene, Decane, Benzene, Styrene, Phenole.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อมูลด้านความร้อนในอาคาร ด้านแสงสว่างในอาคาร ด้านเสียงรบกวนในอาคารได้ถูกแสดงและวิเคราะห์ไปในช่วงต้นของงานวิจัย ในส่วนของคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ)นี้ จึงเน้นที่การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคาร

ภาพที่ 78 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคาร

การประเมินความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคารมหาวชิราวุธแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

- สุขภาพและโรคภัยในอดีต
- สุขภาพและโรคภัยที่เป็นอยู่ปัจจุบัน
- สภาพจิตใจ
- สภาพทางกายภาพ

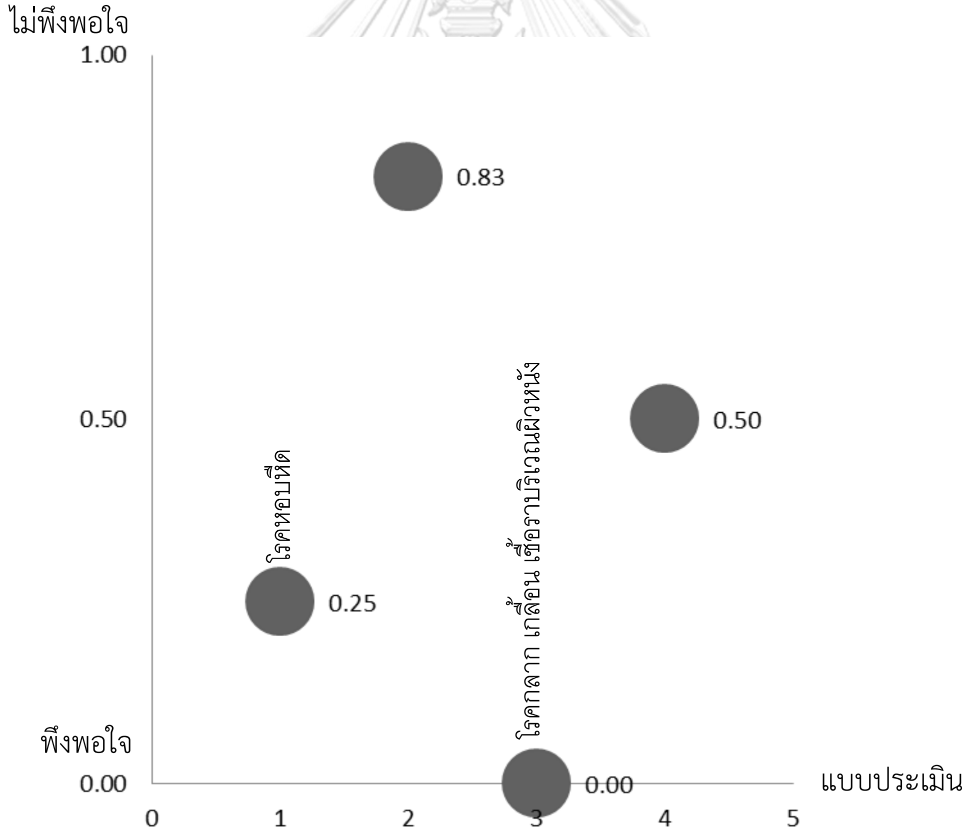
ข้อมูลการประเมินด้านสภาพกายภาพ วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ด้านความร้อน แสงสว่าง และเสียงรบกวนในอาคาร

4.5.1 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ)

ผลประเมินความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคารมหาวชิราวุธ จากเจ้าหน้าที่ที่ทำงานในอาคาร 12 คน ในเวลาทำงาน (8:00 น. – 17:00 น.)

ผลการประเมินโรคประจำตัว และอาการป่วยในอดีตจนถึงปัจจุบันมีรายละเอียดดังนี้

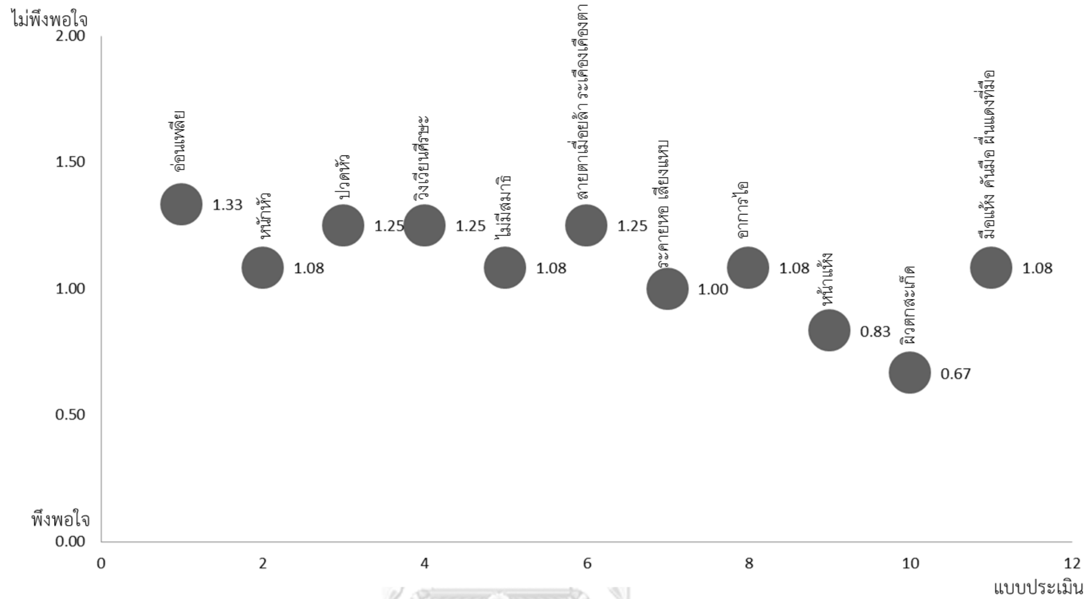
ข้อมูลแบบประเมินโรคประจำตัว และอาการป่วยในอดีตจนถึงปัจจุบันจากการให้ค่า 0-1 แทนค่า 0 =ไม่ใช่ ,1 = ใช่ พบว่าการประเมินโรคประจำตัว และอาการป่วยในอดีตจนถึงปัจจุบันได้ข้อมูลดังนี้



ภาพที่ 79 แสดงการประเมินโรคประจำตัว และอาการป่วยในอดีตจนถึงปัจจุบัน ในอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมินลักษณะความผิดปกติของร่างกายเวลาทำงานในอาคารมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลแบบประเมินลักษณะความผิดปกติของร่างกายเวลาทำงานในอาคารจากการให้ค่า 0-2 แทนค่า 0 =ไม่เคย ,1 = เคยบางครั้ง , 2 = เคยบ่อยๆ (ทุกสัปดาห์) พบว่าการประเมินลักษณะความผิดปกติของร่างกายเวลาทำงานในอาคารได้ข้อมูลดังนี้

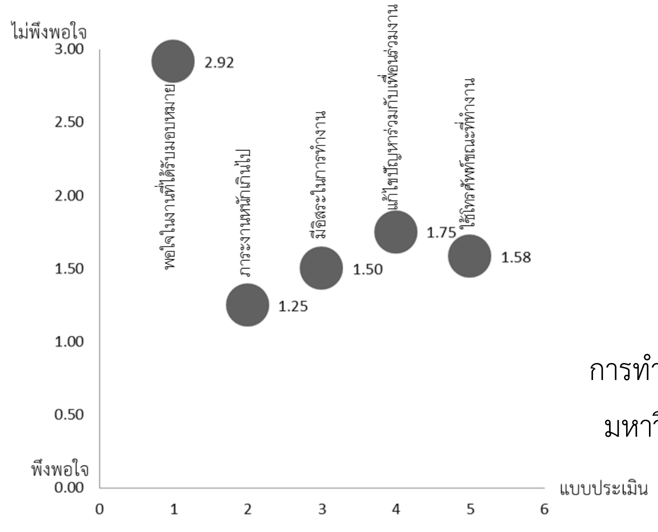


ภาพที่ 80 แสดงการประเมินลักษณะความผิดปกติของร่างกายเวลาทำงานในอาคาร ในอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการประเมินสภาพการทำงานมีรายละเอียดดังนี้

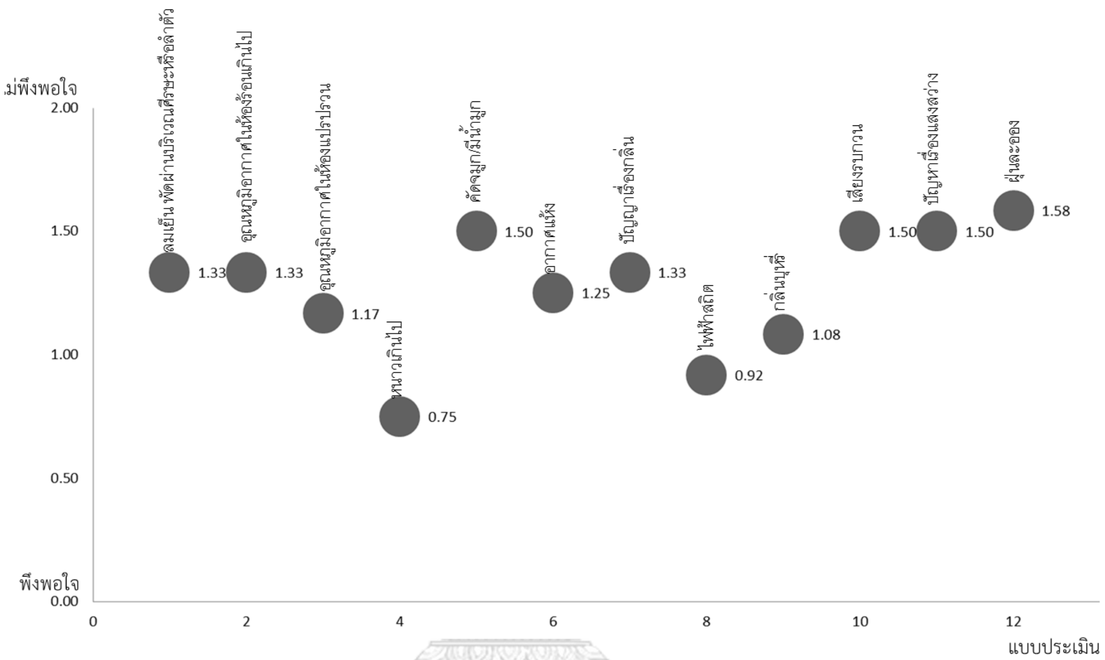
ข้อมูลแบบประเมินสภาพการทำงาน จากการให้ค่า 0-3 แทนค่า 0 =ไม่เคย ,1 = นานๆครั้ง , 2 = ใช่บางครั้ง ,3 = ใช่บ่อยๆ พบว่าการประเมินสภาพการทำงานได้ข้อมูลดังนี้



