สภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ

น.ส.ช่อเพชร พานระลึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THERMAL COMFORT OF THE THAI ELDERLY FOR THE AIR-CONDITIONED SPACE OF ADULT DAY CARE CENTER

Miss Chorpech Panraluk

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Architecture
Department of Architecture
FACULTY OF ARCHITECTURE
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ
โดย	น.ส.ช่อเพชร พานระลึก
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.หม่อมหลวงปิยลดา ทวีปรังษีพร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ช่อเพชร พานระลึก : สภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ . (THERMAL COMFORT OF THE THAI ELDERLY FOR THE AIR-CONDITIONED SPACE OF ADULT DAY CARE CENTER) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร

สมการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนส่วนใหญ่จะพัฒนาเพื่อใช้กับคนทั่วไป แต่ไม่มีสมการใดที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับกลุ่มผู้สูงอายุโดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่มีสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal Sensation Vote, TSV) สำหรับผู้สูงอายุไทยเพื่อใช้งานในศูนย์ผู้สูงอายุของรัฐบาลที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในอาคารให้น่าสบายและประหยัดพลังงาน ซึ่งงานวิจัยได้ดำเนินการในตัวเมืองพิษณุโลกในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยใช้การศึกษาทั้งภาคสนามและห้องปฏิบัติการ ในภาคสนามได้เก็บข้อมูลจากศูนย์ผู้สูงอายุ 3 แห่ง ในขณะเดียวกันก็ได้นำผู้สูงอายุผลัดเปลี่ยนกันเข้าทดสอบในสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่มีการปรับได้ 144 ลักษณะในห้องปฏิบัติการ โดยให้ผู้สูงอายุได้สวมใส่เสื้อผ้าตามปกติ (ในฤดูหนาวมีค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ที่ 0.64 clo ในฤดูร้อนที่ 0.50 clo) และทำกิจกรรมที่มีค่า 65-70 W / m^2 การเก็บข้อมูลได้ใช้ระยะเวลา 7 เดือน ทำให้ได้ข้อมูลกลับมาจากศูนย์ผู้สูงอายุ 192 ข้อมูล และจากห้องปฏิบัติการ 8,640 ข้อมูล ข้อมูลนี้ได้ถูกวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนมีผลดังนี้: สมการสำหรับใช้ในฤดูหนาว (ที่ R^2 = 0.707) คือ $TSV_{NfieldW} = 0.531T_o - 0.767V_a + 0.011RH - 14.489$ สมการสำหรับใช้ในฤดูร้อน (ที่ R^2 = 0.844) คือ $TSV_{NfieldS} = 0.330T_o - 0.496V_a + 0.007RH - 9.646$ [เมื่อ $TSV_{NfieldW}$ คือ ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุฤดูหนาว, $TSV_{NfieldS}$ คือ ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุฤดูร้อน, T_o คือ อุณหภูมิโอเปอเรทีฟ (°C), RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%), V_a คือ ความเร็วลม (m/s)] สมการที่ได้ถูกนำเข้าในโปรแกรม scSTREAM เพื่อจำลองผลค่า TSV ในผู้สูงอายุ ขณะเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่เกิดจากการปรับตั้งค่าอุปกรณ์ปรับสภาวะน่าสบาย ผลจากการปรับที่ทำให้ค่า TSV แสดงค่าความรู้สึกว่า “พอดี” จะได้ใช้เป็นมาตรฐานในการพัฒนาศูนย์ผู้สูงอายุซึ่งมีดังนี้ 8.00 น.–13.00 น. ฤดูหนาว และ 8.00 น.-12.00 น. ฤดูร้อนควรใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลมเพื่อสร้างความเร็วลมที่ 0.57-0.60 m/s และ 0.64-0.73 m/s ตามลำดับ ส่วน 13.00 น.-16.00 น. ในฤดูหนาว และ 12.00 น. - 16.00 น. ในฤดูร้อน ให้ใช้เครื่องปรับอากาศโดยปรับอุณหภูมิเป็น 26.0 °C และ 26.0-26.5 °C พร้อมปรับให้มีความเร็วลมที่ 0.10-0.26 m/s และ 0.06-0.22 m/s ตามลำดับ เมื่อนำแนวทงไปประเมินด้วย Visual DOE พบว่าจะช่วยประหยัดพลังงานในฤดูหนาวได้ 23 % ฤดูร้อน 16 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5873802125 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORD: Thermal comfort; The Thai Elderly; Field study; Climate-controlled chamber; Computer simulation
Chorpech Panraluk : THERMAL COMFORT OF THE THAI ELDERLY FOR THE AIR-CONDITIONED SPACE OF ADULT DAY CARE CENTER. Advisor: Assoc. Prof. Atch Sreshthaputra, Ph.D.

Most thermal comfort indices have been developed for general population data, but there are no indices developed specifically for the elderly. Of particular interest, no indices exist for the Thai elderly in order to design and operate the government's adult day care center. The objectives of this study were to develop guidelines for improving comfortable indoor environment for the Thai elderly with saving energy. The research was conducted in Phitsanulok, Thailand during winter and summer by using both field and climate chamber studies. The field was conducted in 3 adult day care centers. The elderly from the government's adult day care center took turns being 30 subjects who were brought into 144 different thermal conditions in the climate chamber. The subjects wore normal clothing (Clothing insulation value at 0.64 clo in winter, and 0.50 clo in summer) and performed activities average at 65-70 W/m^2. After seven months, a total of 192 questionnaire data from field survey and 8,640 questionnaire data from climate chamber were analyzed statistically to create the equations for predicting Thermal Sensation Vote (TSV) of the Thai elderly as follows: Equation for winter (R^2 =0.707) is: $TSV_{NfieldW} = 0.531T_o - 0.767V_a + 0.011RH - 14.489$; Equation for summer ($R^2$ =0.844) is: $TSV_{NfieldS} = 0.330T_o - 0.496V_a + 0.007RH - 9.646$ [$TSV_{NfieldW}$ is Thermal sensation vote of the elderly in winter, $TSV_{NfieldS}$ is Thermal sensation vote of the elderly in summer, T_o is Operative temperature (°C), RH is Relative humidity (%), V_a is Air-velocity (m/s)]. These equations were input in the scSTREAM program to simulate TSV of the elderly, who encountered the thermal environment occurring from setting thermal equipment. As results that made the TSV were shown "Neutral", the adjusting methods were used as the guidelines for developing thermal comfort in adult day care centers. The results are as follows: 8:00 AM-1:00 PM in winter and 8:00 AM-12:00 AM in summer should use natural ventilation with fans to generate air-velocity at 0.57-0.60 m/s and 0.64-0.73 m/s, respectively. 1:00 PM-4:00 PM in winter and 12:00 AM-4:00 PM in summer should use the air-conditioning with 26.0 °C and 26.0-26.5 °C together with air velocity at 0.10-0.26 m/s and 0.06-0.22 m/s, respectively. When assessed by Visual DOE, it found that energy saving in winter is 23.0 % and summer is 16.0 %.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Architecture Student's Signature .....
Academic Year: 2019 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีภายใต้การได้รับทุนการศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และการให้การสนับสนุนการศึกษาของมหาวิทยาลัยนเรศวรต้นสังกัด

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร. อรรจน์ เศรษฐบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ให้ความรู้ ความกรุณา สนับสนุนการศึกษาเป็นอย่างดียิ่งในทุกด้าน ตลอดจนแนะนำแนวคิดที่ดีในการพัฒนาไปสู่การได้มาขององค์ความรู้ใหม่ รศ.พรรชลัท สุริโยธิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้ความกรุณาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ผศ.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ ที่ให้ความรู้เรื่องสถิติเป็นอย่างดี รศ.ดร.ม.ล.ปิยลดา ทวีปรังษีพร และรศ.ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร ผู้ให้มุมมองที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ขอขอบคุณ ศ. นาวาโท ไตรวัฒน์ วิรยศิริ ผู้คอยให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษา รศ.ไตรรัตน์ จารุทัศน์ ผศ.ดร.พิมลศิริ ประจงสาร อาจารย์กรรณิการ์ บันเทิงจิตร คุณปราณี ปทุมมา ผศ.ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ ขอบคุณนายแพทย์สุธีร์ ฮั่นตระกูล และบุคคลากรในเทศบาลนครพิษณุโลกที่ให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งตลอดการศึกษา รวมถึงขอขอบคุณ คุณสฤกกา คุณจิตภัส รศ.ดร.ชุมเขต คุณวีรเลิศ ผศ.ดร.สุมาวาลี คุณสุขสวัสดิ์ คุณชลิดา และเพื่อนร่วมงานต้นสังกัด ที่ช่วยเสนอแนวคิดสนับสนุน คุณพิมพ์พรรณที่ช่วยเหลือเรื่องการใช้โปรแกรมจำลอง กรมอุตุนิยมวิทยาพิษณุโลก ที่กรุณาสอนและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศ และที่สำคัญต้องขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว หลานสาวและญาติพี่น้อง ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้าน ทั้งกำลังใจ ความช่วยเหลือต่าง ๆ จนประสบความสำเร็จ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ช่อเพชร พานระลึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญรูปภาพ ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา 5

1.3 ขอบเขตการศึกษา 5

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา 5

1.3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา 6

1.3.3 ขอบเขตด้านวิธีการศึกษา 6

1.3.4 ขอบเขตด้านผู้ให้ข้อมูล 6

1.3.5 ขอบเขตด้านเวลา 7

1.4 คำจำกัดความและอภิธานศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย 7

1.4.1 คำจำกัดความ 7

1.4.2 อภิธานศัพท์ 8

1.5 กรอบแนวคิดของงานวิจัย 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6 สมมติฐานการวิจัย 10
1.7 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย 10
1.8 สรุปขั้นตอนในการเก็บข้อมูล 13
1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 15
2.1 หลักการของสภาวะน่าสบาย (Principle of Thermal Comfort) 15
2.1.1 สมดุลความร้อนของร่างกายมนุษย์ (Body Heat Balance) 15
2.1.2 สมการสมดุลความร้อนของร่างกาย (Body Heat Balance Equation) 17
2.1.3 กลไกการควบคุมความสมดุลของอุณหภูมิร่างกาย 17
2.1.4 ข้อจำกัดด้านสรีรวิทยาของผู้สูงอายุ 18
2.2 ทฤษฎีสภาวะน่าสบาย และการศึกษาที่เกี่ยวข้อง 20
2.2.1 สภาวะน่าสบาย (Thermal comfort) 20
2.2.2 ปัจจัยด้านสภาวะน่าสบาย 20
2.2.3 พัฒนาการ การศึกษาสภาวะน่าสบาย 21
2.2.4 ดัชนี และแผนภูมิที่ใช้ในการพิจารณาสภาวะน่าสบาย 29
2.2.5 การศึกษาสภาวะน่าสบายโดยใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ 36
2.2.6 การศึกษาสภาวะน่าสบายในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น 37
2.2.7 ขอบเขตสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่น่าสบายและใช้ทดสอบในงานวิจัยต่าง ๆ 47
2.3 ข้อแนะนำ และมาตรฐาน การพัฒนาสภาวะน่าสบายในอาคาร 51
2.3.1 ข้อแนะนำทั่วไปในการพัฒนาอาคารน่าสบายในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น 51
2.3.2 ข้อแนะนำ และมาตรฐาน การพัฒนาอาคารน่าสบายสำหรับผู้สูงอายุ 55
2.4 ซอฟต์แวร์สำหรับการศึกษาด้านสภาวะน่าสบาย และการใช้พลังงานในอาคาร 59
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 63
3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา 65

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 66
3.2.1 ประชากร 66
3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง 67
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 68
3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ 68
3.3.1.1 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลตัวแปรทางสภาพแวดล้อม 68
3.3.1.2 แบบสอบถาม 69
3.3.1.3 ห้องปฏิบัติการ 78
3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพ 81
3.4 ตัวแปรในงานวิจัย 81
3.4.1 ตัวแปรในการวิจัยเชิงปริมาณ 82
3.4.2 ตัวแปรในการวิจัยเชิงคุณภาพ 86
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย 87
3.5.1 การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ 87
3.5.2 การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ 88
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล 89
บทที่ 4 ผลการศึกษาสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทย 92
4.1 ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา 93
4.1.1 ที่ตั้ง และรายละเอียดของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา 93
4.1.1.2 ที่ตั้งของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา 93
4.1.1.2 รายละเอียดของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา 96
4.1.2 ข้อมูล และกายภาพของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา 100
4.1.3 ผู้สูงอายุผู้ใช้พื้นที่ภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา 101
4.1.4 สภาพแวดล้อม และความรู้สึกเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ 103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลภายในห้องปฏิบัติการ 107
4.2.1 ข้อมูลด้านกายภาพของห้องปฏิบัติการ 107
4.2.2 ผู้สูงอายุผู้เข้าทดสอบในห้องปฏิบัติการ 108
4.2.3 สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ 109
4.3 ผลการศึกษาด้านปัจจัยส่วนบุคคลของผู้สูงอายุ 112
4.3.1 อัตราการเผาผลาญ 112
4.3.2 ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ 112
4.4 ผลการศึกษาด้านปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความรู้สึกเชิงอุณหภาพในผู้สูงอายุ 121
4.4.1 ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในอาคาร ฤดูหนาว 122
4.4.1.1 ความรู้สึกที่มีต่อตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว 122
4.4.1.2 กรอบตัวแปรที่คาดว่าจะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบาย ฤดูหนาว 124
4.4.1.3 ความสบายและการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว 124
4.4.1.4 ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว 126
4.4.1.5 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุ และค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ฤดูหนาว 129
4.4.2 ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในอาคาร ฤดูร้อน 130
4.4.2.1 ความรู้สึกที่มีต่อตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน 130
4.4.2.2 กรอบตัวแปรที่คาดว่าจะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบาย ฤดูร้อน 132
4.4.2.3 ความสบายและการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน 132
4.4.2.4 ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน 135
4.4.2.5 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุ และค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ฤดูร้อน 137
4.4.3 เปรียบเทียบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ในฤดูหนาวและร้อน 138
4.4.3.1 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงความร้อน ในฤดูหนาวและร้อน 138

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.3.2 เปรียบเทียบความรู้สึกทางความชื้น ในฤดูหนาวและร้อน 139
4.4.3.3 เปรียบเทียบความรู้สึกทางความเร็วลม ในฤดูหนาวและร้อน 140
4.4.3.4 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุ และค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ในฤดูหนาวและร้อน..... 141
4.5 การพัฒนาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย 143
4.5.1 สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย ฤดูหนาว 143
4.5.2 สมการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย ฤดูร้อน..... 148
4.6 การพัฒนาขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาวและร้อน..... 152
4.7 สรุปผลการศึกษาสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทย..... 155
บทที่ 5 แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ..... 157
5.1 ประเมินแนวทางสร้างสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ ขณะไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ..... 158
5.1.1 ประเมินสภาพอากาศภายนอกตามช่วงเวลา เพื่อนำมาปรับสภาวะน่าสบาย 158
5.1.1.1 การประเมินสภาพอากาศภายนอกในฤดูหนาว 158
5.1.1.2 การประเมินสภาพอากาศภายนอกในฤดูร้อน 160
5.1.2 ประเมินการไหลของอากาศในศูนย์ผู้สูงอายุ กรณีการใช้สภาพอากาศภายนอก..... 161
5.1.2.1 การไหลของอากาศภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว..... 161
5.1.2.2 การไหลของอากาศภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูร้อน..... 162
5.1.2.3 วิเคราะห์แนวทางการปรับความเร็วลมในศูนย์ผู้สูงอายุ..... 164
5.2 การวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ..... 165
5.2.1 แนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว 165
5.2.1.1 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ฤดูหนาว 8:00 น.–13:00 น..... 166
5.2.1.2 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ฤดูหนาว 13:00 น.–16:00 น..... 167
5.2.1.3 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ฤดูหนาว 8:00 น.–13:00 น..... 168
5.2.1.4 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ฤดูหนาว 13:00 น.–16:00 น..... 169

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.1.5 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ฤดูหนาว 8:00 น.–13.00 น. 171
5.2.1.6 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ฤดูหนาว 13:00 น. – 16:00 น. 172
5.2.2 สรุปผลแนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว 173
5.2.3 แนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูร้อน 175
5.2.3.1 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ฤดูร้อน 8:00 น.–12:00 น. 175
5.2.3.2 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ฤดูร้อน 12:00 น.–16:00 น. 177
5.2.3.3 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ฤดูร้อน 8:00 น.–12:00 น. 178
5.2.3.4 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ฤดูร้อน 12:00 น.–16:00 น. 179
5.2.3.5 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ฤดูร้อน 8:00 น.–12:00 น. 180
5.2.3.6 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ฤดูร้อน 12:00 น.–16:00 น. 182
5.2.4 สรุปแนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว 183
5.3 ประเมินการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับใช้แนวทางด้วย Visual DOE 185
5.3.1 เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง 185
5.3.1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในฤดูหนาว 186
5.3.1.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในฤดูร้อน 188
5.3.2 สรุปผลจากการประเมินด้วย Visual DOE 190
5.4 แนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงานสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ 191
5.5 การพัฒนาแนวทางสู่การเป็นมาตรฐาน 192
5.5.1 วิเคราะห์จากผลการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุ 192
5.5.2 วิเคราะห์จากผลการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 193
5.5.3 สรุปผลจากข้อคิดเห็นเพิ่มเติม จัดทำเป็นข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายมาตรฐาน 194
5.6 ผลการพิจารณามาตรฐาน และข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายจากผู้เชี่ยวชาญ 195
บทที่ 6 สรุปและอภิปรายผล 197
6.1 สรุปผลการศึกษา 199

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2 อภิปรายผล.....206
บรรณานุกรม.....214
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม.....228
ภาคผนวก ข. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์.....231
ประวัติผู้เขียน.....252

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 อภิธานศัพท์ในงานวิจัย 8
ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน 70
ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน 71
ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนความรู้สึกทางความชื้น 71
ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกทางความชื้น 72
ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนความรู้สึกทางความเร็วลม 72
ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกทางความเร็วลม 73
ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนความรู้สึกสบายโดยรวมในสภาพแวดล้อม 73
ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความสบายในสภาพแวดล้อม 74
ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การให้คะแนนการยอมรับต่อสภาพแวดล้อม 74
ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับต่อสภาพแวดล้อม 74
ตารางที่ 3.11 เกณฑ์การให้คะแนนความต้องการปรับความร้อน 75
ตารางที่ 3.12 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความต้องการปรับความร้อน 75
ตารางที่ 3.13 เกณฑ์การให้คะแนนความต้องการปรับความชื้น 76
ตารางที่ 3.14 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความต้องการปรับความชื้น 76
ตารางที่ 3.15 เกณฑ์การให้คะแนนความต้องการปรับความเร็วลม 77
ตารางที่ 3.16 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความต้องการปรับความเร็วลม 77
ตารางที่ 3.17 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับอุณหภูมิอากาศ 83
ตารางที่ 3.18 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน 84
ตารางที่ 3.19 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับความชื้น 85
ตารางที่ 3.20 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับความเร็วลม 85

Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.1 ข้อมูล และกายภาพของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาทั้งสามแห่ง 100
ตารางที่ 4.2 จำนวนผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา 101
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลด้านบุคคลของผู้สูงอายุผู้ใช้งานภายในศูนย์ผู้สูงอายุ 102
ตารางที่ 4.4 สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ ณ ตำแหน่งที่ผู้สูงอายุอยู่ใช้งาน 105
ตารางที่ 4.5 ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ 106
ตารางที่ 4.6 ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้สูงอายุผู้เข้าใช้ห้องปฏิบัติการ 108
ตารางที่ 4.7 สภาพแวดล้อมขณะที่ใช้ทดสอบภายในห้องปฏิบัติการ 111
ตารางที่ 4.8 ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพโดยจำแนกตามเพศ 115
ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงอุณหภาพในฤดูหนาว จำแนกตามดัชนีมวลกายผู้สูงอายุ (กลุ่มปกติ น้ำหนักเกิน และเริ่มอ้วน) ด้วย Post Hoc Tests 117
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงความร้อนในฤดูหนาว จำแนกตามดัชนีมวลกายผู้สูงอายุ. 117
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงอุณหภาพในฤดูร้อน จำแนกตามดัชนีมวลกายผู้สูงอายุ (กลุ่มปกติ น้ำหนักเกิน และเริ่มอ้วน) ด้วย Post Hoc Tests 118
ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงอุณหภาพในฤดูหนาว จำแนกตามช่วงอายุ ด้วย Post Hoc Tests 119
ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงอุณหภาพในฤดูหนาว จำแนกตามช่วงอายุ ด้วย Post Hoc Tests 120
ตารางที่ 4.14 ความสบายโดยรวมและการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว 125
ตารางที่ 4.15 ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว 127
ตารางที่ 4.16 ความสบายโดยรวม และการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน 133
ตารางที่ 4.17 ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน 135
ตารางที่ 4.18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เมื่อเพิ่มปัจจัยนำเข้าเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูหนาว 144
ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอนเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูหนาว 144

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.20 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ เมื่อเพิ่มปัจจัยนำเข้าเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ฤดูหนาว 145
ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอนเฉพาะกรณีห้องปฏิบัติการ ฤดูหนาว . 146
ตารางที่ 4.22 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ เมื่อเพิ่มปัจจัยนำเข้าเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน 148
ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอนเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน 149
ตารางที่ 4.24 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เมื่อเพิ่มปัจจัยนำเข้าเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ฤดูร้อน 150
ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอนเฉพาะกรณีห้องปฏิบัติการ ฤดูร้อน ... 150
ตารางที่ 5.1 สภาพอากาศภายนอกในฤดูหนาวของพื้นที่ศึกษา 159
ตารางที่ 5.2 สภาพอากาศภายนอกในฤดูร้อนของพื้นที่ศึกษา..... 160
ตารางที่ 5.3 สรุปผลแนวทางการปรับสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูหนาว จากการจำลองใน scSTREAM-Cradle CFD..... 174
ตารางที่ 5.4 สรุปผลแนวทางการปรับสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูร้อน จากการจำลองใน scSTREAM-Cradle CFD..... 184
ตารางที่ 5.5 การใช้พลังงานที่ลดลงจากการนำแนวทางไปใช้ ในฤดูหนาว 187
ตารางที่ 5.6 การใช้พลังงานที่ลดลงจากการนำแนวทางไปใช้ ในฤดูร้อน..... 190
ตารางที่ 5.7 มาตรฐานในการจัดการศูนย์ผู้สูงอายุให้มีสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงาน..... 192
ตารางที่ 6.1 มาตรฐานในการจัดการศูนย์ผู้สูงอายุ และการวิจัยที่ควรมีในอนาคต..... 204
ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนกับสมการในงานวิจัยอื่น ... 208

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย 13

รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PMV กับค่า PPD..... 22

รูปที่ 2.2 The adaptive model ใน ASHRAE 55 Standard 26

รูปที่ 2.3 แผนภูมิไซโครเมตริกที่แสดงสภาวะน่าสบายในฤดูหนาวและร้อนในปี 1995..... 30

รูปที่ 2.4 แผนภูมิไซโครเมตริกแสดงสภาวะน่าสบายในฤดูหนาวและร้อนที่ปรับปรุงในปี 2010 30

รูปที่ 2.5 แผนภูมิไบโอไคลเมติก 32

รูปที่ 2.6 แผนภูมิไบโอไคลเมติกแสดงเขตความสบายสำหรับกรุงเทพ 32

รูปที่ 2.7 แผนภูมิไบโอไคลเมติกสำหรับอาคาร (Building Bioclimatic Chart) 34

รูปที่ 2.8 โมโนแกรมอุณหภูมิยังผล (The Effective Temperature nomogram) 35

รูปที่ 2.9 ผลการวิจัยสภาวะสบายในสำนักงาน..... 42

รูปที่ 2.10 วิธีการเก็บข้อมูลของการศึกษาในอดีต 43

รูปที่ 2.11 ศึกษาสภาวะน่าสบายด้วย CFD ในห้องสมุด กรณีที่ใช้กับไม่ใช้ฉากกั้นห้อง. 46

รูปที่ 2.12 อุณหภูมิอากาศที่ทำให้รู้สึกน่าสบายจากงานวิจัยที่ผ่านมา..... 48

รูปที่ 2.13 ความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำให้รู้สึกน่าสบายจากงานวิจัยที่ผ่านมา 49

รูปที่ 2.14 ความเร็วลมที่ใช้สำหรับการศึกษาในงานวิจัยที่ผ่านมา..... 50

รูปที่ 2.15 อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนในอาคารปรับอากาศของไทยจากงานวิจัยที่ผ่านมา 50

รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน และการวิเคราะห์ข้อมูล 64

รูปที่ 3.2 โกลบเทอร์โมมิเตอร์และ Testo 445 ที่ใช้วัดอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน..... 69

รูปที่ 3.3 เซนเซอร์และ TM4002 ที่ใช้วัดอุณหภูมิอากาศ ความชื้น ความเร็วลม..... 69

รูปที่ 3.4 แบบจำลองสามมิติห้องปฏิบัติการและพื้นที่เตรียมก่อนเข้าทดสอบ 79

รูปที่ 3.5 แบบห้องปฏิบัติการ การติดตั้งอุปกรณ์ และตำแหน่งการตรวจวัดขณะเก็บข้อมูล 80

Chulalongkorn University

รูปที่ 3.6 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในเชิงปริมาณ 82
รูปที่ 3.7 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในเชิงคุณภาพ 82
รูปที่ 3.8 อินฟราเรดฮีทเตอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ 83
รูปที่ 3.9 การทดลองเพื่อเพิ่มอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ก่อนปรับปรุงห้องปฏิบัติการ 84
รูปที่ 3.10 การทดลองเพื่อลดอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ก่อนปรับปรุงห้องปฏิบัติการ 84
รูปที่ 3.11 ชุดอุปกรณ์สำหรับเพิ่ม และลด ความชื้นในห้องปฏิบัติการ 85
รูปที่ 3.12 กระบวนการระหว่างเก็บข้อมูลภายในห้องปฏิบัติการ 88
รูปที่ 4.1 ที่ตั้งของกรณีศึกษาทั้งสามแห่งในพื้นที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลก 94
รูปที่ 4.2 สภาพแวดล้อมโดยรอบ และภาพจำลองสามมิติเพื่อการวิเคราะห์ 95
รูปที่ 4.3 กรณีศึกษาที่ 1 ศูนย์ผู้สูงอายุพระองค์ขาว 96
รูปที่ 4.4 กรณีศึกษาที่ 2 ศูนย์ผู้สูงอายุมหานุภาพ 98
รูปที่ 4.5 กรณีศึกษาที่ 3 ศูนย์ผู้สูงอายุมหานุภาพ 99
รูปที่ 4.6 การเก็บข้อมูลภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาสามแห่ง ในฤดูหนาวและร้อน 104
รูปที่ 4.7 ห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการทดสอบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ 107
รูปที่ 4.8 พื้นที่ภายใน และการเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ 109
รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ของผู้สูงอายุไทย กับอุณหภูมิอากาศภายนอกโดยเฉลี่ยตลอดวันและค่าแนะนำใน ASHRAE standard 55 113
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว 123
รูปที่ 4.11 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาว เมื่อเทียบกับค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) 129
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน 131
รูปที่ 4.13 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยในฤดูร้อน เมื่อเทียบกับค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) 137
รูปที่ 4.14 การเปรียบเทียบความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย ในฤดูหนาวและร้อน 138
รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบความรู้สึกทางความชื้นของผู้สูงอายุไทย ในฤดูหนาวและร้อน 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.16 การเปรียบเทียบความรู้สึกทางความเร็วลมของผู้สูงอายุไทย ในฤดูหนาวและร้อน 140
รูปที่ 4.17 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาวและร้อน เมื่อเทียบกับค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) 142
รูปที่ 4.18 การวิเคราะห์สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูหนาว รูปแบบใหม่ 147
รูปที่ 4.19 การวิเคราะห์สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูร้อนรูปแบบใหม่ 151
รูปที่ 4.20 ขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในสภาวะความเร็วลมนิ่ง 153
รูปที่ 4.21 ขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในสภาวะความเร็วลมที่ 0.50 -0.55 m/s 154
รูปที่ 5.1 การไหลของอากาศโดยรอบอาคาร และทิศทาง ความเร็วลมในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว... 162
รูปที่ 5.2 การไหลของอากาศโดยรอบอาคาร และทิศทาง ความเร็วลมในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูร้อน 163
รูปที่ 5.3 อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ย และช่วงเปิด-ปิดพัดลม ตามความประสงค์ผู้สูงอายุ 164
รูปที่ 5.4 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 1 ฤดูหนาว 8:00 น.-13:00 น. 166
รูปที่ 5.5 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 1 ฤดูหนาว 13:00 น.-16:00 น. 167
รูปที่ 5.6 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 2 ฤดูหนาว 8:00 น.-13:00 น. 168
รูปที่ 5.7 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 2 ฤดูหนาว 13:00 น.-16:00 น. 170
รูปที่ 5.8 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 3 ฤดูหนาว 8:00 น.-13:00 น. 171
รูปที่ 5.9 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 3 ฤดูหนาว 13:00 น.-16:00 น. 172
รูปที่ 5.10 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 1 ฤดูร้อน 8:00 น.-12:00 น. 176
รูปที่ 5.11 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 1 ฤดูร้อน 12:00 น.-16:00 น. 177
รูปที่ 5.12 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 2 ฤดูร้อน 8:00 น.-12:00 น. 178
รูปที่ 5.13 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 2 ฤดูร้อน 12:00 น. -16:00 น. 179
รูปที่ 5.14 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 3 ฤดูร้อน 8:00 น.-12:00 น. 181
รูปที่ 5.15 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 3 ฤดูร้อน 12:00 น. -16:00 น. 182

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 5.16 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนและการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปี ก่อนและหลังการใช้แนวทาง สำหรับฤดูหนาว 187

รูปที่ 5.17 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนและการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปี ก่อนและหลังการใช้แนวทาง สำหรับฤดูร้อน 189

รูปที่ 6.1 ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยที่จำลองใน scSTREAM-Cradle CFD..... 210

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสถิติอุณหภูมิเฉลี่ยในระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา อุณหภูมิของโลกค่อยๆ สูงขึ้น (Alfano, Olesen, Palella, & Riccio, 2014) เนื่องมาจากโลกไม่สามารถระบายความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ออกไปได้อย่างปกติ ส่งผลให้เกิดสภาวะเรือนกระจกทำให้สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไป ในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้รับการยืนยันว่าได้ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายในผู้สูงอายุ (Alves, Duarte, & Goncalves, 2015) จากสถิติที่พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุกปีของไทย จาก พ.ศ. 2524 มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 26.7 °C และในปี พ.ศ. 2559 ได้เพิ่มขึ้นเป็น 27.6 °C (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559) การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศดังกล่าวได้ส่งผลต่อความรู้สึกน่าสบาย (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2553) และสุขภาวะของคนไทย โดยเฉพาะในฤดูร้อนที่ทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นในทุกปี อากาศร้อนจะกระตุ้นให้เกิดความเครียด เพิ่มความเสี่ยงต่อสุขภาพ (กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย, 2559; ประชาสัมพันธ์กรมสุขภาพจิต, 2560) ในจำนวนนี้มีกลุ่มเสี่ยงคือ ผู้สูงอายุรวมอยู่ด้วย ดังนั้นการอยู่ในอาคารที่มีสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่เหมาะสมภายใต้การใช้พลังงานอย่างประหยัดจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอาคารที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ

การที่ประเทศไทยจะกลายเป็นสังคมผู้สูงอายุที่สมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2564 (Institute for Population and Social Research, 2014) อาคารที่ใช้สำหรับทำกิจกรรมร่วมกันของผู้สูงอายุในระหว่างวัน (Adult day care) อีกทั้งใช้สำหรับให้การดูแล และให้บริการตรวจสุขภาพเบื้องต้น กลายเป็นอาคารประเภทใหม่ที่มีความต้องการสูง ในปัจจุบันมีศูนย์ผู้สูงอายุของทางภาครัฐ เช่น ศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตและส่งเสริมอาชีพผู้สูงอายุ ศูนย์สุขภาพผู้สูงอายุ อยู่จำนวน 879 แห่ง และในปี พ.ศ. 2561 เป็นต้นมา ได้มีการดำเนินการจัดตั้งเพิ่มขึ้นอีกราว 400 แห่ง (กรมกิจการผู้สูงอายุ, 2560, 2561a) ศูนย์เหล่านี้ได้ก่อตั้งขึ้นเพื่อรองรับการใช้งานโดยผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคม (Social bound elders) ที่มีอยู่สูงถึง 79.5 % (กรมกิจการผู้สูงอายุ, ม.ป.ป.) ซึ่งเป็นผู้สูงอายุกลุ่มใหญ่ของไทย โดยนโยบายของทางภาครัฐได้ใช้วิธีทั้งการปรับเปลี่ยนห้องที่มีอยู่ในอาคารบางหลัง เช่น อาคารสาธารณสุข อาคารสำนักงาน และสร้างศูนย์ผู้สูงอายุขึ้นมาใหม่สำหรับผู้สูงอายุไว้พบปะและทำกิจกรรมร่วมกันในระหว่างวันเพื่อเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ ศิลปะ งานฝีมือ เป็นต้น และเข้าร่วมในกิจกรรมสันทนาการ ได้แก่ เล่นเกมกระดาน ร้องเพลง เป็นต้น ดังนั้นการปรับสภาพแวดล้อม

เชิงอุณหภาพให้เหมาะสมกับผู้ใช้เฉพาะจึงเป็นสิ่งจำเป็น (Ormandy & Ezratty, 2012) เนื่องจากจะทำให้อยู่ในสภาวะสบายส่งผลให้มีสุขภาพ ความเป็นอยู่ที่ดี และยังทำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Alfano et al., 2014; Mendes et al., 2013; กิจชัย จิตขจรวานิช, 2544)