ภาพที่ 81 แสดงการประเมินสภาพการทำงาน ในอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมินสภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลแบบประเมินสภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงาน มีแนวโน้มในเชิงลบ จากการให้ค่า 0-2 แทนค่า 0 =ไม่เคย ,1 = เคยบางครั้ง , 2 = เคยบ่อยๆ (ทุกสัปดาห์) พบว่าการประเมินสภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงานได้ข้อมูลดังนี้



ภาพที่ 82 แสดงการประเมินสภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงาน ในอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการเก็บข้อมูลจากพนักงานทำงานประจำในอาคารมหาวชิราวุธ ที่ทำงานเป็นระยะเวลามากกว่า 5ปี สรุปข้อมูลดังนี้

- การประเมินสุขภาพในอดีตและสภาพจิตใจ มีแนวโน้มส่งผลให้เกิดปัญหาสุขภาพในปัจจุบัน
- การประเมินทางกายภาพมีแนวโน้มเชิงลบ

สรุปผลการเก็บข้อมูลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ กรณีศึกษา อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ว่า เป็นการเก็บข้อมูลในอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ยุคแรก ซึ่งมีลักษณะเป็นอาคารมวลสารมาก (น้ำหนักอาคารมากกว่า 195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) ในด้านความร้อน พบว่ามีอุณหภูมิอากาศภายในพื้นที่ไม่ปรับอากาศภายในอาคาร อยู่นอกเขตสบายของมนุษย์เกือบตลอด 24 ชั่วโมง โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกไม่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิอากาศภายใน เมื่อเก็บค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบอาคาร (MRT) ได้ข้อมูลอุณหภูมิอากาศภายในอาคารลดลง แต่ยังคงอยู่นอกเขตสบายเกือบตลอดเวลา ส่วนภายในพื้นที่ปรับอากาศมีอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเขตสบายของมนุษย์ เมื่อเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ ด้านแสงสว่างในอาคาร พบค่าความส่องสว่างไม่เพียงพอต่อลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้น และแสงจากธรรมชาติไม่สามารถลอดผ่านเข้ามาภายในอาคารได้ ด้านเสียงรบกวนภายในอากาศ พบค่าความดังเสียงและค่าการสะท้อนกลับของเสียง ไม่เป็นไปตามมาตรฐานการใช้งานกับลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในอาคาร ด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร พบแนวโน้มการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการใช้งานในอาคาร ซึ่งสามารถสรุปการเก็บข้อมูลทั้งหมดตามตารางนี้

ตารางที่ 20 สรุปผลการเก็บข้อมูลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์

ความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort)	**แสงสว่างในอาคาร** (Lighting)	**เสียงรบกวนในอาคาร** (Acoustics)	**ความรู้สึกต่ออาคาร** (IEQ)
อุณหภูมิอากาศ ลด ↓	ค่าความสว่างของแสง เพิ่ม ↑	ค่าความดังของเสียง (Background Noise) ลด ↓	แบบประเมินความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคาร
ความชื้นสัมพัทธ์ ลด ↓	แสงบาดตา ○	ค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง ลด ↓ (Reverberation Time)	
อุณหภูมิพื้นที่ผิวเฉลี่ยโดยรอบภายในอาคาร ○	ทิศทางช่องเปิดในอาคาร ○		
ความเร็วลม เพิ่ม ↑			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ กรณีศึกษา อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการศึกษาทั้งหมด 4ด้าน คือ ด้านความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort) ด้านความสว่างในอาคาร (Lighting Comfort) และด้านเสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics Comfort) และด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) ในอาคารทีมีลักษณะเป็นอาคารมวลสารมาก ผลการวิเคราะห์ในแต่ละด้านดังนี้

ตารางที่ 21 สรุปข้อมูลประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ กรณีศึกษา อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สภาวะสบายในอาคาร	**ค่ามาตรฐาน**	**ค่าข้อมูลภาคสนาม**	**การวิเคราะห์**
ด้านความร้อนในอาคาร(Thermal Comfort)			
• อุณหภูมิอากาศ (℃) <u>ชั้น1</u>			
-ห้องโถง	22-27℃	32.6℃	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดเล็ก (A/C)	22-27℃	26.6℃	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก(A/C)	22-27℃	25.9℃	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
<u>ชั้น2</u>			
-ห้องค้นคว้าวิจัย	22-27℃	32.4℃	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

-ห้องสมุดทิศตะวันตก	22-27℃	32.7℃	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
<u>ชั้น3</u>			
-โถงห้องสมุด(A/C)	22-27℃	31.7℃	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องค้นคว้าวิจัย (A/C)	22-27℃	25.6℃	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
• ความชื้นสัมพัทธ์ (RH)			
<u>ชั้น1</u>			
-ห้องโถง	20-75 %RH	64.5 %RH	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
-ห้องสมุดเล็ก (A/C) -ห้องสมุดทิศตะวันตก(A/C)	20-75 %RH 20-75 %RH	66.2%RH 63.3 %RH	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
<u>ชั้น2</u>			
-ห้องค้นคว้าวิจัย	20-75 %RH	63 %RH	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก	20-75 %RH	63.2 %RH	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
<u>ชั้น3</u>			
-โถงห้องสมุด(A/C)	20-75 %RH	41.9 %RH	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
-ห้องค้นคว้าวิจัย (A/C)	20-75 %RH	54.8 %RH	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
• อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ผิวโดยรอบ (MRT)			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ชั้น1</u>			
-ห้องโถง	22-27℃	**28.2** ℃	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดเล็ก (A/C)	22-27℃	**20.4** ℃	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก(A/C)	22-27℃	**18**℃	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
<u>ชั้น2</u>			
-ห้องค้นคว้าวิจัย	22-27℃	**23.4** ℃	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก	22-27℃	**23**℃	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
<u>ชั้น3</u>			
-โถงห้องสมุด(A/C)	22-27℃	23.7℃	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
-ห้องค้นคว้าวิจัย (A/C)	22-27℃	18℃	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
• ความเร็วลม (M/s)	1.02-1.52 m/s	N/A	ไม่มีผลกระทบ
ด้านความสว่างในอาคาร(Lighting)			
• ความส่องสว่าง (lux) <u>ชั้น1</u>			
-ห้องโถง	300 lux	320-200 lux	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
-ห้องสมุดเล็ก (A/C)	300-500 lux	180 lux	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก(A/C)	300-500 lux	160 lux	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
<u>ชั้น2</u>			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

-ห้องค้นคว้าวิจัย	300-500 lux	200 lux	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก	300-500 lux	600-160 lux	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
ชั้น3			
-โถงห้องสมุด(A/C)	300 lux	300-350 lux	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
-ห้องค้นคว้าวิจัย (A/C)	300-500 lux	300-350 lux	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
• แสงบาดตา (Glare)	N/A	N/A	N/A
ด้านเสียงรบกวนในอาคาร(Acoustics)			
• ความดังเสียง Background Noise (dBA) ชั้น1			
-ห้องโถง	38-42 dBA	55dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดเล็ก (A/C) -ห้องสมุดทิศตะวันตก(A/C)	38-42 dBA 38-42 dBA	50dBA 58dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
ชั้น2			
-ห้องค้นคว้าวิจัย	38-42 dBA	52dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก	38-42 dBA	52dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
ชั้น3			
-โถงห้องสมุด(A/C)	38-42 dBA	65dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

-ห้องค้นคว้าวิจัย (A/C)	38-42 dBA	58dBA	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
• ค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (ReverberationTime) ชั้น1			
-ห้องโถง	1.0 - 1.5 s	5.82s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดเล็ก (A/C)	1.0 - 1.5 s	2.98s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก(A/C)	1.0 - 1.5 s	1.34s	ได้ค่าอยู่ในมาตรฐาน
ชั้น2			
-ห้องค้นคว้าวิจัย	1.0 - 1.5 s	3.27s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องสมุดทิศตะวันตก	1.0 - 1.5 s	3.16s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
ชั้น3			
-โถงห้องสมุด(A/C)	1.0 - 1.5 s	4.90s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
-ห้องค้นคว้าวิจัย (A/C)	1.0 - 1.5 s	4.83s	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
ด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ)			
• สภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงาน	0	1.27	มีแนวโน้มเชิงลบกับความพึงพอใจในสภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงาน
• สภาพการทำงาน	0	1.80	มีแนวโน้มเชิงลบกับความพึงพอใจในสภาพการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

• โรคประจำตัว และอาการป่วยในอดีตจนถึงปัจจุบัน	0	0.40	ส่วนมากไม่มีอาการโรคประจำตัว และอาการป่วยในอดีตจนถึงปัจจุบันที่ร้ายแรง
• ลักษณะความผิดปกติของร่างกายเวลาใช้พื้นที่ทำงาน	0	1.08	ส่วนใหญ่มีลักษณะความผิดปกติของร่างกายเวลาใช้พื้นที่ทำงาน

5.1.1 ผลสรุปและแนวทางการแก้ไขสภาพแวดล้อมในอาคารด้านความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort)

ผลจากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศทั้ง 3 กรณี พบว่าการทำให้เกิดสภาวะสบายในอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นอาคารมวลสารมากนี้ ทำได้โดยการสร้างสภาวะสบายขึ้นเองภายในอาคาร ข้อมูลจากกราฟวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอกไม่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายในอาคาร โดยการใช้อิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) เมื่ออุณหภูมิบนพื้นผิวแต่ละระนาบของอาคารมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก วัสดุพื้นและผนังส่วนใหญ่ในอาคาร คือคอนกรีตที่มีความหนาประมาณ 30 เซนติเมตร เสารับน้ำหนักโดยรอบอาคารมีความหนาประมาณ 1 เมตร จึงทำให้ความร้อนภายนอกอาคารไม่สามารถถ่ายเทสู่ภายในอาคารได้อย่างเต็มที่ และในส่วนพื้นที่ห้องสมุด มีการใช้วัสดุไม้ และวางโซน (Zoning) ทำให้เกิดเงา (Shading) ในบางพื้นที่เป็นผลให้ระนาบบางจุด มีอุณหภูมิพื้นผิวลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิเหมือนเย็นลงได้ การใช้อิทธิพลกระแสลมธรรมชาติในอาคาร พบว่าลมธรรมชาติไม่สามารถพัดผ่านช่องเปิดในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากลักษณะทางสถาปัตยกรรมของอาคารมีระเบียงโดยรอบ ทำให้กระแสลมธรรมชาติถูกลดความเร็วลง เมื่อพัดผ่านไปยังภายในอาคารจึงเหลือความเร็วลมอยู่ที่ 0.20-1.50 m/s เท่านั้น การสร้างสภาวะสบายในอาคารจึงต้องเพิ่มการไหลเวียนอากาศภายในอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1.2 ผลสรุปและแนวทางการแก้ไขสภาพแวดล้อมในอาคารด้านแสงสว่างในอาคาร (Lighting Comfort)

ผลการสำรวจพบค่าความเข้มของแสงไม่เพียงพอกับลักษณะการใช้อาคาร คือการอ่านหนังสือในห้องสมุดตามมาตรฐานที่จะต้องมีความสว่างไม่น้อยกว่า 500-300 lux จากผลสำรวจวัดค่าบริเวณนั่งอ่านหนังสือได้ 256-100 lux ซึ่งไม่พอกับค่ามาตรฐานความสว่างในห้องสมุด เนื่องจากองศาแสงธรรมชาติภายนอกอาคารตกกระทบกับระเบียงโดยรอบ ส่งผลให้ค่าความสว่างของแสงลดลงและไม่เพียงพอต่อความต้องการ การใช้แสงส่องสว่างในห้องสมุด ในด้านความสบายทางสายตาพบว่าวัสดุผิวในอาคารมหาวชิราวุธส่วนใหญ่เป็นลักษณะพื้นผิวด้าน (Diffuse) และวัสดุผิวสีเข้มเช่น ไม้สีน้ำตาลเข้ม ประตูสีแดงเข้ม ซึ่งเป็นผลทำให้การกระจายความสว่างบนพื้นผิววัสดุน้อย ไม่สามารถทำให้รู้สึกสว่างขึ้นได้ แนวทางการแก้ไขคือเพิ่มค่าความสว่างแสงให้ได้มาตรฐานการใช้งานของลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้น โดยการคำนวณค่าความต้องการแสงสว่าง แสงตกกระทบบน (Working Plane) และคำนึงถึงระยะแสงบาดตา

5.1.3 ผลสรุปและแนวทางการแก้ไขสภาพแวดล้อมในอาคารด้านเสียงรบกวนในอาคารในอาคาร (Acoustics Comfort)

เนื่องจากอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และอาคารมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ทำให้ตัวแปรในเรื่องของเสียงรบกวนเป็นไปได้ยากที่จะควบคุมให้อยู่ในค่ามาตรฐาน ยกเว้นห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศจะสามารถควบคุมความดังของเสียงจากลมจากเครื่องปรับอากาศได้ จากข้อมูลค่าความดังของเสียง(Background Noise) ในอาคารมหาวชิราวุธอยู่ที่ค่า 40-60 dBA พื้นที่ที่มีความดังเสียง (Background Noise) มากที่สุดบริเวณโถงชั้น 3 ของอาคาร ค่าการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation Time) ในห้องต่างๆมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน เนื่องจากการก่อสร้างและการใช้วัสดุตกแต่งในอาคาร วัสดุที่มีค่าการดูดซับเสียงน้อย แนวทางการแก้ไขจึงทำได้โดยการเพิ่มการใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับเสียงมากขึ้นในอาคาร รวมไปถึงการบำรุงรักษาเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร เช่น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟฟ้า หรือคอมพิวเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพเพื่อไม่ทำให้เกิดเสียงรบกวนจากระบบที่ขัดข้องต่อมา

5.1.4 ผลสรุปและแนวทางการแก้ไขสภาพแวดล้อมในอาคารด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ)

คุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร มีปัจจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และทางด้านความรู้สึกของผู้ใช้งานในอาคารที่มีอิทธิพล การสร้างคุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคารจึงทำได้ด้วยการสร้าง

ปัจจัยด้านต่างๆให้อยู่ในสภาวะสบายของมนุษย์ เพราะคุณภาพสภาพแวดล้อมที่ดีจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน และการเจ็บป่วยที่เกิดจากการใช้งานในอาคาร

ข้อสรุปข้อมูลอาคารมหาจุฬาลงกรณ์และมหาวชิราวุธ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้งานในอาคารมหาวชิราวุธเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานในอากาศลดลง เนื่องจากลักษณะการใช้งานในอาหารไม่สัมพันธ์กับสภาพภายนอกอาคาร จึงต้องมีการปรับปรุงมหาวิทยาลัย ด้านความร้อนในอาคาร(Thermal Comfort) ด้านความสว่างในอาคาร (Lighting) ด้านเสียงรบกวนในอาคาร(Acoustics) และด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) โดยมีตัวอย่างการวิธีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในอาคารเพื่อให้เกิดสภาวะสบายดังนี้

ตารางที่ 22 ตัวอย่างการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในอาคารเพื่อให้เกิดสภาวะสบายในโถงห้องสมุด อาคารมหาวชิราวุธ

ความร้อนในอาคาร (Thermal Comfort)	**แสงสว่างในอาคาร (Lighting)**	**เสียงรบกวนในอาคาร (Acoustics)**	**ความรู้สึกต่ออาคาร (IEQ)**
อุณหภูมิอากาศ ลด ↓	ค่าความสว่างของแสง เพิ่ม ↑	ค่าความดังของเสียง (Background Noise) ลด ↓	แบบประเมินความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งานอาคาร
ความชื้นสัมพัทธ์ ลด ↓	แสงบาดตา ○	ค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง ลด ↓ (Reverberation Time)	
อุณหภูมิพื้นที่ผิวเฉลี่ยโดยรอบภายในอาคาร ○	ทิศทางช่องเปิดในอาคาร ○		
ความเร็วลม เพิ่ม ↑			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 ตัวอย่างการปรับปรุง

โครงการศึกษาปรับปรุงโถงศูนย์สารนิเทศมนุษยศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเพิ่มความสบายของผู้ใช้บริการและประหยัดพลังงานในเดือนกันยายน พ.ศ.2558 ได้รับทุนการวิจัยจากบริษัทดาลินีจำกัด โดยมี รศ.ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย และนางสาวชรินรัตน์ รุ่งเรืองศรี นิสิตป.โท คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นนักวิจัยหลัก

การปรับปรุงภายในโถงห้องสมุด ในศูนย์สารนิเทศมนุษยศาสตร์ ให้เสมือนกับอยู่ในเขตสภาพแวดล้อมแบบสบาย คำนึงถึง **3** ปัจจัยหลักคือ

1. ความร้อน (Thermal)
2. ความสว่างและการมองเห็น (Lighting and visual)
3. เสียงรบกวน (Acoustics)

อาคารศูนย์สารนิเทศมนุษยศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นอาคารประวัติศาสตร์และเป็นอาคารที่เป็นลักษณะเปิด ทำให้ไม่สามารถควบคุมในปัจจัยของเรื่อง เสียงรบกวนได้ ในการปรับปรุง จึงได้ใช้เงื่อนไขเรื่อง ความร้อน และความสว่าง ภายในอาคาร เป็นตัวกำหนด ในการหาตัวแปรที่สามารถทำการปรับปรุงโถงห้องสมุด ให้อยู่ในภาวะเสมือนสบายได้

ผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม 3 ครั้ง ใน 1 เดือน พบปัญหาเรื่องความร้อนในอาคารห้องสมุด ความสว่างที่ไม่พอเพียงสำหรับการอ่านหนังสือ และ ปัญหาในเรื่องของเสียงที่ก้องเกินไปในบางบริเวณ ทำให้ส่งผลกระทบต่อสภาวะน่าสบายของผู้ที่มาใช้บริการและเจ้าหน้าที่ โดยมีข้อมูลที่ได้ดังนี้

สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร มีต้นไม้ขนาดกลางบางบริเวณ เพื่อให้ร่มเงาแก่อาคาร อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร 35°c ความชื้นสัมพัทธ์ 56% RH และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารบริเวณที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ เฉลี่ย 31°c มีความชื้นสัมพัทธ์ 53% RH อุณหภูมิภายในโถงห้องสมุดชั้น 1 ต่างจากอุณหภูมิอากาศภายนอก 4 °c และมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในโถงห้องสมุดชั้น 1 ต่างจาก ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณนอกอาคาร 3% RH

แหล่งความร้อนในอาคาร จากผลสำรวจพบว่าอุณหภูมิหลอดไฟฮาโลเจน24 ดวง ภายในพื้นที่โถงห้องสมุด ชั้น 1 วัดค่าอุณหภูมิภายในโคม หน้าเลนท์ ขั้วปลั๊กวัดเป็น องศาเซลเซียส ประมาณ 120 องศาเซลเซียสมีค่าความร้อนบริเวณโคมไฟ 58-70 °cส่งผลให้ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกร้อนขึ้นจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงโคมอุณหภูมิที่สูงขึ้นเกิดจาก ความร้อนที่ปล่อยออกมาจากแหล่งความร้อนสะสมอยู่ในตัววัสดุ เมื่อวัสดุนั้นมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนไว้ในผนังอาคาร เมื่อใช้

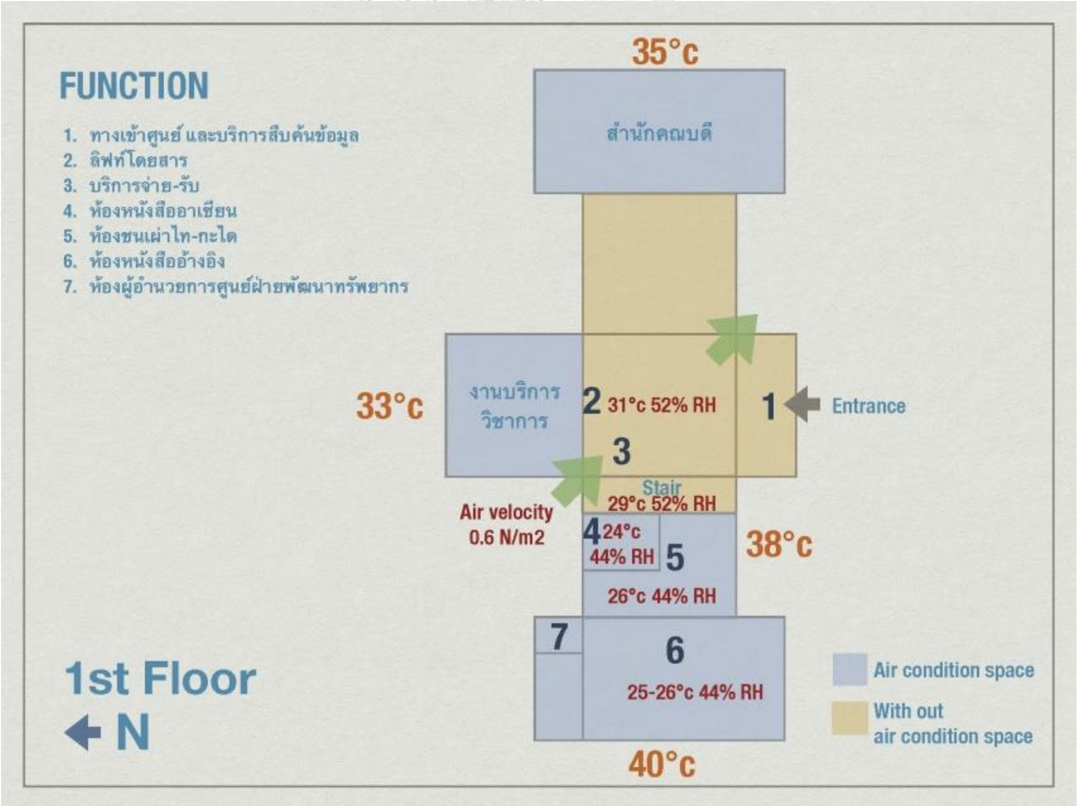
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือวัดผนังอาคาร และคำนวณในสูตรเพื่อหาพลังงานความร้อน ทำให้รู้ถึงที่มาของอุณหภูมิในโถงห้องสมุดที่สูงขึ้น

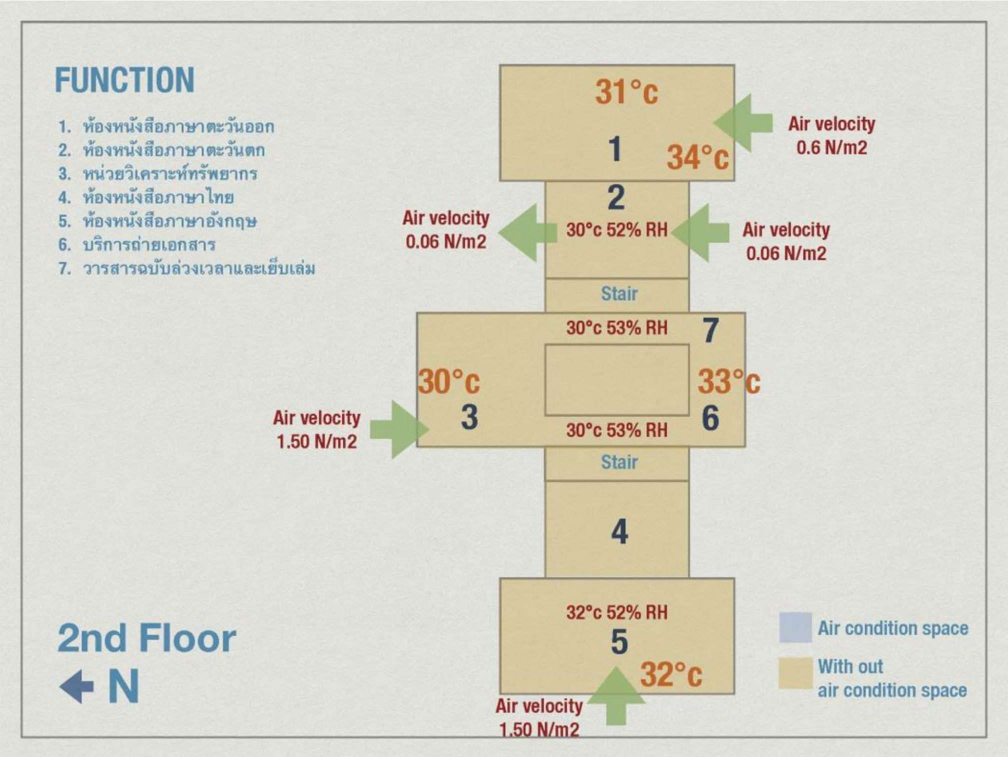
แหล่งที่ทำให้เกิดความร้อนในอาคารอีกแหล่งคือ เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร ได้แก่ เครื่องถ่ายเอกสาร 2 จุดและคอมพิวเตอร์ ซึ่งแหล่งที่ทำให้เกิดความร้อนในอาคารหลักคือ เครื่องถ่ายเอกสารบริเวณทางเข้าห้องสมุด ชั้น1 และชั้น2

เมื่อวัดอุณหภูมิอากาศบริเวณที่มีการติดตั้งเครื่องถ่ายเอกสารอยู่ จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศโดยรอบถึง 3-4 ℃ อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะไหลไปสู่พื้นที่ ที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า จึงเป็นผลทำให้บริเวณอื่นๆร้อนขึ้นด้วย

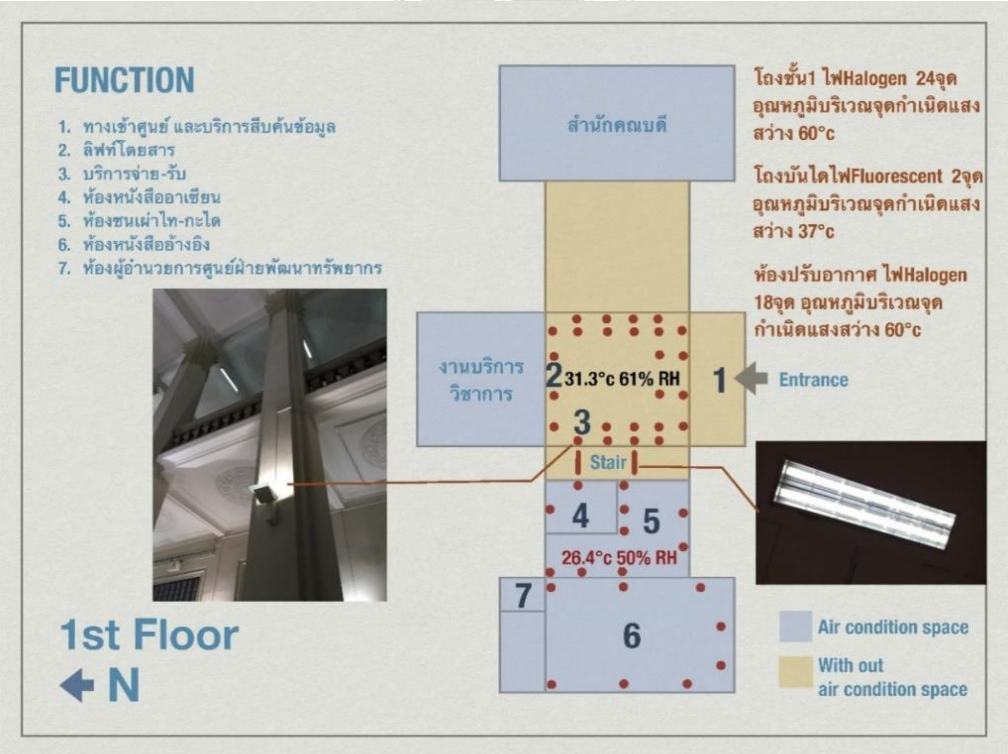
นอกจากปัญหาเรื่องความร้อนภายในอาคาร ยังมีปัจจัยเรื่องแสงสว่างภายในโถงห้องสมุดที่มีค่าความเข้มของแสงไม่เพียงพอกับการอ่านหนังสือในห้องสมุดตามมาตรฐานที่จะต้องมีความสว่างไม่น้อยกว่า 500 ลักซ์ จากผลสำรวจหลอดไฟฮาโลเจน24 ดวง มีอุณหภูมิแสง 2,400 องศาเควิน ค่าความสว่าง660 ลูเมน วัดค่าบริเวณนั่งอ่านหนังสือได้ 256 ลักซ์ ซึ่งไม่พอกับค่ามาตรฐานความสว่างในห้องสมุด