สภาวะน่าสบาย (Thermal comfort) จะถูกประเมินโดยค่าความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal Sensation Vote ,TSV) ที่เกิดจากตัวแปร 6 ประการ ใน 2 ปัจจัยหลัก ดังที่สมาคมวิศวกรการทำความร้อน, การทำความเย็น และการปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) หรือ ASHRAE (2017) ได้ระบุไว้ คือ ปัจจัยด้านบุคคล ซึ่งจะมี 2 ตัวแปร ได้แก่ อัตราการเผาผลาญหรือกิจกรรม (Metabolic rate/ Activity, met) ความเป็นฉนวนจากเสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clothing Insulation, Icl) และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งจะมี 4 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ (Air temperature, Ta) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity, RH) อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน (Mean radiant temperature, Tmr) และความเร็วลม (Air velocity, Va) ความรู้สึกเชิงความร้อนของมนุษย์ที่มีต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคารเกี่ยวข้องโดยตรงกับศักยภาพการประหยัดพลังงาน (Mishra, Loomans, & Hensen, 2016; L. Yang, Haiyan, & Joseph, 2014) สำหรับประเทศไทยอาคารส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักและมักมีระบบปรับอากาศเป็นระบบที่ใช้พลังงานมากที่สุดในอาคาร (Yimprayoon, 2016) หากเครื่องปรับอากาศไม่ได้ถูกปรับใช้งานได้อย่างเหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งาน ซึ่งนอกจากจะทำให้รู้สึกไม่น่าสบายแล้วยังเป็นการใช้พลังงานอย่างไม่คุ้มค่า ดังนั้นจึงควรต้องมีการประเมินสภาวะน่าสบายภายในอาคารขึ้น ที่ผ่านมาค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ย (Predicted Mean Vote, PMV) พัฒนาโดย Fanger (1972) จะเป็นที่ยอมรับจนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และถูกนำมาใช้ใน ASHRAE Standard 55 อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาจำนวนหนึ่งพบว่าค่า PMV ไม่เหมาะสมในการประเมินค่าความรู้สึกเชิงความร้อน (Humphreys & Nicol, 2002) หรือแม้แต่กระทั่งในผู้สูงอายุ (Tsuzuki & Iwata, 2002) เนื่องจากมีการศึกษาทางการแพทย์ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับอายุ (Ebersole & Hess, 2008) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของไขมันสีน้ำตาล (Brown adipose tissue) (Graja & Schulz, 2015; Schosserer, Grillari, & Wolfrum, 2018) ที่โดยปกติจะทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดความร้อนในร่างกาย (Cannon & Nedergaard, 2004) รวมถึงใยประสาทไมอีลินเนท และอันไมอีลินเนท (Myelinated and Unmielinated nerve fiber) (Mishra & Ramgopal, 2013) นั่นหมายความว่าผู้สูงอายุลดการตอบสนองทางผิวหนังและอัตราการเผาผลาญดังนั้นผู้สูงอายุจึงมีการรับรู้สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่เปลี่ยนแปลงไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษาในอดีต ความรู้สึกทางเชิงความร้อนของผู้สูงอายุได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับกลุ่มคนในวัยอื่นๆ Hwang and Chen (2010) และ Schellen et al. (2010) พบว่าผู้สูงอายุต้องการอุณหภูมิที่สูงกว่าวัยผู้ใหญ่ Hoof and Hensen (2006) ยังแนะนำว่าผู้สูงอายุต้องการอุณหภูมิที่สูงขึ้น 2 ℃ ยิ่งไปกว่านั้นรายงานเกี่ยวกับผู้สูงอายุของ Blatteis (2012) ระบุว่าผู้สูงอายุ “จะมีความไวต่อความรู้สึกร้อนและเย็นลดลง แต่การลดลงของการรับรู้ถึงความร้อนนั้นเด่นชัดกว่าความเย็น” อย่างไรก็ตามการศึกษาความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุที่ดำเนินการในประเทศต่าง ๆ ให้คำแนะนำเกี่ยวกับค่าตัวแปรที่ทำให้รู้สึกน่าสบายที่แตกต่างกัน เช่น ในโปรตุเกส อุณหภูมิสบายสำหรับฤดูหนาว คือ 20 ℃ และฤดูร้อน คือ 25 ℃ (Guedes, Matias, & Santos, 2009) และ 22–23 ℃ ในสหราชอาณาจักร (Lewis, 2015) ในนิวเซาธ์เวลส์ ออสเตรเลียที่ 20 - 26 ℃ (Tartarini, 2017) ในประเทศไทยพบว่าความน่าสบายผู้สูงอายุนั้น แตกต่างจากผู้คนในกลุ่มอายุอื่น (Ransiraksa, 2006) กฤติณ อัศววิชัย, อภิรัฐ เนติพงศ์ไพโรจน์, และอรรจน์ เศรษฐบุตร (2558) พบว่าผู้สูงอายุไทยจะสบายในอุณหภูมิอากาศที่ 25.6–29.3 ℃ และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 52.7–66.8 % อย่างไรก็ตามไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุที่แสดงทั้งฤดูหนาวและร้อน ซึ่ง ASHRAE Standard 55 (2017) ได้แสดงให้เห็นว่ามนุษย์ต้องการสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล จึงเป็นไปได้ว่าในทั้งสองฤดูกาลของประเทศไทย ผู้สูงอายุจะต้องการสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่แตกต่างกัน การศึกษาครั้งนี้จึงมีเป้าหมายที่จะศึกษาในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยจะได้ศึกษาถึงขอบเขตสภาพแวดล้อมที่น่าสบายของผู้สูงอายุไทยสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ เพื่อพิจารณาให้เห็นภาพรวมของความรู้สึกในผู้สูงอายุ และการวิจัยจะได้ทำการเปรียบเทียบกับค่า PMV ดังการศึกษาในอดีต ตลอดจนตรวจสอบปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกเชิงอุณหภาพที่แตกต่างกันสำหรับสองฤดูกาล ซึ่งในทั้ง ASHRAE standard 55 (2017) และ ISO 7730 โดย International Organization of Standardization (ISO) (2005) ได้แสดงว่าเป็นเพราะผลของความเป็นฉนวนจากเสื้อผ้าที่สวมใส่

นอกจากนี้เพื่อให้เกิดผลเป็นรูปธรรม การศึกษานี้ไม่เพียงแต่วิเคราะห์ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพเท่านั้น แต่จะได้ทำการวิเคราะห์ขยายผลสู่แนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงานให้เกิดขึ้นกับศูนย์ผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงได้ดำเนินการตรวจสอบวิธีการประเมินสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ส่งผลทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย พบว่าในอดีตจะใช้ 2 วิธีหลัก คือ การศึกษาในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมอุณหภาพ (Climate-controlled chamber) ดังการศึกษาของ Fanger (1972) และการศึกษาในภาคสนาม (Field study) ซึ่ง Nicol, Humphreys, Sykes, and Roaf (1995) และการศึกษาอื่น ๆ (Guedes et al., 2009; Hwang & Chen, 2010; Nicol & Humphreys, 2002; Toe & Kubota, 2013) ได้ใช้วิธีนี้แล้วจึงทำการ

วิเคราะห์ด้วยการใช้สมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อพิจารณาสภาวะน่าสบาย อย่างไรก็ตามแต่ละวิธีมีความเหมาะสมตามข้อจำกัดและเป้าหมายของการวิจัย ส่วนในปัจจุบันได้มีการใช้วิธีประเมินสภาวะน่าสบายเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมภายในอาคารทางการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งซอฟต์แวร์พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) ได้ถูกนำมาใช้ ดัง Cheong et al. (2003) ได้นำ CFD มาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินความรู้สึกเชิงความร้อนภายในโรงละครที่ปรับอากาศและวัดค่าตัวแปรทางสภาพแวดล้อม อีกทั้ง Samiuddin & Budaiwi (2018) ยังใช้ CFD เพื่อประเมินความน่าสบายในสุเหร่า ในซาอุดิอาระเบีย เนื่องจากเหตุผลในการช่วยลดต้นทุน และประหยัดเวลา

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการโดยใช้ ทั้งการสำรวจในภาคสนาม การศึกษาในห้องปฏิบัติการ และการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ ตลอดจนสัมภาษณ์เพื่อพัฒนาเป็นแนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบาย การสำรวจภาคสนามถูกนำมาใช้เพื่อประเมินความน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตามในเชิงปฏิบัติการปรับสภาพแวดล้อมอุณหภาพภายในศูนย์ผู้สูงอายุภาครัฐซึ่งมีขนาดใหญ่และถูกใช้งานตลอดเวลาเพื่อหาความเหมาะสมของการผสมผสานของตัวแปรในปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมไม่สามารถทำได้ ดังนั้นการวิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการร่วมด้วย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งจากในศูนย์ผู้สูงอายุและในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมอุณหภาพจะได้ถูกนำมาวิเคราะห์หาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อน ซึ่งจะได้ถูกนำเข้าในโปรแกรม scSTREAM – Cradle CFD และประเมินการใช้พลังงานด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.0 ผลการวิจัยนี้จะได้ถูกนำไปใช้เป็นมาตรฐานในการพัฒนาสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุซึ่งมีเป้าหมายว่าควรต้องลดการใช้พลังงานในอาคารได้ด้วย นอกจากนี้การศึกษายังได้ทำการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) เพื่อขอข้อคิดเห็นด้านมาตรฐานที่ได้นี้ และส่วนข้อคิดเห็นเพิ่มอื่น ๆ นั้นจะได้ถูกนำไปจัดทำเป็นข้อควรคำนึงถึงเพื่อใช้แนบท้ายในมาตรฐาน ผลที่ได้จากการศึกษา คาดว่าจะสามารถนำไปใช้ปรับสภาวะน่าสบายให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้งานที่เฉพาะได้ ดังที่ Lewis (2015) ได้ให้ความสำคัญไว้ ซึ่งในการศึกษานี้ก็คือ กลุ่มผู้สูงอายุ โดยสภาวะน่าสบายจะได้ช่วยสร้างประสิทธิภาพ ส่งเสริมการดำเนินกิจกรรมร่วมกัน อันเป็นการช่วยขจัดปัญหาการอยู่เพียงลำพังให้กับผู้สูงอายุ โดยเฉพาะในเวลากลางวันในขณะที่ลูกหลานต้องทำงาน ผลที่ได้ยังคาดว่าจะส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อกันเป็นทอด โดยท้ายที่สุดจะทำให้เกิดการพัฒนาสังคมได้ในอีกทางหนึ่งด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1. ศึกษาความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุไทย ขณะใช้ศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศกรณีศึกษา
2. ศึกษาความรู้สึกของผู้สูงอายุในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เพื่อพิจารณาขยายขอบเขตสภาพแวดล้อมที่น่าสบาย
3. พัฒนาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย สำหรับนำไปใช้วิเคราะห์แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้ประหยัดพลังงาน
4. พัฒนาแนวทางในการจัดการ ปรับปรุง สภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ และทดสอบความเป็นไปได้ด้านการประหยัดพลังงานของแนวทาง
5. ศึกษาข้อคิดเห็นที่มีต่อแนวทาง เพื่อยกระดับสู่การเป็นมาตรฐานในการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้ประหยัดพลังงานสำหรับนำไปใช้กับโครงการจริง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้คาดหวังว่าจะนำไปสู่การพัฒนาศูนย์ผู้สูงอายุที่มีและจะได้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ให้มีการปรับสภาวะน่าสบายให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุไทยและใช้พลังงานอย่างประหยัด ซึ่งมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาความรู้สึกของผู้สูงอายุไทยที่มีต่อสภาพแวดล้อมสบายเชิงอุณหภาพ โดยศึกษาในกลุ่มตัวแปรทางสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ภายใต้กลุ่มตัวแปรด้านบุคคล ซึ่งได้แก่ ความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ อัตราการเผาผลาญ หรือกิจกรรมที่ทำ จะไม่ได้ถูกกำหนดให้เป็นลักษณะเดียวกันแบบตายตัว มีเพียงแต่การกำหนดกิจกรรมให้เป็นการใช้พลังงานเบา (น้อยกว่า 3.0 met) (วรรธนะ ชลายนเดชะ, 2550) อันเป็นลักษณะกิจกรรมโดยปกติของผู้สูงอายุไทยขณะใช้สอยและอยู่ในศูนย์ผู้สูงอายุ โดยมีกิจกรรมที่ทำ เช่น เล่นเกมส์กระดาน ร้องเพลง พักผ่อน ทำงานฝีมือ ชมการละเล่น เป็นต้น เมื่อตรวจสอบแล้วพบว่ามีค่าที่ 1.1–1.2 met (หรือ 65 - 70 W/m^2)

1.3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

งานวิจัยได้ทำการศึกษาศูนย์ผู้สูงอายุในเขตภาคกลางของประเทศไทย โดยมีเกณฑ์การแบ่งเขตให้ครอบคลุมทั้งในเชิงภูมิภาคและภูมิศาสตร์ ในการคัดเลือกศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อลงพื้นที่ทำการศึกษาในเบื้องต้น ได้ใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกจากศูนย์ผู้สูงอายุที่มีศักยภาพ และให้ความสำคัญต่อการพัฒนาอาคารเพื่อรองรับผู้สูงอายุ หลังจากนั้นจึงได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจากพื้นที่ที่ได้รับการสนับสนุนจากทางภาครัฐ หรือองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศที่สำคัญ เช่น องค์การสหประชาชาติ (United Nation, UN) องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (Japan International Cooperation Agency, JICA) เป็นต้น ในการดำเนินการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับจำนวนผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น ผนวกกับการเตรียมพื้นที่ให้พร้อมสู่การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12

1.3.3 ขอบเขตด้านวิธีการศึกษา

จะใช้การสำรวจภาคสนามร่วมกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการและวิเคราะห์แนวทางพัฒนาสภาวะน่าสบายที่ประหยัดพลังงานด้วยการจำลองทางคอมพิวเตอร์

1.3.4 ขอบเขตด้านผู้ให้ข้อมูล

1) **ขอบเขตของผู้ให้ข้อมูลหลัก** คือ ผู้สูงอายุไทย ในพื้นที่ศึกษา

   1.1) กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุไทยสำหรับการศึกษานี้สอดคล้องตามเกณฑ์การรับผู้สูงอายุของศูนย์ที่มีทั้งเกณฑ์เกษียณในภาคเอกชน และเกณฑ์ตามสิทธิประโยชน์ทางประกันสังคมกรณีชราภาพที่ต้องมีอายุ 55 ปีบริบูรณ์ (เฉลิมพล แจ่มจันทร์, 2555) ทั้งนี้ข้อตกลงในการวิจัยจึงได้ให้มีกลุ่มผู้เริ่มเข้าสู่วัยสูงอายุ (55-59 ปี) หรือเรียกว่าผู้สูงอายุสำรอง ซึ่งเป็นผู้ช่วยเหลือ ดูแลผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า นำมาศึกษาด้วยโดยรวมเข้ากับผู้สูงอายุวัยอื่นด้วย

   1.2) ศึกษาเฉพาะในผู้สูงอายุไทยกลุ่มติดสังคม ซึ่งมีลักษณะ สุขภาพ ทั่วไปดีช่วยตนเองได้ มีโรคเรื้อรังแต่ควบคุมได้ เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมได้

1.3) ศึกษาในผู้สูงอายุไทยที่ไม่มีภาวะสมองเสื่อม ซึ่งผ่านการประเมินโดยปกติจากศูนย์ที่ให้การดูแลผู้สูงอายุที่เข้าร่วมกิจกรรม ผู้สูงอายุจึงสามารถสื่อสาร รับรู้โดยทั่วไปได้ในด้านความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ

2) **ขอบเขตของผู้ให้ข้อมูลรอง** ผู้ให้ข้อมูลรองสำหรับการศึกษานี้ คือ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ผู้ดูแลผู้สูงอายุ (พยาบาลวิชาชีพ นักสังคมวิทยา) สถาปนิก/วิศวกร และผู้บริหาร

3) **ขอบเขตผู้ให้ข้อมูลการประเมิน** ผู้ให้ข้อมูลการประเมินสำหรับการศึกษานี้ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุ และการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน

1.3.5 ขอบเขตด้านเวลา

การศึกษานี้จะได้ทำการศึกษาทั้งปีทั้งในช่วงฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลักษณะภูมิอากาศในประเทศไทย

1.4 คำจำกัดความและอภิธานศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้เข้าใจตรงกันจึงขออธิบายคำจำกัดความและอธิบายศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้

1.4.1 คำจำกัดความ

1) **สภาวะน่าสบาย** (Thermal comfort) คือ สภาวะทางจิตใจซึ่งแสดงความพอใจในสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ และถูกประมวลผลโดยการประเมินด้วยความคิดเห็นส่วนตัว (ASHRAE, 2004, 2010, 2013; ISO, 2005)

2) **ผู้สูงอายุไทย** ในงานวิจัย หมายถึง ผู้ที่มีอายุ 55 ปีขึ้นไปมีสัญชาติไทย เกณฑ์ด้านอายุนี้เพื่อให้สอดคล้องตามเกณฑ์การรับคนของศูนย์ผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการเกิดสิทธิกรณีบำนาญ/บำเหน็จชราภาพที่มีอายุครบ 55 ปี ตามพระราชบัญญัติประกันสังคม มาตรา 77 ทวิ (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2560)

3) ตามหลักการช่วยเหลือตนเองในกิจวัตรประจำวัน (Activity Daily Living, ADL) มีการแบ่งผู้สูงอายุตามเกณฑ์ (Collin, Wade, Davies, & Horne, 1988) โดยมีคำจำกัดความดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคม หมายถึง ผู้สูงอายุกลุ่มที่ช่วยเหลือตนเองได้ดี มีลักษณะ สุขภาพทั่วไปดีช่วยตนเองได้ มีโรคเรื้อรังแต่ควบคุมได้ เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมได้

ผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้าน หมายถึง กลุ่มที่พอช่วยเหลือนเองได้บ้าง มีลักษณะ ช่วยตนเองได้ในบางเรื่อง ต้องการการช่วยเหลือบางส่วน อาจมีโรคเรื้อรัง และโรคที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวและมีความจำกัดในการเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม

ผู้สูงอายุกลุ่มติดเตียง หมายถึง กลุ่มที่ช่วยเหลือตนเองไม่ได้ มีลักษณะ ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ มีโรคประจำตัวหลายโรค มีโรคแทรกซ้อน หรือเจ็บป่วยระยะสุดท้าย ไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมได้

(ซึ่งงานวิจัยนี้ กำหนดขอบเขตศึกษาในเฉพาะผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคมเท่านั้น)

4) **ศูนย์ผู้สูงอายุ** ในงานวิจัย หมายถึง ศูนย์ที่ให้บริการแบบเช้าไป- เย็นกลับ (Adult day care center) สำหรับใช้ในการทำกิจกรรม ฝึกอาชีพ และจัดบริการชุมชนสำหรับผู้สูงอายุ ศูนย์ผู้สูงอายุในภาครัฐ ในงานวิจัยนี้จึงหมายรวมถึง ศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตและส่งเสริมอาชีพผู้สูงอายุ ศูนย์สุขภาพผู้สูงอายุ ศูนย์บริการผู้สูงอายุ

1.4.2 อภิธานศัพท์

ตารางที่ 1.1 อภิธานศัพท์ในงานวิจัย

อักษรย่อ	ศัพท์ในภาษาอังกฤษ	ศัพท์ภาษาไทยสำหรับการวิจัย
T_a	Air temperature (ºC)	อุณหภูมิอากาศ (ºC)
T_{mr}	Mean radiant temperature (ºC)	อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน (ºC)
T_o	Operative temperature (ºC)	อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (ºC)
T_{out}	Outdoor air temperature (ºC)	อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (ºC)
T_{comf}	Comfort operative temperature (ºC)	อุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายภาย (ºC)
RH	Relative humidity (%)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
RH_{out}	Outdoor relative humidity (ºC)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคาร (%)
V_a	Air velocity (m/s)	ความเร็วลม (m/s)
V_{aout}	Outdoor air-velocity (m/s)	ความเร็วลมภายนอกอาคาร (m/s)
I_{cl}	Clothing insulation value (clo)	ความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ (clo)
M	Metabolic Rate /Activities (met or W/m^2)	อัตราการเผาผลาญ หรือ ค่ากิจกรรมที่ทำ (met หรือ W/m^2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

U-value	Heat transfer coefficient ($W/m^2 \cdot °C$)	ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน
SHGC	Solar heat gain coefficient	ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจก
WWR	Window-to-Wall Ratio	สัดส่วนหน้าต่างต่อผนัง
BMI	Body mass index (kg/m^2)	ดัชนีมวลกาย (kg/m^2)
BSA	Body Surface Area (m^2)	พื้นที่ผิวร่างกาย (m^2)
PMV	Predicted mean vote	ค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน
TSV	Thermal sensation vote	ค่าความรู้สึกเชิงความร้อน
MTSV	Mean thermal sensation vote	ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ย
HSV	Humidity sensation vote	ค่าความรู้สึกทางความชื้น
MHSV	Mean humidity sensation vote	ค่าความรู้สึกทางความชื้นเฉลี่ย
VaSV	Air-velocity sensation vote	ค่าความรู้สึกทางความเร็วลม
MVaSV	Mean Air-velocity sensation vote	ค่าความรู้สึกทางความเร็วลมเฉลี่ย
AC	Air-conditioning	การปรับอากาศ
NV	Natural ventilation	การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ
HVAC	Heating, Ventilation, and Air-Conditioning	ระบบทำความร้อน ความเย็น และการระบายอากาศ
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers	สมาคมวิศวกรการทำความร้อน, การทำความเย็น และการปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา
ISO	International Organization for Standardization	และองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน
CBE	Center for the Built Environment	ศูนย์สำหรับสรรค์สร้างสิ่งแวดล้อม
JICA	Japan International Cooperation Agency	องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น
WHO - WPRO	World Health Organization Western Pacific Regional Office	องค์การอนามัยโลกส่วนภูมิภาคเอเชีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

จากข้อมูลทางการแพทย์ที่พบว่าผู้สูงอายุจะมีการลดลงของอัตราการเผาผลาญ และชั้นไขมันใต้ผิวหนังเป็นผลให้ผู้สูงอายุไทยมีความรู้สึกน่าสบายแตกต่างจากคนวัยทั่วไป ดังนั้นอาคารที่ถูกใช้งานโดยผู้สูงอายุควรได้รับการจัดการ ปรับให้เหมาะสมตามสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุ งานวิจัยนี้จึงได้พยายามหาความต้องการ โอกาส ข้อจำกัด ว่าในการจัดการ ปรับปรุงอาคารศูนย์ผู้สูงอายุในโครงการจริงควรเป็นอย่างไร โดยได้พิจารณาถึงตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ เพื่อพัฒนาเป็นมาตรฐานการจัดการอาคารศูนย์ผู้สูงอายุ เพื่อตอบสนองต่อความรู้สึกน่าสบายเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุไทยตลอดจนเพื่อการประหยัดพลังงาน

1.6 สมมติฐานการวิจัย

สภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยมีลักษณะที่เฉพาะ เป็นผลให้การจัดการ ปรับปรุงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพสำหรับอาคารศูนย์ผู้สูงอายุไทยมีลักษณะที่พิเศษออกไป ซึ่งงานวิจัยนี้คาดว่าสภาวะน่าสบายในผู้สูงอายุไทยจะนำมาสู่การพัฒนาอาคารศูนย์ผู้สูงอายุในประเทศไทยให้มีการใช้พลังงานที่ประหยัดลงได้

1.7 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

เพื่อหาแนวทางในการจัดการ ปรับปรุง สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้มีความรู้สึกน่าสบายเหมาะสมกับผู้สูงอายุไทย และมีการใช้พลังงานอย่างประหยัด จึงมีวิธีดำเนินการดังนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) **ศึกษาทบทวนวรรณกรรม** ด้วยการ

1.1) **ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ** จากการลงพื้นที่ศึกษาในเขตภาคกลางของประเทศไทย เพื่อทำการศึกษา

1.1.1) **สัมภาษณ์** ผู้บริหาร หรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการดูแลผู้สูงอายุ และบริหารจัดการอาคารศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศของภาครัฐในเขตภาคกลางของประเทศไทยที่ใช้เป็นเขตพื้นที่สำหรับศึกษาในเบื้องต้น และสัมภาษณ์ผู้สูงอายุที่ใช้สอยอาคารในประเด็นด้านสภาวะน่าสบาย

1.1.2) **สำรวจอาคาร** ศูนย์ผู้สูงอายุของภาครัฐเบื้องต้น ในด้านที่เกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบาย ตลอดจนศึกษากายภาพ วัสดุอาคาร และการใช้งานโดยผู้สูงอายุ

1.2) **ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ** จากเอกสารวิชาการ อาทิ บทความวิชาการ บทความวิจัย หนังสือ ตำรา และข้อแนะนำ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงาน

2) **กำหนดรายละเอียดการศึกษา** โดยจะได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา กำหนดวิธีการในการศึกษา วัตถุประสงค์ ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา สมมติฐาน ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

3) **สร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย** ในการศึกษานี้ นอกจากจะต้องใช้อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลตัวแปรทางสภาพแวดล้อมแล้ว ยังมีเครื่องมือในการวิจัยที่ต้องสร้างและพัฒนาขึ้น ได้แก่

3.1) **แบบสอบถาม** งานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีตรวจวัดสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพพร้อมกับใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ซึ่งแบบสอบถามมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาดังนี้

3.1.1) สร้างแบบสอบถามความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ โดยพิจารณาจากมาตรฐาน และในงานวิจัยต่าง ๆ

3.1.2) นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความครอบคลุม ครบถ้วนตามประเด็นที่ต้องการศึกษา

3.1.3) ปรับแก้ไขแบบสอบถามตามผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ และนำเครื่องมือไปทดลองใช้ศึกษานำร่อง

3.1.4) ปรับแก้ไขแบบสอบถามให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล

3.2) **แบบสัมภาษณ์** จากที่การศึกษาจะดำเนินการสัมภาษณ์กับผู้สูงอายุ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้เชี่ยวชาญ ใน 3 ส่วนนี้จะใช้แบบสัมภาษณ์ที่ต่างกัน ผู้สูงอายุและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จะใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้าง (Semi-structured interview) เพราะต้องการให้มีบรรยากาศของการพูดคุย ซักถาม และเปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์พูดเนื้อหาต่างๆ ได้ แต่ก็ยังเกี่ยวข้องกับศูนย์ผู้สูงอายุ ส่วนผู้เชี่ยวชาญจะใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview) ซึ่งจะมีการพัฒนาแบบสัมภาษณ์ด้วยวิธีประมวลผลที่ได้จากการวิเคราะห์และจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

3.3) **ห้องปฏิบัติการ** เพื่อศึกษาการขยายขอบเขตความน่าสบายให้กับผู้สูงอายุไทย การศึกษาจึงได้ทำการสร้างห้องปฏิบัติการ สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย ดังมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.1) ศึกษาสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในศูนย์ผู้สูงอายุในพื้นที่กรณีศึกษาที่ถูกคัดเลือก ด้วยการใช้อุปกรณ์ในการตรวจวัด

3.3.2) เพื่อศึกษาถึงแนวทางการขยายขอบเขตความน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ จึงได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุไปสร้างห้องปฏิบัติการที่สามารถปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพได้ครอบคลุมกับสภาพที่ตรวจวัดได้จริง และยังสามารถปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพได้อย่างหลากหลาย สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.3.3) ทำการศึกษานำร่องโดยทดลองใช้ห้องปฏิบัติการ และทดลองปรับสภาพแวดล้อมที่มีการผสมผสานของ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

3.3.4) ปรับปรุงห้องปฏิบัติการสำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลโดยเป็นห้องที่ผู้สูงอายุจะได้เข้าทำการทดสอบ

4) **ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล** มีขั้นตอนดังนี้

4.1) สำรวจข้อมูลตัวแปรทางสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อระดับความรู้สึกของผู้สูงอายุไทยทีมีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ขณะใช้สอยอาคารศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา ซึ่งเป็นแบบปรับอากาศ

4.2) สำรวจข้อมูลตัวแปรทางสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อระดับความรู้สึกของผู้สูงอายุไทยอาสาสมัครที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ขณะเข้าทดสอบในห้องปฏิบัติการ

4.3) สัมภาษณ์ผู้สูงอายุ ด้านแนวทางในการพัฒนาสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุที่ช่วยในการประหยัดพลังงาน และความคิดเห็นด้านความต้องการ

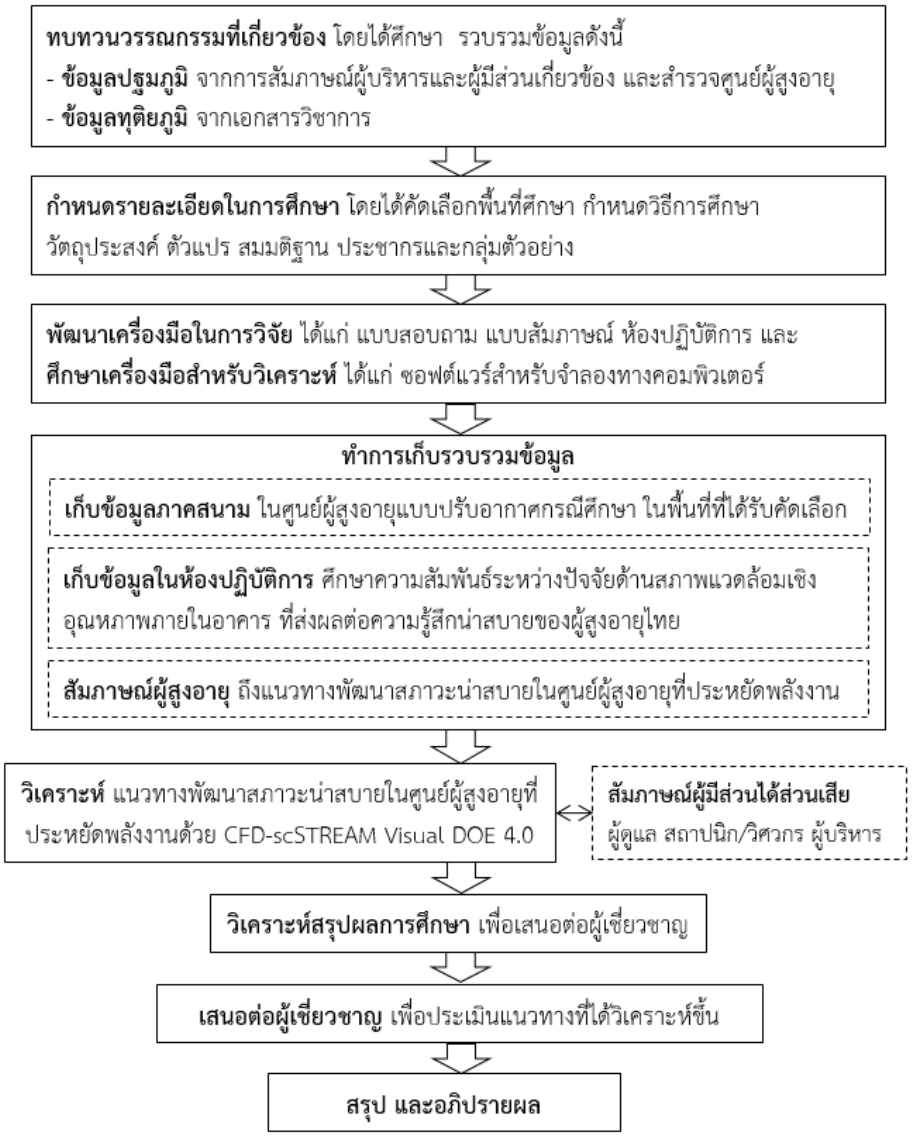
5) **วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์** ซึ่งทำการประมวลผล โดยวิเคราะห์ถึงแนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุที่ส่งเสริมด้านการประหยัดพลังงาน ด้วยซอฟต์แวร์พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) และวิเคราะห์การใช้พลังงานใน Visual DOE 4.0 แล้วจึงนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ศึกษาถึงแนวทางความเป็นไปได้ ข้อจำกัด ในการนำไปปรับใช้ในศูนย์ผู้สูงอายุ ตลอดจนข้อคิดเห็นเพิ่มเติมอื่นๆ

6) **วิเคราะห์สรุปผลการศึกษา** ด้านแนวทางในการพัฒนาสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุที่ประหยัดพลังงานและข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ เพื่อสรุปเป็นมาตรฐานและข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายก่อนจะได้นำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

7) **เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ** ด้วยการสัมภาษณ์ถึงแนวทางที่ได้จัดทำเป็นมาตรฐานในการจัดการปรับปรุงสภาวะน่าสบายที่ประหยัดพลังงาน และข้อคิดเห็นด้านข้อควรคำนึงถึงเพิ่มเติมแนบท้ายมาตรฐาน เพื่อการนำไปใช้

8) **สรุป และอภิปรายผล** โดยนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์สรุปเป็นมาตรฐานในการพัฒนาอาคารศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้มีสภาวะน่าสบายเหมาะสมกับผู้สูงอายุไทยและประหยัดพลังงาน

1.8 สรุปขั้นตอนในการเก็บข้อมูล



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบข้อมูลความรู้สึกน่าสบายเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุไทยขณะที่อยู่ในศูนย์ผู้สูงอายุ
2. ได้สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย สำหรับใช้ในการพิจารณาขอบเขตสบายเชิงอุณหภาพ และนำไปพัฒนาสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นภายในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ ภายใต้กรอบตัวแปรสภาพแวดล้อมที่ได้รับการศึกษาแล้วว่ามีความเหมาะสม
3. ได้มาตรฐานการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศที่ช่วยในการประหยัดพลังงานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ มีเป้าหมายเพื่อนำไปใช้ในการจัดการศูนย์ผู้สูงอายุทั้งที่มีอยู่เดิมและที่มีแผนว่าจะสร้างขึ้นมาใหม่ ได้มีแนวทางในการพัฒนาปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ให้ผู้สูงอายุไทยผู้ใช้สอยมีความรู้สึกน่าสบายขณะใช้งาน อีกทั้งวิธีการปรับสภาพแวดล้อมนั้นก็จะนำมาซึ่งการประหยัดพลังงานด้วย ในส่วนนี้จึงได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในด้าน หลักการของสภาวะน่าสบาย ทฤษฎีสภาวะน่าสบาย การศึกษาที่เกี่ยวข้อง ข้อแนะนำ และมาตรฐานในการพัฒนาอาคาร ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 หลักการของสภาวะน่าสบาย (Principle of Thermal Comfort)

หลักการของสภาวะน่าสบาย เกี่ยวข้องโดยตรงกับสมดุลย์พลังงานของร่างกายมนุษย์ ที่จะต้องรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ประมาณ 37 °C ตลอดเวลา ไม่ว่าสภาพแวดล้อมภายนอกจะเป็นแบบใดเพื่อให้ร่างกายมีสภาพปกติ หลักกการของสภาวะน่าสบาย จึงเกี่ยวข้องกับเรื่องต่อไปนี้

2.1.1 สมดุลความร้อนของร่างกายมนุษย์ (Body Heat Balance)

สมดุลความร้อนของร่างกายมนุษย์ คือ การสร้างความสมดุลระหว่างการผลิตความร้อนของร่างกาย (Heat product) และการกำจัดความร้อนของร่างกาย (Heat lost) ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) การผลิตความร้อนของร่างกาย (Heat Production)

ปกติแล้วร่างกายจะมีการสร้างความร้อนขึ้นมา โดยมีกลไกการเผาผลาญในร่างกาย (Metabolism) ซึ่งโดยปกติในการทำงานหรือออกกำลังกาย พลังงานที่ใช้ไปมีเพียง 20 -30 % ส่วนที่เหลือ 70 -80 % เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย อันเกิดจากการผลิตพลังงานเพื่อให้ร่างกายดำรงอยู่ได้ ซึ่งส่วนนี้ถูกเรียกว่า อัตราการเผาผลาญของร่างกายในชีวิตประจำวัน (Basal Metabolic Rate, BMR) (Xerciety, 2019) ในการคำนวณหาค่าอัตราการเผาผลาญ (Metabolic rate) มีสมการ คือ ความหนาแน่นของกำลัง (Power density)/พื้นผิวร่างกาย (Body surface) มีหน่วย W/m^2 ในการคำนวณ 1 met มีค่า 58 W/m^2 ซึ่งพื้นผิวของร่างกายจะใช้สมการของ DuBois and DuBois (1916) สำหรับใช้ในการคำนวณ ดังรายละเอียด คือ

$$S = 0.007184(W)^{0.425} \times (H)^{0.725}$$

เมื่อ S คือ พื้นที่ผิวของร่างกายที่หน่วยเป็นตารางเมตร
W คือ น้ำหนักของผู้นั้นมีหน่วยเป็นกิโลกรัม
H คือ ส่วนสูงมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

2) การกำจัดความร้อนของร่างกาย (Heat loss)

การกำจัดความร้อนของร่างกายสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยอาศัย การแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อน และการระเหย