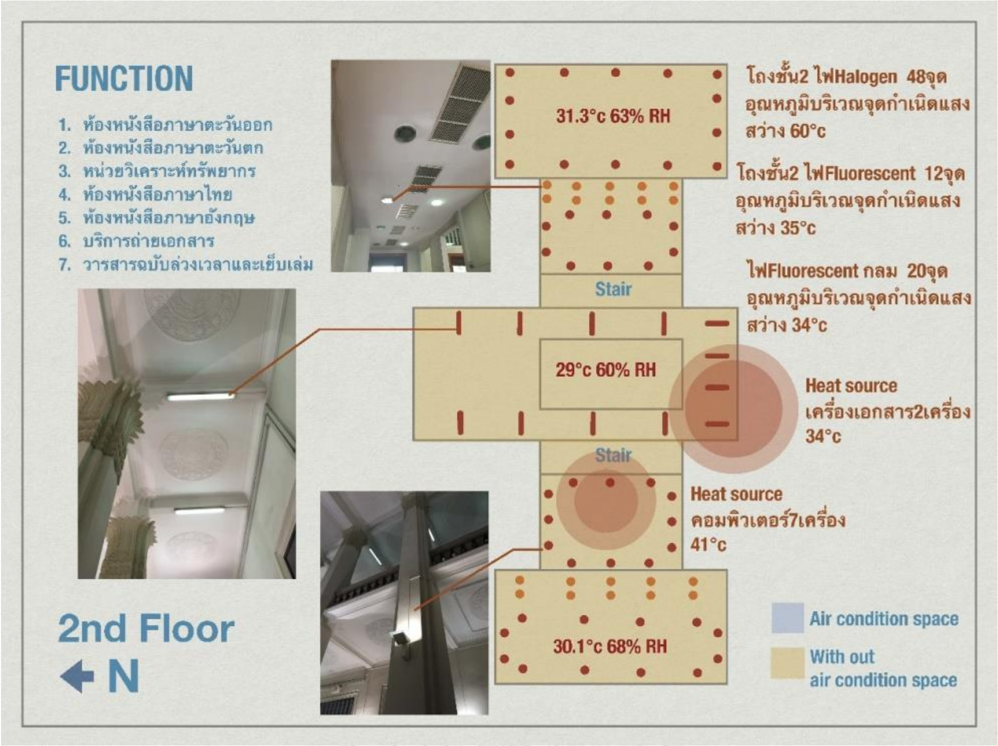
ภาพที่ 83 อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในอาคารชั้นที่ 1วันที่ 30 กันยายน2558



ภาพที่ 84 อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในอาคารชั้นที่ 2วันที่ 30 กันยายน2558



ภาพที่ 85 ตำแหน่งหลอดไฟฟ้า ภายในอาคารชั้นที่ 1 วันที่ 30 กันยายน2558



ภาพที่ 86 ตำแหน่งลมและแหล่งที่ทำให้เกิดความร้อน ภายในอาคารชั้นที่ 2 วันที่ 30 กันยายน2558

ภาพที่ 87 แสงจากดวงโคมตกแต่งภายในโถงอาคารมหาวชิราวุธชั้น 1

การปรับปรุงความร้อนในโถงห้องสมุดเป็นการปรับปรุงในพื้นที่ ระบบเปิด จึงต้องทำในวิธีลดความร้อน จากแหล่งความร้อน และหาแหล่งความเย็นเพิ่ม ด้วยวิธีการใช้การเคลื่อนที่ของลม(Air Velocity)สร้างสภาวะเสมือนสบายให้แก่พื้นที่ ที่มีผู้ใช้สอยหลัก แบ่งการปรับปรุงด้านความร้อนเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เปลี่ยนหลอดไฟฟ้า จากหลอดฮาโลเจน (250 W) เป็น หลอดแอลอีดี (14 W)

ส่วนที่ 2 ลดแหล่งเกิดความร้อน (Heat source) ด้วยการปรับตำแหน่งเครื่องถ่ายเอกสาร

(Zoning) ให้ระบายความร้อนได้ดีขึ้น โดยที่ความร้อนไม่ไหลกลับเข้าสู่ตัวอาคาร และติดตั้งอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อน โดยคำนวณค่าความเร็วลมที่พ่นออกมาจากตัวเครื่องถ่ายเอกสาร (CFM) และความดังของเสียงที่รบกวน

ส่วนที่ 3 หาแหล่งความเย็นเพิ่ม (Cold source) ด้วยการย้ายตำแหน่งการใช้งาน พัดลมดูดอากาศจากห้องปรับอากาศภายในอาคาร ซึ่งจำเป็นจะต้องดูดอากาศเสียภายในห้องออกสู่ภายนอกห้องปรับอากาศนั้น ให้ออกมาสู่โถงกลางของห้องสมุด(Reused) เมื่ออากาศเย็นจากห้องปรับอากาศออกสู่ภายนอกผสมกับอากาศภายในห้องโถงจะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องโถงนั้นมีอุณหภูมิต่ำลงเป็นการนำแหล่งความเย็นที่ดูดทิ้งออกจากระบบเดิมมาเป็นประโยชน์ในห้องโถงกลางของห้องสมุด

การติดตั้งพัดลมระบายอากาศจากพื้นที่ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ระบายความเย็นสู่โถงบันได ความเย็นจากโถงบันไดถูกจ่ายมาใช้ต่อในบริเวณโถงชั้น 1 โดยมีการ คำนวณโหลดจากพัดลมระบายอากาศ ในประมาณการระบายอากาศเท่าเดิมปรับตำแหน่งให้ระบายอากาศออก ทางด้านที่ติดกับโถงบันไดแทน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

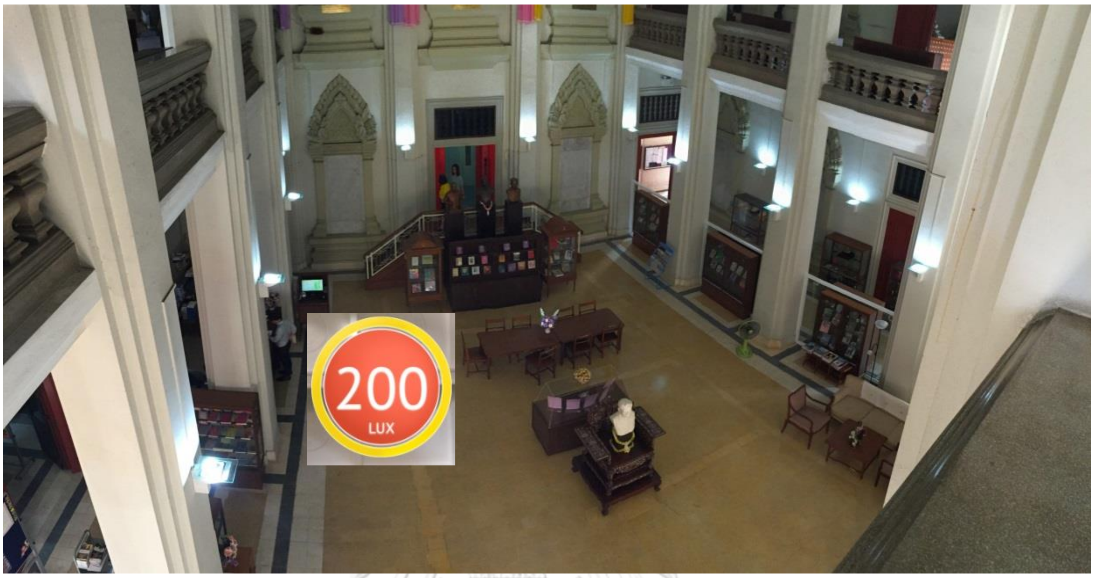
พัดลมระบายอากาศตำแหน่งเดิม ถูกยกเลิกการใช้งาน จึงทำให้อัตราการไหลเวียนอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศ มีค่าเท่าเดิม แต่สามารถเพิ่มความเย็นให้กับบริเวณพื้นที่ ที่ไม่ได้ปรับอากาศได้ โดยที่มีการติดตั้งระบบที่สามารถเลือกปิด-เปิด ได้ตามความต้องการ ในการใช้งาน

ภาพที่ 88 ลักษณะตำแหน่งก่อน ปรับปรุงการจัดวางเครื่องถ่ายเอกสารภายในตัวอาคารภายในโถงชั้น 2

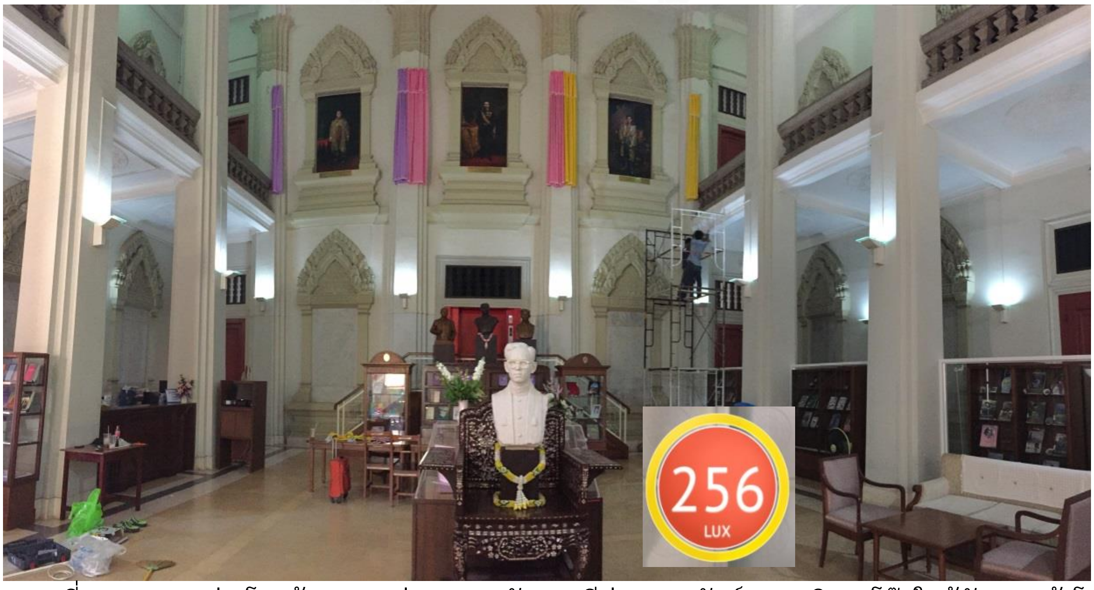
ภาพที่ 89 ลักษณะตำแหน่งหลังการปรับปรุง จัดวางเครื่องถ่ายเอกสารภายในตัวอาคารและการให้แสงจากหลอดไฟภายในโถงชั้น 2

แสงสว่างภายในอาคาร(Illumination)

หลังจากที่เปลี่ยนหลอดไฟฮาโลเจน 24 ดวง เป็นหลอดLED จำนวน 48



ภาพที่ 90 ความสว่างโถงห้องสมุด ก่อนการปรับปรุงมีค่า 200 ลักซ์ ตรงบริเวณโต๊ะบรรณารักษ์ เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2558



ภาพที่ 91 ความสว่างโถงห้องสมุด ก่อนการปรับปรุงมีค่า 256 ลักซ์ ตรงบริเวณโต๊ะใกล้กับทางเข้าโถง เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2558