2.1) การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) คือ การส่งผ่านความร้อนจากวัตถุหนึ่งโดยไม่มีการสัมผัสของวัตถุสองสิ่ง ในการแผ่รังสีความร้อนที่มีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิ และปริมาณอุณหภูมิที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิด ในภาวะขณะพักที่อุณหภูมิห้อง 21.0 °C ร่างกายกำจัดความร้อนด้วยวิธีแผ่รังสีได้ถึง 60 % (สรชัย ศรีสุมะ, 2551)

2.2) การนำความร้อน (Conduction) เป็นการส่งถ่ายอุณหภูมิโดยอาศัยการสั่นของอนุภาค ความร้อนที่ถูกนำจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัสดุ ยิ่งวัสดุใดหนาแน่นมากก็จะนำความร้อนได้ดี เพราะอนุภาคที่มากเมื่อสั่นย่อมมีโอกาสกระทบกันมากขึ้น

2.3) การพาความร้อน (Convection) เป็นการส่งถ่ายอุณหภูมิโดยที่ตัวกลางนั้นเคลื่อนที่ไปกับอนุภาคด้วย การกำจัดความร้อนออกไปขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิ ความเร็วของการไหลของตัวกลาง และชนิดของไหล เช่น ลมที่พัดผ่านร่างกาย เป็นต้น

2.4) การระเหย (Evaporation) ในขณะพักร่างกายสูญเสียความร้อนด้วยวิธีการระเหย การระบายความร้อนด้วยวิธีนี้จะคิดเป็นร้อยละ 25 ของความร้อนที่เสียไปทั้งหมด ในระบายความร้อนด้วยวิธีการระเหยของร่างกาย จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบรู้สึกตัว (Sensible loss) ได้แก่ การมีเหงื่อ การเสียเหงื่อในปริมาณ 10 CC จะสามารถลดอุณหภูมิร่างกายได้ประมาณ 0.1 °C และแบบไม่รู้สึกตัว (Insensible loss) ได้แก่ การเสียน้ำออกไปทางการหายใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2 สมการสมดุลความร้อนของร่างกาย (Body Heat Balance Equation)

Olesen (1982) ได้อธิบายไว้ในรูปแบบสมการดังนี้

$$S = M + W + R + C + K - E - RES$$

S คือ ความร้อนสะสมในร่างกาย

M คือ อัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย

W คือ งานที่ร่างกายกระทำ

R คือ การแลกเปลี่ยนความร้อนกับภายนอกด้วยการแผ่รังสีความร้อน

C คือ การแลกเปลี่ยนความร้อนกับภายนอกด้วยการพาความร้อน

K คือ การแลกเปลี่ยนความร้อนกับภายนอกด้วยการนำความร้อน

E คือ การสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกด้วยการเสียเหงื่อ

RESคือ การสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกด้วยลมหายใจ

ระบบควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย จะพยายามให้สมดุลพลังงานมีค่าคงที่เป็นศูนย์ (S = 0) หรือมีความเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ถ้า S มากกว่า 0 อุณหภูมิในร่างกายจะสูงขึ้น แต่หากน้อก S มีค่าน้อยกว่า 0 อุณหภูมิของร่างกายจะต่ำลง

2.1.3 กลไกการควบคุมความสมดุลของอุณหภูมิร่างกาย

การรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในสภาวะปกติเกิดขึ้นจากการทำหน้าที่ของปลายประสาทรับความร้อน (Thermoreceptor) ที่แทรกตัวอยู่ที่ผิวหนัง (Shell) และภายในร่างกาย (Core) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยัง ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ในประสาทส่วนกลาง ส่งผลให้การตอบสนองทางร่างกายมี 2 ลักษณะ คือ

1) ร้อน เมื่อร่างกายได้รับความร้อนจากสิ่งแวดล้อมจนทำให้อุณหภูมิที่ผิวหนัง และอุณหภูมิในเลือดสูงกว่าปกติ ศูนย์ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายจะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการปรับอุณหภูมิให้ปกติ โดยลดอัตราการเผาผลาญ หลอดเลือดฝอยบริเวณผิวหนังจะขยายตัวเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อนในร่างกายสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งในบริเวณผิวหน้าและคอจะไวที่สุด และกระตุ้นการทำงานของต่อมเหงื่อให้เพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อยึดโคนขนในผิวหนังแท้คลายตัว เส้นขนเอนราบติดกับผิวหนังเพื่อช่วยระบายความร้อน

2) หนาว เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากร่างกายให้กับสิ่งแวดล้อมจนทำให้อุณหภูมิของร่างกายต่ำเกินไป ไฮโปทาลามัสจะกระตุ้นให้อัตราการเผาผลาญสูงขึ้น หลอดเหลือดฝอย

บริเวณผิวหนังหดตัว พื้นผิวเพื่อการระบายความร้อนของเส้นเลือดฝอยลดลง ในขณะเดียวกันร่างกายลดการทำงานของต่อมเหงื่อ กล้ามเนื้อยึดโคนเส้นขนหดตัวดึงให้ขนลุกเพื่อสร้างฉนวนให้กับร่างกาย เป็นการกันอากาศไว้ และลดอัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกายสู่อากาศภายนอก นอกจากนี้เพื่อเพิ่มอัตราการเผาผลาญ ไฮโปทาลามัสยังสามารถกระตุ้นให้ร่างกายสั่นเพื่อสร้างพลังงานความร้อนให้กับร่างกายการตอบสนองเมื่อร่างกายรู้สึกหนาวเย็นจนเกินไป

อย่างไรก็ตามอุณหภูมิผิวหนังและอุณหภูมิร่างกายที่ต่ำ หรือสูงจนเกินไปอาจทำให้ร่างกายเสียชีวิตได้ ดังกรณีอุณหภูมิผิวหนัง 45 ℃ อุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 40 ℃ และกรณีอุณหภูมิผิวหนัง 10 ℃ อุณหภูมิแกนร่างกายต่ำกว่า 35 ℃ ส่วนกรณีอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับร่างกายที่จะทำมนุษย์รู้สึกสบาย คือ อุณหภูมิผิวหนัง 31-34 ℃ และอุณหภูมิแกนร่างกาย 37 ℃ (Auliciems & Szokolay, 2007)

2.1.4 ข้อจำกัดด้านสรีรวิทยาของผู้สูงอายุ

1) ผู้สูงอายุมีความต้องการสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่เปลี่ยนไป เนื่องจากเหตุผลทางร่างกายที่มีปริมาณใยประสาทไมอีลินเนท และอันไมอีลินเนทที่ลดน้อยลง ส่งผลต่อความต้องการด้านอุณหภาพอากาศที่สูงขึ้น (Mishra & Ramgopal, 2013)

2) การผลิตความร้อนของร่างกายเกิดขึ้นจากอุณหภูมิของเนื้อเยื่อของแต่ละอวัยวะเกี่ยวข้องกับการเผาผลาญ และการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในร่างกาย เช่น เลือด อัตราการเผาผลาญจะลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น (St-Onge & Gallagher, 2010) เหตุเพราะไขมันสีน้ำตาลที่ทำให้เกิดการเผาผลาญในเนื้อเยื่อและรักษาสมดุลของอุณหภูมิในร่างกาย (Geneva, Cuzzo, Fazili, & Javaid, 2019; Lee, Swarbrick, & Ho, 2013; Mahaketa, 2013) ลดลงตามอายุ (Drubach et al., 2011; Saito et al., 2009) ส่งผลกระทบต่อการรับรู้เชิงอุณหภาพในผู้สูงอายุ (Cena, Spotila, & Avery, 1986) อย่างไรก็ตามไขมันสีน้ำตาลจะทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในอุณหภูมิอากาศที่หนาวส่งผลให้คนในเขตหนาวแม้จะกินไขมันมากร่างกายก็เผาผลาญได้ดีต่างจากคนในเขตร้อน (Gunga, 2015)

3) ในการออกกำลังกาย ผู้ชายจะมีอัตราการเผาผลาญที่มากกว่าหญิง ผู้ชายเดิมที่มีอัตราการเผาผลาญสูงเมื่อเข้าสู่วัยชราอัตราการเผาผลาญจะต่ำลง หากไม่ได้ออกกำลังสม่ำเสมออาจเป็นผลให้ร่างกายที่มีการเผาผลาญมากมาตลอดเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะทำให้เพศชายเสี่ยงต่อโรคทางเมตาบอลิก (Metabolic Syndrome) ได้มากกว่าเพศหญิง และเป็นสาเหตุหนึ่งให้เพศชายเสียชีวิตได้เร็วกว่าเพศหญิงในวัยเดียวกัน (Gunga, 2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4) การวัดอุณหภูมิแกนร่างกายจะวัดได้ใกล้เคียงที่สุดที่ทวารหนัก (rectal) และในการวัดอุณหภูมิในแต่ละบริเวณของร่างกายจะได้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ผู้สูงอายุจะมีอุณหภูมิร่างกายที่ต่ำลงการวัดอุณหภูมิแกนร่างกายของผู้สูงอายุนอกจากวัดได้ที่บริเวณทวารหนักที่จะใกล้เคียงกันอุณหภูมิแกนร่างกายแล้ว ยังสามารถวัดได้ที่โคนลิ้น ซึ่งจะได้ผลใกล้เคียงกัน (Gunga, 2015)

5) กลุ่มเปราะบาง เช่น ผู้สูงอายุ และผู้ตั้งครรภ์ เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมในลักษณะที่รุนแรงเกิน 10-20 นาที อาจเกิดภาวะอันตรายได้ เช่น ที่มีอุณหภูมิภายนอกมากกว่า 40 ºC จะทำให้อุณหภูมิแกนร่างกายเป็น 37.5 ºC จะเกิดเป็นตะคริวแดดได้ แต่ในสภาพที่อยู่ในขณะอากาศที่เย็นที่มีอุณหภูมิภายนอก 5-10 ºC จะทำให้อุณหภูมิแกนร่างกายเป็น 35.5 ºC ก็จะเกิดการขาดสมดุลของร่างกายในด้านความหนาวเย็น (Auliciems & Szokolay, 2007)

6) การเปลี่ยนแปลงจากอุณหภูมิของโลกที่ร้อนขึ้นส่งผลทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้อหัวใจตายจากการคาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2030 จะมีผู้เสียชีวิต 12,000 - 30,000 คน และในปี ค.ศ. 2050 จะเพิ่ม เป็น 40,000-73,000 คน นอกจากนี้ยังส่งผลทำให้เกิดการเสียชีวิตในลักษณะอื่นๆ ที่เกิดจากความร้อนอีกด้วยโดยเฉพาะในกลุ่มเปราะบาง เช่น ผู้สูงอายุ จะเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง (Bunker et al., 2016)

7) ผู้สูงอายุจะทนต่อความหนาวเย็นได้น้อย เนื่องจากการลดลงของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (Ebersole & Hess, 2008)

โดยสรุปหลักการของสภาวะน่าสบาย เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ร่างกายมนุษย์มีอุณหภูมิปกติ 37 ºC และมนุษย์ต้องเสถียรอุณหภูมินี้ไว้ ปกติภายในร่างกายมนุษย์จะผลิตความร้อนขึ้นมาเองโดยการเผาผลาญอาหารที่รับประทานเข้าไป เป็นกระบวนการสร้างพลังงานของร่างกาย ซึ่งจะใช้พลังงานประมาณ 20-30 % เพื่อการใช้งานโดยทั่วไป และอีก 70- 80 % จะเป็นการถ่ายเทออกสู่สภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถทำได้ใน 4 วิธี คือ การแผ่รังสีความร้อน การพาความร้อน การระเหย และการนำความร้อน อย่างไรก็ตามความเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ย่อมส่งผลต่อการรักษาสมดุลทางความร้อนของร่างกายด้วยเช่นกัน ดังในผู้สูงอายุที่พบว่าโดยธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย อาทิ มีอัตราการเผาผลาญที่ลดลง ชั้นไขมันที่ผิวหนังที่ลดลง ปริมาณใยประสาทไมอีลินเนทและอันไมอีลินเนทที่ลดลง ตลอดจนลักษณะทางร่างกายที่เปลี่ยนแปลงจนเป็นผลให้ค่ากิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุลดลงด้วย ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาของผู้สูงอายุเหล่านี้จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ต้องมีการศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นต่อความรู้สึกน่าสบายต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 ทฤษฎีสภาวะน่าสบาย และการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 สภาวะน่าสบาย (Thermal comfort)

คือ สภาวะทางจิตใจซึ่งแสดงความพอใจในสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ และถูกประมวลผลโดยการประเมินด้วยความคิดเห็นส่วนตัว (ASHRAE, 2004, 2009, 2010, 2013, 2017; ISO, 2005)

Givoni (1969) ยังได้อธิบายว่า “สภาวะน่าสบายเป็นช่วงของสภาพอากาศที่มนุษย์พิจารณาเห็นว่าน่าสบาย และยอมรับได้โดยปราศจากความรู้สึกร้อนหรือหนาวและความเปียกชื้นที่ผิวหนัง”

อย่างไรก็ตามขอบเขตของสภาวะน่าสบายไม่อาจจะกำหนดได้อย่างตายตัว เพราะสภาวะน่าสบายมีความแตกต่างกันระหว่างบุคคล (กิจชัย จิตขจรวานิช, 2544) ดังนั้นจึงต้องสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนทางสถิติของคนส่วนใหญ่ โดยเกณฑ์การประเมินผลจะอยู่ที่ว่าหาก 90 % ของกลุ่มตัวอย่างลงความเห็นว่าน่าสบายแล้วก็จะถือว่าสภาพแวดล้อมนั้นอยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบาย

2.2.2 ปัจจัยด้านสภาวะน่าสบาย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบาย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ คือ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม 2) ปัจจัยด้านบุคคล ประกอบด้วยค่าระดับของการทำกิจกรรม หรือค่าอัตราการเผาผลาญในร่างกาย และค่าฉนวนความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ความร้อนเย็นของอากาศ โดยส่วนมากนิยมใช้เป็นการกล่าวถึงเนื่องจากเป็นตัวหลักสำหรับบ่งบอกสภาวะน่าสบาย มีหน่วยเป็น °C

2) อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน (Mean radiant temperature) เป็นอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ ที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม ในการวัดอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนทำได้โดยใช้ Globe thermometer โดยจะวัดได้เป็นหน่วย °C

3) ความชื้น (Humidity) ในการวัดความชื้นสำหรับการศึกษาสภาวะน่าสบายมักจะกล่าวถึง ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) คือ สัดส่วนปริมาณไอน้ำที่อยู่ในอากาศต่อปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน มีหน่วยเป็น %

4) ความเร็วลม (Air velocity) ความเร็วลมมีผลต่อการระเหยของเหงื่อ ทำให้ร่างกายสูญเสียด้วยการพาความร้อนได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามอัตราความเร็วลมมีผลต่อความรู้สึกน่าสบายได้หากลมแรงไปก็จะทำให้รบกวนได้ ความเร็วลมมีหน่วยเป็น m/s

5) อัตราการเผาผลาญ/กิจกรรม (Metabolic rate /Activity) ขึ้นอยู่กับกิจกรรมของบุคคล ซึ่งแต่ละการกระทำจะมีค่าไม่เท่ากัน มีหน่วยเป็น met

6) ความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clothing insulation) ด้วยกระบวนการพิจารณาที่ซับซ้อน ที่ต้องพิจารณาความร้อนที่ผ่านช่องว่างอากาศในเสื้อผ้าของบุคคล ดังนั้นในการศึกษาด้านสภาวะน่าสบายจึงมีตารางค่าฉนวนจากเสื้อผ้าไว้เป็นมาตรฐาน มีหน่วยเป็น clo หรือ m^2K/W (1 clo มีค่าเท่ากับ 0.155 m^2K/W)

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยตัวแปรอื่นๆ อีกมากมายโดยเฉพาะตัวแปรส่วนบุคคล ได้แก่ ชาติพันธุ์ และวัฒนธรรม เพศ และวัย สภาพทางร่างกายและจิตใจ ทัศนคติและการคาดหวัง สภาพทางเศรษฐกิจและสภาวะจากภายนอกอื่นๆ เป็นต้น (กิจชัย จิตขจรวานิช, 2544) เหล่านี้มีผลต่อความพึงพอใจในสภาพอากาศ อย่างไรก็ตามการศึกษาสภาวะน่าสบายมีการโต้แย้ง เพื่อสู่เป้าหมายการหาความน่าสบายให้กับมนุษย์ ดังพัฒนาการการศึกษา

2.2.3 พัฒนาการ การศึกษาสภาวะน่าสบาย

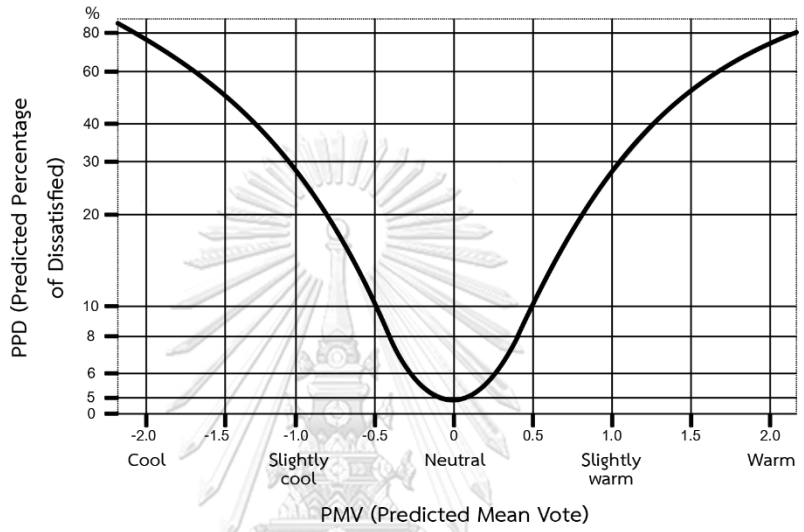
การศึกษาสภาวะน่าสบายเกิดขึ้นในต้นของศตวรรษที่ 20 (Ogoli, 2007) จากการที่ Gegge, Herrington, and Winslow (1937) นักชีวิฟิสิกส์ชาวอเมริกา ได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อพยายามแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากความเครียดในการทำงาน โดยได้เสนอ Two node model เพื่ออธิบายเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย และหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 Fanger (1972) นักวิจัยชาวเดนมาร์ค ได้เสนอปัจจัยที่มีผลต่อความรู้สึกสบาย และสมการคำนวณค่าทำนายการโหวตสภาวะน่าสบาย (Predicted Mean Vote, PMV) ขึ้นจากการทดลองในห้องที่ควบคุมสภาพอากาศ ซึ่งนับว่ามีบทบาทสำคัญต่อการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) Predicted mean vote (PMV)

ค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนมาตรฐาน (PMV) มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาขอบเขตสภาวะน่าสบาย เป็นค่าที่ใช้ทำนายค่าความรู้สึกที่มีต่อสภาวะแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ซึ่ง ISO 7730 (ISO, 2005) และ ASHRAE Standard 55 (ASHRAE, 2010) ได้กล่าวถึงการหาค่า PMV และ การหาค่าร้อยละของความรู้สึกไม่สบาย (Predicted Percentage of Dissatisfied, PPD)

จากตารางเทียบค่าอัตราการเผาผลาญ หรือค่ากิจกรรม (M) ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ (Icl) เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ สำหรับการหาค่าทำนายความรู้สึกทางความร้อนเฉลี่ย (PMV) จะบอกเพียงค่าเฉลี่ยการลงคะแนนความรู้สึกของคนส่วนใหญ่ที่อยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมเดียวกันเท่านั้น แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าจะมีคนร้อยละเท่าใดที่รู้สึกไม่น่าสบาย ดังนั้น Fanger (1972) จึงได้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า PMV กับ PPD ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PMV กับค่า PPD

Adapted from *Thermal Comfort Analysis and Applications in Environment Engineering* (p. 131), by Fanger, P. O., 1972, New York: McGraw-Hill Book. Copyright 2010 by McGraw-Hill Book.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยที่ค่า PMV และค่า PPD สามารถเขียน ได้เป็นสมการดังนี้

$$PMV = (0.3033^{-0.036} + 0.028\,[\,M - 0.35(5.73-0.00699\,M-P_a) - 0.42\,(M - 58.15) - 0.0173\,M\,(5.867 - P_a) - 0.0014M\,(34-T_a) - 3.96\times10^{-8}\,f_{cl}\,[(T_{cl}+273)^4 - (T_{mr}+273)^4] - f_{cl}h_c(T_{cl}-T_a)] - (0.03353PMV^4 + 0.217PMV^2)$$

$$PPD = 100 - 95e$$

เมื่อ M คือ พลังงานความร้อนในร่างกายที่เกิดจากกระบวนการเผาผลาญในร่างกาย (W/m^2)

P_a คือ ความดันไอน้ำในอากาศ (Pa)

T_a คือ อุณหภูมิอากาศ (°C)

T_{mr} คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ย (°C)

T_{cl} คือ อุณหภูมิผิวเสื้อผ้า (°C)

f_{cl} คือ อัตราส่วนของพื้นผิวของคนกรณีสวมเสื้อผ้าและกรณีไม่สวมเสื้อผ้า

h_c คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อน ($W/m^2.K$)

ต่อมาจึงได้ศึกษาเพิ่มเติมดังนี้

Fanger et al. (1985) ได้ศึกษาความไม่สมดุลของรังสีความร้อนที่ผนัง เพดาน และพื้น ในการศึกษาในห้องทดลอง โดยวัดอุณหภูมิร่างกายประกอบด้วย พบว่าคนจะรู้สึกไม่สบายที่การแผ่รังสีไม่สมดุลในปริมาณที่เกิน 10 °C ในผนังที่เย็น 23 °C ในผนังที่ร้อน 14 °C ในฝ้าเพดานที่เย็น

Fanger, Melikov, Hansawa, and Ring (1988) ได้ศึกษาความเร็วลมที่ทำให้รู้สึกไม่น่าสบายโดยวัดในกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ที่ถูกนำไปสู่ 6 ความเร็วลม จาก 0.05-0.40 m/s ในอุณหภูมิอากาศตั้งแต่ 23 °C ด้วยการถามความรู้สึกน่าสบายในขณะที่มีความเร็วลม และหาว่าความเร็วลมเท่าใดที่จะทำให้รู้สึกน่าสบาย เพื่อทำนายร้อยละของความรู้สึกไม่สบาย โมเดลนี้ได้นำไปสู่มาตรฐานใน ASHRAE Standard 55 และใช้สำหรับพัฒนาระบบปรับอากาศ

การศึกษาดังกล่าวเป็นผลสู่การจัดทำมาตรฐานสำคัญ ได้แก่ ASHRAE Standard 55 ของ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer (ASHRAE) และ ISO 7730 ใน the International Organization for Standardization (ISO) และภายหลังจึงได้มีพัฒนาการศึกษาสภาวะน่าสบายที่เกี่ยวข้องด้านการปรับตัวอันเป็นที่มาของการศึกษาที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมากเขตภูมิอากาศร้อนชื้นในต่อมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ทฤษฎีการปรับตัว (Adaptive model)

Nicol et al. (1995) ได้เสนอการนำ Adaptive model ซึ่งได้แสดงถึงการยอมรับในสภาพแวดล้อมไปใช้ โดยเสนอแนะว่า 1) การศึกษาในห้องทดลองควรทำการศึกษาในภาคสนามก่อน 2) การประเมินการปรับตัวในอาคาร ควรมีการประเมินอุณหภูมิในอาคารไม่ปรับอากาศ หรือ free-running ด้วย 3) คนสามารถปรับตัวให้สบายใน ±2 °C ซึ่งการใช้วิธีนี้จะแก้ปัญหา และปรับลดการใช้พลังงานได้ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอื่นอีก กล่าวคือ

Humphreys and Nicol (1998) ได้เสนอว่าอุณหภูมิอากาศสบายนั้นขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมของแต่ละคน เช่น ภูมิอากาศ และความเคยชินในระบบปรับอากาศ (Heating/Cooling) ที่ใช้ในชีวิต อุณหภูมิสบายประเมินจากอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกที่ส่งผลให้เกิดการปรับตัว

งานวิจัยด้านการปรับตัวยังมีทั้งการศึกษาของ Auliciems and de Dear (1995) การศึกษาของ de Dear and Brager (1998) นอกจากนี้ผลการศึกษาสำรวจในปากีสถานของ Nicol and Raja (1999) และการศึกษาในยุโรปโดย McCartney and Nicol (2002) พบว่าสภาวะสบายมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในแต่ละเดือน de Dear and Brager (1998) พบว่าคนที่อยู่ในพื้นที่ปรับอากาศ (Air-conditioning, AC) และพื้นที่ระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ (Natural ventilation, NV) จะมีความคาดหวังที่ต่างกัน และพบว่าการเปลี่ยนแปลงในสภาพภูมิอากาศในแต่ละเดือนมีผลต่อความน่าสบายของมนุษย์

Fountain, Brager, and de Dear (1996) ศึกษาความคาดหวังภายในอาคารที่มีการควบคุมอุณหภูมิ เป็นการอธิบายการประเมินซ้ำโดยทบทวนสภาวะน่าสบายในมาตรฐานโดยพิจารณาว่าคนจะรู้สึกอย่างไร ในการพิจารณา คณะผู้วิจัยได้คาดว่าอาจจะเกิดจากอิทธิพลของวัฒนธรรมและอุณหภาพที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จนส่งผลสู่ผลรวมด้านความคาดหวัง ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงความคิดเห็นว่าความรู้สึกสบายเป็นการแสดงออกทางจากภายในจิตใจ จึงเปรียบเทียบว่าหากเรู้สึกสบายเมื่ออยู่ชายหาด แต่เมื่อเข้ามาอยู่ในอาคารแล้วคำถามที่ว่าจะใช้ความรู้สึกสบายในชายหาดมาใช้ในอาคารได้หรือไม่ คำตอบที่เกิดขึ้นอาจจะไม่ได้นั่นเป็นเพราะความคาดหวังที่ต่างกัน ซึ่งการศึกษาได้สะท้อนเหตุผลกลับไปถึงวัฒนธรรมด้วย และได้กล่าวว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้รวมอยู่ใน ASHRAE Standard แต่อย่างไรก็ตามควรจะได้รับการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการอธิบายสภาวะน่าสบายให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Brager and de Dear (1998) ได้อธิบายการปรับตัวด้านสภาวะน่าสบายสำหรับสภาวะแวดล้อมในอาคารขึ้น ผลที่ได้มีใน 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) การปรับตัวทางด้านพฤติกรรม (Behavioral adjustment) 2) การปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศ (Physiological acclimatization) 3) การปรับตัวทางด้านจิตใจหรือการคาดหวัง (Psychological habituation /expectation) ซึ่ง Brager and de Dear ได้กล่าวว่าการปรับตัวด้านพฤติกรรมและความคาดหวังนั้นมีอิทธิพลมาก แต่ในขณะเดียวกันกระบวนการของการปรับตัว ในการศึกษาทั้งในภาคสนาม และในห้องทดลองยังไม่มีประเด็นของการปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศนัก จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม Brager and de Dear ยังได้อธิบายว่าในการศึกษาในห้องทดลอง (Chamber) ขาดหลักความเป็นจริงในการปฏิบัติ และไม่เหมาะสมสำหรับการศึกษาในระยะยาว แต่อย่างไรก็ตามก็เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ ในการปรับสภาวะน่าสบาย ดังนั้นในการศึกษาการปรับตัวด้าน

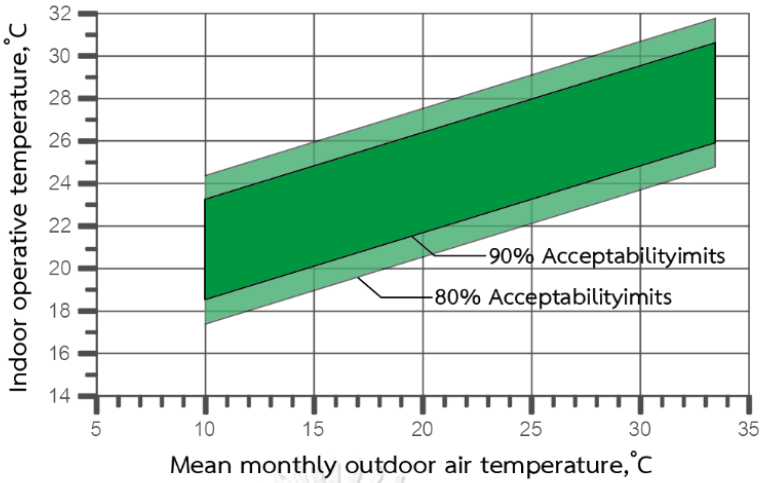
สภาวะน่าสบายของมนุษย์ควรจะศึกษาทั้งใน 2 กรณี โดยรวมทั้งการปรับตัว (Adaptation) และสมดุลความร้อน (Heat balance) เข้าไว้ด้วยกัน โดยในการศึกษาภาคสนามเพื่อให้ทราบอุณหภูมิที่ชอบ ส่วนการศึกษาในห้องทดลองเพื่อหาการควบคุม และพิจารณาโดยตรงในแต่ละคน การศึกษาในห้องทดลอง (Fanger, 1972) ได้ทดลองผลกระทบของความแตกต่างในประสบการณ์การอยู่ในเขตภูมิอากาศเย็น และการปรับตัวโดยการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ต้องการของกลุ่มตัวอย่างในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยผู้เข้าร่วมใส่ 0.6 clo. นั่งเป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างชอบอุณหภูมิสบายที่ 25.5 °C แต่เมื่อนำ 16 คน มาใช้สภาพอากาศแบบร้อนชื้นในช่วงเวลาสั้นๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิอากาศ 25.5 °C ซึ่งถือว่าช่วงที่ต่างนั้น คือ ช่วงเวลาความอดทนของร่างกาย ซึ่งเป็นผลของช่วงในการปรับตัวให้เคยชิน

de Dear, Leow, and Foo (1991) ได้อ้างถึงการศึกษาของ Gonzalez (1979) ที่ได้ศึกษาการปรับตัวสำหรับภาวะความร้อน (heat wave) ในเด็กผู้ชายที่ออกกำลังกายในช่วงอุณหภูมิ 32-37° C ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 88-90 % ก็ไม่พบความแตกต่างของอุณหภูมิที่พึงพอใจในก่อนและหลังออกกำลัง ที่จะสื่อได้ว่ามีการปรับตัวเกิดขึ้นจริง

de Dear and Brager (2002) ได้ศึกษาสภาวะน่าสบายของคน ที่ประกอบด้วยการปรับตัวเพื่อให้อยู่ในสภาวะน่าสบายในมาตรฐานการปรับตัวให้รู้สึกน่าสบาย (Adaptive Comfort Standard, ACS) ที่ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติในฤดูร้อน และในภูมิอากาศเขตร้อน โดยใช้วิธีวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่าง 21,000 คน จากการเก็บข้อมูลภาคสนามภายในอาคาร 160 หลัง ใน 4 เขตภูมิอากาศ โดยวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม การปรับตัวในสภาวะน่าสบาย และพิจารณากระบวนการของ ACS ใน ASHRAE 55 Standard โดยใช้การออกแบบ และประเมินจากการศึกษาวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการศึกษา de Dear and Brager ได้เสนอว่าควรพิจารณาอุณหภูมิในแต่ละวันจะเหมาะสมกว่า สำหรับการทำนายการปรับตัวให้รู้สึกน่าสบาย มากกว่าการประเมินด้วยอุณหภูมิในแต่ละเดือนเฉลี่ย นอกจากนี้พบว่า PMV ไม่เหมาะสมเท่ากับการพิจารณาด้วยวิธีการปรับตัว สำหรับในอาคารที่มีการปรับสภาวะน่าสบายด้วยวิธีทางธรรมชาติ (NV) ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นนั้น หากเปรียบเทียบถ้าใช้ PMV ใน HVAC ได้แล้วก็สามารถใช้ ACS ใน NV ได้เช่นกัน ดังนั้น de Dear and Brager จึงได้เสนอวิธีการหา อุณหภูมิสบาย (T_{comf}) ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศภายนอก (T_{out}) ด้วยสมการดังต่อไปนี้: $T_{comf} = 0.31T_{out} + 17.8$ โดย T_{out} จะคำนวณได้จากอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 30 วัน ในก่อนหน้า



รูปที่ 2.2 The adaptive model ใน ASHRAE 55 Standard

Adapted from *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* (p. 12), by American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2 0 1 0 , Atlanta: ASHRAE. Copyright 2010 by ASHRAE.