ภาพที่ 92 ความสว่างโถงห้องสมุด หลังการปรับปรุงมีค่า 399 ลักซ์ ตรงบริเวณทางเข้าโถง เมื่อวันที่ 22มกราคม 2559

ภาพที่ 93 ความสว่างโถงห้องสมุด หลังการปรับปรุงมีค่า 474 ลักซ์ ตรงบริเวณพื้นที่นั่งอ่านหนังสือ เมื่อวันที่ 22 มกราคม 2559

ภายหลังการปรับปรุง พบว่า ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ อุณหภูมิอากาศภายในห้องโถง ลดลงจากเดิม 2 ถึง 3 องศาเซลเซียส เมื่อนำอากาศจากห้องปรับอากาศมาช่วยเสริมจะทำให้ผู้ใช้บริการและเจ้าหน้าที่รู้สึกเสมือนเย็นลงจากอุณหภูมิปกติอีกประมาณ 2 ถึง 4 องศาเซลเซียส ความสว่างบนพื้นที่ใช้งานภายในห้องโถงห้องสมุด พบว่า มีความสว่างเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 450 ถึง 500 ลักซ์ ส่วนการควบคุมด้านเสียงรบกวนสามารถปรับปรุงได้เพียงลดความดังของเสียงจากเครื่องใช้ไฟฟ้าเดิมเท่านั้น เนื่องจากธงของห้องสมุดเป็นระบบเปิดเสียงรบกวนจากภายนอกจึงสามารถผ่านช่องเปิดต่างๆ เข้าสู่ภายในได้

5.3 สรุป

จากการปรับปรุงพื้นที่โถงห้องสมุดของงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นถึงการนำองค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อมมาปรับใช้กับงานจริง เพื่อให้ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกสบายมากขึ้นในพื้นที่ภายในอาคารที่ไม่ปรับอากาศ ช่วยให้ผู้รับบริการและเจ้าหน้าที่มีความรู้สึกสบายมากขึ้นส่งผลถึงประสิทธิภาพในการทำงานและประสิทธิภาพในการศึกษาหาความรู้เพิ่มมากขึ้นจากเดิม งานศึกษาวิจัยนี้จึงเป็นตัวอย่างในการปรับปรุงสภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคารกับอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์อาคารหนึ่งของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Alexander, A. (2017). "Insulation of Building Against Highway Noise."

American Society of Heating, R. a. A. C. E. (2002). ASHRAE Handbook of Fundamental.

Chalfoun, N. (1986). "Psychometric Chart."

Olgyay, V. (1992). Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. New York, Van Nostrand Reinhold.

SCG (2016). "Acoustic Sound Insulation and Sound Absorption."

Stein, B. a. R. (1986.). Mechanical and Electrical Equipment For Building. New York, John Wiley&Sons.

Stein, B. a. R. (2000). Mechanical and Electrical Equipment For Building., John Wiley&Sons.

Stein, B. a. R. (2014). Mechanical and Electrical Equipment For Building. New York, John Wiley&Sons.

กรมศิลปากร สำนักโบราณคดี (2548). พระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ.2504, กรุงเทพ: สมาพันธ์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรมศิลปากร สำนักโบราณคดี (2548). พระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ. 2540, กรุงเทพ: สมาพันธ์.

กองจัดรูปที่ดินและปรับปรุงฟื้นฟูเมือง สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร (2558). "อาคารที่มีคุณค่า ในพื้นที่ต่อเนื่องกรุงรัตนโกสินทร์ฝั่งตะวันออก." สถาบันวิจัยและให้คำาปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จตุญาณ หัทยานันท์ (2549). การอนุรักษ์โบราณสถานในเกาะรัตนโกสินทร์ที่สำคัญ. สถาปัตยกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศิลปกร, มหาวิทยาลัยศิลปกร.

ชนิกานต์ ยิ้มประยูร (2556). คุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคาร.

นิคม มูสิกะคามะ (2535). "แนวปฏิบัติในการสงวนสถานตามพระราชบัญญัติโบราณสถานโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ." ครบรอบ 60 ปี ในการใช้พระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ (พ.ศ. 2478-2538)

12-13.

ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ (2552). การอนุรักษ์มรดกสถาปัตยกรรมและชุมชน, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พีรศรี โพวาทอง (2557). "ปฐมศตวรรษ จุฬา สถาปัตยกรรม " เล่ม 1.

วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ (2552). บ้านพอเพียงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน, บริษัทสุขุมวิทมีเดียมาร์เก็ตติ้ง จำกัด.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถาบันอาคารเขียวไทย (2556). "เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม สำหรับการเตรียมความพร้อมการก่อสร้างและอาคารปรับปรุงใหม่."

สรรสุดา เจียมจิต (2548). การประเมินสภาวะน่าสบายในอาคารสถาปัตยกรรมไทยในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น.

สวัสดิ์ จงกล (2557). "มองจุฬาฯ ย้อนอดีต 50 ปี." 50 ปีร้อยใจจุฬาฯ 06.

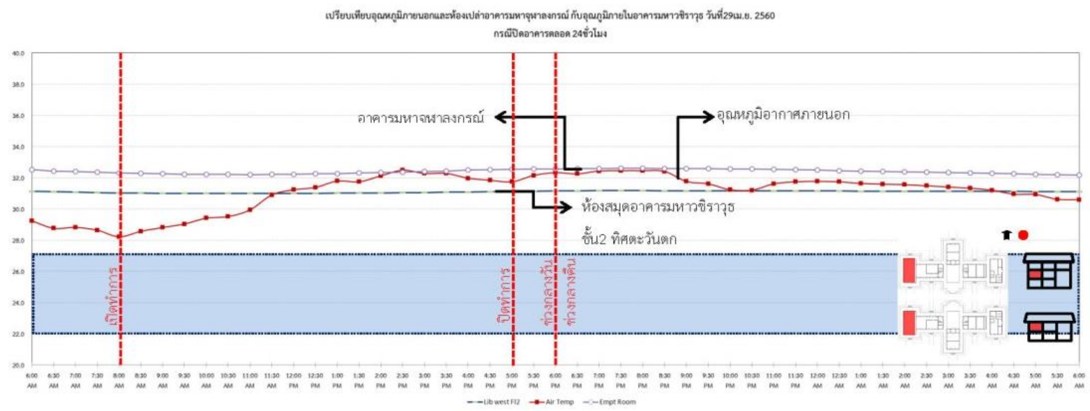
สุนทร บุญญาธิการ และธนิต จินดาวณิค (2536). "การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย." คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ, วรสัณฑ์ บูรณากาญขน์, สุวิชา เบญจพร, พรรณจิรา ทิศาวิภาต และณัฐกานต์ เกษประทุม (2545). พลังงานใกล้ตัว เฟสทออฟเซท

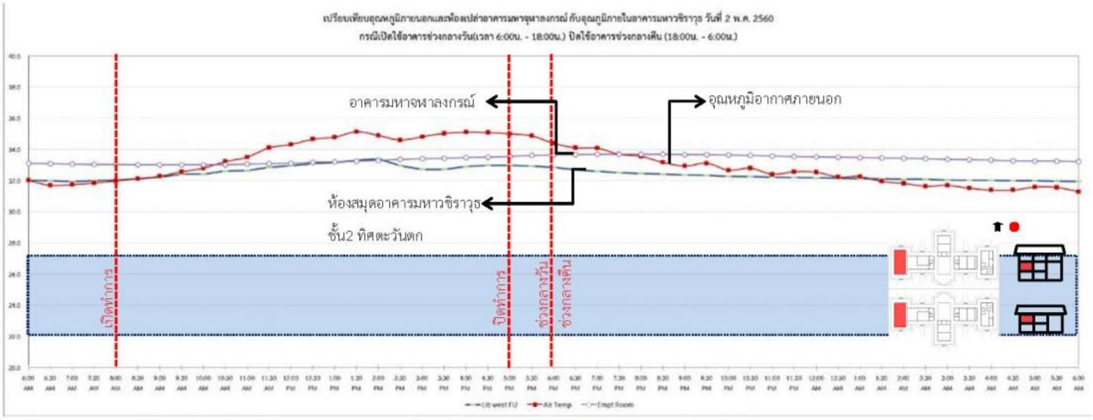
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

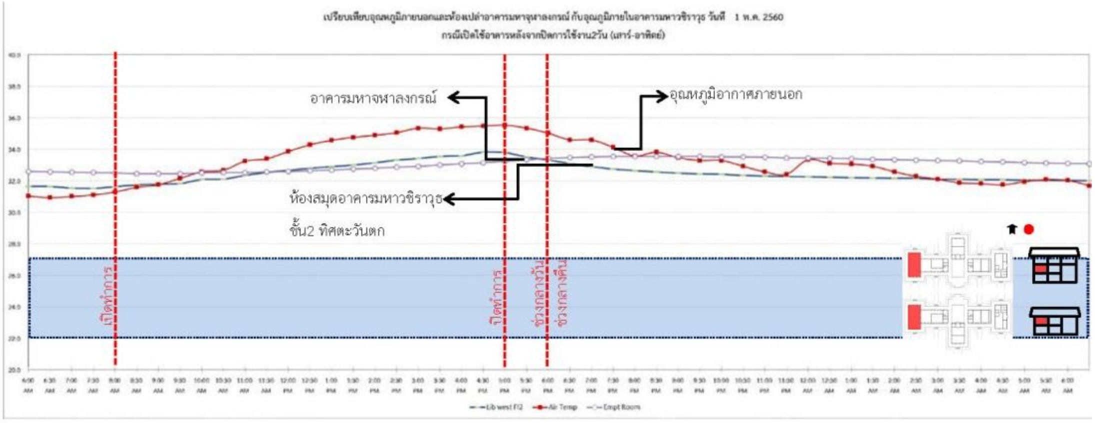
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