โมเดลการปรับตัวให้รู้สึกน่าสบาย (Adaptive model) ได้ถูกบรรจุไว้ใน ASHRAE Standard 55 (รูปที่ 2.3) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 ซึ่ง de Dear (2011) ได้อธิบายเกี่ยวกับการปรับตัวใน ASHRAE Standard 55 ของปี ค.ศ. 2010 ว่าเพื่อนำไปสู่การพัฒนาให้ดีเพิ่มมากยิ่งขึ้น หลังจากที่มีการพิจารณาแล้ว de Dear ได้เสนอให้มีการเพิ่มการยอมรับหากมีลมมาเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มในตาราง SET ที่มีความเร็วลมในช่วง 0.3 m/s, 0.6 m/s, 0.9 m/s และ 1.2 m/s ซึ่งได้นำมาพิจารณาปรับอุณหภูมิอากาศได้ที่อุณหภูมิสูงเกิน 25 °C และมีกิจกรรมของคนอยู่ในช่วง 1.0 met และ 1.3 met อย่างไรก็ดี de Dear ได้เสนอแนะว่า ในครั้งต่อไปควรมีการศึกษาว่าระดับของการปรับตัวนั้นจะเป็นอย่างไรด้วย

3) การปรับสมการคำนวณค่าทำนายการโหวตสภาวะน่าสบาย (new PMV)

Fanger and Toftum (2002) ได้กล่าวว่าการศึกษาเพื่อพัฒนาสมการ PMV ทราบดีถึงประสิทธิภาพของการศึกษาภาคสนามในอาคารที่มี HVAC และในอาคารที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศในเขตร้อน เหตุที่ในการประเมินผู้ใช้อาคารอาจรู้สึกไม่ร้อนเท่ากับที่ PMV ได้ทำนายนั้นอาจเกิดจากการคาดหวังต่ำ และในขณะเดียวกันอัตราการเผาผลาญ (Metabolic rate) ใน PMV ก็ยังถูกประเมินสูงเกินไป จึงมีส่วนทำให้มีความแตกต่างมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการพิจารณาขยาย PMV ที่ประกอบด้วยปัจจัยความคาดหวัง ที่ได้แนะนำสำหรับนำไปใช้กับพื้นที่แบบ

ไม่ปรับอากาศในเขตภูมิอากาศร้อนได้ ซึ่งการขยาย PMV เห็นด้วยกับการศึกษาเชิงคุณภาพของภาคสนามในแบบไม่ปรับอากาศของ 3 เขตภูมิอากาศ สมการจึงได้พิจารณาความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของเดือน อย่างไรก็ตาม Fanger ได้เสนอแนวคิดของตนว่าเขาเชื่อว่าในเขตร้อนยังต้องการการปรับอากาศที่เหมาะสมในการควบคุมในแต่ละพื้นที่ที่ต้องการจะทำให้เกิดความน่าสบายได้ดีกว่าการเปิดหน้าต่าง

ดังนั้นจึงได้กำหนดความคาดหวัง คือ “factor e” มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-1 และการใช้ค่า 1 นั้นสำหรับในที่ปรับอากาศ ส่วนในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ Fanger ได้อธิบายว่ากำหนดให้ประเมินจาก ถ้าทั้งประเทศนั้นร้อนทั้งปี และใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยก็จะใช้ factor e=0.5 และจะใช้ factor e = 0.7 – 0.8 ในกรณีใช้เครื่องปรับอากาศในฤดูร้อน และใช้ค่าเป็น 0.8-0.9 ในกรณีเมื่อใช้เครื่องปรับอากาศเป็นปริมาณมาก

ปัจจัยต่อมาที่ Fanger and Toftum ได้อธิบายคือ การคำนวณ PMV ที่ต่างจาก AV ในแบบไม่ปรับอากาศในหลายสำนักงาน เกิดจากอัตราการเผาผลาญที่เปลี่ยนไป การประเมินบนพื้นฐานแบบสอบถามซึ่งหากพิจารณาจริงแล้วกลุ่มตัวอย่างได้ปรับตัวเข้าสู่สภาวะแวดล้อมแล้วโดยลดอัตราการเผาผลาญลงจากการลดกิจกรรม อันเป็นการลดอัตราการเผาผลาญใน PMV ในที่นี้ Fanger and Toftum จึงได้ประเมินผลรวมในภาคสนาม เพื่อใช้ในการปรับค่า PMV โดยได้นำข้อมูลจากการเก็บข้อมูลภาคสนามใน 4 เมือง ได้แก่ กรุงเทพ บริสเบน เอเธน และสิงคโปร์ รวม 3,200 กลุ่มตัวอย่างมาพิจารณา เมืองร้อนเหล่านี้ได้ใช้การพัฒนาโมเดลการปรับตัวให้รู้สึกน่าสบาย (adaptive model) เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่ง Fanger and Toftum ได้ปรับการคำนวณให้แต่ละคนที่ถูกวัดอัตราการเผาผลาญ (Metabolic rate) โดยการลดค่าอัตราการเผาผลาญลง 6.7 % วิธีการก็คือ ในทุกมาตรวัดของ PMV ในทุก 1.5 คน จะมีการลดอัตราการเผาผลาญลง 10 % และ PMV ถัดไปจะใช้ปกติ ผลของ PMV จะถูกปรับสำหรับความคาดหวังโดยการคูณกับ factor e ด้วยอีกทางหนึ่ง

3.1) การกำหนดค่าตัวคูณ factor e การพิจารณาของ Fanger นี้ได้ปรับให้ใน 4 เมือง มีค่า factor e ดังนี้ บริสเบนคูณ 0.9 เอเธนส์คูณ 0.7 สิงคโปร์ และกรุงเทพคูณ 0.6 ในการเฉลี่ยแต่ละอาคารจากการสำรวจในภาคสนามสำหรับ PMV แบบใหม่ (ใช้ในที่ไม่ปรับอากาศ) เป็นการรวบรวมโมเดลการปรับตัวให้รู้สึกน่าสบาย ที่รวมความคาดหวังเข้าไว้ด้วยแล้ว และการปรับ PMV ใหม่นี้มีผลโดยตรงต่อการปรับสมดุลความร้อนของร่างกายมนุษย์ ในที่นี้ควรพิจารณาด้วยว่า PMV ใหม่นี้ได้ทำนายอุณหภูมิสูงต่ำที่จำกัด เมื่อปัจจัยความคาดหวังต่ำ คนที่คาดหวังต่ำจะยอมรับในสภาพแวดล้อมภายในอาคารนั้นแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับโมเดลการปรับตัวให้รู้สึกน่าสบาย การคูณด้วยค่า e=0.5 สำหรับความคาดหวังต่ำจะทำให้ได้ค่าอุณหภูมิที่สูง ค่าที่สูงขึ้นนี้จะได้ถึง 2 °C กรณี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นี้เมื่อพิจารณาตามวิธีคิด หากอาคารในไทยวัดค่า PMV ได้ 1.0 แต่เมื่อคูณค่า Factor e ที่ 0.6 จะทำให้ได้ค่า 0.6 นั่นหมายความว่า คนในกรุงเทพจะค่อนข้างอุ่นเพราะความคาดหวังที่ต่ำ

3.2) ข้ออธิบาย new PMV Fanger and Toftum ได้อธิบายว่า PMV แบบใหม่นี้ได้ใช้แบบสอบถาม โดยถามถึงความหวัง การยอมรับ ประสบการณ์ รวมอยู่ด้วยแล้ว จึงสามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสม และใช้ทำนายได้ในช่วงภูมิอากาศ 10-35 °C PMV จะใช้ได้ดีกับเมื่อผ่านไปแล้ว 20 นาที ในแบบภูมิอากาศร้อน และเป็นการยอมรับกับโมเดลการปรับตัวให้รู้สึกน่าสบาย ซึ่งได้นำมาปรับปรุงเพราะ PMV เดิมประเมินค่าอัตราการเผาผลาญที่สูงเกินไปสำหรับในเขตร้อน นำมาซึ่งความต่างใน PMV เดิม ต่อมาในภายหลัง Hoof (2008) ได้กล่าวถึงความสำคัญของ PMV และการขยายของ PMV ใหม่ที่ครอบคลุมถึงโมเดลการปรับตัวให้รู้สึกน่าสบาย และใช้ได้กับในศตวรรษที่ 21 และเหมาะสมกับการใช้ในอาคาร

โดยสรุป: พัฒนาการ การศึกษาด้านสภาวะน่าสบาย เกิดขึ้นจากการพยายามที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากความเครียดในการทำงาน โดยอธิบายให้เห็นถึงความสำคัญของอุณหภูมิของร่างกายที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพในการทำงาน เป็นผลให้ต่อมาในปี ค.ศ. 1970 Fanger ได้พัฒนาค่าทำนายความรู้สึกน่าสบายขึ้น (Fanger, 1972) ดังปรากฏใน ASHRAE Standard 55 ต่อมา Humphreys and Nicol (1998) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าความรู้สึกน่าสบายนั้นเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของแต่ละคน และความเคยชินในการใช้การปรับอากาศด้วย de Dear and Brager (2002) ก็ยังได้แสดงให้เห็นว่าสภาวะน่าสบายมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในแต่ละเดือน และหากคิดเป็นวันได้จะมีความเหมาะสมกว่าด้วย ซึ่งนั่นก็คือ ผลการปรับตัวของมนุษย์ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ต่อมาได้จึงพัฒนาเป็นโมเดลการปรับตัวให้รู้สึกน่าสบาย (Adaptive model) ขึ้น ดังปรากฏใน ASHRAE Standard 55 ที่ได้รับการยอมรับมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 ในขณะเดียวกันของช่วงที่มีการกล่าวถึงการปรับตัว Fanger and Toftum (2002) ได้อธิบายว่าเหตุที่ PMV ได้ประเมินว่าผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกร้อนเกินไปเนื่องจากมิได้ประเมินถึงความคาดหวัง ดังนั้น จึงได้ทำการปรับค่าใน new PMV โดยการใช้ตัวคูณ Factor e ซึ่งประเมินด้านความคาดหวังผนวกลงไปในสมการซึ่งส่วนนี้ก็ได้รับการยอมรับจากผู้ที่ได้นำไปใช้ต่อเช่นกัน

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันก็ยังพบว่าการนำ new PMV ไปใช้ยังไม่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายแต่อย่างใด แต่ยังคงใช้ PMV ใน ASHRAE Standard 55 เดิมอยู่ในการประเมินสภาวะน่าสบาย ซึ่งเป็นไปได้ว่าหากประเมินด้วย factor e ตามที่เสนอนั้นยังไม่ครอบคลุมได้ทั้งหมดนั่นเอง ดังกรณีการคำนวณ หากในประเทศไทยได้ใช้ ค่า 0.6 คูณกับค่า -1 ซึ่งแสดงถึงค่าว่าค่อนข้างเย็น ผลที่ได้กลับพบว่า คนไทยจะรู้สึกไม่เย็นมากนัก ซึ่งนั่นอาจไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องนัก ดังนั้นการใช้ค่า PMV เดิมซึ่งได้จากวิธีเชิงวิเคราะห์ โดยสรุปแล้วการศึกษาพัฒนาการสภาวะน่า

สบายนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่สำคัญว่าอุณหภูมิสบายนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแต่ละคน เช่น การใช้ระบบปรับอากาศในชีวิตประจำวัน ความเคยชินต่ออากาศในแต่ละเดือน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาให้ครอบคลุม ตลอดจนควรได้พิจารณาศึกษาด้านการใช้ชีวิตประจำวันในห้องปรับอากาศของแต่ละบุคคลด้วย

2.2.4 ดัชนี และแผนภูมิที่ใช้ในการพิจารณาสภาวะน่าสบาย

1) แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychometrics chart)

การศึกษาสภาวะน่าสบายเกี่ยวข้องโดยตรงกับแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychometrics chart) ซึ่ง ASHRAE เป็นผู้พัฒนาขึ้น ด้วยการพล็อตแกน x เป็นอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb temperature, DBT) และแกน Y เป็นอัตราส่วนความชื้น (ความชื้นจำเพาะ) เป็นแผนภูมิที่บอกถึงรายละเอียดของอากาศที่สภาวะต่าง ๆ และถูกใช้ในงานวิศวกรรมปรับอากาศ

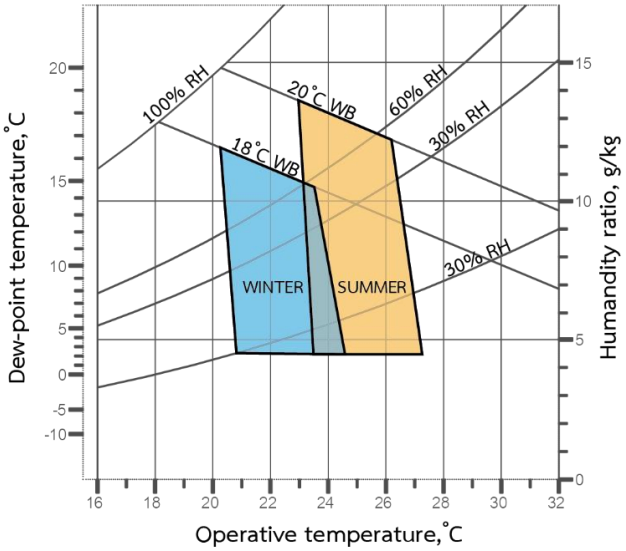
1.1) แผนภูมิไซโครเมตริกเพื่อการแบ่งเขตภูมิอากาศ

ด้วยประโยชน์ของแผนภูมิไซโครเมตริกที่แสดงสมบัติของผสมระหว่างอากาศและไอน้ำ จึงได้มีการนำไปใช้อธิบายอุณหภูมิและความชื้นในเขตภูมิอากาศต่างๆ เมื่อพิจารณาในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น ดังเช่น ประเทศไทยจะมีอุณหภูมิ 33 - 40 °C อัตราส่วนความชื้น 18-21 g/kg

1.2) แผนภูมิไซโครเมตริกที่แสดงขอบเขตสภาวะน่าสบาย

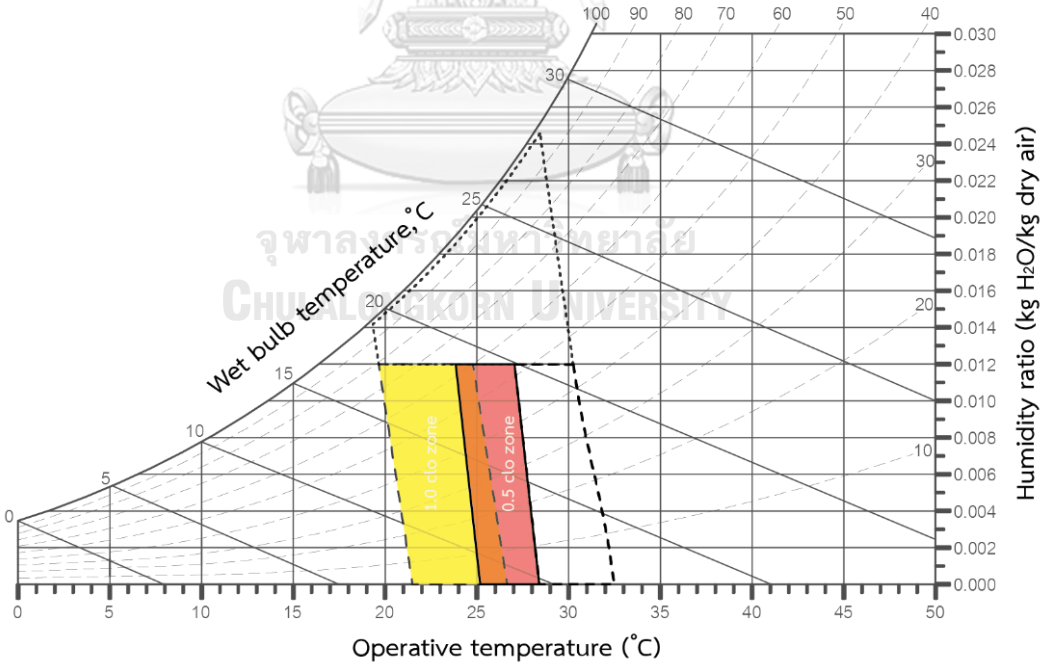
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.5 แผนภูมิไซโครเมตริกจาก (ASHRAE, 1995) ได้แสดงอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ตายตัว ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 แผนภูมิไซโครเมตริกจาก ASHRAE (2010) จนกระทั่งปัจจุบัน ได้ยอมรับอุณหภูมิในช่วงที่กว้างขึ้น และยังได้แนะนำขอบเขตสภาวะน่าสบายเพื่อนำไปใช้ในงานวิศวกรรมปรับอากาศ โดยให้แกน x เป็นอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (T_o) และแกน Y เป็นอัตราส่วนความชื้น



รูปที่ 2.3 แผนภูมิไซโครเมตริกที่แสดงสภาวะน่าสบายในฤดูหนาวและร้อนในปี 1995

Adapted from *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, by American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1995, Atlanta: ASHRAE. Copyright 1995 by ASHRAE.



รูปที่ 2.4 แผนภูมิไซโครเมตริกแสดงสภาวะน่าสบายในฤดูหนาวและร้อนที่ปรับปรุงในปี 2010

Adapted from *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* (p. 6), by American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2 0 1 0 , Atlanta: ASHRAE. Copyright 2010 by ASHRAE.

1.3) อุณหภูมิโอเปอเรทีฟ (Operative Temperature)

อุณหภูมิโอเปอเรทีพ คือ อุณหภูมิตัวแทนที่ได้รวมค่าของ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนไว้ด้วยกัน โดยใช้รูปของอุณหภูมิที่เป็นตัวแทนเพียงตัวเดียว อุณหภูมิโอเปอเรทีพ สามารถคำนวณได้จาก อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศ (T_a) อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (T_{mr}) สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (hc) และสมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (hr) (ASHRAE, 2009) ซึ่งเขียนได้ดังสมการต่อไปนี้

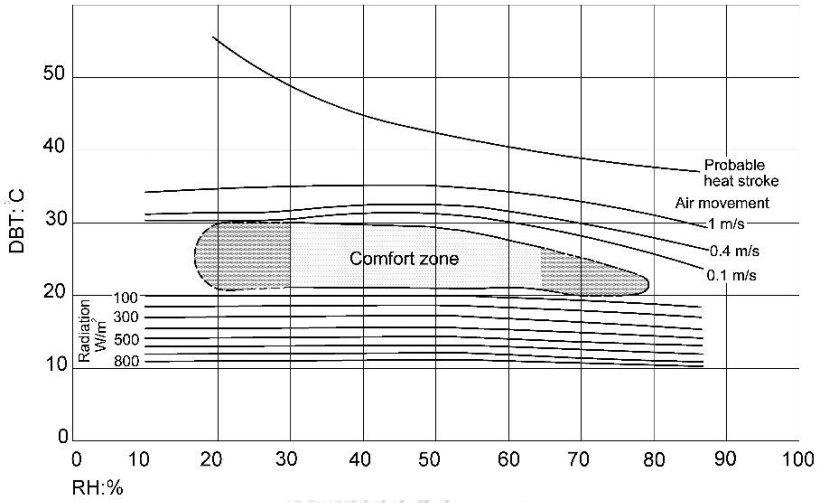
$$T_o = (hcT_a + hrT_{mr}) / (hc + hr) \quad (1)$$

เมื่อ T_o คือ อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (℃), hc คือ สัมประสิทธิการพาความร้อน, hr คือ สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน, T_a คือ อุณหภูมิอากาศ (℃), และ T_{mr} คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน (℃)

2) แผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart)

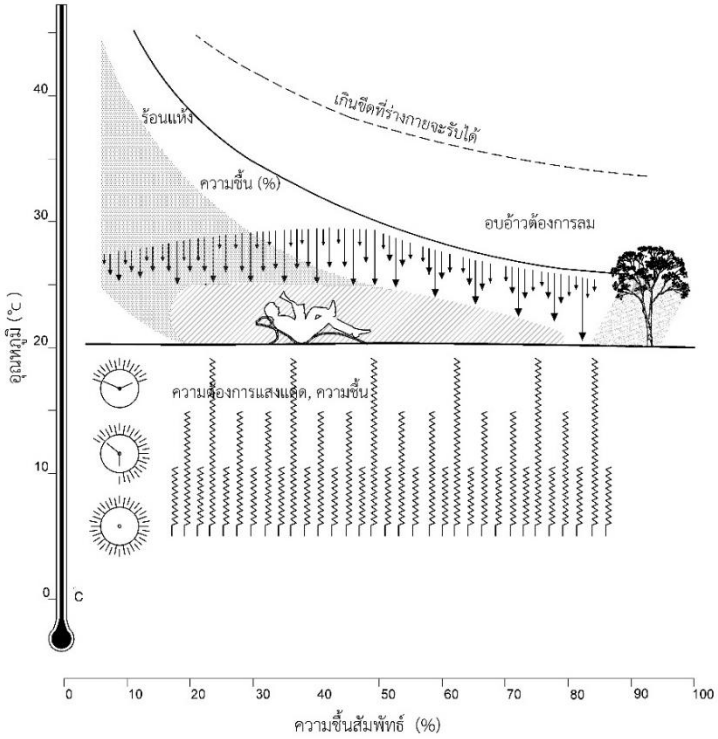
Olgyay (1963) ได้พิจารณาแล้วพบว่าไม่มีแผนภูมิใดที่สามารถแสดงค่าตัวแปรทางสภาพแวดล้อมทั้ง 4 ประการ ได้ในหนึ่งแผนภูมิ ดังนั้นจึงได้สร้างแผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ขึ้น โดยแกน X แทนด้วยค่าความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ส่วนแกน Y แทนด้วยค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) ทั้งยังได้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของความเร็วลม (V_a) และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน (T_{mr}) (รูปที่ 2.5)

Chulalongkorn University



รูปที่ 2.5 แผนภูมิไบโอไคลเมติก

Adapted from *Design with Climate Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism* (p. 22), by Olgyay, V., 1963, New Jersey: Princeton University Press. Copyright 1963 by Princeton University Press.



รูปที่ 2.6 แผนภูมิไบโอไคลเมติกแสดงเขตความสบายสำหรับกรุงเทพ

ปรับปรุงจาก *การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน* (น. 15), ตรึงใจ บูรณสมภพ, 2539, กรุงเทพมหานคร: กองทุนเพื่อส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน. ลิขสิทธิ์ 2539 โดย กองทุนเพื่อส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน.

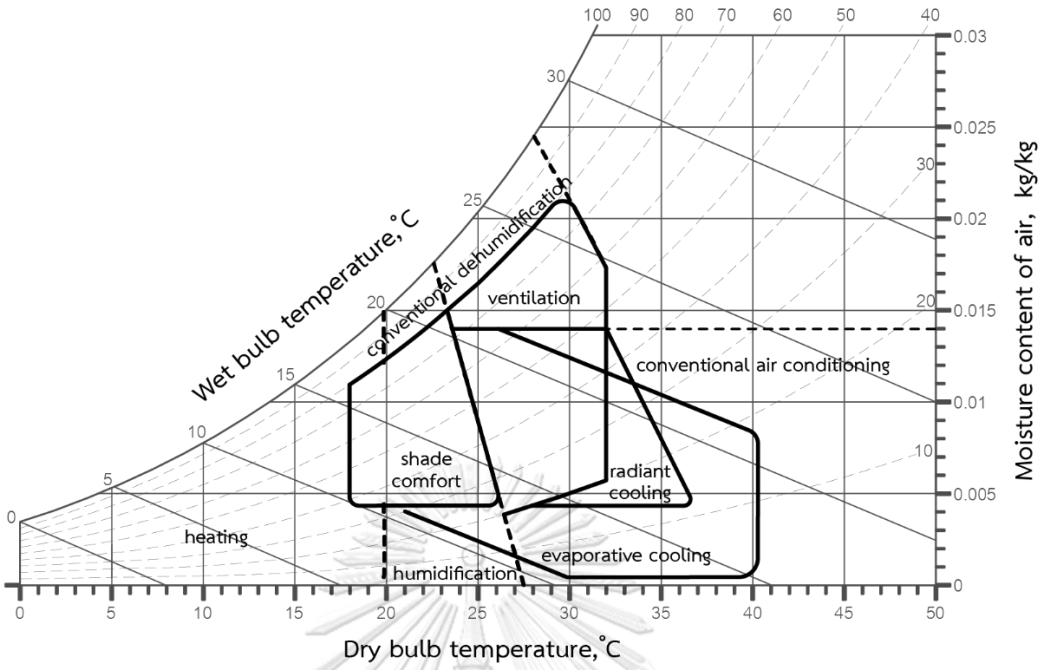
ตรึงใจ บูรณสมภพ (2539) ได้พัฒนาตามการศึกษาของ Olgyay (1963) โดยได้อธิบายเขตความสบายในกรุงเทพมหานคร (Bioclimatic Chart for Bangkok, Thailand) ซึ่งอยู่ในละติจูด (Latitude) 14 องศาเหนือ และ 2 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก โดยเรียกว่า แผนภูมิชีวภูมิอากาศ (รูปที่ 2.6)

สุนทร บุญญาธิการ (2542) ได้ปรับปรุงแผนภูมิไบโอไคลเมติก โดยเพิ่มคำอธิบายเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งอธิบายว่าภูมิอากาศส่วนใหญ่ของไทยอยู่ในลักษณะที่ค่อนข้างร้อนและชื้นมาก ดังนั้นการปรับสภาวะน่าสบายตามแผนภูมิ คือ ในโซนที่ร้อนเกินไปต้องใช้แรงลมมาช่วยสร้างสภาวะน่าสบายซึ่งมนุษย์จะรู้สึกเย็นลงทุก 1ºC เมื่อความเร็วลมนั้นขึ้น 140 FPM

3) แผนภูมิไบโอไคลมาติกสำหรับอาคาร (Building Bioclimatic Chart)

Givoni (1969) ได้พัฒนาแผนภูมิไบโอไคลมาติกสำหรับอาคาร (Building Bioclimatic Chart) ขึ้น ซึ่งได้ใช้แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychometric Chart) เป็นแผนภูมิพื้นฐาน แต่เดิมแผนภูมิไบโอไคลมาติกเป็นการอธิบายสภาพอากาศภายนอกว่าจะน่าสบายอย่างไร แต่ไม่ได้บอกว่าภายในอาคารจะเป็นอย่างไร เพราะขึ้นอยู่กับลักษณะในการออกแบบ และการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติของอาคาร Givoni จึงได้พัฒนาแผนภูมิไบโอไคลมาติกสำหรับอาคารขึ้นเพื่อให้เป็นแนวทางในการพัฒนาทางด้านสถาปัตยกรรมที่สอดคล้องกับสภาพอากาศเป็นครั้งแรก เพื่อให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย โดยแนะนำการปรับปรุงตามที่แบ่งใน 15 เขต (รูปที่ 2.7) ในแต่ละพื้นที่จะสัมพันธ์กับสภาพอากาศที่มีอยู่ อย่างไรก็ตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของ Givoni ก็เป็นเพียงข้อแนะนำในเบื้องต้นเท่านั้น (กิจชัย จิตขจรวานิช, 2544)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.7 แผนภูมิไบโอไคลเมติกสำหรับอาคาร (Building Bioclimatic Chart)

Adapted from *Man, Climate and Architecture*, by Givoni, B., 1969, London: Applied Science Publishers. Copyright 1963 by Applied Science Publishers.

4) ดัชนีในวิศวกรรมปรับอากาศ

3.1) อุณหภูมิยังผล (Effective Temperature)

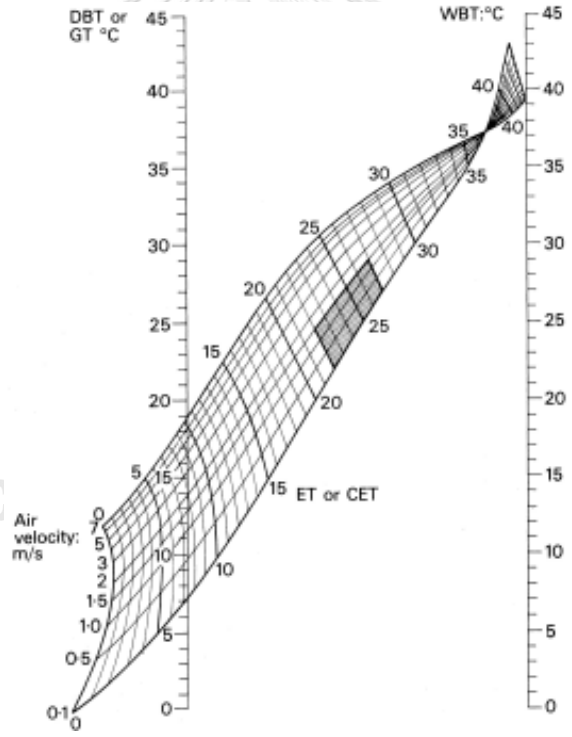
อรรจน์ เศรษฐบุตร (2547) กล่าวว่า “มีงานวิจัยหลายชิ้นที่พยายามค้นหาขอบเขตสภาวะน่าสบายของมนุษย์ โดย ASHRAE ได้เริ่มศึกษาสภาวะน่าสบายของมนุษย์มาตั้งแต่ทศวรรษที่ 1920 เพื่อใช้ประโยชน์ในการออกแบบเครื่องปรับอากาศ” ซึ่ง ASHRAE ก็ได้มีการใช้อุณหภูมิยังผล (Effective temperature, ET) (ASHRAE, 1985)

ในอดีตอุณหภูมิยังผลที่ได้ถูกปรับปรุงให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเป็นอุณหภมิยังผลใหม่ (New effective temperature, ET*) พัฒนาจาก Two node-model ในเงื่อนไขสภาพแวดล้อมปิดที่มีสภาวะเสถียร ET* คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb temperature, DBT) ภายใต้เงื่อนไข 50% RH ที่สร้างความรู้สึกเดียวกับสภาพแวดล้อม (เส้น ET* จะทับกับ DBT สนิทที่ 50 % RH) ในการแสดงค่า ET* ในกราฟนั้นการแผ่รังสีความร้อนถูกนำมาคำนวณโดยแสดงเป็นอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (To) ในแกน x แทน DBT ส่วนเส้น ET* ถูกแสดงในไซโครเมตริกภายใต้เงื่อนไขตัวแปร

ฉนวนเสื้อผ้า 0.6 clo ค่าการเผาผลาญ 1 met ความเร็วลม ≤ 0.2 m/s ในเวลา 1 ชั่วโมง (ภัทรนันท์ ทักขนนท์, 2548)

ตรึงใจ บูรณสมภพ (2539) กล่าวว่า “อุณหภูมิยังผล (Effective temperature) คือ อุณหภูมิที่ซึ่งมีความชื้นและความเร็วลมอยู่ด้วยกัน จุดประสงค์ของการหาอุณหภูมิยังผลก็เพื่อจะหาอุณหภูมิที่มีผลต่อร่างกายโดยแท้จริง และใช้อุณหภูมินี้หาจุดที่ร่างกายรู้สึกสบาย (Comfort Zone) สำหรับใช้อุณหภูมินี้ในห้องที่ต้องการใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อจะได้กำหนดขนาดของเครื่องได้แน่นอน”

อย่างไรก็ตามอุณหภูมิยังผลที่ถูกกล่าวถึงนี้ก็คือ อุณหภูมิยังผลใหม่ (ET*) ซึ่งได้ถูกใช้อยู่ในปัจจุบันนี้นั่นเอง และหาได้จากโมโนแกรมอุณหภูมิยังผล (Effective Temperature nomogram) ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 โมโนแกรมอุณหภูมิยังผล (The Effective Temperature nomogram)
ที่มา : Auliciems and Szokolay (2007)

ดัชนีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาสภาวะน่าสบายโดยสรุปเป็นผลมาจากการพยายามที่จะอธิบายสภาพแวดล้อมทั้ง 4 ประการ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้น ความเร็วลม อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ซึ่ง Olgyay ได้พิจารณาแล้วพบว่าไม่มีแผนภูมิใดที่จะสามารถแสดงตัวแปรทาง

สภาพแวดล้อมทั้ง 4 ประการ ลงในแผนภูมิเพียงหนึ่งเดียวได้ จึงได้สร้างแผนภูมิไบโอไคลเมติก ขึ้น แสดงถึงอิทธพลของอัตราความเร็วลม และการแผ่รังสีความร้อน สำหรับนำมาปรับใช้ให้อยู่ในเขตน่าสบาย นอกจากนี้ยังมีดัชนีที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมปรับอากาศ ในงานสถาปัตยกรรม Givoni ได้พัฒนาแผนภูมิขึ้นจากพื้นฐานแผนภูมิไซโครเมตริก เพื่อใช้ในการพิจารณาปรับปรุงอาคารให้รู้สึกน่าสบาย ส่วนงานวิศวกรรมปรับอากาศนั้นได้ใช้ดัชนีอุณหภูมิยังผล สำหรับในการหาอุณหภูมิที่มีผลต่อร่างกายที่แท้จริง เพื่อจะได้กำหนดเครื่องปรับ อากาศได้อย่างแน่นอน อย่างไรก็ตามในการใช้ดัชนียังมีข้อพิจารณาสำหรับกลุ่มคนทั่วไป ดังนั้นการศึกษาสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยจึงนับว่าประเด็นที่ท้าทายที่ต้องเร่งดำเนินการศึกษา ซึ่งการศึกษาหากได้พัฒนาปรับปรุงดัชนีที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุไทยจะนับว่าเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้เป็นอย่างมากในต่อไป

2.2.5 การศึกษาสภาวะน่าสบายโดยใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

ในยุคปัจจุบันมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) เพื่อใช้ในการคำนวณการไหลของอากาศ การสร้างสภาวะน่าสบาย และหาช่วงสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อความน่าสบาย

Samiuddin and Budaiwi (2018) ได้ใช้ซอฟต์แวร์ CFD เพื่อประเมินความน่าสบายในสุเหร่าในซาอุดิอารเบีย เนื่องจากประเมินแล้วว่าจะช่วยลดต้นทุนและประหยัดเวลา อีกทั้งเหมาะสมสำหรับอาคารอันเป็นที่รวมกลุ่มกันของผู้คน ซึ่งหากใช้การปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารจะไม่สามารถทำได้ การศึกษานี้ได้ใช้ PMV ในการประเมินความรู้สึกเชิงความร้อน ผลที่ได้พบว่า ค่า PMV แสดงค่าว่าค่อนข้างอุ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cheong, Sekhar, K.W., and Djunaedy (1999) ใช้แบบจำลอง CFD เพื่อทำนายรูปแบบการไหลของอากาศ ในห้องสัมมนาแบบปรับอากาศ ผลการจำลองในโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ได้ให้ค่าที่ใกล้เคียงกันกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่

Cheong et al. (2003) ประเมินความน่าสบายภายในโรงละครแบบปรับอากาศของสถาบันอุดมศึกษาโดยใช้การจำลองด้วย CFD ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่จะได้ประเมินความรู้สึกเชิงความร้อนที่วัดด้วยค่า PMV พร้อมกับวิเคราะห์ถึงแนวทางในการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย

Stamou, Katsiris, Politis, and Schaelin (2008) ได้ประเมินสภาวะน่าสบายใน Main Press Center ซึ่งใช้ในการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก ในกรุงเอเธนส์ ปี ค.ศ. 2004 โดยใช้ CFD ในการ

คำนวณความเร็วลม และอุณหภูมิ ในบริเวณอัฒจันทร์ที่คนนั่ง โดยมีค่าที่ใช้ในการประเมินคือ ค่า PMV ผลการศึกษาพบว่าในการปรับอุณหภูมิจากเทอร์โมสตัท จะต้องใช้ค่าที่ 16.5 °C จึงจะทำให้ตำแหน่งคนที่นั่งอยู่บนอัฒจันทร์รู้สึกน่าสบายได้

2.2.6 การศึกษาสภาวะน่าสบายในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น

จากที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าประเด็นเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนับเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับผู้ศึกษาเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการประเมินสภาวะน่าสบายของคนในเขตร้อนชื้นนี้ ซึ่งนอกจากงานวิจัยหลักแล้วยังพบว่ามีการศึกษาอีกมากมายในเขตร้อนชื้น ดังรายละเอียดที่มีการศึกษาทั้งใน สิงคโปร์ ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฯลฯ ซึ่งนำเสนอได้ดังนี้

1) การศึกษาภายในอาคาร

Andreasi, Lamberts, and Candido (2010) ได้ศึกษาประเมินการยอมรับอุณหภาพในอาคารในเขตร้อนชื้นของบราซิล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การยอมรับสภาวะน่าสบายในอาคารที่มีการระบายอากาศทางธรรมชาติ (NV) และ ในอาคารที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ (AC) วิธีการศึกษา มีขึ้นในช่วงเดือนเมษายน-พฤศจิกายน 2005 ใน Campo Grade โดยการเก็บข้อมูลภาคสนามใน 1,301 คน แบบสอบถามใช้พื้นฐานของ ISO 7730-2005 และ ASHRAE 55 -2004 สำรวจทั้งสภาพแวดล้อมแบบภายในและสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร ซึ่งได้ทำตามมาตรฐาน (Standard) ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายนอกอาคาร คือ 32-34 ºC พร้อมกันนี้ได้พิจารณาการปรับตัวด้านสภาวะน่าสบาย ในการสำรวจภาคสนาม ได้สำรวจทั้งค่าคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน (TSV) และนำมาพิจารณาการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ย (PMV) และการทำนายความรู้สึกไม่น่าสบาย (PPD) ผลที่ได้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกพึงพอใจในสภาพแวดล้อมเมื่ออยู่ในอาคารที่มีการระบายอากาศทางธรรมชาติ (NV) 53% โดยพอใจที่อุณหภูมิเฉลี่ย 27 ºC และจะรู้สึกพึงพอใจในสภาพแวดล้อมเมื่ออยู่ ในอาคารที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ (AC) 78 % โดยพอใจที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24.3 ºC

Karyono (2000) ได้ศึกษาอุณหภูมิที่เป็นกลางในจาร์การ์ต้า อินโดนีเซีย ในกลุ่มตัวอย่างพนักงาน 596 คน อายุ 19-53 ปี อายุเฉลี่ย 32.6 ปี มีพื้นผิวร่างกายเฉลี่ย 1.60 m^2 (คนไทย 1.56 m^2) ในทั้งชายและหญิง ในสำนักงานที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ (NV) และการปรับอากาศ (AC) โดยพิจารณาลักษณะอาคารที่วางตัวตามแนวเหนือ-ใต้ และตะวันออก-

ตะวันตก อันนำมาซึ่งการใช้พลังงานที่แตกต่างกันในอาคาร การเก็บข้อมูลใช้แบบสอบถามโดยมาตรวัด 7 ระดับของ ASHRAE Standard ใช้เวลาช่วง 10:00 น.-16:00 น. ในการเก็บข้อมูลและเก็บการใช้พลังงานตามรายเดือนโดยเก็บ 12 เดือน ในที่นี้ได้ศึกษาชาติพันธุ์ของพนักงานชาวชวาโดยแยกตามเกาะด้วย ค่ากิจกรรมนั้นโดยเฉลี่ย 1-1.2 met และฉนวนเสื้อผ้า 0.6-1.0 clo อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในอาคารคือ 23.5-29.9 °C

นอกจากนี้ผลการศึกษาภายในอาคารในเขตร้อนชื้นจากการศึกษาต่างๆ สามารถสรุปได้เป็น 5 ข้อ กล่าวคือ 1) มีอุณหภูมิอากาศ (Ta) สบายคือ 26.4 °C 2) ผลการศึกษายังมีความต่างระหว่างเพศชายและหญิง เหมือนกับประเทศไทยที่มีการศึกษาโดย Busch (1992) ผู้หญิงจะพึงพอใจที่อุณหภูมิยังผล (ET) สูงกว่าชาย 1 °C 3) พบความแตกต่างระหว่างคนอ้วนและปกติ คนอ้วนจะชอบอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 1 °C แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ 4) พบความแตกต่างระหว่างคนที่อายุต่ำกว่าและสูงกว่า 40 ปี แต่ไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับผู้สูงอายุที่มีอุณหภูมิน่าสบายแตกต่าง (Collings & Hoinville, 1980; Karyono, 2000; Rohles & Johnson, 1972) โดยได้ให้เหตุผลเพราะว่ามาจากอัตราการเผาผลาญหรือกิจกรรมที่ต่างไป โดยจะพบว่าจะมีค่าที่ลดลงในผู้สูงอายุ และ 5) พบความแตกต่างของกลุ่มชาติพันธุ์ที่มาจากเกาะต่างๆ แต่ไม่มีนัยสำคัญ

Damiati, Zaki, Rijal, and Wonorahardjo (2016) ได้ศึกษาประเมินสภาวะน่าสบายในอาคารพักอาศัยที่เป็นแบบอพาร์ตเม้นท์ในโคตาคินาบาลู (Kota Kinabalu) มาเลเซีย โดยได้นำไปเปรียบเทียบกับอีก 2 การศึกษาภาคสนาม คือการศึกษาของ Feriadi and Wong (2004) ในจาร์การ์ต้า และของ de Dear et al. (1991) ในสิงคโปร์ วิธีการได้ศึกษาในเงื่อนไขแบบไม่ปรับอากาศกลุ่มตัวอย่าง 949 คน อายุ 15-80 ปี ในจำนวนนี้ 42 % มีอายุ 51-60 ปี กลุ่มตัวอย่างมีพื้นผิวร่างกายเฉลี่ย 1.62 m^2 โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) สำหรับทำนายสภาวะน่าสบายโดยเลือกอุณหภูมิอากาศในอาคารมาพิจารณา ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในอาคารมีผลต่ออุณหภูมิสบาย ในอุณหภูมิสบายของอาคารที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ คือ 30.2 ± 2 °C ในการศึกษาครั้งต่อไป Djamila และคณะ ได้เสนอแนะให้ศึกษาในบ้านไม้ตามแบบพื้นถิ่นของมาเลเซียเพื่อทำการศึกษาวิจัยต่อไป

Krzysztof and de Dear (2001) ได้ทำการสำรวจสภาวะน่าสบาย และกลยุทธ์ในการปรับสภาวะน่าสบายในสำนักงานเขตร้อนชื้น โดยมีวัตถุประสงค์สำรวจการรับรู้ และการปรับตัวสำหรับสภาวะน่าสบาย ด้วยวิธีการศึกษาภาคสนามในแคลกูร์ลี-โบลเดอร์ (Kalgoorlie-Boulder) ในออสเตรเลียตะวันตก โดยเก็บข้อมูลกับ 294 คน ที่มีค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ 0.5 clo ในฤดูร้อน และ 0.7 clo ในฤดูหนาว โดยใช้มาตรวัด 7 ระดับของ ASHRAE Standard ผลการศึกษาพบว่ามีอุณหภูมิสบายที่ 20.3 °C ในฤดูหนาว และ 23.3 °C ในฤดูร้อน ถ้าใช้ PMV ใน

การคำนวณจะได้ผลประเมินว่าร้อนมากเกินไป โดยพบว่าผิดพลาดไป 3 °C ในฤดูหนาว ซึ่ง Krzysztof and de Dear ได้อธิบายว่าเหตุเพราะการปรับตัวด้านความคาดหวัง

Dutt, de Dear, and Krishnan (1992) ศึกษาเทคนิคในการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติในสิงคโปร์ ในห้องรับประทานอาหารของนักเรียน นักศึกษา อาคารโถงที่พักอาศัย มีการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเก็บกลุ่มตัวอย่าง 583 คน ผลที่ได้อุณหภูมิสบาย คือ 29.8-30.1 °C โดยความรู้สึกสบายของกลุ่มตัวอย่างจะเลื่อนเพิ่มขึ้น 0.5 ตามระดับมาตรวัดการทำนายใน PMV

Maiti (2014) ได้ประเมินผลกระทบจากอุณหภูมิภายในอาคารที่ 21-33 °C ในความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันเพื่อ 1) หาความเหมาะสมในตำแหน่งการวัดอุณหภูมิร่างกายที่สอดคล้องกับสภาวะน่าสบายของคนในบังกาลอร์ (Bangalore) อินเดีย วิธีการทำโดยการวัดอุณหภูมิผิวหนัง วัดอุณหภูมิร่างกาย อุณหภูมิที่โคนลิ้น 2) สำรวจค่าคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน (TSV) ในมาตรวัด 7 ระดับ และทำการวิเคราะห์ถดถอยพหูคูณ ผลที่ได้พบว่าการใช้การวัดอุณหภูมิร่างกาย จะดีกว่าการใช้วิธีทำนายด้วย TSV และดีกว่าการวัดอุณหภูมิที่ผิวหนัง ส่วนทางด้านสภาวะน่าสบายคนอินเดียจะร้อนน้อยถึงแม้ว่าจะอยู่ในอุณหภูมิอากาศที่สูง แต่คนอินเดียจะรู้สึกได้มากในอุณหภูมิที่ต่ำ และพบว่าการพิจารณาด้วย PMV ไม่เพียงพอสำหรับการประเมินการรับรู้ด้านอุณหภาพ

Rattanongphisat and Rordprapat (2014) ได้นำเสนอกลยุทธ์ในการออกแบบอาคารในเขตร้อนชื้น เพื่อสนองต่อความรู้สึกน่าสบายตาม International standard DIN EN 15251: 2007-08 สำหรับกลุ่มที่ได้รับผลกระทบได้ง่าย ได้แก่ คนที่เป็นไข้ เด็ก และผู้สูงอายุ ควรมีอุณหภูมิบุคคลกลุ่มเปราะบางสูงสุด (Til_{max}) ไม่เกินค่าที่ได้ทำการศึกษาในสมการดังนี้ Til_{max} = 0.33Trm + 18.8 + 2 และบุคคลกลุ่มเปราะบางต่ำสุด (Til_{max}) ไม่ต่ำกว่าค่าที่ได้ทำการศึกษาในสมการดังนี้ Tilmin = 0.33Trm + 18.8 – 2 แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาว่าสมการนี้เหมาะสมกับในประเทศไทยหรือไม่

Kubota, Zakaria, Seiji, and Chyee Toe (2016) ได้พิจารณาสวนกลางบ้านในแบบบ้านจีน เขตร้อนชื้น มะละกา (Malacca) มาเลเซีย เพื่อการออกแบบให้บ้านมีความเย็นและอยู่สบายโดยวิถีทางธรรมชาติ (Passive cooling) สำหรับบ้านพักอาศัยเขตเมืองที่หนาแน่น ส่วนนี้ได้พิจารณาเชิงประจักษ์ ด้วยการสำรวจภาคสนาม และใช้วิธีการพิจารณารายละเอียดของสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพจากอาคารที่มีความแตกต่างกัน ด้วยวิธีการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศในสวนกลางบ้านพร้อมทั้งพิจารณามุมมองสู่ท้องฟ้า (SVF) จากสวนกลางบ้าน ซึ่งมี 5 ลักษณะที่ใช้ในการศึกษา คือ 1) เปิดโดยมีช่วงกว้างน้อยกว่าลึกมี SVF 6.1-9.9% 2) เล็ก ๆ เป็นสี่เหลี่ยม SVF 5.6 % 3) มีลักษณะใหญ่ตื้น ซึ่งแบบนี้จะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าใน

แบบอื่นในเวลากลางวัน SVF 12.2-14.7 % 4) มีลักษณะลึกกว้าง SVF 3.0-5.7 % ในแบบนี้จะลดอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 5) แบบลึกและเปิดจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอกสูงถึง 4 °C SVF 1.9 % ผลการศึกษาพบว่า SVF สูงจะทำให้ไม่น่าสบายและการออกแบบอาคารที่มีหลังคาทรงตัววี (V-shape) จะทำให้ภายในบ้านเย็นในขณะเวลากลางคืนที่มีการพักอาศัยในชั้นที่สองของบ้าน

2) การศึกษาด้านการปรับตัว

Yao, Li, and Liu (2009) ได้กล่าวถึง อิทธิพลด้านวัฒนธรรม สังคม สภาพภูมิอากาศ จิตใจ พฤติกรรม และการปรับตัว จะมีผลต่อสภาวะน่าสบาย สำหรับในเงื่อนไขในแบบทั้งร้อนและหนาว ซึ่งมีการแสดงให้เห็นในหลายงานวิจัยภาคสนามที่แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านการปรับตัวจะส่งผลต่อความรู้สึกน่าสบายได้ (Sense of thermal comfort) Yao และคณะจึงได้ทำการศึกษาในประเทศจีน ฤดูร้อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนที่แสดงถึงการปรับตัว (Adaptive Predicted Mean Vote model, aPMV model) สำหรับประยุกต์ปรากฏการณ์ของ PMV และค่าเฉลี่ยคะแนนเชิงความร้อนจริง (Actual Mean Vote, AMV) ในอาคารไม่ปรับอากาศ (free-running buildings) ซึ่งในกรณีที่ถูกต้องแล้วทั้งสองสิ่งควรจะต้องเท่ากัน โดยมีคำถามในการวิจัยว่าเราจะทำอย่างไรในการนำมาใช้ได้กับอาคารชนิดใหม่หรือผู้ใช้อาคารมีการสวมใส่เสื้อผ้าที่แตกต่าง ในขั้นแรก Yao และคณะได้ศึกษาในภาคสนามโดยใช้แบบสอบถามโดยทำการสำรวจ 3-4 วันต่อเดือน โดยในหนึ่งวันสำรวจ 4 ครั้ง เช้า 2 บ่าย 2 และเก็บค่าเฉลี่ย (Mean) อุณหภาพในแต่ละวันที่สำรวจ ช่วงเก็บข้อมูลได้เปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมได้มีโอกาสทั้งเปิดพัดลม ปรับพฤติกรรมได้ ก่อนสรุปเป็นมาตรฐานที่ได้จากการนำสมการ PMV ของ Fanger มาพัฒนาเป็น aPMV จากการปรับค่า PMV โดยอาศัย AMV โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยโดยใช้หลักการของ Black Box สำหรับหาผลลัพธ์

ผลที่ได้ Yao และคณะได้อธิบายว่า aPMV เป็นส่วนหนึ่ง (subset) ของ PMV ผลที่ได้ aPMV สามารถใช้อธิบาย PMV ที่ประเมินค่าคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อนที่อาจสูงหรือต่ำเกินไปว่าเป็นเพราะ PMV แบบเก่าไม่ได้พิจารณาการปรับตัวด้านจิตใจ (Psychological) และพฤติกรรม (Behavioral) ผลที่ได้ aPMV ในเงื่อนไขสภาพอากาศร้อน คือ aPMV= PMV/(1+0.293*PMV) ผลที่ได้นี้จะนำไปสู่การศึกษาในอาคารอื่นๆที่แตกต่างภายใต้การปรับตัวเพื่อเข้าสู่สภาวะน่าสบายแล้ว

Damiati et al. (2016) ได้ศึกษาการปรับตัวของคนทำงานในสำนักงานของ มาเลเซีย อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และญี่ปุ่นในฤดูร้อนในปี 2015 ด้วยวิธีการสำรวจภาคสนาม รวม 2,049 กลุ่ม

ตัวอย่างใน 13 สำนักงาน โดยมีหลายแบบการระบายอากาศ ได้แก่ ไม่ปรับอากาศ (Free-running) แบบผสม (Mix mode) และแบบใช้เครื่องจักกลหรือการปรับอากาศ (Mechanical cooling) ผลการศึกษา ความน่าสบายมีความแตกต่างในแต่ละกลุ่มภายใต้แบบแผนการระบายอากาศในเขตร้อนชื้น (Tropical climate) อุณหภูมิโอเปอเรทีพในอาคารเขตร้อนชื้นทั้งหมด สำหรับการใช้เครื่องจักกลหรือการปรับอากาศ มีค่า คือ 24.9 ºC แบบไม่ปรับอากาศ มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพ คือ 27.5 ºC และแบบผสม มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพ คือ 27.5 ºC สำหรับในประเทศญี่ปุ่น มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพ 27.5 ºC ทั้งในแบบใช้เครื่องจักกลหรือการปรับอากาศ และแบบไม่ปรับอากาศนอกจากนี้ในสิงคโปร์ 92.9 % ของผู้ตอบในสำนักงานมีความรู้สึก เย็น-ค่อนข้างเย็น สำหรับการปรับตัวของคนด้านพฤติกรรมในสำนักงาน คนในมาเลเซียส่วนมากใช้เครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น คนญี่ปุ่นใช้วิธีดื่มน้ำร้อน-เย็น เช่นเดียวกันกับในอินโดนีเซีย อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ได้แนะนำว่าการใช้แบบผสมให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดจึงจะเหมาะสมกับในเขตร้อนชื้น โดยให้มีทั้งการเปิดหน้าต่างได้และใช้ระบบปรับอากาศได้

Chyee Toe and Kubota (2013) ได้พัฒนาสมการการปรับตัว สำหรับอาคารที่ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในเขตร้อนชื้น โดยใช้ ASHRAE RP-884 database ที่ครอบคลุมเขตภูมิอากาศ (Climate zone) โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 เขต ได้แก่ เขตภูมิอากาศร้อนชื้น (Hot-humid) เขตภูมิอากาศร้อนแห้ง (Hot-dry) และเขตภูมิอากาศแบบกลาง (Moderate) วิธีการศึกษานำ PR-884 database ของในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นมาพิจารณาซึ่งข้อมูลที่มี ได้ถูกเก็บจากสำนักงานในกรุงเทพ จาร์การ์ตา บริสเบนในช่วงฤดูร้อน และในสิงคโปร์

ผลการศึกษาพบว่าทั้งในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น และร้อนแห้งเมื่อใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสร้างสมการถดถอยเชิงเส้น (Regression Equation) ได้ผลที่คล้ายคลึงกัน ใกล้เคียงกับ ASHRAE 55 Standard ซึ่งสมการควรใช้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศภายนอกในแต่ละวัน เพราะมีอิทธิพลต่อการทำนายมากสุด เมื่อพิจารณาเทียบกับความเคยชินของวันก่อนหน้า การยอมรับสำหรับสมการการปรับตัวในเขตร้อนชื้นพบว่าอุณหภูมิอากาศมีความสำคัญมากกว่าความชื้น ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสมการพื้นฐาน Tcomf = aTout+b สมการสำหรับเขตร้อนชื้นที่ได้จะเป็น $T_{neu}t_{op}=0.57T_{outdm}+13.8$ ซึ่งโดยสรุปแล้วการปรับตัวเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายของคนในอาคารที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติตามสภาพภูมิอากาศ และมาตรฐานมีความแตกต่างกัน สรุปได้ คือ 1) สมการการปรับตัวของคนในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น และเขตภูมิอากาศร้อนแห้งมีลักษณะใกล้เคียงกัน 2) การปรับตัวของคนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน 3) ในสมการการปรับตัวจะทำให้คนสบายเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 30 % โดยอุณหภูมิที่ปรับได้สูงขึ้นจะอยู่ที่ 2.5 ºC

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

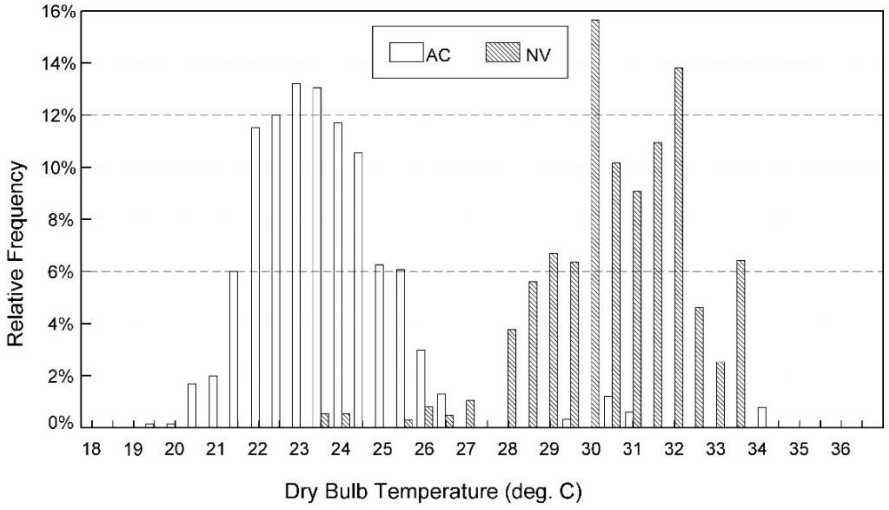
โดยสรุปการศึกษาสภาวะน่าสบายในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น ในส่วนอาคารที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติคจะมีอุณหภูมิสบายในช่วงประมาณ 27.5 – 30.2 °C สำหรับในอาคารปรับอากาศคนทั่วไปในเขตร้อนชื้นจะมีอุณหภูมิสบาย 24.3 – 26.5 °C ทั้งนี้อาจแตกต่างกันตามช่วงฤดูกาล และความแตกต่างของบุคคล เช่น ชาติพันธุ์ อย่างไรก็ตามผลรวมสำหรับการปรับตัวของคนที่อาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น คือ ± 2 °C จนถึง ± 2.5 °C

ซึ่งแบ่งเป็นการศึกษาในกลุ่มคนไทยทั่วไปและกลุ่มผู้สูงอายุ ดังนี้

3.1) การศึกษาในกลุ่มคนไทยทั่วไป

3.1.1) การศึกษาความรู้สึกน่าสบายในสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ

Busch (1992) สำรวจในคนทำงานในกรุงเทพ ประเทศไทย พื้นที่ไม่ได้ใช้เครื่องปรับอากาศจะมีอุณหภูมิสบาย คือ 28.5 °C พื้นที่ใช้เครื่องปรับอากาศ จะมีอุณหภูมิสบาย คือ 24.5 °C (รูปที่ 2.9) และยังพบว่าคนไทยที่คุ้นเคยกับอาคารปรับอากาศจะรู้สึกน่าสบายในสถานที่ที่คนไทยในอาคารไม่ปรับอากาศรู้สึกว่าค่อนข้างเย็น จากการวิจัยนี้พบว่าที่ 22 °C คนทั่วไปเริ่มรู้สึกเย็น แต่อีกจำหนวนหนึ่งรู้สึกสบาย เหตุการณ์นี้สามารถอธิบายถึงการแต่งกายของคนไทยในอาคารปรับอากาศมักจะแตกต่างจากการแต่งกายของคนในอาคารไม่ปรับอากาศ ทั้งนี้เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้าน “ความเคยชิน” (Acclimatization) และ “ความคาดหวัง” (Expectation)

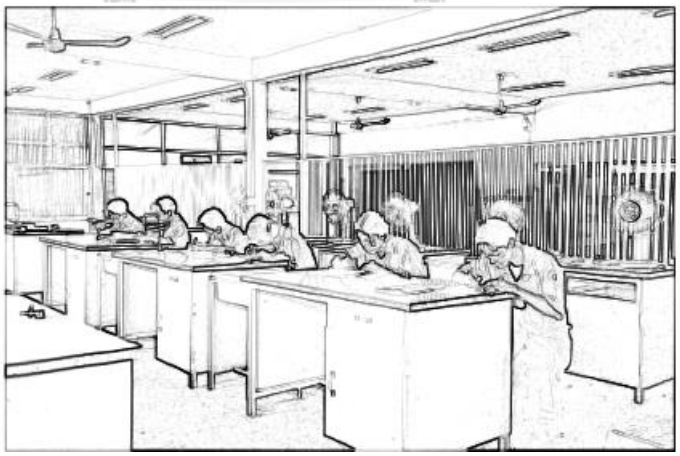


รูปที่ 2.9 ผลการวิจัยสภาวะสบายในสำนักงาน

Adapted from “A tale of two populations: thermal comfort in air-conditioned and naturally ventilated offices in Thailand,” by Busch, J. F., 1992, *Energy and Buildings, 18*(3-4), 235-249. Copyright 1992 by Elsevier.

Ransiraksa (2006) ทำการสำรวจกับคนหลายวัยในอาคารพักอาศัย และมหาวิทยาลัยในไทย จำนวน 1,300 คน พบว่าพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้เครื่องปรับอากาศ คนไทยที่เคยชินกับการอยู่ในห้องปรับอากาศจะมีอุณหภูมิสบายพอดีอยู่ที่ 26 °C และผู้ไม่เคยชินจะมีอุณหภูมิสบายพอดีอยู่ที่ 28 °C เมื่อใช้เครื่องปรับอากาศจะมีอุณหภูมิสบายอยู่ที่ 24.4°C สำหรับผู้เคยชินกับการอยู่ในห้องปรับอากาศและผู้ไม่เคยชินมีอุณหภูมิสบายพอดีอยู่ที่ 26.7 °C เท่ากัน ในจำนวนที่สำรวจมีผู้สูงอายุ (60-96 ปี) จำนวน 105 คน ผู้สูงอยู่ในห้องปรับอากาศจำนวน 50 คน มีอุณหภูมิสบายพอดีเฉลี่ย 27.3 °C ต่างจากวัยอื่น

Khedari, Yantraipat, Pratintong, and Hirunlabh (2000) ทำการศึกษาแผนภูมิสภาวะน่าสบายของคนไทย (Thailand Ventilation comfort chart) โดยพิจารณาในคนไทยกลุ่มวัยทำงาน ซึ่งได้ใช้ห้องเรียนที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และวางพัดลมไว้ทางด้านหลังเปิดความเร็วลมต่างกัน (รูปที่ 2.10) ผลการศึกษาพบว่าคนไทยยอมรับได้กับสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงกว่า 2-3 °C เมื่อเทียบกับสภาวะน่าสบายของ ASHRAE ความชื้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 50 – 80 % และมีค่าที่อุณหภูมิที่ต่างกันในความเร็วลมที่ต่างกัน



รูปที่ 2.10 วิธีการเก็บข้อมูลของการศึกษาในอดีต

Adapted from “Thailand ventilation comfort chart,” by Khedari, J., Yantraipat, N., Pratintong, N., & Hirunlabh, J., 2000, *Energy and Buildings, 32*(3), 245-249. Copyright 2000 by Elsevier.

วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์ (2542) ศึกษาการเพิ่มขอบเขตภาวะน่าสบายในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นด้วยวิธีทางภาคสนามพร้อมกับการสัมภาษณ์ ในการตรวจสอบสภาวะน่าสบายของคนที่อยู่ในสถานที่ทั้งปรับและไม่ปรับอากาศ ในสถานที่ไม่ปรับอากาศในคนที่แต่งกายด้วยเสื้อผ้าเท่ากับค่าเฉลี่ยของคนไทย 0.5 clo ได้อุณหภูมิสบายคือ 28.06 °C เมื่อมีการแผ่รังสีความร้อนน้อย ความเร็วลมต่ำ และในสถานที่ปรับอากาศในกิจกรรมการพักผ่อนจะมีอุณหภูมิสบายอยู่ที่ประมาณ 24.7 °C จึงได้สรุปความแตกต่างของในทั้ง 2 ที่ พบว่าอุณหภูมิที่ทำให้สบายพอดีขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่น ๆ ด้วย เช่นความเคยชินในสภาพอากาศ และพบว่าความเร็วลมแม้มีเพียงเล็กน้อยก็มีผลต่อความรู้สึกน่าสบายได้

กิจชัย จิตขจรวานิช (2550) ทำการศึกษาสภาวะน่าสบายและการปรับตัวเพื่ออยู่แบบสบายของคนในท้องถิ่นของประเทศไทยโดยรวมทั้งหมดของช่วงวัย (ขณะอยู่ในพื้นที่แบบไม่ปรับอากาศ) พบว่าค่าอุณหภูมิสบายของคนไทยในท้องถิ่น คือ 27.9 – 28.8 °C

สุรัตน์ อัตถจริยกุล (2550) ศึกษาเพื่อเสนอเทคนิคในการใช้พัดลมขนาดเล็กร่วมกับเครื่องปรับอากาศสำหรับประเทศไทย พบว่าสามารถปรับอุณหภูมิอากาศภายในห้องปรับอากาศได้สูงถึง 28 °C โดยเปิดพัดลมเล็กช่วยที่ระดับความเร็วตั้งแต่ 0.5-2.0 m/s ตามความชอบของแต่ละคน ซึ่งสามารถทำให้คนในห้องปรับอากาศรู้สึกสบายขึ้นได้ และได้เสนอว่าในอาคารสำนักงานบ้านเรือนที่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศ หากมีการนำพัดลมมาเปิดเพื่อช่วยเพิ่มการไหลเวียนของลมในระดับที่ไม่ทำให้รำคาญประมาณ 1 m/s หรือมากกว่าตามความชอบจะช่วยให้สามารถเพิ่มอุณหภูมิในการตั้งเครื่องปรับอากาศได้สูงเพิ่มขึ้นถึง 3 °C เป็น 28 °C โดยเสนอว่าในการปรับทุก 1 °C จะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้ถึง 6.14 %

Inkarojrit, Sirirachata, and Sinanant (2008) ได้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง 100 คน ที่อยู่ในพื้นที่ปรับอากาศ และการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ โดยได้ทำการศึกษาในฤดูร้อนของประเทศไทย ในเขตกรุงเทพมหานคร ด้วยวิธีการสำรวจในภาคสนาม ผลการศึกษาพบว่าประมาณที่ร้อยละ 50 ของความต้องการความรู้สึกเชิงความร้อนนั้นไม่ใช่ที่ค่าพอดี และผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ชอบที่จะอยู่ในพื้นที่ที่ทำให้รู้สึกว่าน่าสบายพอดี โดยไม่คำนึงถึงวิธีการการระบายอากาศ ซึ่งการศึกษาได้เสนอว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านสภาวะน่าสบาย เพื่อนำไปสู่การประหยัดพลังงาน

ทิพย์คนึง กุลลาวัณย์ (2553) เก็บข้อมูลสภาวะน่าสบาย ในศูนย์กีฬากรุงเทพมหานคร 3 กรณีศึกษา 300 กลุ่มตัวอย่าง ในฟิตเนสแบบปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27.4 °C ในสถานออกกำลังกาย (Fitness) แบบไม่ปรับอากาศที่มีอุณหภูมิที่ 34.9 °C และในโรงยิม (Gym) ในมีอุณหภูมิที่

35.2 °C กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 63 ปรารถนาให้สภาพอากาศเย็นลง จึงได้เสนอแผนภูมิสบายขึ้นมาใหม่ และเสนอแนะให้ ในสถานออกกำลังกายแบบปรับอากาศปรับให้มีอุณหภูมิเป็น 20.0-29.0 °C ในสถานออกกำลังกายแบบไม่ปรับอากาศมีอุณหภูมิเป็น 27.3-32.7 °C ในโรงยิมมีอุณหภูมิเป็น 26.7-31.8 °C

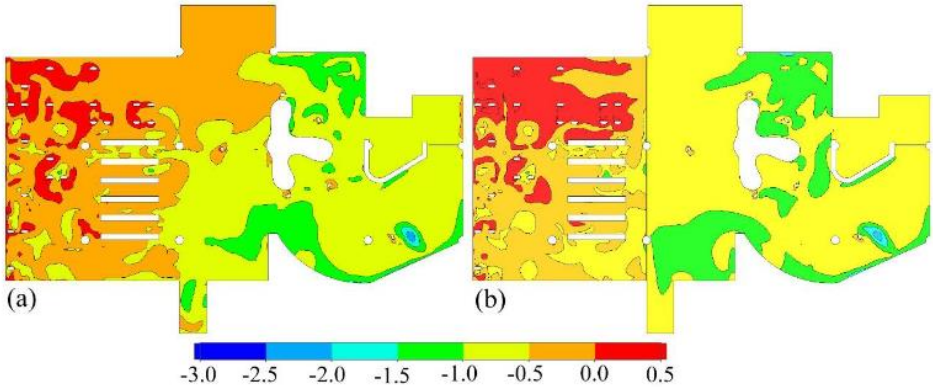
สุดาภรณ์ สุดประเสริฐ (2559) ได้ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาในห้องทดลองไม่ปรับอากาศ ในก่อนและหลังที่มีการปรับตัว ด้วยการปรับสภาพแวดล้อมและการยอมรับต่อการใช้พื้นที่ไม่ปรับอากาศ ผลการศึกษาพบว่าจากเดิมมีความรู้สึกร้อน เมื่อปรับสภาวะแวดล้อมในห้องด้วยวิธีเปิดพัดลม เปิดพัดลมไอเย็น และเปิดหน้าต่างรวมกัน จะทำให้ผู้เข้าร่วมซึ่งแต่งกายด้วยชุดนักศึกษาและชุดกึ่งทางการรู้สึกสบายพอดีได้ ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมร้อยละ 81 ให้ความคาดหวังให้มีการปรับอากาศ

สุธิมนต์ กุ้ยรัตน์ (2560) ได้ศึกษาสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพของกลุ่มคนในโรงงานสิ่งทอโดยได้ทำการประเมินอุณหภูมิภาวะสบายในรูปแบบของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT หรือ T_a) และอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (T_o) ของกลุ่มตัวอย่างในโรงงานสิ่งทอเครื่องนุ่งห่มในเขตกรุงเทพและปริมณฑล การศึกษาพบว่าหากประเมินตามแนวทางของ ASHRAE Standard 55 จะได้ผลของค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยต่ำกว่าที่คนในโรงงานสิ่งทอได้ลงคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อนจริงที่ 0.91-0.94 ^{o}C โดยพบว่าในการประเมิน สามารถใช้ T_a หรือ T_o เป็นตัวชี้วัดก็ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายจะได้แก่ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย และการอยู่ในพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.2) การศึกษาโดยใช้เทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD Techniques)

Aryal and Leephakpreeda (2015) ผู้ซึ่งศึกษาทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล ได้ใช้ CFD ในการคำนวณความน่าสบายของคนในขณะใช้ห้องสมุดมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้ฉากกั้นและไม่ใช้ภายในพื้นที่ โดยคำนวณค่าความรู้สึกเชิงความร้อนที่บ่งบอกถึงความน่าสบายด้วยค่า PMV (ดังในรูป 2.11) ผลการศึกษาที่ได้พบว่าหากใช้ฉากกั้นห้องในการแบ่งพื้นที่ภายในห้องสมุดจะทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นถึง 24 % และนำมาซึ่งความไม่น่าสบายกับผู้ใช้สอยห้องสมุด



รูปที่ 2.11 ศึกษาสภาวะน่าสบายด้วย CFD ในห้องสมุด กรณีที่ใช้กับไม่ใช้ฉากกั้นห้อง.
ที่มา : Aryal and Leephakpreeda (2015)

ผลการศึกษาของ Aryal and Leephakpreeda (2015) แสดงให้เห็นได้ว่าการใช้ CFD สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นภายในอาคารได้ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาได้ใช้ค่า PMV เพื่อประเมินสภาวะน่าสบายของคนโดยทั่วไป ซึ่งที่ผ่านมามีหลายงานวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าในผู้สูงอายุด้วยเหตุผลทางร่างกายหลายจะส่งผลให้มีสภาวะน่าสบายที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่า PMV ไม่ใช่ค่าทำนายสภาวะน่าสบายที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุไทย ซึ่งเมื่อได้ทำการทบทวนวรรณกรรมด้านการศึกษาสภาวะน่าสบายสำหรับผู้สูงอายุทำให้ได้ข้อมูลดังแสดงในหัวข้อถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2) การศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุไทย

Ransiraksa (2006) ได้ทำการเก็บข้อมูลผู้สูงอายุพร้อมกับคนในวัยอื่นๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร ตามที่ได้กล่าวถึงในข้างต้น ผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในผู้สูงอายุ 105 คน ซึ่งมีอายุช่วง 60-90 ปี พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในงานวิจัยส่วนใหญ่มีความรู้สึกน่าสบายในอุณหภูมิที่สูงกว่าคนในวัยทำงาน

กิจชัย จิตขจรวานิช (2550) ที่ทำการศึกษาสภาวะสบายและการปรับตัวเพื่ออยู่แบบสบายของคนในท้องถิ่นประเทศไทย (ดังที่กล่าวถึงในส่วนก่อนหน้า) ในการรวบรวมข้อมูลของงานวิจัยได้เก็บข้อมูลในผู้สูงอายุด้วย ผลที่ได้ผลพบว่าผู้สูงอายุในท้องถิ่นมักคุ้นชินกับอยู่อาศัยในพื้นที่ที่ใช้ระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติมากกว่าปรับอากาศ และพึงพอใจในอุณหภูมิที่สูงกว่าคนในวัยอื่น หากเผชิญกับสภาพอากาศที่ร้อนก็จะได้ปรับตัว เช่น อาบน้ำ ใช้พัดลม ในการช่วยทำให้เกิดความน่าสบายขึ้น

กฤติณ อัศววิชัย, อภิรัฐ เนติพงศ์ไพโรจน์, และอรรจน์ เศรษฐบุตร (2558) ทำการศึกษาสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยที่อาศัยอยู่ที่สวางคนิเวศ บางปู พบว่าในพื้นที่แบบไม่ปรับอากาศ ผู้สูงอายุไทยจะรู้สึกอยู่ในสภาวะน่าสบาย ที่อุณหภูมิ 25.64 - 29.25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 52.68 - 66.83 % แต่จะไม่รู้สึกสบายในพื้นที่แบบปรับอากาศ