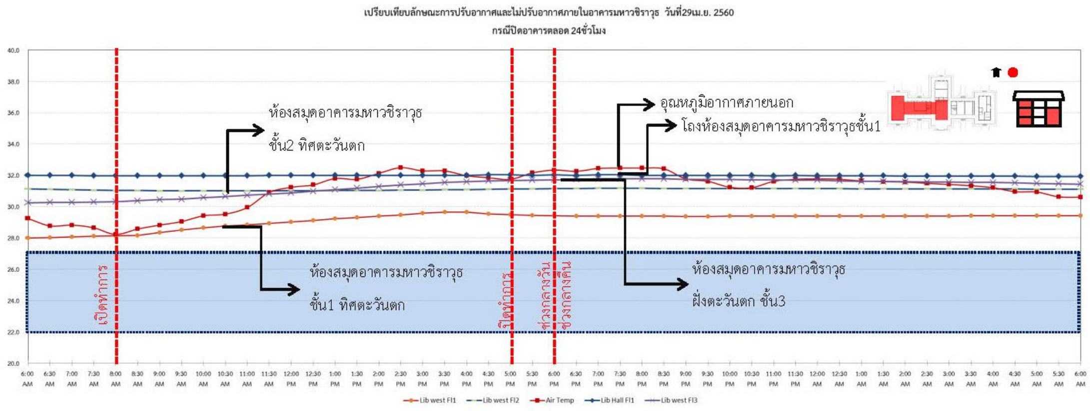
แผนภูมิที่ 32 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศห้องที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน (อาคารมหาจุฬาลงกรณ์) และห้องที่มีการเปลี่ยนการใช้งาน (อาคารมหาวชิราวุธ) กรณีปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560



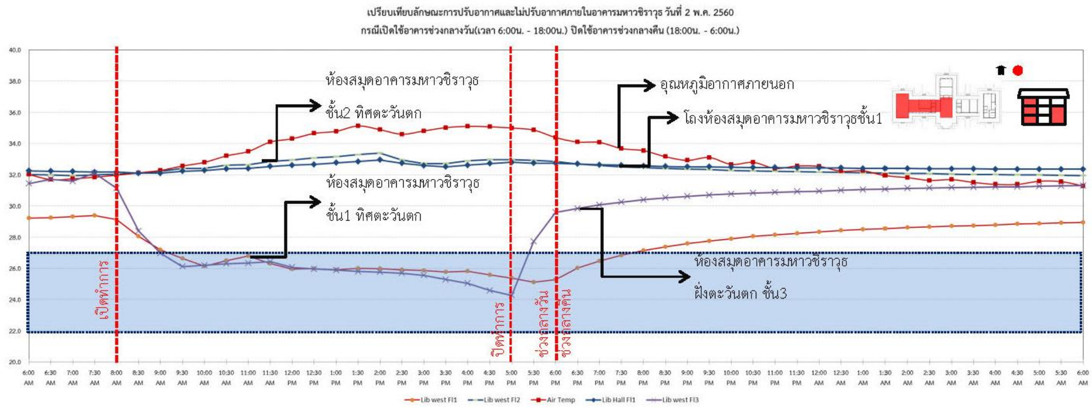
แผนภูมิที่ 33เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธกับอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) วันที่ 2 พ.ค. 2560



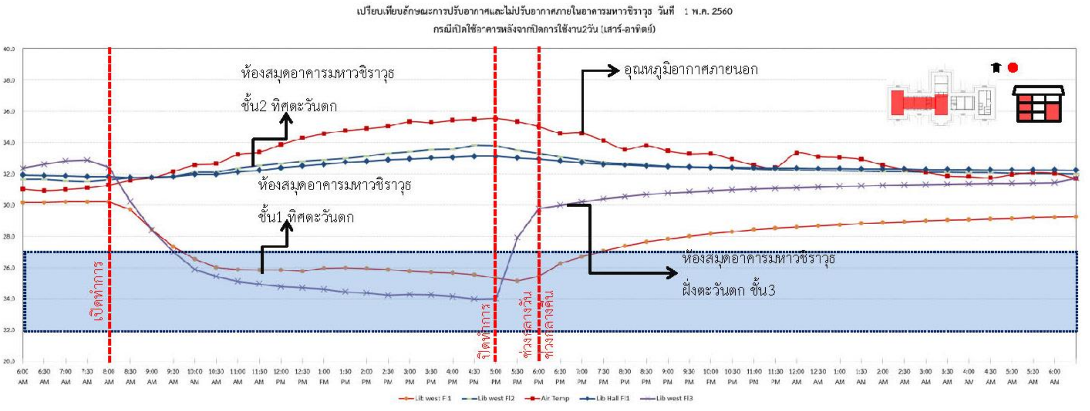
แผนภูมิที่34 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธกับอาคารมหาจุฬาลงกรณ์ กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน หลังจากปิดอาคารในวันเสาร์และอาทิตย์ วันที่ 2 พ.ค. 2560



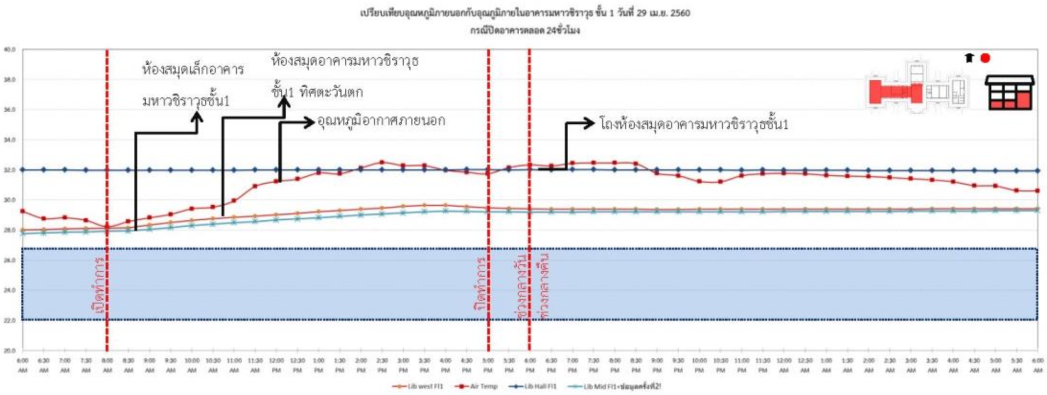
แผนภูมิที่41 เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น กรณีปิดอาคาร 24ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560



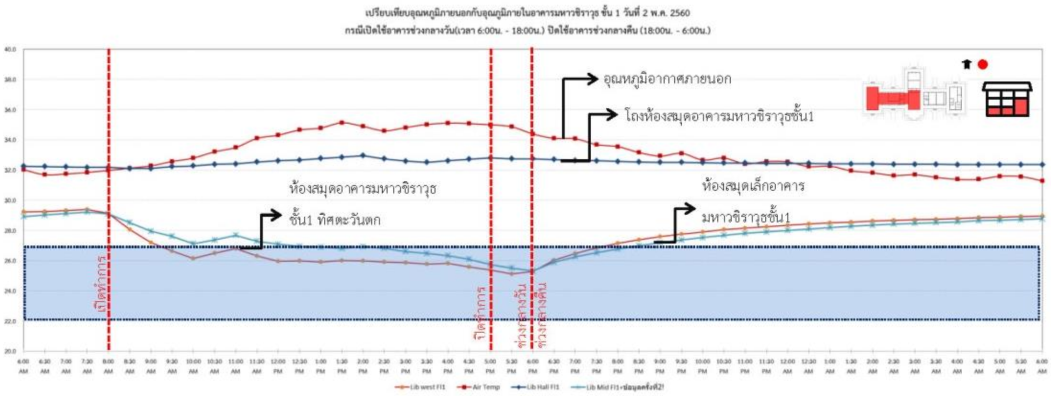
แผนภูมิที่42 เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน วันที่ 2 พ.ค. 2560



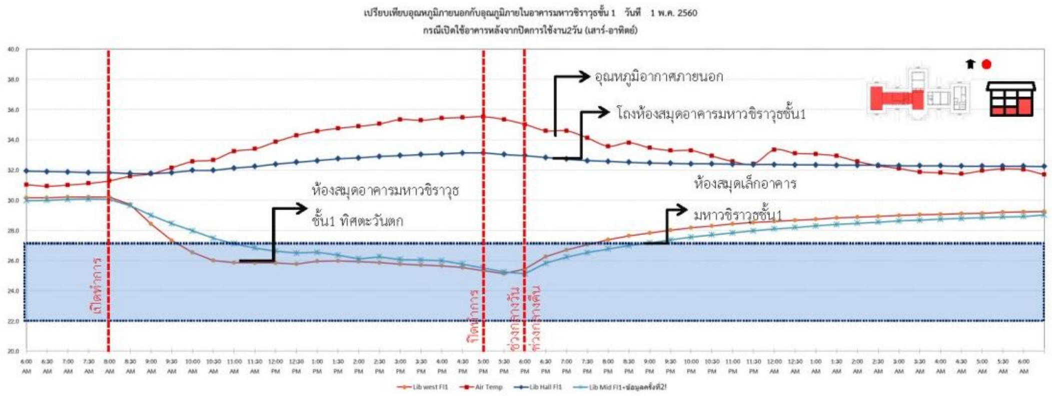
แผนภูมิที่43 เปรียบเทียบอุณหภูมิอาคารห้องที่ปรับอากาศและห้องไม่ปรับอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก 3 ชั้น กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน หลังจากปิดอาคารในวันเสาร์และอาทิตย์ วันที่ 1 พ.ค. 2560



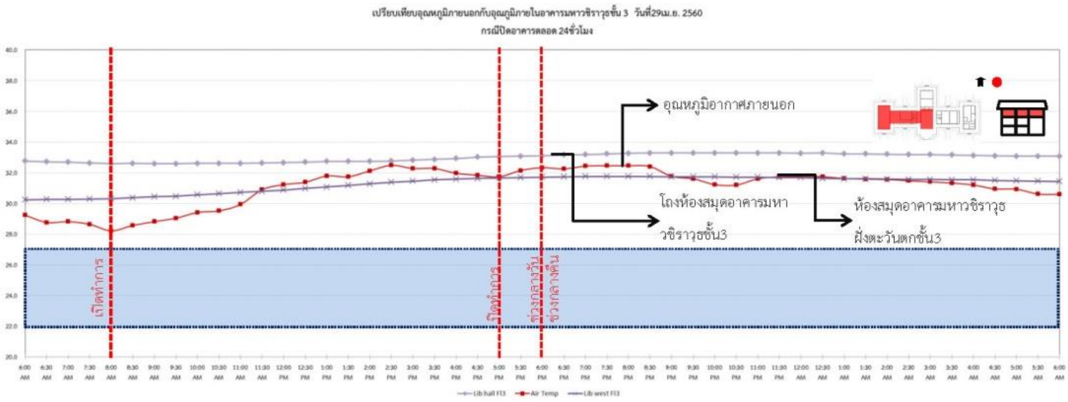
แผนภูมิที่35 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น1 กรณีปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560