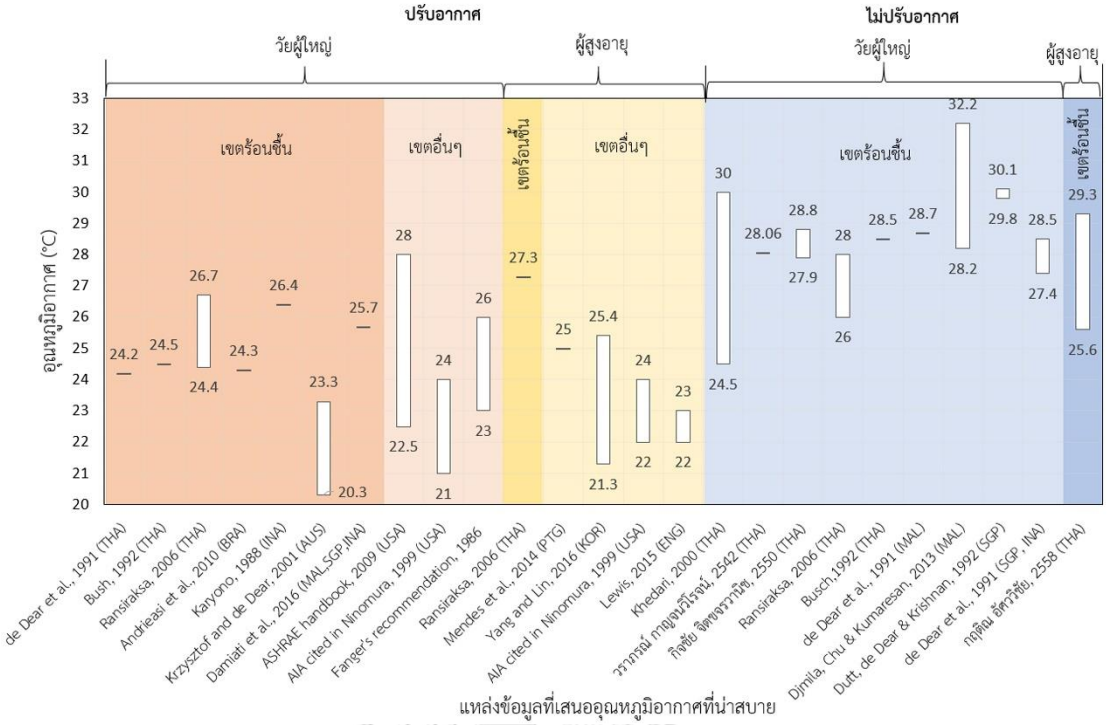
Chindapol (2016) การศึกษาความเครียดทางความร้อน (Heat stress) ของผู้สูงอายุไทยในอาคารแบบไม่ปรับอากาศ (รูปที่ 2.3) พบว่าผู้สูงอายุไทยจะมีความอดทนทางความร้อนได้มากกว่าที่ ASHRAE Standard 55 ได้คาดหวังไว้

โดยสรุปคนไทยทั่วไป ขณะอยู่ในอาคารแบบไม่ปรับอากาศจะมีอุณหภูมิสบายที่ 28.0 - 29.0 ºC และคนไทยจะสามารถยอมรับได้กับสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 2-3 ºC ในอาคารปรับอากาศจะมีอุณหภูมิสบายที่ 24.0-25.0 ºC อย่างไรก็ตามในการศึกษาสภาวะน่าสบายสำหรับผู้สูงอายุไทยของ พบแนวโน้มว่าผู้สูงอายุมีอุณหภูมิสบายที่สูงกว่าคนในวัยอื่น ในส่วนนี้จึงควรได้ศึกษาโดยละเอียดในต่อไปโดยเฉพาะในกรณีอาคารปรับอากาศซึ่งยังพบว่ามีการศึกษาอยู่น้อย

2.2.7 ขอบเขตสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่น่าสบายและใช้ทดสอบในงานวิจัยต่าง ๆ

สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่น่าสบาย ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



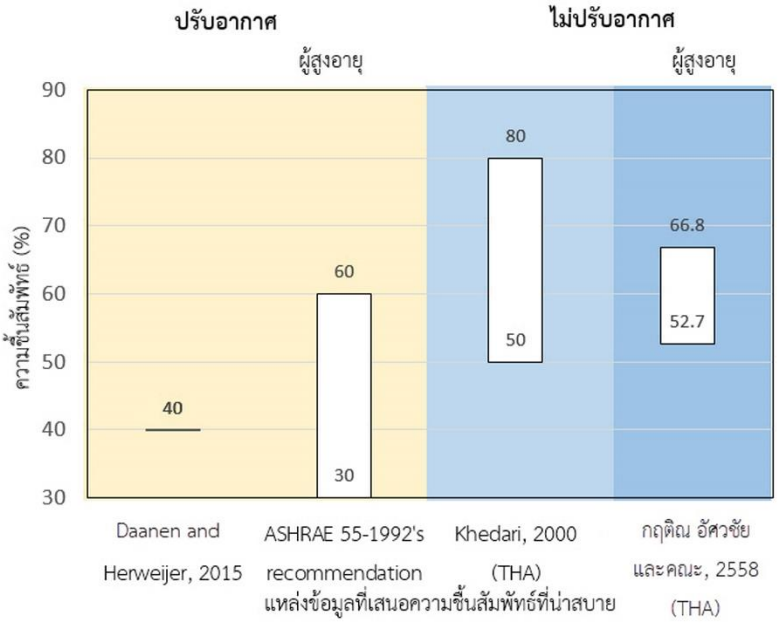
รูปที่ 2.12 อุณหภูมิอากาศที่ทำให้รู้สึกน่าสบายจากงานวิจัยที่ผ่านมา

จากการศึกษาอุณหภูมิอากาศที่ทำให้รู้สึกน่าสบาย ดังรูปที่ 2.12 เมื่อพิจารณาการศึกษาที่มีในประเทศไทยมีทั้งในแบบปรับและไม่ปรับอากาศ ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในกลุ่มคนทั่วไป ดัง Busch (1992) ได้สำรวจสภาวะน่าสบายของพนักงานในสำนักงาน กรุงเทพฯ พบอุณหภูมิสบายในแบบไม่ปรับอากาศ คือ 28.5 °C และในแบบปรับอากาศ คือ 24.5 °C วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์ (2542) พบว่าอุณหภูมิสบายในแบบไม่ปรับอากาศ คือ 28.06 °C และในแบบปรับอากาศ คือ 24.7 °C การสำรวจคนที่อยู่ในอาคารพักอาศัยและมหาวิทยาลัยในไทย พบว่าอุณหภูมิสบายในอาคารแบบไม่ปรับอากาศของผู้ไม่เคยชินกับการอยู่ห้องปรับอากาศ คือ 28.0 °C ส่วนในแบบปรับอากาศ คือ 24.4 °C (Ransiraksa, 2006) การสำรวจในคนไทยในท้องถิ่น พบอุณหภูมิสบายในแบบไม่ปรับอากาศ คือ 28.5 °C (กิจชัย จิตขจรวานิช, 2550) และการสำรวจของ Khedari et al. (2000) พบว่ากรณีไม่ปรับอากาศคนไทยยอมรับได้กับสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงกว่า 2.0 - 3.0 °C เมื่อเทียบกับสภาวะน่าสบายของ ASHRAE Standard 55 จึงพอสรุปได้ว่าในคนไทยทั่วไป ในอาคารไม่ปรับอากาศจะมีอุณหภูมิสบายที่ 28.0 - 29.0 °C ในอาคารปรับอากาศจะมีอุณหภูมิสบายที่ 24.0 - 25.0 °C

กรณีการศึกษาอุณหภูมิอากาศสบายของผู้สูงอายุไทยในอาคารไม่ปรับอากาศ พบว่าผู้สูงอายุจะรู้สึกน่าสบายที่อุณหภูมิ 25.64 -29.25 °C (กฤตติน อัศววิชัย อภิรัฐ เนติพงศ์ไพโรจน์ และอรรจน์ เศรษฐบุตร, 2558) ส่วนในแบบปรับอากาศมีเพียงการศึกษาของ Rangsiraksa (2006) ที่ได้

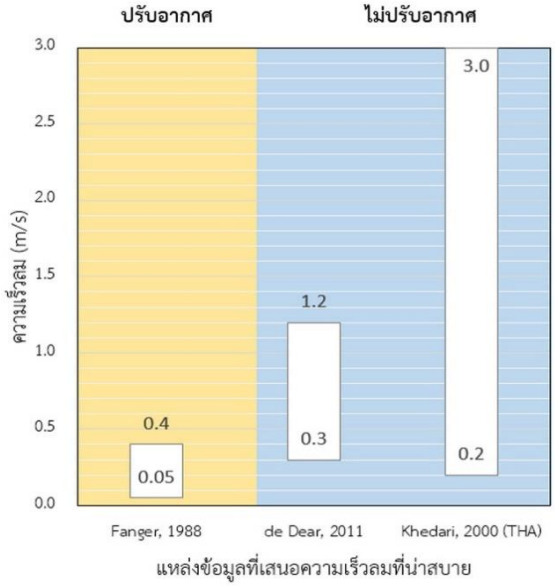
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำรวจในที่พักอาศัย ซึ่งได้เก็บข้อมูลผู้สูงอายุที่อยู่ในห้องปรับอากาศมาด้วย 50 คน พบว่าผู้สูงอายุไทยมีอุณหภูมิสบายที่ 27.3 °C ต่างจากคนในวัยอื่น ข้อมูลการศึกษาที่ผ่านมาจึงแสดงให้เห็นว่าผู้สูงอายุไทยจะมีความรู้สึกน่าสบายที่มีลักษณะเฉพาะต่างจากคนในวัยอื่นและควรจะต้องได้รับการศึกษาเพิ่มเติมโดยละเอียดในต่อไป



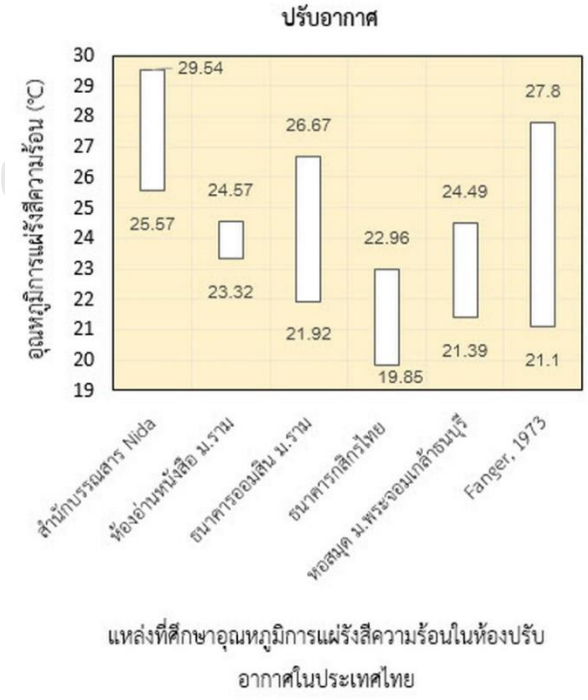
รูปที่ 2.13 ความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำให้รู้สึกน่าสบายจากงานวิจัยที่ผ่านมา

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ส่งผลให้มีความรู้สึกน่าสบายของพื้นที่ปรับอากาศจะต่ำกว่าพื้นที่ไม่ปรับอากาศ โดยพื้นที่ปรับอากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 30-60 % (ASHRAE, 1992; Daanen & Herweijer, 2015) แต่ความชื้นสัมพัทธ์ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศจะอยู่ในช่วง 50 - 80 % (Khedari et al., 2000) ในส่วนนี้มีงานวิจัยของ กฤติณ อัศววิชัย (2558) ที่ได้เสนอว่าผู้สูงอายุจะความรู้สึกน่าสบายในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 52.7- 66.8 %



รูปที่ 2.14 ความเร็วลมที่ใช้สำหรับการศึกษาในงานวิจัยที่ผ่านมา

ในการศึกษาความเร็วลมที่น่าสบาย พบว่า Fanger et al. (1988) ทำการศึกษาในพื้นที่ปรับอากาศ โดยเก็บข้อมูลในความเร็วลมที่ 0.05-0.40 m/s ต่างจากในพื้นที่ไม่ปรับอากาศที่ศึกษาในความเร็วลมที่สูงขึ้นที่ 0.20-3.00 m/s (R. de Dear, 2011; Khedari et al., 2000)



รูปที่ 2.15 อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนในอาคารปรับอากาศของไทยจากงานวิจัยที่ผ่านมา

ในประเทศไทย มีการวัดค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนในอาคารปรับอากาศ โดย ณัฐภัทร ดีทองอ่อน และกูสกานา กูบาฮา (2555) จากการสำรวจในสำนักบรรสาร ห้องอ่านหนังสือ และธนาคาร ตลอดจนหอสมุด ที่ตั้งอยู่ในสถาบันการศึกษาต่างๆ ผลพบว่าอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 19.85-29.54 °C ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการศึกษาโดย Fanger (1973) ที่พบค่าในช่วง 21.1 – 27.8 °C ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยในการพิจารณาปรับตัวแปรที่เหมาะสมในการทดสอบกับผู้สูงอายุไทย

2.3 ข้อแนะนำ และมาตรฐาน การพัฒนาสภาวะน่าสบายในอาคาร

การออกแบบสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบายและผู้สูงอายุในเขตร้อนชื้น เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศประจำท้องถิ่น (Microclimate) ซึ่งเป็นสภาพของบรรยากาศในเขตหรือท้องถิ่นเฉพาะ ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ กระแสลม สภาวะน่าสบายในเขตร้อนชื้นสามารถพิจารณาสร้างได้จากการออกแบบ การใช้การระบายอากาศ และการปรับอากาศ ซึ่งกลยุทธ์ในการออกแบบสภาวะน่าสบายในเขตร้อนชื้นมีทั้งการออกแบบอาคาร และออกแบบในระดับเมือง อย่างไรก็ตาม มีข้อเสนอแนะด้านการออกแบบเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายที่มุ่งเน้นต่อผู้สูงอายุไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจึงได้รวบรวมแนวทางการออกแบบที่เป็นพื้นฐานเพื่อการประหยัดพลังงานในเขตร้อนชื้นโดยการนำวิธีการออกแบบมาใช้ เพื่อที่จะได้นำไปประยุกต์ใช้ผสมผสานกับอาคารเพื่อผู้สูงอายุต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.1 ข้อแนะนำทั่วไปในการพัฒนาอาคารน่าสบายในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น

จากการทบทวนวรรณกรรม การออกแบบสถาปัตยกรรมในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นจำเป็นต้องพิจารณาทั้งในการออกแบบที่พึ่งพาธรรมชาติ (Passive Design) (Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew, & Szokolay, 1973; กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559) และการออกแบบที่พึ่งพาเครื่องจักรกล (Active Design) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559) และในกรณีสำหรับผู้สูงอายุนั้นก็ต้องใช้วิธีผสมด้วย ดังที่ Alves et al. (2015) ได้กล่าวไว้ ซึ่งในส่วนการออกแบบสามารถสรุปเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ได้ในต่อไป มีดังนี้

2.3.1.1 การออกแบบที่พึ่งพาธรรมชาติ (Passive Design)

Givoni (1992) ศึกษาการออกแบบเมืองเพื่อตอบสนองความรู้สึกน่าสบายเชิงอุณหภาพในเขตร้อนชื้น Givoni ได้อธิบายคุณลักษณะของเมือง และการออกแบบอาคารทั้งในเขตร้อนชื้น รวมถึงเขตร้อนแห้ง เพื่อศึกษาประเด็นด้านการออกแบบและปัญหาในเขตร้อนชื้น ผลที่ได้ในเขตร้อนชื้นพบว่าความรู้สึกไม่สบายโดยส่วนใหญ่เกิดจากการมีความชื้นสูง โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนาที่ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศอยู่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงควรพิจารณาออกแบบอาคารให้เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์ของการออกแบบ คือ

1) หลีกเลี่ยงความไม่สบายทั้งภายใน และภายนอกอาคาร

2) หลีกเลี่ยงป้องกันปัญหาจากน้ำท่วมโดยต้องกักเก็บน้ำจากหลังคามาใช้ เตรียมการซับน้ำด้วยการปลูกพืชคลุมดิน และมีระบบระบายน้ำที่ดี

3) อาคารมีการกันฝน

4) มีร่มเงา (Shade) ที่ทางเท้าในถนนที่มีการค้า

5) อาคารควรมีการระบายอากาศ เปิดรับลม และใช้พื้นที่ที่มี Shade

6) มีการออกแบบผังเมืองให้ใช้ประโยชน์จากลมได้ การวางผังเครือข่ายถนนต้องคำนึงถึงการระบายอากาศให้กับอาคาร

Grosdemouge and Garde (2016) ได้แสดงเป้าหมายสำหรับการออกแบบโดยใช้การออกแบบที่พึ่งพาธรรมชาติ สำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อนชื้น คือ 1) การป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร ด้วยการลดพื้นผิวของอาคารที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อม ใช้วัสดุที่สามารถทนทานต่อความร้อนได้ยาวนาน และสะท้อนความร้อน เตรียมพื้นระหว่างภายในและภายนอกอาคาร ตลอดจนเพิ่มการบังเงา (Shading) ให้กับอาคาร 2) การระบายความร้อนจากการระบายอากาศที่เหมาะสม และลดความชื้นภายในอาคาร

Butera, Adhikari, and Aste (2014) ได้เสนอแนวทางที่สอดคล้องกับ Grosdemouge and Garde (2016) ด้านการออกแบบสำหรับเขตภูมิอากาศร้อนชื้น สรุปได้ดังต่อไปนี้

1) ที่ตั้ง (Site) ควรพิจารณาเลือกที่ตั้งหรือ ออกแบบอาคารบนสภาพที่ตั้งตามเงื่อนไขของ

1.1) ภูมิสัณฐาน (Landform) ในพื้นที่ลาดชันอาคารควรตั้งในพื้นที่ให้มีลมพัดผ่านได้ และควรใช้ประโยชน์จากลมเย็นให้ได้มากที่สุด แต่สำหรับพื้นที่ราบนั้นจะไม่มีผลแต่อย่างใด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2) แหล่งน้ำ (Water bodies) จะนำมาซึ่งความชื้น แต่ในขณะเดียวกันการใช้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่ควรมีความลึก 1.5 เมตรขึ้นไป (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559) จะสร้างความเย็นให้แก่สภาพแวดล้อมได้ โดยอยู่ในทิศที่มีกระแสลมพัดผ่านเพื่อให้เกิดการละเหยของน้ำก่อนเข้าสู่ตัวอาคาร

2) การวางผังอาคาร (Site plaining)

2.1) พื้นที่เปิดโล่งและการจัดรูปแบบอาคารควรวางแบบกระจาย (Open space and built form) เพื่อให้ลมพัดผ่านได้

2.2) ทิศการวางตัวอาคาร (Orientation) จะต้องเหมาะสม โดยควรหันด้านแคบของอาคารไปในแนวทิศตะวันออกและทิศตะวันตก เพื่อลดการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ตอนบ่ายจนกระทั่งเย็นที่มีความร้อนค่อนข้างสูง

2.3) การใช้ประโยชน์จากลม (Cross Ventilation) ควรวางอาคารและช่องเปิดในทิศที่ขวางลม ซึ่งลมในประเทศไทยนั้นมากจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในฤดูร้อน และทิศตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาว

3) ตัวอาคาร (Building)

3.1) สัดส่วนอาคาร (Building Shape) อาคารต้องมีสัดส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้ประโยชน์ต่ำที่สุด เพื่อลดการรั่วไหลของอากาศร้อนภายนอกอาคาร ทำให้ลดภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศได้

3.2) ห้อง หรือพื้นที่ ที่มีความถี่ในการใช้งานที่น้อยสามารถจัดไว้อยู่ในทิศตะวันตกได้ เช่น ห้องอาบน้ำ ห้องน้ำ ห้องเก็บของ เป็นต้น และห้องที่มีความชื้น เช่น ห้องน้ำ ห้องครัว ควรจะต้องมีลมผ่าน

3.3) พื้นที่ว่างกึ่งเปิด เช่น ระเบียง เฉลียง ที่ใช้ประโยชน์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ระหว่างวันในอาคารควรมีช่องเปิดด้านบนเพื่อระบายอากาศร้อนภายในอาคารออกสู่ภายนอก

3.4) องค์ประกอบอาคาร

- หน้าต่าง ควรป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีของจากดวงอาทิตย์

- หลังคาที่เหมาะสมมากที่สุดในอาคารเขตภูมิอากาศร้อนชื้น คือ ทรงจั่ว หรือรูปทรงใบไม้ Butera, Adhikari, and Aste (2014) เสนอว่า ควรเพิ่ม

ประสิทธิภาพหลังคาด้วยการติดตั้งฉนวน และการใช้สีของหลังคาควรเป็นสีสว่าง มีช่องลมผ่านเพื่อนำความร้อนไปจากหลังคาได้ นอกจากนี้หลังคาควรให้ร่มเงามาจนถึงผนังอาคารได้

- สำหรับกรณีบริเวณที่ไม่ปรับอากาศอาคารควรมีช่องลมที่เหมาะสม โดยให้ลมพัดผ่านช่วงตัวผู้อยู่อาศัยภายในอาคาร มีทางเข้าออกของลมโดยให้ทางลมออกอยู่สูงเพื่อให้เกิดการลอยตัวของอากาศร้อน (Stack Effect)
- Butera, Adhikari, and Aste (2014) กล่าวว่า ผนัง ควรมีการส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศได้ การใช้ Buffle Wall ช่วยให้ลมพัดเข้าสู่อาคารได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ได้เสนอแนะว่าในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นผนังอิฐควรมีความหนา 10 เซนติเมตร ไม่ฉาบ เพื่อให้สามารถระบายความร้อนได้ และหลีกเลี่ยงการใช้สีผนังที่เข้ม และควรป้องกันความชื้นที่จะเกิดขึ้นจากฝนด้วย

4) การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ ด้วยการเปิดช่องเปิดทางทิศเหนือ หลีกเลี่ยงการใช้แสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sun) และใช้แสงกระจายแทน (Diffuse Light)
5) พืชพรรณธรรมชาติ ควรใช้ประโยชน์จากพืชตามลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ พืชคลุมดิน จะช่วยทำให้สภาพแวดล้อมรอบ ๆ เย็นลงเนื่องจากป้องกันความร้อนให้กับดินได้ ไม้พุ่มจะช่วยทำให้ปรับทิศทางลมผ่านเข้าสู่ช่องเปิดอาคารได้ และต้นไม้ขนาดใหญ่จะช่วยให้ร่มเงาป้องกันรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3.1.2 การออกแบบที่พึ่งพาเครื่องจักรกล (Active Design)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2559) เสนอว่า “นอกจากการพิจารณาออกแบบอาคารโดยพึ่งพาระบบธรรมชาติให้มากที่สุด การใช้ระบบอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงเพื่อปรับสภาวะน่าสบายในอาคาร (Active Design) เป็นความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาเลือกใช้อย่างระมัดระวังเนื่องจากส่งผลโดยตรงต่อการใช้พลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่าง ซึ่งใช้พลังงานมากกว่าร้อยละ 60 - 80 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในอาคาร”

นอกจากนี้ยังได้เสนอว่า เกณฑ์ที่ทำให้ผู้อยู่อาศัยเกิดสภาวะน่าสบาย (Thermal comfort) อาจขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ดำเนินอยู่ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ โดยต้องมีระดับอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมในพื้นที่ ตลอดจนปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่เข้ามาเติมทดแทนปริมาณอากาศที่ถูกดูดทิ้งออกไป หรือปริมาณ CO_2 ในพื้นที่ไม่ควรเกินร้อยละ 2 หรือ 200 ppm

2.3.2 ข้อแนะนำ และมาตรฐาน การพัฒนาอาคารน่าสบายสำหรับผู้สูงอายุ

ข้อแนะนำ และมาตรฐาน ในการพัฒนาสภาพแวดล้อมให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบาย ในประเทศต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อแนะนำการพัฒนาอาคารน่าสบาย สำหรับผู้สูงอายุในโปรตุเกส

Hoof, Kort, Hensen, and Duijnstee (2010) ได้ทำการศึกษาการสร้างสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพในบ้านผู้สูงอายุ โดยเน้นที่มีสภาวะสมองเสื่อมในโปรตุเกส ด้วยเหตุทางการแพทย์ที่พบว่าคนที่ต่างวัยจะมีผลต่อสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพที่ต่างกันทำให้การรับรู้อาจต่างกันออกไป คนที่เป็นโรคสมองเสื่อม (Dementia) ก็อาจมีความรู้สึกไม่สบายแตกต่างกันออกไป วัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงเพื่อ ศึกษาเทคนิคที่เหมาะสมเพื่อการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้สูงอายุที่เป็นโรคสมองเสื่อม โดยมีวิธีศึกษาจากการเก็บข้อมูลผู้สูงอายุ 237 คน ในจำนวนนี้ถูกวัดอุณหภูมิร่างกายทางเยื่อแก้วหู อุณหภูมิร่างกายของผู้สูงอายุต่ำสุดที่ 35.6 °C และสัมภาษณ์คนที่เป็นโรคสมองเสื่อมในระดับเบื้องต้นในผู้สูงอายุ 18 คน โดยคำนึงถึงหลักการเชื่อมโยงความสุขสู่ผู้สูงวัย ในทุกบริบทของการอยู่อาศัย (Ageing in place) การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Health science) และการรับรู้ด้านความปลอดภัย ตลอดจนเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยมีเป้าหมายเพื่อหาอุณหภูมิสบาย เพื่อนำไปสู่การควบคุมระบบ การปรับอากาศ และระบบการระบายอากาศ

ผลการศึกษาพบว่าในการสำรวจมีผู้สูงอายุบางคนชอบอุณหภูมิสบายที่สูงถึง 32 °C ในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยภาวะสมองเสื่อมจะไม่บอกว่าจะรู้สึกไม่สบายถึงแม้ว่าจะเย็นเพียงใดก็ตาม จึงพบว่าใน Nursing home ของโปรตุเกสได้ปรับอุณหภูมิไว้สูงกว่าปกติ และก็พบว่าไม่มีผู้ใดได้รับอันตรายจากอุณหภูมิที่สูงนี้ ดังนั้น Hoof และคณะ จึงได้สรุปผลการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อแนะนำด้านอุณหภาพ ประกอบด้วย 1) ควรมีการติดตั้งเทอร์โมสตัท (Thermostat) ที่ควบคุมได้ โดยอุณหภูมิควรเป็นไปตามอุณหภูมิร่างกายของผู้สูงอายุโดยตรง 2) การใช้เครื่องปรับอากาศควรจำกัดในช่วงอุณหภูมิอากาศ 21.5 - 27.5 °C และต้องไม่ให้อุณหภูมิอากาศต่ำหรือสูงจนเกินไป 3) ภายในอาคารจำเป็นต้องรักษาความชื้นไว้สำหรับผู้สูงอายุที่ผิวแห้งด้วย

ข้อแนะนำด้านกายภาพ เกี่ยวข้องกับการดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อม ประกอบด้วย 1) การเปิดปิดหน้าต่างเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นำมาใช้ได้แต่ทั้งนี้ต้องควรระวังกับการป้องกันอันตราย ให้กับผู้สูงอายุด้วย โดยเฉพาะในอาคารสูง 2) ห้องน้ำต้องไม่เย็น แต่ก็ต้องมีการระบายอากาศด้วย

2) ข้อแนะนำการพัฒนาอาคารน่าสบาย สำหรับศูนย์ดูแลผู้สูงอายุและหน่วยบริบาลพิเศษของสหรัฐอเมริกา

Ninomura and Cohen (1999) กล่าวว่าจำนวนศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ (Nursing Home) ในปี 1997 ที่ได้สำรวจนั้นมีสูงถึง 17,000 แห่ง และมีแนวโน้มว่าคนจะลดการนอนในโรงพยาบาลระยะยาวมาเข้าสู่ศูนย์ดูแลผู้สูงอายุแทน เพราะยังต้องการได้รับความปลอดภัย และต้องการผู้ดูแลช่วยเหลือ ตามกฎหมายของสหรัฐอเมริกา ได้จัดว่าศูนย์ดูแลผู้สูงอายุเป็นสถานที่สำหรับให้ผู้ป่วยพักฟื้นร่างกาย ซึ่งในปี ค.ศ. 1996-1997 AIA ได้ประยุกต์แนวทางการออกแบบและก่อสร้างโรงพยาบาลและสถานพยาบาล เป็นข้อแนะนำสำหรับศูนย์ดูและผู้สูงอายุ และหน่วยบริบาลพิเศษ (Special care facilities) ตลอดจนสถานดูแลผู้สูงอายุสมองเสื่อม (Dementia facilities) ขึ้น อันเป็นที่มาที่แน่ชัดว่าในทางสถาปัตยกรรมได้กำหนดความชัดเจนของศูนย์ดูและผู้สูงอายุและบริการสุขภาพอื่น ๆ ขึ้น อย่างไรก็ตามได้รวบรวมปัญหา และข้อจำกัดสำหรับการพิจารณาด้านสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ และเสนอแนะวิธีการแก้ไขสรุปไว้ดังนี้

ข้อแนะนำด้านอุณหภาพ ประกอบด้วย 1) ผู้สูงอายุที่พักอาศัยในลักษณะการดูแลสุขภาพในระยะยาว (Long Term Care, LTC) มักกลั้นปัสสาวะไม่อยู่จึงมีความจำเป็นที่ สถานที่สำหรับบริการทางสุขภาพจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับความชื้นด้วย และความจำเป็นในการมีห้องน้ำไว้รองรับในทางที่กลับกันผู้สูงอายุที่พักในระยะยาวมักมีผิวหนังแห้ง นอนไม่หลับ จึงต้องการความชื้นที่เหมาะสมไม่ส่งเสริมให้อากาศแห้งจนเกินไป 2) ข้อกำหนดใน ASHRAE Standard 55 (1992) กำหนดให้ความชื้นสัมพัทธ์ ไม่ควรเกินกว่า 60 % และต้องไม่ต่ำกว่า 20-30 % ในพื้นที่ที่มีความชื้นและอุณหภูมิสูง (มากกว่า 29 °C หรือ 85 °F) เป็นเหตุให้รู้สึกไม่น่าสบาย และในพื้นที่มีความชื้นต่ำจะทำให้ผิวแห้ง และจะยิ่งมีผลต่อระบบทางเดินหายใจหากความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 30 % 3) อุณหภูมิข้อกำหนดตามแนวทางของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน (The American Institute of Architects, AIA) คือ 70-75 °F (หรือ 21 - 24 °C) แต่ใน ASHRAE Standard คือ 75 °F (24 °C) แต่ในผู้สูงอายุแล้วจะรู้สึกหนาวที่อุณหภูมิ 70 °F (21 °C) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอช่วงที่เหมาะสมคือ 72-77 °F (22 – 24 °C) เนื่องจากค้นคว้าพบว่าอุณหภูมิที่ผู้สูงอายุในอเมริกาชอบ คือ 76 °F (24 °C) อันเป็นผลจากอุณหภูมิแกนร่างกาย (Core Temperature) ของผู้สูงอายุที่มักต่ำกว่าทั่วไปจึงต้องการอุณหภูมิที่สูงกว่าปกติ 4) ศูนย์ดูแลผู้สูงอายุต้องมีการระบายอากาศที่ดี ASHRAE Standard 62.1 (ASHRAE, 1989) กำหนดให้มีการระบายอากาศภายในอาคารที่ 25 cfm/คน 5) ข้อแนะนำของ The ASHRAE Handbook-HVAC Applications และ AIA Guideline กำหนดให้ 2 ACH (2 Air change/Hour) สำหรับห้องพัก 6) สำหรับระบบปรับอากาศรวมศูนย์ (Central air-handing unit) ควรมีการเตรียมให้ผู้อยู่อาศัยสามารถปรับอุณหภูมิได้เอง 7) ห้องน้ำต้องมีการดูดอากาศที่ 10 ACH 8) ควรจำกัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อุณหภูมิอากาศภายใน โดยพิจารณาจากภูมิอากาศภายนอกอาคารด้วย ส่วนข้อแนะนำด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบของอาคาร คือ ควรปฏิบัติตาม NFPA 90A เรื่องมาตรฐานในการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่ว่าท่อหัวจ่ายลมเย็น (Supply) ช่องที่ให้อากาศไหลวนกลับ (Return) และระบบบำบัดอากาศเสีย (Exhaust system) ของโถงทางเดิน ไม่ควรเชื่อมต่อกับท่อหัวจ่ายลมเย็น ช่องที่ให้อากาศไหลวนกลับ และระบบบำบัดอากาศเสียที่อยู่ภายในห้อง

ข้อแนะนำด้านกายภาพ ประกอบด้วยข้อแนะนำในการออกแบบห้องที่เหมาะสมกับการทำกิจกรรมในอาคาร กล่าวคือ 1) การออกแบบห้องที่สำคัญต้องเชื่อมโยงการออกแบบพื้นที่ เช่น ห้องพัก ห้องน้ำต้องสะดวก เข้าถึง ทั้งห้องทำกิจกรรม และห้องรับประทานอาหาร 2) ข้อพิจารณาสำหรับห้องทานอาหาร ต้องพิจารณาเวลาในการใช้พื้นที่อย่างน้อย 2 ชั่วโมง ต่อมื้ออาหาร 3) ที่พักต้องคำนึงถึงการทำกายภาพบำบัด

3) ข้อแนะนำการพัฒนาอาคารน่าสบาย สำหรับศูนย์ดูแลผู้สูงอายุและหน่วยบริบาลพิเศษของอังกฤษ

Lewis (2015) ได้ทำการออกแบบที่เน้นการปรับตัวในสภาวะน่าสบายสำหรับผู้สูงอายุในประเทศอังกฤษ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาว่าจะมีวิธีการอย่างไรเกี่ยวกับผู้สูงอายุที่อยู่ในการดูแลแบบพิเศษ (Extra-care housing) ได้รับความสบาย ได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 13 คน ในประเทศอังกฤษที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบ และบริหารจัดการ การสัมภาษณ์ประกอบด้วย สถาปนิก ผู้ช่วย ผู้เกี่ยวข้องทางด้านเทคนิคงานระบบเครื่องกลและไฟฟ้า และผู้จัดการโครงการใช้เวลาในการสัมภาษณ์ 36-81 นาที และบันทึกเสียงโดยใช้ซอฟต์แวร์ N-vivo ในการวิเคราะห์ ผลการศึกษาเมื่อแยกเป็นประเด็นต่างๆ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อแนะนำด้านอุณหภาพ ประกอบด้วย 1) ด้านร่างกายผู้สูงอายุ จะรู้สึกหนาวง่ายควรมี เทอร์โมสตัทในการควบคุมสำหรับเชื่อมต่อส่วนกลางได้ และต้องใช้ได้ง่ายอุณหภูมิสำหรับผู้สูงอายุควรอยู่ที่ 22-23 °C และการตั้งเทอร์โมสตัทต้องไม่ให้ต่ำกว่า 18 °C 2) การปรับอุณหภาพที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ สถาปนิกได้ให้ความเห็นว่าผู้สูงอายุจะชอบอยู่ในบริเวณทางสัญจร ดังนั้นบริเวณควรมีอุณหภูมิอากาศที่สูง แต่ในผู้บริหารโครงการแนะนำให้บริเวณโถงทางเดินสามารถระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติได้ด้วย

ข้อแนะนำด้านกายภาพ ประกอบด้วย 1) ข้อจำกัดหน้าต่างควรต้องมีความสูงด้วยเนื่องจากซึ่งจะช่วยหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองเสื่อม 2) ในบริเวณใดหากมีการ

ติดตั้งHeater ต้องป้องกันการใช้ขดลวดความร้อนไม่ให้เข้าถึงได้โดยตรง ส่วนในด้านขนาดที่ปรากฏทางกายภาพ (Physical Dimension) ส่วนควบคุมควรอ่านง่ายและสว่าง

4) มาตรฐานการจัดเตรียมศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ ให้ส่วนการสร้างสภาวะน่าสบาย ของสิงคโปร์

ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น Nursing Home Standards Workgroup (2014) ได้พัฒนามาตรฐานในประเทศสิงคโปร์ขึ้นโดยใช้ชื่อว่า Enhanced Nursing Home Standards กล่าวถึงความก้าวหน้าที่จะรองรับประชากรผู้สูงอายุของประเทศสิงคโปร์ที่จะเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 2030 ทำให้ต้องจัดเตรียมมาตรฐานต่างๆ อันที่จะเกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุไว้ก่อน โดยเนื้อหาส่วนหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ลักษณะของคลินิก (Clinical Aspects of Care), ด้านการดูแลทางด้านสังคม (Social Aspects of Care) และการกำกับดูแลความเป็นเลิศในองค์กร (Governance and organizational excellence) ส่วนงานทางด้านสถาปัตยกรรมได้ถูกกำหนดไว้ในด้านการดูแลทางด้านสังคม มีเนื้อหาที่กำหนด ว่าควรมีความปลอดภัย (Safety) ความสบาย (Comfort) อย่างยั่งยืน ให้ผู้สูงอายุโดยมีสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัยที่เน้นทางด้านกายภาพ (Ergonomic) เท่านั้น