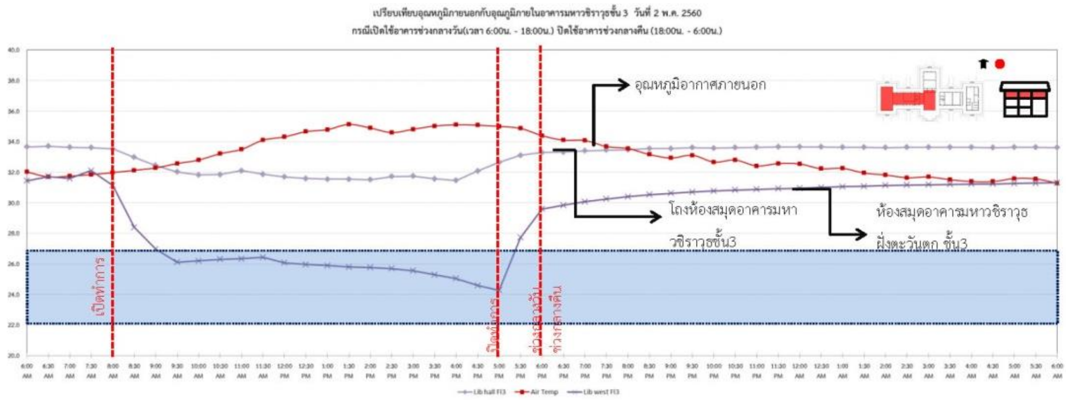
แผนภูมิที่36 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น1 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) วันที่ 2 พ.ค. 2560



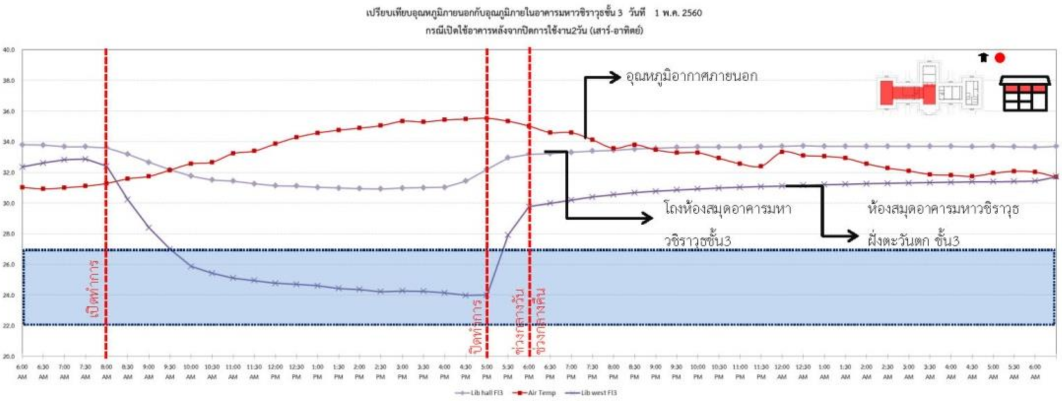
แผนภูมิที่37 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น1 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน หลังจากปิดอาคารในวันเสาร์และอาทิตย์ วันที่ 1พ.ค. 2560



แผนภูมิที่38 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณีปิดอาคาร 24 ชั่วโมง วันที่ 29 เม.ย. 2560



แผนภูมิที่39 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน (เวลา 6:00น. – 18:00น.) ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน (เวลา 18:00น. – 6:00น.) วันที่ 2 พ.ค. 2560



แผนภูมิที่40 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศอาคารมหาวชิราวุธฝั่งทิศตะวันตก ชั้น3 กรณีเปิดใช้อาคารช่วงกลางวัน ปิดใช้อาคารช่วงกลางคืน หลังจากปิดอาคารในวันเสาร์และอาทิตย์ วันที่ 1 พ.ค. 2560

แบบสอบถามเพื่อตรวจสอบ อาการป่วยในอาคาร (Sick Building Syndrome)

แบบสอบถามนี้ จัดทำขึ้นเพื่อประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อม ภายในอาคารและอาการเจ็บป่วย โปรดให้ข้อมูลตามความเป็นจริง เพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงพัฒนาสภาวะความสบายในอาคารให้ส่งเสริม และอำนวยความสะดวกในการใช้บริการยิ่งขึ้น

วันที่....................เดือน...........................พ.ศ....................สถานที่............................แบบสอบถามเลขที่ ....

โปรดกาเครื่องหมาย ☐ ในช่องระดับค่าคะแนน

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลผู้ใช้บริการ

ชื่อ... อาชีพ...........................บริษัท..............................แผนก ....

อายุ...........เพศ...........สูบบุหรี่หรือไม่...........ทำงานมาเป็นเวลา.........เดือน..........ปี........โรคประจำตัว ....

อาหารที่รับประทานประจำ ....

ลักษณะการใช้งานโทรศัพท์มือถือ ☐ Hand-free ☐ NO Hand-free เฉลี่ยเป็น........นาที........ชั่วโมง / วัน

มีสัตว์เลี้ยงหรือไม่ ☐ มี ☐ ไม่มี ชนิด.............................

<u>ส่วนที่ 2</u> สภาพแวดล้อมในการทำงาน

คุณเคยรู้สึกไม่สบาย ในระยะเวลา 3 เดือน ตลอดการทำงาน หรือมากกว่า โดยมีปัจจัยสภาพแวดล้อมเหล่านี้หรือไม่

	เคย บ่อยๆ (ทุกสัปดาห์)	**เคย บางครั้ง**	**ไม่เคย**
1. อากาศหนาวเย็น ที่พัดผ่านในห้อง	☐	☐	☐
2. อุณหภูมิอากาศในห้อง ร้อนเกินไป	☐	☐	☐
3. อุณหภูมิอากาศในห้องที่ แปรปรวน	☐	☐	☐
4. อุณหภูมิอากาศในห้อง หนาวเกินไป	☐	☐	☐
5. รู้สึกอุดอู้ เพราะอากาศไหลเวียนไม่ดี	☐	☐	☐
6. อากาศแห้ง	☐	☐	☐
7. กลิ่นไม่พึงประสงค์	☐	☐	☐
8. ไฟฟ้าสถิต, มักเกิดอาการช็อค	☐	☐	☐
9. มีกลิ่นบุหรี่	☐	☐	☐
10. เสียงรบกวน	☐	☐	☐
11. ความสว่างไม่เพียงพอ / มีแสงบาดตา / มีแสงสะท้อน	☐	☐	☐
12. ฝุ่น และ ความสกปรก	☐	☐	☐

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ส่วนที่ 3</u> สภาพการทำงาน

	ใช่บ่อยๆ	ใช่บางครั้ง	ไม่นานๆครั้ง	ไม่เคย
13. คุณเห็นว่างานของคุณเป็นสิ่งที่น่าสนใจ และน่าจูงใจ	☐	☐	☐	☐
14. คุณมีสิ่งที่ต้องทำมากเกินไป	☐	☐	☐	☐
15. คุณมีโอกาสที่ทำอะไรซักอย่าง ซึ่งส่งผลต่อสภาพการทำงาน	☐	☐	☐	☐
16. เพื่อนร่วมงานของคุณ สามารถช่วยแก้ปัญหาในการทำงาน	☐	☐	☐	☐
17. ใช้โทรศัพท์ขณะที่ทำงาน	☐	☐	☐	☐

<u>ส่วนที่ 4</u> โรคประจำตัว / อาการ

	ใช่	ไม่ใช่
18. คุณเคยมีปัญหาเกี่ยวกับโรคหืด	☐	☐
19. คุณเคยเป็นไข้ละอองฟาง / โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้	☐	☐
20. คุณเคยเป็นโรคกลาก/เกลื้อน	☐	☐
21. มีประวัติครอบครัว ที่เป็นโรคภูมิแพ้อื่นๆ	☐	☐

<u>ส่วนที่ 5</u> ลักษณะอาการ ปัจจุบัน ในระยะเวลา 3 เดือน ตลอดการทำงาน คุณมีอาการป่วยเหล่านี้หรือไม่

	เคยบ่อยๆ (ทุกสัปดาห์)	เคยบางครั้ง	ไม่เคย	ถ้าใช่ คุณคิดว่าเป็นสาเหตุมาจาก สภาพแวดล้อมในการทำงานหรือไม่	
				ใช่	ไม่ใช่
22. อ่อนเพลีย	☐	☐	☐	☐	☐
23. หนักหัว	☐	☐	☐	☐	☐
24. ปวดหัว	☐	☐	☐	☐	☐
25. วิงเวียนศรีษะ	☐	☐	☐	☐	☐
26. ไม่มีสมาธิ	☐	☐	☐	☐	☐
27. ระคายเคือง / สายตาเมื่อยล้า	☐	☐	☐	☐	☐
28. เสียงแหบ / ระคายคอ	☐	☐	☐	☐	☐
29. อาการไอ	☐	☐	☐	☐	☐
30. หน้าแห้ง / หน้าแดง	☐	☐	☐	☐	☐
31. มีรังแค / ผิวตกสะเก็ด / คันหนังศรีษะ	☐	☐	☐	☐	☐
32. มือแห้ง / คัน / ผื่นแดง	☐	☐	☐	☐	☐
33. อื่นๆ...	☐	☐	☐	☐	☐

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

....

....

....

....

....

....

....

....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล นางสาวชรินรัตน์ รุ่งเรืองศรี (Miss Charinrat Rungruengsri)

ประวัติการศึกษา

สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (สถ.ม.) สาขาเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (สถ.บ.) สาขาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลงานด้านวิชาการ

พ.ศ.2560 Energy Efficiency Renovation in Historical Building. Case Study: Maha Chulalongkorn Building and Maha Vajiravudh Building, Chulalongkorn University, Thailand. เผยแพร่ใน Energy Procedia และ 2017 International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University