ข้อแนะนำด้านสภาพแวดล้อมอุณหภาพได้กำหนดเพียงเล็กน้อยว่าต้องให้ความสำคัญกับลมและแสงสว่าง จึงนับว่าเป็นประเด็นที่ควรต้องมีการศึกษาในต่อไปสำหรับสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้นนี้ ส่วนข้อแนะนำด้านกายภาพในมาตรฐานได้กำหนดพื้นที่โดยทั่วไปสำหรับผู้สูงอายุ ได้แก่ พื้นที่พักผ่อน มีอุปกรณ์สำหรับฟื้นฟูร่างกาย มีเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมปลอดภัย สะอาดใช้งานสะดวก และต้องแยกระหว่างชายหญิง ในการนี้จำเป็นจะต้องจัดเตรียมพื้นที่เส้นทางการทำงานของพนักงาน ด้วย (Service zone) และกำหนดว่าจะต้องเข้าถึงได้ด้วยระบบขนส่งทั้งหมด นอกจากนี้ในมาตรฐานได้กำหนดให้มีการจัดเตรียมพื้นที่ก่อนเสียชีวิต สำหรับผู้สูงอายุไว้ด้วย

สรุปข้อแนะนำและมาตรฐาน: ในการสร้างสรรค์อาคารสบายสำหรับผู้สูงอายุพบว่ายังมีการศึกษาอยู่ไม่มากนัก ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดจะพบได้ในสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ซึ่งเป็นประเทศเขตเมืองที่มีภูมิอากาศที่หนาวเย็นกว่าประเทศไทย ในการศึกษามาตรฐานการสร้างสรรค์อาคารสบายในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นที่เกี่ยวกับผู้สูงอายุจะพบได้เฉพาะประเทศสิงคโปร์เท่านั้น ซึ่งก็พบว่ามาตรฐานที่กล่าวถึงด้านการปรับอุณหภาพให้ผู้สูงอายุอยู่ในสภาวะน่าสบายเป็นเพียงการอธิบายโดยกว้าง ไม่มีข้อแนะนำที่ชี้ชัดแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามการศึกษามาตรฐานมีประเด็นที่น่าสนใจโดยสรุปคือ ควรมีข้อแนะนำทั้งทางด้านการปรับอุณหภาพ และกายภาพอาคาร นอกจากนี้ยังมีข้อสรุปที่ได้จากมาตรฐานที่พบว่า ในการศึกษาด้านผู้สูงอายุมีข้อจำแนกที่สำคัญระหว่างผู้มี และไม่มีสภาวะสมอง

เสื่อม สำหรับผู้มีสภาวะสมองเสื่อมจะไม่สามารถตอบความรู้สึกได้อย่างแท้จริง ซึ่งอาจเป็นผลทำให้ได้ค่าความรู้สึกน่าสบายที่เปลี่ยนไป ดังนั้นในการศึกษาวิจัยจึงควรใช้วิธีศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุที่ไม่มีสภาวะสมองเสื่อม หรือหากมีก็มีอาการเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้การศึกษาด้านสภาวะน่าสบายในผู้สูงอายุที่ไม่มีสภาวะสมองเสื่อม สามารถนำผลการศึกษาไปปรับใช้กับผู้มีสภาวะสมองเสื่อมได้

2.4 ซอฟต์แวร์สำหรับการศึกษาด้านสภาวะน่าสบาย และการใช้พลังงานในอาคาร

จากการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีในปัจจุบัน ทำให้คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในการจำลองสภาวะน่าสบายและการใช้พลังงานในอาคาร เพราะการใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองนั้นจะทำให้ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายได้มากกว่า (Aryal & Leephakpreeda, 2015; Samiuddin & Budaiwi, 2018; Stamou et al., 2008) ในขณะเดียวกันในด้านการจำลองพลังงานในอาคาร บางโปรแกรมไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน และด้วยเหตุที่สามารถวิเคราะห์ทางเลือกในการออกแบบอาคารได้หลากหลายกว่า จึงทำให้โปรแกรมการจำลองได้รับความนิยมมากขึ้น ตัวอย่างซอฟต์แวร์จำลองการใช้พลังงานในอาคารที่มีประเทศไทย เช่น Visual DOE, TRNSYS, eQuest, Ecotect, EnergyPlus, Tas, Ener-Win เป็นต้น (ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, 2558) ในส่วนนี้จะได้อธิบายถึงพัฒนาการของโปรแกรมที่ใช้ในการศึกษาสภาวะน่าสบาย ซึ่งได้แก่ พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD): scSTREAM-Cradle CFD และโปรแกรมจำลองด้านพลังงาน ซึ่งได้แก่ Visual DOE ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) โปรแกรมพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ: scSTREAM - Cradle CFD

โปรแกรมพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ คือ โปรแกรมที่ได้ใช้คอมพิวเตอร์มาคำนวณการไหลของของไหล โดยใชกระบวนการเชิงตัวเลขและขั้นตอนวิธี (algorithm) ซึ่งพื้นฐานของ CFD คือ สมการนาเวียร์-สโตกส์ (Navier-Stokes Equation) ที่ใช้อธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของของไหล ซึ่งในอดีต ค.ศ. 1930 การจำลองการไหลได้เริ่มต้นด้วยวิธีคิดแบบสองมิติในการไหลของอากาศผ่านปีกเครื่องบิน ต่อมาภายหลังจึงได้คิดค้นจำลองในแบบสามมิติด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (Hess & Smith, 1966)

ในการวิเคราะห์สมการที่ใช้ในการคำนวณการไหลของอากาศ (Air flow) นั้น ส่วนหนึ่งอธิบายได้โดยสมการ The kinetic energy equation of turbulence (k) และ The dissipation equation turbulence (ε) ดังนี้

The kinetic energy equation of turbulence (k)

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t}+\frac{\partial(\rho k u_i)}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{\mu_i}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right]+G_k+G_b-\rho\varepsilon \quad (2)$$

The dissipation equation turbulence ($\boldsymbol{\varepsilon}$):

$$\frac{\partial(\rho\varepsilon)}{\partial t}+\frac{\partial(\rho k\varepsilon)}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{\mu_i}{\sigma\varepsilon}\right)\frac{\partial\varepsilon}{\partial x_j}\right]+C_{1E}\frac{\varepsilon}{k}+(C_k+C_{3E}C_b)-C_{2E}\rho\frac{\varepsilon^2}{k} \quad (3)$$

เมื่อ G_k และ G_b คือ เงื่อนไขการสร้างพลังงานจลน์ k เกิดจากการไล่ระดับความเร็วเฉลี่ยและการลอยตัวตามลำดับ C_{1E}, C_{2E}, และ C_{3E} are ค่าคงที่เชิงประจักษ์; $\boldsymbol{\sigma}_k$ คือ Prandtl number สำหรับค่า k; และ $\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{\varepsilon}}$ คือ Prandtl number สำหรับค่า $\boldsymbol{\varepsilon}$.

ในปัจจุบันนี้โปรแกรม CFD ได้ถูกพัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้งานที่หลากหลาย รวมถึงการนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม ซึ่งโปรแกรม scSTREAM – Cradle CFD ก็เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองกับการใช้งานด้านสถาปัตยกรรม เช่น การนำมาคำนวณการไหลของอากาศและการศึกษาด้านสภาวะน่าสบาย

scSTREAM - Cradle CFD: เป็นซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์ของไหลที่ถูกนำไปใช้ในงานด้านสถาปัตยกรรมเป็นเวลาสามสิบปีมาแล้ว โดยใช้โครงสร้างเมช (structured mesh) ซึ่งจะถูกแบ่งด้วยลูกบาศก์เล็กๆ เป็นจำนวนมาก โปรแกรมนี้จึงเหมาะสมต่อการนำมาคำนวณกับอาคารเนื่องจากจะสามารถคำนวณได้รวดเร็ว นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถจำลองการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยการกำหนดหัวจ่ายลมได้ โดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อจำลองการทำงานของเครื่องปรับอากาศ วิเคราะห์การไหลของอากาศผ่านตัวอาคารได้ (Cradle Consulting Thailand, 2020) ตลอดจนสามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ค่า PMV หรือแม้กระทั่งนำเข้าสมการ เพื่อคำนวณสภาวะน่าสบายได้ ดังนั้นโปรแกรม **scSTREAM - Cradle CFD** จึงมีความเหมาะสมต่อการนำมาศึกษาสภาวะน่าสบายในเชิงสถาปัตยกรรม

2) โปรแกรม Visual DOE

Visual DOE เริ่มต้นด้วยการพัฒนาโปรแกรม DOE ภายใต้ทุนจากกระทรวงพลังงานแห่งสหรัฐอเมริกา (The United States Department of Energy, USDOE) โปรแกรมมีวัตถุประสงค์

หลักก็นำไปใช้ในการพิจารณาออกแบบอาคารในประเทศสหรัฐอเมริกาให้มีการคำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างประหยัด ต่อมาโปรแกรมได้พัฒนาเวอร์ชั่นเป็น DOE 2 โดย University of California and Hirsch (2008) จนปัจจุบันมีเวอร์ชั่นเป็น Visual DOE 4.1

ในประเทศไทยโปรแกรม Visual DOE เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับสามรองลงมาจาก BEC และ Ecotect ตามลำดับ ซึ่งอาคารที่นิยมนำโปรแกรมนี้ไปใช้ ได้แก่ อาคารสำนักงาน (ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, 2558) ปัจจุบันโปรแกรม Visual DOE สามารถใช้ร่วมกันได้กับโปรแกรม SketchUp ซึ่งเป็นโปรแกรมในการสร้างภาพสามมิติอาคารที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย นอกจสกนี้การใช้โปรแกรม Visual DOE ยังสามารถนำไปใช้ได้กับอาคารในหลากหลายรูปแบบ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดการใช้งานอุปกรณ์เชิงกลตามช่วงเวลาที่เปิดใช้งานได้ ตลอดจนโปรแกรมสามารถนำเข้าหรือสร้างวัสดุขึ้นมาใหม่เพื่อนำไปใช้คำนวณได้ ดังนั้น Visual DOE จึงเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณการใช้พลังงาน เนื่องจากให้การประเมินผลแบบระเอียดได้ จึงเหมาะสมที่จะนไปใช้ในงานวิจัยต่อไป

บทสรุปวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง: จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของร่างกายที่เป็นไปตามอายุที่เพิ่มขึ้นโดยปกติจะส่งผลกระทบต่อการลดลงของอัตราการเผาผลาญ (St-Onge & Gallagher, 2010) และไขมันสีน้ำตาล (Drubach et al., 2011; Saito et al., 2009) ซึ่งทำหน้าที่ผลิตความร้อนในร่างกาย และรักษาสมดุลของอุณหภูมิในร่างกาย (Geneva et al., 2019; Lee et al., 2013; Mahaketa, 2013) การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเผาผลาญจะส่งผลกระทบต่อการรับรู้เชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุ (Cena et al., 1986) ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างจากคนในวัยผู้ใหญ่ นอกจากนี้การศึกษาในสภาพภูมิอากาศที่ต่างกันยังพบว่ามีการกำหนดค่าอุณหภูมิสำหรับผู้สูงอายุมีแนวทางที่ต่างกันด้วย (Guedes et al., 2009; Hoof & Hensen, 2006; Lewis, 2015; Tartarini, 2017; Tsuzuki & Iwata, 2002) ส่วนการศึกษาที่ในประเทศไทยพบว่าผู้สูงอายุไทยจะรู้สึกสบายในอุณหภูมิที่สูงขึ้น (Ransiraksa, 2006; Chindapol et al., 2016) และรู้สึกสบายขณะมีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อยกว่า (กิจชัย จิตขจรวานิช, 2547) ข้อมูลในส่วนนี้จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปสู่โอกาสในการลดการใช้การปรับอากาศ (Air-conditioning) โดยใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (Natural ventilation) มาแทนที่

ผู้สูงอายุไทยซึ่งอยู่ในเขตกึ่งเมืองจึงควรได้รับการประเมินความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ซึ่งการประเมินมักใช้วิธีการสำรวจเพื่อรวบรวมข้อมูล โดยจะดำเนินการด้วย 2 วิธีหลัก คือ การศึกษาในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม Fanger (1972) ได้ศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยเก็บ

ข้อมูลจากผู้เข้าร่วมที่ได้รับการปรับปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่และกิจกรรม (หรือ อัตราการเผาผลาญ) และปรับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ซึ่ง Fanger ได้เสนอความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้สำหรับใช้ประเมินสภาวะน่าสบาย ก่อนที่จะได้พัฒนาเป็นสมการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) สำหรับใช้ในคนทั่วไป ที่ได้รับการยอมรับใน ASHRAE Standard 55 จนถึงปัจจุบัน ส่วนการศึกษาในภาคสนาม Nicol et al. (1995) และงานวิจัยอื่น ๆ (Damiati et al., 2016; Guedes et al., 2009; Hwang & Chen, 2010; Toe & Kubota, 2013) ได้ใช้ข้อมูลจากการสำรวจในภาคสนามมาวิเคราะห์ความรู้สึกเชิงความร้อน de Dear (2011) กล่าวว่าวิธีนี้ถือเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนา Adaptive Comfort Standard (ACS) ซึ่งได้ใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเพื่อวิเคราะห์อุณหภูมิสบายในอาคารและอุณหภูมิภายนอก อย่างไรก็ตาม (Brager & de Dear, 1998) ได้แนะนำว่าวิธีการศึกษาทั้งสองกรณีมีความสำคัญ เหมาะสมตามความเป็นไปได้ในการสำรวจ นอกจากนี้การศึกษาในปัจจุบันยังมีวิธีการวิเคราะห์ที่ช่วยลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายได้ โดยนำซอฟต์แวร์พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) มาใช้ประเมินสภาวะน่าสบายในอาคาร เช่น ในสุเหร่า โรงละคร ซึ่งได้ใช้ค่า PMV ในการประเมิน (Cheong et al., 2003; Samiuddin & Budaiwi, 2018) แต่การใช้ PMV นี้อาจไม่เหมาะสมกับการใช้ในการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนในผู้สูงอายุไทย เพราะเหตุจากความเปลี่ยนแปลงของร่างกายในผู้สูงอายุ และเขตภูมิอากาศ ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาสำหรับผู้สูงอายุไทยโดยเฉพาะและทำการเปรียบเทียบเพื่อแสดงผลความต่างที่ชัดเจน ตลอดจนพัฒนาค่าทำนายความรู้สึกทางความร้อนที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุไทยด้วยในต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

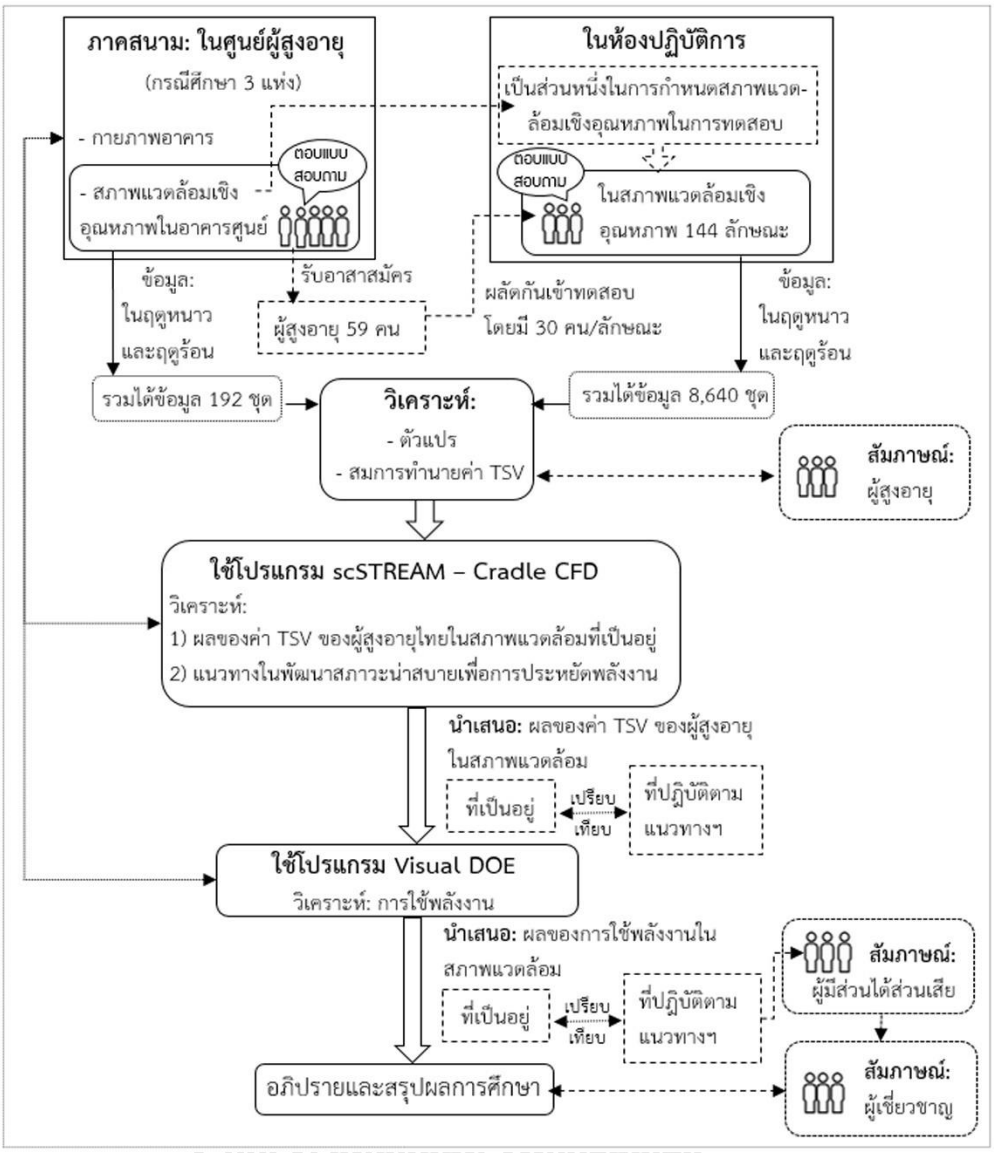
บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อการประหยัดพลังงาน ระเบียบวิธีการศึกษาได้ใช้วิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative methodology) และตรวจสอบการนำไปใช้ให้เกิดผลด้วยวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ(Qualitative methodology) ในเชิงปริมาณได้สำรวจความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (Thermal comfort survey) ในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ โดยมีกิจกรรมของบุคคลเป็นแบบเบา และความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่เป็นไปตามปกติที่สวมใส่ในชีวิตประจำวัน ส่วนในเชิงคุณภาพมีการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interviews) หลังการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากวิจัยเชิงปริมาณแล้ว กับผู้สูงอายุผู้ใช้งานอาคารโดยตรง และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ผู้ดูแลผู้สูงอายุสถาปนิก/วิศวกร ผู้บริหาร เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ก่อนจะให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาตรฐานการพัฒนาสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้ประหยัดพลังงาน

คำถามการในการวิจัย: มาตรฐานในการพัฒนาอาคารศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศชนิดเช้าไป - เย็นกลับ (Adult day care) ให้มีสภาวะน่าสบายตอบสนองต่อผู้สูงอายุไทย ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้พัฒนาในโครงการจริง จะมีข้อแนะนำในการจัดการ ปรับปรุงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุที่จะได้สร้างขึ้นมาใหม่ (New building) หรือที่มีอยู่เดิม (Existing building) อย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระบวนการศึกษา: จากเป้าหมายเพื่อศึกษาความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุไทย เพื่อนำไปใช้พัฒนาสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา และศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ ในประเทศไทย ซึ่งมีกระบวนการศึกษาที่แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรูปที่ 3.1



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน และการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลปริมาณด้านความรู้สึกที่มีต่อสภาวะแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ และเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่กว้างกว่าในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลที่ได้จากทั้งสองแหล่งถูกนำมาใช้พัฒนาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal sensation vote) ของผู้สูงอายุไทยขึ้น สมการที่ได้ถูกนำเข้าโปรแกรมพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณที่มีชื่อว่า scSTREAM-Cradle CFD เพื่อประเมินความรู้สึกของผู้สูงอายุ ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม CFD ได้ใช้วิธีการปรับค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรม จนกว่าจะพบช่วงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพและวิธีการปรับที่ทำให้ผู้สูงอายุอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ หลังจากนั้นวิธีการปรับจะถูกประเมินด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.0 ด้านการใช้พลังงาน ซึ่งหากพบว่าประหยัด วิธีการปรับก็จะถูกจัดทำเป็นมาตรฐาน แล้วทำการ

ทดสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ผู้สูงอายุ เพื่อสอบถามข้อคิดเห็น ทั้งนี้เพื่อสื่อสารความต้องการที่แท้จริง ผลของข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์จึงได้ถูกรวบรวมเป็นข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายมาตรฐาน ก่อนนำทั้งมาตรฐานและข้อคิดเห็นเพิ่มเติมนี้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน และสรุปผลด้านการนำไปใช้งานสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุในประเทศไทยต่อไป

จากกระบวนการศึกษาในบทนี้จะได้อธิบายรายละเอียด ได้แก่ การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ตัวแปรในงานวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ดังนี้

3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

หลังจากได้ลงพื้นที่เบื้องต้นในเขตภาคกลาง เพื่อทำการศึกษาศูนย์ผู้สูงอายุร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้บริหารถึงนโยบายที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ จึงได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาโดยใช้เกณฑ์การเลือกตามกำหนดว่า ต้องเป็นพื้นที่ที่ได้รับการสนับสนุนจากทางภาครัฐ หรือองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศ ในการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรองรับกับจำนวนผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้พร้อมสู่การพัฒนาทางด้านสังคม และเศรษฐกิจที่เติบโตต่อไป

การศึกษาจึงได้คัดเลือกเทศบาลนครพิษณุโลกเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ได้รับการสนับสนุนให้ดำเนินโครงการเสริมสร้างความยั่งยืนของการพัฒนาเมืองอนาคต (Project for Promoting Sustainability in Future Cities of Thailand) อันเป็นความร่วมมือระหว่างสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (Japan International Cooperation Agency, JICA) โดยจะเป็นเมืองที่ได้รับการสนับสนุนด้านการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับจำนวนผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น ให้พร้อมสู่การพัฒนาให้เป็นพื้นที่จุดเชื่อมต่อระดับภูมิภาค และเป็นศูนย์กลางธุรกิจโลจิสติกส์ ตามลักษณะที่ตั้งของพื้นที่ที่มีศักยภาพด้านการเป็นจุดตัดระหว่างเส้นระเบียงเศรษฐกิจแนวเหนือ-ใต้ (NSEC) แนวตะวันออก-ตะวันตก (EWEC) และเชื่อมต่อเขตเศรษฐกิจพิเศษชายแดน (SEZ) ตามที่องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (JICA) ได้ทำการศึกษาไว้

เพื่อให้การศึกษาวิจัยตอบสนองต่อการพัฒนา จึงทำการศึกษานำร่อง (Pilot study) ด้านสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในพื้นที่ศึกษา โดยศึกษาในศูนย์บริการสาธารณสุขแบบปรับอากาศในเขตเมืองพิษณุโลก 5 แห่ง ที่มีทั้งโรงพยาบาล และศูนย์สุขภาพชุมชน อันเป็นที่ตั้งของศูนย์ผู้สูงอายุรวมอยู่ด้วย ผลที่ได้พบว่าผู้สูงอายุร้อยละ 75.74 รู้สึกสบายในอุณหภูมิอากาศที่ 23.0-27.8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 54.0 -73.0 % ข้อมูลที่ได้ยังพบความแตกต่างระหว่างผู้ที่เป็น และไม่เป็นโรคไม่

ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases, NCDs) ผู้ที่เป็นที่จะรู้สึกร้อนกว่าผู้ที่ไม่เป็นโรค โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่เป็นโรคในกลุ่มเมตาบอลิคซินโดรม (Metabolic Syndrome) ทั้งนี้สันนิษฐานว่าอาจเกี่ยวข้องกับค่าการเผาผลาญพลังงานในร่างกายที่ส่งผลต่อความรู้สึก อย่างไรก็ตามยังพบอีกว่าในจำนวนผู้สูงอายุที่รู้สึกสบายแล้วก็ยังต้องการปรับอุณหภาพอีกร้อยละ 15.53 ผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าความเปลี่ยนแปลงในผู้สูงอายุอันมีผลโดยตรงต่อปัจจัยด้านบุคคล อาจเป็นสาเหตุทำให้ผู้สูงอายุมีความต้องการสภาวะน่าสบายเป็นพิเศษได้ ดังนั้นหากอาคารที่มีไว้ใช้กับผู้สูงอายุโดยเฉพาะ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการศึกษาเพื่อการใช้งานอย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับที่ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้บริหารในพื้นที่ศึกษาเบื้องต้นถึงข้อคิดเห็นด้านอาคารที่ควรศึกษา การศึกษาควรพิจารณากับอาคารปรับอากาศเพราะนำมาซึ่งการใช้พลังงาน โดยศึกษาในช่วงสภาพแวดล้อมอุณหภาพที่กว้างขึ้น และมุ่งเน้นถึงแนวทางการประหยัดพลังงานด้วย โดยเฉพาะกับในอาคารที่รองรับผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคม อันเป็นประชากรสูงอายุกลุ่มใหญ่ของไทย (กรมกิจการผู้สูงอายุ, 2558) ให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันได้อย่างมีความสุข เพราะหากผู้สูงอายุได้รับการสนับสนุนให้มีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมแล้ว กลุ่มผู้สูงอายุนี้จะลดภาระการดูแล การพึ่งพิงในระยะยาว ดังนั้นอาคารศูนย์ผู้สูงอายุ ที่ตอบสนองต่อกิจกรรมการใช้ชีวิตของผู้สูงอายุแบบ เช้าไป-เย็นกลับ ที่กระจายตัวอยู่ในชุมชนจึงเป็นอาคารเป้าหมายที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประชากรที่ใช้ในเชิงปริมาณ เพื่อให้สอดคล้องตามเกณฑ์อายุผู้ได้รับสิทธิประโยชน์ประกันสังคมกรณีชราภาพที่มีอายุ 55 ปีบริบูรณ์ (เฉลิมพล แจ่มจันทร์, 2556) อีกทั้งในภาคเอกชนได้นำมาใช้เป็นกรอบในการเกษียณ ประชากรในการวิจัยเชิงปริมาณในการศึกษานี้จึงคือ ผู้ที่มีอายุ 55 ปีขึ้นไป ในเขตพื้นที่ศึกษาที่สามารถช่วยเหลือตนเอง ทำกิจวัตรประจำวันพื้นฐาน และกิจวัตรประจำวันต่อเนื่องได้ ตลอดจนสามารถรวมกลุ่มทำกิจกรรมได้ (ซึ่งเฉพาะงานวิจัยนี้ขอเรียกโดยรวมว่า ผู้สูงอายุ)

ประชากรในการวิจัยเชิงคุณภาพ คือ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีทั้ง ผู้สูงอายุ ผู้เกี่ยวข้องกับการดูแล ให้การสนับสนุนผู้สูงอายุทั้งในด้านการจัดโครงสร้างพื้นฐาน การจัดกิจกรรม การดูแลสุขภาพเบื้องต้น หรือการอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

ถูกแบ่งตามลักษณะของการวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพได้ดังต่อไปนี้

1) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเชิงปริมาณ

1.1) การศึกษาในภาคสนาม (ในศูนย์ผู้สูงอายุ) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีอายุตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในประชากร (55 ปีขึ้นไป) ซึ่งเป็นผู้เข้าใช้อาคารศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นผู้สูงอายุที่เข้าใช้ศูนย์จะถูกสุ่มเลือกตามสะดวกที่ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม 0.05 จากสูตรคำนวณของ Yamane (1967)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n คือ ขนาดตัวอย่าง

N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด

e คือ ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

1.2) การศึกษาในห้องปฏิบัติการ การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง จะใช้เกณฑ์ที่ 15 % – 30 % ของขนาดประชากรหลักร้อย (บุญชม ศรีสะอาด, 2535) คัดเลือกผู้สูงอายุอาสาสมัครจากศูนย์ผู้สูงอายุตามสะดวก เพื่อเข้าสู่การทดสอบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมอุณหภาพในห้องปฏิบัติการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเชิงคุณภาพ

คือ กลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลเชิงปริมาณ และกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ผู้ดูแลผู้สูงอายุ สถาปนิก/วิศวกร และผู้บริหาร

2.1) ผู้สูงอายุ ได้แก่ ผู้สูงอายุไทยที่เข้ามาใช้ศูนย์ผู้สูงอายุเป็นประจำ เพื่อทำกิจกรรมร่วมกัน และผู้สูงอายุอาสาสมัครเข้าสู่ห้องปฏิบัติการ จะถูกสุ่มแบบเฉพาะเจาะจงโดยใช้เกณฑ์ในการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 15 % – 30 % เพื่อทำการสัมภาษณ์

2.2) กลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

2.2.1) ผู้ดูแลผู้สูงอายุ ได้แก่ พยาบาลวิชาชีพประจำศูนย์ผู้สูงอายุ นักสังคมวิทยา ที่ถูกสุ่มแบบเฉพาะเจาะจงโดยใช้เกณฑ์คัดเลือกผู้มีหน้าที่ประจำในการดูแลผู้สูงอายุ ทั้งการจัดกิจกรรม และการตรวจสุขภาพ สำหรับใช้ในการสัมภาษณ์

2.2.2) สถาปนิก/วิศวกร ประจำหน่วยงานในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะถูกสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง โดยใช้เกณฑ์คัดเลือกผู้มีหน้าที่ในการออกแบบ รับผิดชอบ ดูแลศูนย์ผู้สูงอายุในพื้นที่ศึกษา เพื่อทำการสัมภาษณ์

2.2.3) กลุ่มตัวอย่างผู้บริหาร จะถูกสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง เพื่อทำการสัมภาษณ์ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้มีส่วนรับผิดชอบด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ และอาคารศูนย์ผู้สูงอายุ หรือตัวแทนผู้ให้การสนับสนุนด้านการจัดโครงสร้างพื้นฐานสำหรับผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ศึกษา

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ

เครื่องมือในการเก็บข้อมูล แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (Measuring instrument) 2) แบบสอบถาม (Questionnaire) และ 3) ห้องปฏิบัติการ (Climate-controlled chamber) ที่ใช้ในการทดสอบและเก็บข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.1.1 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลตัวแปรทางสภาพแวดล้อม

เครื่องมือในการเก็บข้อมูลตัวแปรทางสภาพแวดล้อมที่ใช้ตรวจวัดร่วมกับแบบสอบถาม

- **โกลบเทอร์โมมิเตอร์ (Globe thermometer)** ภายในมีเซนเซอร์ชนิด Thermocouple Type K สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งใช้ร่วมกับเครื่องแสดงผล Testo 445 โดยแสดงผลหน่วยเป็น °C ดังรูปที่ 3.2
- **เซนเซอร์วัดความร้อน ความชื้น และลม (Hot-Wire Air Velocity Meter)** ซึ่งใช้ร่วมกับเครื่องแสดงผล Tenmars TM4002 สำหรับวัดอุณหภูมิอากาศ มีหน่วยเป็น °C ความชื้นสัมพัทธ์ มีหน่วยเป็น % และความเร็วลม มีหน่วยเป็น m/s แสดงดังรูปที่ 3.3

(ก) (ข)

รูปที่ 3.2 โกลบเทอร์โมมิเตอร์และ Testo 445 ที่ใช้วัดอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน

(ก) (ข)

รูปที่ 3.3 เซนเซอร์และ TM4002 ที่ใช้วัดอุณหภูมิอากาศ ความชื้น ความเร็วลม

3.3.1.2 แบบสอบถาม

1) เนื้อหาในแบบสอบถาม แบ่งเป็น 4 ส่วน (แบบสอบถามแสดงใน ภาคผนวก ก.)

ส่วนที่ 1: มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพทั้งภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งภายนอกอาคารจะใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย

นอกจากนี้ยังได้มีการสำรวจรูปแบบอาคาร ตำแหน่งภายในศูนย์ที่ผู้สูงอายุอาศัยอยู่ขณะตอบแบบสอบถาม ในส่วนที่ 1 นี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้บันทึกข้อมูลเป็นหลัก

ส่วนที่ 2: มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของผู้สูงอายุ เฉพาะข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เพศ นอกจากนี้ยังมีการสำรวจลักษณะกิจกรรมที่ผู้สูงอายุได้ปฏิบัติมาแล้วไม่ต่ำกว่า 15 นาที ต่อเนื่องมาจนกระทั่งผู้สูงอายุได้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 3: เพื่อสำรวจข้อมูลด้านเสื้อผ้าที่ผู้สูงอายุผู้ตอบแบบสอบถามได้สวมใส่ (เพื่อนำไปใช้คำนวณค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่)

ส่วนที่ 4: มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนย่อย ได้แก่

ส่วนที่ 4.1: ใช้สำรวจความรู้สึกที่มีต่อตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (ได้แก่ ความรู้สึกเชิงความร้อน ความรู้สึกทางความชื้น และความรู้สึกทางความเร็วลม) ซึ่งมีรายละเอียดค่าระดับมาตรวัด (Scale) และเกณฑ์ในการวัดด้วยค่าเฉลี่ย มีดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 4.1.1: *การสำรวจความรู้สึกเชิงความร้อน*

- **การให้คะแนน** ความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal Sensation Vote, TSV) ใช้มาตรวัด 7 ระดับ ของสมาคมวิศวกรการทำความร้อน, การทำความเย็น และการปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) และองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (ISO) (ASHRAE, 2017; ISO, 2005) มาตรวัดนี้ได้รับการยอมรับจากทั่วโลก เพื่อใช้วัดความน่าสบายสำหรับผู้อยู่อาศัยในอาคาร รายละเอียดดังตารางที่ 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน

ความรู้สึกทางความร้อน	ระบบตัวเลข
หนาว (cold)	-3
เย็น (cool)	-2
ค่อนข้างเย็น (slightly cool)	-1
พอดี (neutral)	0
ค่อนข้างอุ่น (slightly warm)	+1
อุ่น (warm)	+2
ร้อน (hot)	+3

- **การวัดผลค่าคะแนน** ความรู้สึกเชิงความร้อน จากการใช้มาตรวัด 7 ระดับ ผลที่ได้มีวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน (Mean Thermal Sensation Vote, MTSV) ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน

ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน		**ความหมาย**
-3.00 ถึง -2.50	แปลความว่า	หนาว
-2.49 ถึง -1.50	แปลความว่า	เย็น
-1.49 ถึง -0.50	แปลความว่า	ค่อนข้างเย็น
-0.49 ถึง +0.49	แปลความว่า	พอดี
+0.50 ถึง +1.49	แปลความว่า	ค่อนข้างอุ่น
+1.50 ถึง +2.49	แปลความว่า	อุ่น
+2.50 ถึง +3.00	แปลความว่า	ร้อน

ส่วนที่ 4.1.2: *การสำรวจความรู้สึกทางความชื้น*

- **การให้คะแนน** ความรู้สึกทางความชื้น (Humidity Sensation Vote, HSV) ใช้มาตรวัด 7 ระดับ ตามการศึกษาของ Wang, Groot, Frank, Wörtche, and Leemans (2016) ดังแสดงในตารางที่ 3.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนความรู้สึกทางความชื้น

ความรู้สึกทางความชื้น	**ระบบตัวเลข**
แห้งมาก (very dry)	-3
แห้ง (dry)	-2
ค่อนข้างแห้ง (slightly dry)	-1
พอดี (neutral)	0
ค่อนข้างชื้น (slightly humid)	+1
ชื้น (humid)	+2
ชื้นมาก (very humid)	+3

- **การวัดผลค่าคะแนน** ความรู้สึกทางความชื้น จากการใช้มาตรวัด 7 ระดับ ผลที่ได้มีวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความชื้น (Mean Humidity Sensation Vote, MHSV) ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกทางความชื้น

ค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความชื้น		**ความหมาย**
-3.00 ถึง -2.50	แปลความว่า	แห้งมาก
-2.49 ถึง -1.50	แปลความว่า	แห้ง
-1.49 ถึง -0.50	แปลความว่า	ค่อนข้างแห้ง
-0.49 ถึง +0.49	แปลความว่า	พอดี
+0.50 ถึง +1.49	แปลความว่า	ค่อนข้างชื้น
+1.50 ถึง +2.49	แปลความว่า	ชื้น
+2.50 ถึง +3.00	แปลความว่า	ชื้นมาก

ส่วนที่ 4.1.3: *การสำรวจความรู้สึกทางความเร็วลม*

- **การให้คะแนน** ความรู้สึกทางความเร็วลม (Air-velocity Sensation Vote, VaSV) ใช้มาตรวัด 7 ระดับ ของ Wang et al. (2016) ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนความรู้สึกทางความเร็วลม

ความรู้สึกทางความเร็วลม	**ระบบตัวเลข**
ลมเบามาก (very low)	-3
ลมเบา (low)	-2
ลมค่อนข้างเบา (slightly low)	-1
พอดี (neutral)	0
ลมค่อนข้างแรง (slightly high)	+1
ลมแรง (high)	+2
ลมแรงมาก (very high)	+3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- **การวัดผลค่าคะแนน** ความรู้สึกทางความเร็วลม จากการใช้มาตรวัด 7 ระดับ ผลที่ได้มีวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความเร็ว (Mean Air Velocity Sensation Vote, MVaSV) ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกทางความเร็วลม

ค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความเร็วลม		**ความหมาย**
-3.00 ถึง -2.50	แปลความว่า	ลมเบามาก
-2.49 ถึง -1.50	แปลความว่า	ลมเบา
-1.49 ถึง -0.50	แปลความว่า	ลมค่อนข้างเบา
-0.49 ถึง +0.49	แปลความว่า	พอดี
+0.50 ถึง +1.49	แปลความว่า	ลมค่อนข้างแรง
+1.50 ถึง +2.49	แปลความว่า	ลมแรง
+2.50 ถึง +3.00	แปลความว่า	ลมแรงมาก

ส่วนที่ 4.2: ใช้เพื่อตรวจสอบความรู้สึกพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (ได้แก่ ตรวจสอบความรู้สึกสบายในสภาพแวดล้อม และตรวจสอบการยอมรับ) ซึ่งมีรายละเอียดค่าระดับของมาตรวัด และเกณฑ์ในการวัดด้วยค่าเฉลี่ย ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 4.2.1: *การตรวจสอบความสบายในสภาพแวดล้อม*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- **การให้คะแนน** เพื่อตรวจสอบความสบายในสภาพแวดล้อม ใช้มาตรวัด 6 ระดับ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนความรู้สึกสบายโดยรวมในสภาพแวดล้อม

ความรู้สึกสบายโดยรวมในสภาพแวดล้อม	**ระบบตัวเลข**
ไม่สบายมาก	+1
ไม่สบายปานกลาง	+2
ไม่สบายเล็กน้อย	+3
สบายเล็กน้อย	+4
สบายปานกลาง	+5
สบายมาก	+6

- **การวัดผลค่าคะแนน** ความสบายในสภาพแวดล้อม ใช้มาตรวัด 6 ระดับ ผลที่ได้มีวิธีวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยความรู้สึกสบายขณะอยู่ในสภาพแวดล้อม ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความสบายในสภาพแวดล้อม

ค่าเฉลี่ยความสบายในสภาพแวดล้อม		**ความหมาย**
+1.00 ถึง +1.49	แปลความว่า	ไม่สบายมาก
+1.50 ถึง +2.49	แปลความว่า	ไม่สบายปานกลาง
+2.50 ถึง +3.49	แปลความว่า	ไม่สบายเล็กน้อย
+3.50 ถึง +4.49	แปลความว่า	สบายเล็กน้อย
+4.50 ถึง +5.49	แปลความว่า	สบายปานกลาง
+5.50 ถึง +6.00	แปลความว่า	สบายมาก

ส่วนที่ 4.2.2: *การตรวจสอบการยอมรับต่อสภาพแวดล้อม*

- **การให้คะแนน** เพื่อสำรวจการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมด้วยมาตรวัด 2 ระดับ คือ การยอมรับ และไม่ยอมรับ (Chindapol, 2016; กิจชัย จิตขจรวานิช, 2550; สุดาภรณ์ สุดประเสริฐ, 2559) แสดงดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การให้คะแนนการยอมรับต่อสภาพแวดล้อม

การยอมรับ	**ระบบตัวเลข**
ยอมรับ	0
ไม่ยอมรับ	+1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- **การวัดผลค่าคะแนน** การยอมรับต่อสภาพแวดล้อม จากการใช้มาตรวัด 2 ระดับ ผลที่ได้มีวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยการยอมรับต่อสภาพแวดล้อม ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับต่อสภาพแวดล้อม

การยอมรับ		**ความหมาย**
0.00 ถึง +0.49	แปลความว่า	ยอมรับ
+0.50 ถึง +1.00	แปลความว่า	ไม่ยอมรับ

ส่วนที่ 4.3: เพื่อใช้ตรวจสอบความต้องการปรับตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (ได้แก่ ความร้อน ความชื้น และความเร็วลม) ซึ่งมีรายละเอียดค่าระดับของมาตรวัดและเกณฑ์ในการวัดด้วยค่าเฉลี่ย ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 4.3.1: *การสำรวจความต้องการปรับเชิงความร้อน*

- **การให้คะแนน** ความต้องการปรับเชิงความร้อน จะใช้มาตรวัด 5 ระดับ (สุดาภรณ์ สุดประเสริฐ, 2559) ดังแสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 เกณฑ์การให้คะแนนความต้องการปรับความร้อน

ความต้องการปรับความร้อน	ระบบตัวเลข
ให้ร้อนขึ้นมาก	+2
ให้ร้อนขึ้นเล็กน้อย	+1
ไม่ต้องปรับเปลี่ยน	0
ให้เย็นลงเล็กน้อย	-1
ให้เย็นลงมาก	-2

- **การวัดผลค่าคะแนน** ความต้องการปรับความร้อน จากการใช้มาตรวัด 5 ระดับ ผลที่ได้มีวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยความต้องการปรับเชิงความร้อน ดังตารางที่ 3.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.12 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความต้องการปรับความร้อน

ค่าเฉลี่ยความต้องการปรับเชิงความร้อน		ความหมาย
+1.50 ถึง +2.00	แปลความว่า	ให้ร้อนขึ้นมาก
+0.50 ถึง +1.49	แปลความว่า	ให้ร้อนขึ้นเล็กน้อย
+0.49 ถึง -0.49	แปลความว่า	ไม่ต้องปรับเปลี่ยน
-0.50 ถึง -1.49	แปลความว่า	ให้เย็นลงเล็กน้อย
-1.50 ถึง -2.00	แปลความว่า	ให้เย็นลงมาก

ส่วนที่ 4.3.2: *การสำรวจความต้องการปรับทางความชื้น*

- **การให้คะแนน** ความต้องการปรับความชื้น จะใช้มาตรวัด 5 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 เกณฑ์การให้คะแนนความต้องการปรับความชื้น

ความต้องการปรับทางความชื้น	ระบบตัวเลข
ให้ชื้นขึ้นมาก	+2
ให้ชื้นขึ้นเล็กน้อย	+1
ไม่ต้องปรับเปลี่ยน	0
ให้แห้งลงเล็กน้อย	-1
ให้แห้งลงมาก	-2

- **การวัดผลค่าคะแนน** ความต้องการปรับความชื้น จากการใช้มาตรวัด 5 ระดับ ผลที่ได้มีวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยความต้องการปรับความชื้น แสดงดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความต้องการปรับความชื้น

ค่าเฉลี่ยความต้องการปรับทางความชื้น		ความหมาย
+1.50 ถึง +2.00	แปลความว่า	ให้ชื้นขึ้นมาก
+0.50 ถึง +1.49	แปลความว่า	ให้ชื้นขึ้นเล็กน้อย
+0.49 ถึง -0.49	แปลความว่า	ไม่ต้องปรับเปลี่ยน
-0.50 ถึง -1.49	แปลความว่า	ให้แห้งลงเล็กน้อย
-1.50 ถึง -2.00	แปลความว่า	ให้แห้งลงมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 4.3.3: *การสำรวจความต้องการปรับทางความเร็วลม*

- **การให้คะแนน** ความต้องการปรับทางความเร็วลม จะใช้มาตรวัด 5 ระดับ ดังในตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 เกณฑ์การให้คะแนนความต้องการปรับความเร็วลม

ความต้องการปรับทางความเร็วลม	ระบบตัวเลข
ให้ลมแรงขึ้นมาก	+2
ให้ลมแรงขึ้นเล็กน้อย	+1
ไม่ต้องปรับเปลี่ยน	0
ให้ลมเบาลงเล็กน้อย	-1
ให้ลมเบาลงมาก	-2

- **การวัดผลค่าคะแนน** ความต้องการปรับความเร็วลม จากการใช้มาตรวัด 5 ระดับ ผลที่ได้มีวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยความต้องการปรับทางความเร็วลม แสดงดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความต้องการปรับความเร็วลม

ค่าเฉลี่ยความต้องการปรับทางความเร็วลม		ความหมาย
+1.50 ถึง +2.00	แปลความว่า	ให้ลมแรงขึ้นมาก
+0.50 ถึง +1.49	แปลความว่า	ให้ลมแรงขึ้นเล็กน้อย
+0.49 ถึง -0.49	แปลความว่า	ไม่ต้องปรับเปลี่ยน
-0.50 ถึง -1.49	แปลความว่า	ให้ลมเบาลงเล็กน้อย
-1.50 ถึง -2.00	แปลความว่า	ให้ลมเบาลงมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 4.4: เป็นคำถามปลายเปิด เพื่อใช้จดบันทึกด้านความคิดเห็นของผู้สูงอายุ อาทิ แนวทางในการปรับสภาพแวดล้อมให้อยู่ในสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ เป็นต้น

2) การหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม

การหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถามนี้ได้ตรวจสอบโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เมื่อผู้เชี่ยวชาญได้ทำการตรวจสอบตามเกณฑ์เพื่อพิจารณาข้อคำถาม หลังจากนั้นจึงได้หาค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (Index of item objective congruence : IOC) ด้วยสูตรโรวิเนลลี และแฮมเบิลตัน (Rovinelli & Hambleton, 1977)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

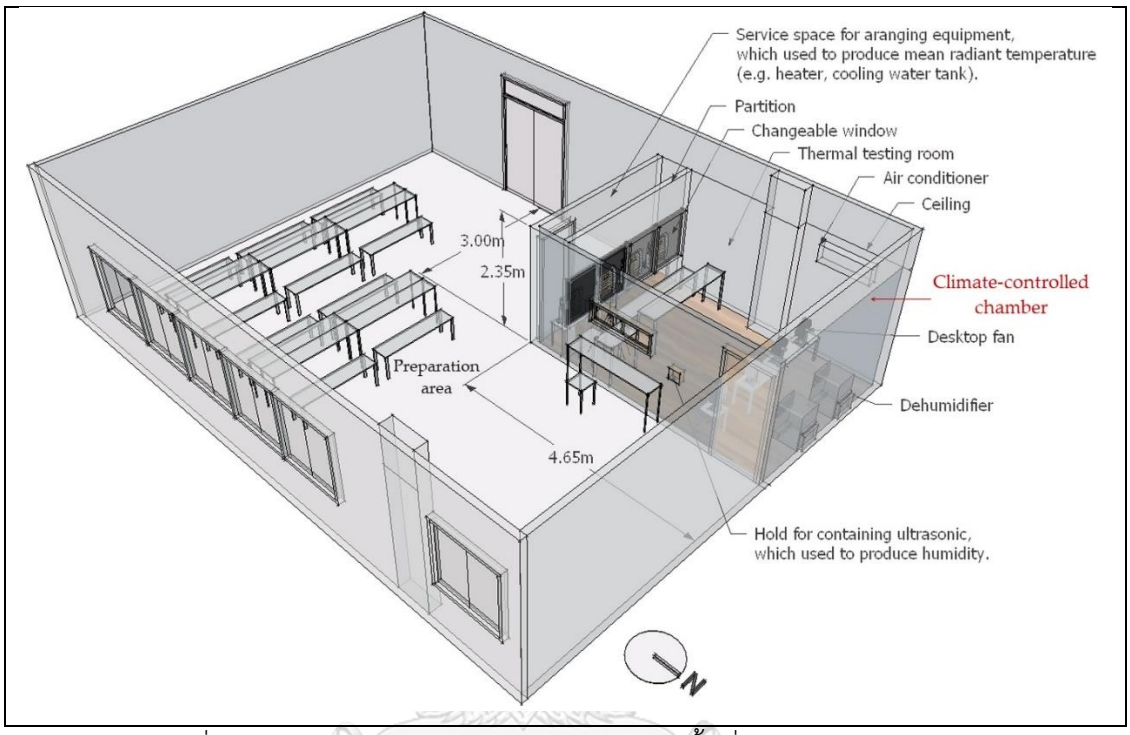
นำผลที่ได้มาคำนวณเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ แล้วนำมาปรับแก้ไขก่อนนำแบบสอบถามไปใช้ในการเก็บข้อมูลนำร่อง และปรับให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล เมื่อข้อคำถามงานวิจัยได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าให้ผลค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ ดังนั้นแบบสอบถามจึงสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไปได้

3.3.1.3 ห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการ จัดเป็นเครื่องมือหนึ่งในการพิจารณาขยายขอบเขตความน่าสบายให้ผู้สูงอายุไทยในงานวิจัยนี้ โดยห้องปฏิบัติการ ที่ตั้งอยู่ในห้องเรียนของ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (รูปที่ 3.4) ได้ถูกนำมาปรับปรุงให้สามารถปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่หลากหลายได้ เพื่อใช้เก็บข้อมูลพร้อมกับแบบสอบถาม ในขณะที่ผู้สูงอายุได้รับประสบการณ์กับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในห้อง

1) การศึกษาสร้างห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เหมาะสมกับการเก็บข้อมูล และให้สามารถปรับสภาพแวดล้อมอุณหภาพได้ครอบคลุมถึงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ การออกแบบห้องปฏิบัติการจึงได้ใช้วิธีเพิ่มอุปกรณ์ในการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่เคลื่อนย้ายได้ (portable) นำเข้าไปติดตั้งภายในห้อง อีกทั้งจัดพื้นที่ให้นำคนเข้าไปทดสอบได้ ซึ่งได้ใช้วิธีกั้นห้องปฏิบัติการด้วยผนังอลูมิเนียม แบ่งเป็น 4 ช่องเท่า ๆ กัน แต่ละช่องผนังสามารถติดตั้งอุปกรณ์ เพิ่ม-ลด อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ที่ปรับเปลี่ยนได้ โดยภายในห้องปฏิบัติการถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ทดสอบโดยผู้สูงอายุ (Climate-controlled chamber) และส่วนสนับสนุน (Service area) ซึ่งในส่วนนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการแผ่รังสีความร้อน ตลอดจนอุปกรณ์เสริมอื่นๆ จะถูกจัดวางไว้ และใช้โดยผู้วิจัยเท่านั้น

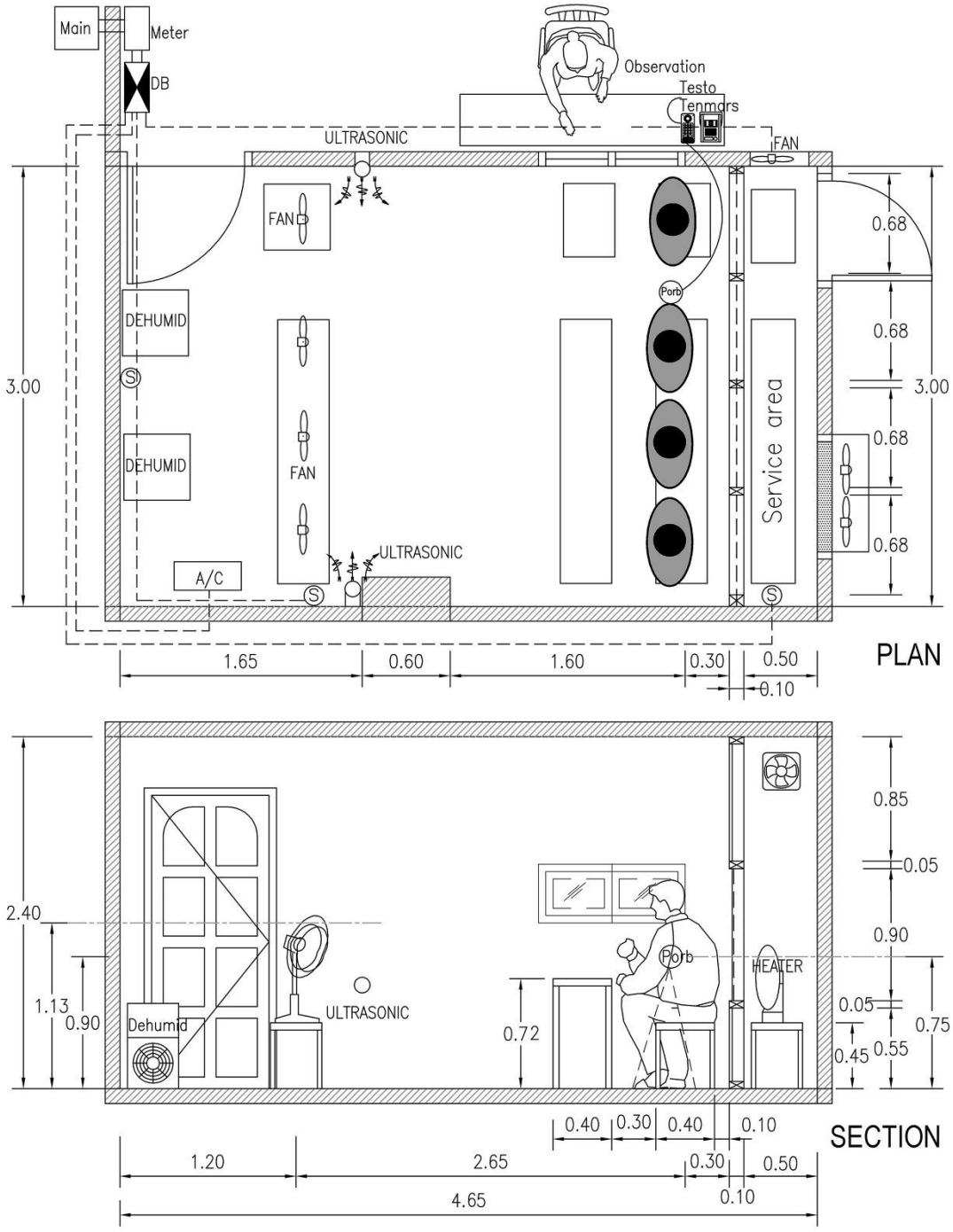
ส่วนภายนอกห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นพื้นที่ของห้องเรียนอันเป็นที่ตั้งของห้อง พื้นที่นี้ได้ถูกจัดให้เป็นพื้นที่เตรียม (Pre-test) ก่อนเข้าทำการทดสอบ รายละเอียดห้องปฏิบัติการ และห้องเรียนที่ตั้ง แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แบบจำลองสามมิติห้องปฏิบัติการและพื้นที่เตรียมก่อนเข้าทดสอบ

2) ขนาดห้องปฏิบัติการ กว้าง 3.00 เมตร x ยาว 4.65 เมตร x สูง 2.35 เมตร ซึ่งในการให้อาสาสมัครผู้สูงอายุเข้าร่วมตอบแบบสอบถามภายในห้อง จำนวนผู้เข้าทดสอบได้คำนวณโดยใช้เกณฑ์ความต้องการอากาศ/ต่อจำนวนคน (Air Requirements cfm/person) ตามชนิดห้องเรียน และฝึกปฏิบัติการซึ่งได้ประเมินจำนวนผู้ใช้พื้นที่มากที่สุด 50 คน /100 ตารางเมตร (Estimated Maximum Occupancy P/ 100 m^2) ตาม ASHRAE Standard 62.1 (ASHRAE, 1989) ดังนั้นห้องปฏิบัติการจะสามารถรองรับผู้สูงอายุอาสาสมัคร ผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามได้ 4-5 คน ในห้องปฏิบัติการจึงกำหนดให้มีที่นั่งสำหรับผู้เข้าทดสอบเป็นจำนวน 4 คน (รูป 3.5)

3) การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ จะตั้งไว้ที่ตำแหน่งแนวเดียวกับผู้นั่งทดสอบ ห่างจากผนัง 0.30 เมตร สูงจากพื้น 0.75 เมตร เพื่อวัดอุณหภูมิอากาศ ความชื้น อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน และความเร็วลม ซึ่งระดับความสูงนี้ได้จากการเฉลี่ยตำแหน่งการวัดของท่านั่ง และยืน ตามมาตรฐาน (ในท่านั่งวัดที่ความสูง 0.60 เมตร ท่ายืนวัดที่ความสูง 0.90 เมตร จากพื้น) อันเป็นลักษณะท่าทางจริงของผู้สูงอายุขณะใช้พื้นที่ศูนย์ผู้สูงอายุ



รูปที่ 3.5 แบบห้องปฏิบัติการ การติดตั้งอุปกรณ์ และตำแหน่งการตรวจวัดขณะเก็บข้อมูล

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพ

แบบสัมภาษณ์ แบ่งเป็น 3 ชุด เพื่อใช้สัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) แบบสัมภาษณ์ 2 ชุด เป็นชนิดกึ่งมีโครงสร้าง (Semi-structured interview) เพื่อสัมภาษณ์ ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คำถามในการสัมภาษณ์เป็นลักษณะปลายเปิด ส่วนแบบสัมภาษณ์อีก 1 ชุด จะเป็นแบบมีโครงสร้าง (Structured interview) เพื่อใช้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

1) **แบบสัมภาษณ์ชุดที่ 1:** ใช้สัมภาษณ์ผู้สูงอายุ เพื่อศึกษาข้อคิดเห็นด้านแนวทางในการจัดการ ปรับปรุงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในอาคาร ทั้งที่จะได้มีการก่อสร้างขึ้นมาใหม่ หรืออาคารที่มีอยู่เดิม เพื่อให้สนองต่อสภาวะน่าสบายกับตัวผู้สูงอายุเอง
2) **แบบสัมภาษณ์ชุดที่ 2:** ใช้สัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ผู้บริหาร ผู้ดูแลผู้สูงอายุ และสถาปนิก/วิศวกร เพื่อศึกษาข้อคิดเห็น ความเป็นไปได้ในการนำแนวทางจัดการปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุไปใช้ ตลอดจนข้อจำกัด และข้อคิดเห็นเพิ่มเติม ในการนำไปใช้พัฒนาโครงการจริง
3) **แบบสัมภาษณ์ชุดที่ 3:** ใช้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางที่ถูกจัดทำเป็นมาตรฐานหลังจากผ่านการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องแล้ว (ผู้สูงอายุ และกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ผู้บริหาร ผู้ดูแลผู้สูงอายุ และสถาปนิก/วิศวกร) ถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ ซึ่งในแบบสัมภาษณ์ได้แนบข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายอันเป็นข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินว่ามาตรฐานและข้อควรคำนึงถึงนี้จะเหมาะสมและสามารถนำไปใช้กับศูนย์ผู้สูงอายุอื่น ๆ ในประเทศไทยได้หรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 ตัวแปรในงานวิจัย

จากการศึกษาความรู้สึก และขอบเขตสภาวะน่าสบายผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ เพื่อหามาตรฐานการพัฒนาสภาวะน่าสบายที่ประหยัดพลังงานให้กับศูนย์ผู้สูงอายุ ในการดำเนินการ ข้อคิดเห็นด้านแนวทางในการจัดการอาคารศูนย์ผู้สูงอายุให้มีประสิทธิภาพรองรับการใช้งานที่เฉพาะ และข้อคิดเห็นด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้พัฒนาโครงการจริงจึงถูกพิจารณา ซึ่งการวิจัยใช้วิธีเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณ และคุณภาพ เพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยงานวิจัยมีกรอบตัวแปรเชิงปริมาณ (รูปที่ 3.6) และเชิงคุณภาพ (รูปที่ 3.7) ดังนี้

ตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ผลลัพธ์
กลุ่มตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ 1. อุณหภูมิอากาศ 2. อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน 3. ความชื้น 4. ความเร็วลม	1. ระดับความรู้สึกเชิงความร้อน 2. ระดับความรู้สึกทางความชื้น 3. ระดับความรู้สึกทางความเร็วลม	สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเพื่อใช้ในการหาแนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ

รูปที่ 3.6 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในเชิงปริมาณ

ตัวแปรเชิงคุณภาพ

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ผลลัพธ์
แนวทางในการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุให้ประหยัดพลังงาน	ข้อคิดเห็นด้านความเป็นไปได้ในการนำแนวทางไปใช้กับศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อให้เกิดความน่าสบาย และประหยัดพลังงาน	มาตรฐานในการจัดการปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อใช้งานในโครงการจริง

รูปที่ 3.7 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในเชิงคุณภาพ

3.4.1 ตัวแปรในการวิจัยเชิงปริมาณ

กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ดังนี้

1) ตัวแปรต้นในการวิจัยเชิงปริมาณ คือ ตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ มีหน่วยเป็น ºC, อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน มีหน่วยเป็น ºC, ความชื้นที่ถูกวัดด้วยลักษณะของความชื้นสัมพัทธ์ มีหน่วยเป็น %, และความเร็วลม มีหน่วยเป็น m/s

1.1) ตัวแปรต้นในภาคสนาม ที่ได้ดำเนินการในศูนย์ผู้สูงอายุ คือ ตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่เป็นอยู่จริงในห้องกิจกรรมแบบปรับอากาศของศูนย์ผู้สูงอายุ ตามที่ตรวจวัดได้ขณะเก็บข้อมูล

1.2) ตัวแปรต้นในห้องปฏิบัติการ คือ ตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งมี 144 ลักษณะ ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ และทบทวนวรรณกรรม (ในบทที่ 2 ข้อ 2.2.7)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การปรับตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ จึงได้พิจารณาอุปกรณ์ภายใต้ความเหมาะสมของงบประมาณ และความปลอดภัย ของผู้เข้าร่วมทดสอบ ซึ่งในแต่ละอุปกรณ์จะถูกทดสอบเพื่อให้ได้ค่าก่อนผสานระบบห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์สำหรับปรับอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ความชื้น และความเร็วลม มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1) อุณหภูมิอากาศ มี 4 ระดับที่ 21.5 ºC, 24.0 ºC, 26.5 ºC, และ 29.0 ºC ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ช่วงอุณหภูมิอากาศที่ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบายที่ 21.3 – 27.3 ºC แล้วจึงนำไปพิจารณาขยายขอบเขตในช่วงอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้น จากการคาดว่าผู้สูงอายุจะสามารถปรับตัวได้ที่ +2 ºC จึงทำให้ได้อุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการทดสอบช่วง 21.5 – 29.0 ºC

ตารางที่ 3.17 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับอุณหภูมิอากาศ

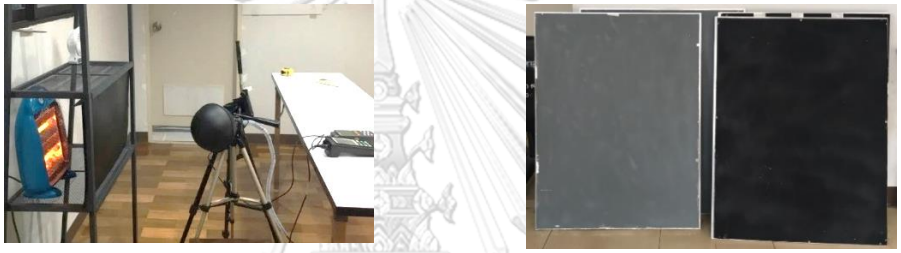
ตัวแปร	อุปกรณ์สำหรับใช้ในแต่ละกรณี	
	การเพิ่ม	การลด
อุณหภูมิอากาศ	1. ใช้อินฟราเรดฮีทเตอร์ (600 W และ 400 W) เปิดแล้วปิด	1. ใช้เครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,000 Btu/hr

รูปที่ 3.8 อินฟราเรดฮีทเตอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1.2.2) อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน มี 4 ระดับ ในค่าที่มากกว่า และน้อยกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้อง กล่าวคือ มากกว่าอุณหภูมิอากาศที่ +1.5 ºC และที่ +2.5 ºC ตามลำดับ และน้อยกว่าอุณหภูมิอากาศที่ -1.5 ºC และที่ -2.5 ºC ตามลำดับ ซึ่งได้กำหนดค่าโดยอาศัยข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมา ที่มีผู้ศึกษาถึงการแผ่รังสีความร้อนในห้องปรับอากาศของไทย ที่พบในช่วง 19.85 – 29.54 ºC (ดังบทที่ 2 ข้อ 2.2.7) จึงได้นำมากำหนดช่วงอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน และเทียบเคียงกับการวัดอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนภายในห้องกิจกรรมผู้สูงอายุที่พบว่าอยู่ในช่วง ±1.0 จนถึง ± 2.5 ºC จากอุณหภูมิอากาศ

ตารางที่ 3.18 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน

ตัวแปร	อุปกรณ์สำหรับใช้ในแต่ละกรณี	
	การเพิ่ม	การลด
อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน	1.ใช้อินฟราเรดฮีทเตอร์ (600 W) ฉายบนอลูมิเนียมพ่นสีเทาด้าน (สำหรับ Ta +1.50 °C) 2.ใช้อินฟราเรดฮีทเตอร์ (600 W) ฉายบนอลูมิเนียมพ่นสีดำด้าน (สำหรับ Ta+2.50 °C)	1.ใช้ขดท่ออลูมิเนียมไหลเวียนด้วยน้ำเย็นจากน้ำที่แช่ในน้ำแข็งผสมกับเกลือ เพื่อให้น้ำเย็นมากขึ้น (สำหรับ Ta -1.50 °C) 2. ใช้ถังอลูมิเนียมบรรจุน้ำแข็งผสมเกลือให้จุดเยือกแข็งต่ำกว่า 0 °C (สำหรับ Ta -2.5 °C) ซึ่งทดสอบก่อนทำห้องปฏิบัติการ



(ก) (ข)

รูปที่ 3.9 การทดลองเพื่อเพิ่มอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ก่อนปรับปรุงห้องปฏิบัติการ (ก) การทดลองอินฟราเรดฮีทเตอร์ฉายบนอลูมิเนียม (ข) หน้าต่างอลูมิเนียมที่พัฒนาเพื่อใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
GKORN UNIVERSI

(ก) (ข)

รูปที่ 3.10 การทดลองเพื่อลดอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ก่อนปรับปรุงห้องปฏิบัติการ (ก) การทดลองนำท่ออลูมิเนียมมาไหลเวียนด้วยน้ำเย็น (ข) การทดลองใช้ถังอลูมิเนียมใส่น้ำแข็งผสมเกลือเพื่อให้มีการแผ่รังสีความร้อนในด้านเย็น

1.2.3) ความชื้นสัมพัทธ์ มี 3 ระดับที่ 45.0 %, 60.0 %, 75.0 % ซึ่งได้มาจากการตรวจวัดความชื้นในห้องปรับอากาศทั่วไป และเทียบจากการศึกษาในอดีต แต่ด้วยเหตุที่ต้องการพิจารณาความรู้สึกทางความชื้นในผู้สูงอายุไทย ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผู้สูงอายุอาจมีความต้องการความชื้นที่สูงขึ้นจากสภาพผิวหนังที่แห้ง ดังนั้นจึงได้ขยายขอบเขตตัวแปรความชื้นในการทดสอบให้เป็นที่ 75.0 % (ซึ่งต่างจากความชื้นที่มีในห้องปรับอากาศทั่วไป)

ตารางที่ 3.19 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับความชื้น

ตัวแปร	อุปกรณ์สำหรับใช้ในแต่ละกรณี	
	การเพิ่ม	การลด
ความชื้น	1.ใช้อุลตราโซนิคพ่นหมอกสั่นในน้ำ	1.ใช้เครื่องดูดความชื้น (Dehumidifier)

(ก) (ข)

รูปที่ 3.11 ชุดอุปกรณ์สำหรับเพิ่ม และลด ความชื้นในห้องปฏิบัติการ
(ก) ชุดอุลตราโซนิคพ่นหมอกสั่นในน้ำ (ข) เครื่องดูดความชื้น

1.2.4) ความเร็วลม มี 3 ระดับ ที่ 0.05 m/s, 0.50 m/s, 1.50 m/s ซึ่งได้จากงานวิจัยในอดีต และการขยายขอบเขตความเร็วลมในอัตราที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.20 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับความเร็วลม

ตัวแปร	อุปกรณ์สำหรับใช้ในแต่ละกรณี	
	การเพิ่ม	การลด
ความเร็วลม	1.ใช้พัดลม ขนาดใบพัด 10” 2.ปรับความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศ	ควบคุมพัดลมในเครื่องปรับอากาศด้วยการปรับทิศ และบังด้วยม่านไม้ไผ่

2) ตัวแปรตามในการวิจัยเชิงปริมาณ

- ค่าคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal Sensation Vote, TSV)
- ค่าคะแนนความรู้สึกทางความชื้น (Humidity Sensation Vote, HSV)
- ค่าคะแนนความรู้สึกทางความเร็วลม (Air-velocity Sensation Vote, VaSV)

3) ตัวแปรควบคุมในการวิจัยเชิงปริมาณ

- ผู้ตอบแบบสอบถามหากรับประทานอาหารมาแล้วต้องมีเวลาพักไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง (Chindapol, 2016; Fanger, 1972)
- ผู้เข้าร่วมต้องนั่งอยู่ ณ พื้ นที่ที่ทำการตรวจวัดสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพมาไม่น้อยกว่า 15 นาที (ASHRAE, 2013) ก่อนตอบแบบสอบถาม
- ควบคุมลักษณะกิจกรรมของผู้ตอบแบบสอบถามให้เป็นแบบเบาที่ 65-70 W/m^2 เสมือนกิจกรรมที่ทำในศูนย์ผู้สูงอายุโดยปกติ

3.4.2 ตัวแปรในการวิจัยเชิงคุณภาพ

1) ตัวแปรต้นในการวิจัยเชิงคุณภาพ

- แนวทางในการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ ทั้งที่จะได้มีการสร้างขึ้นใหม่และมีอยู่เดิมให้ประหยัดพลังงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) ตัวแปรตามในการวิจัยเชิงคุณภาพ

- ข้อคิดเห็นด้านความเป็นไปได้ในการนำแนวทางการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุไปใช้
- ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมสภาวะน่าสบายที่ประหยัดพลังงาน และโอกาส ข้อจำกัด สำหรับนำไปใช้พัฒนาในโครงการจริง

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ในเชิงปริมาณได้เก็บข้อมูลผู้ผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศในพื้นที่ศึกษา และทำการเก็บข้อมูลกับผู้สูงอายุอาสาสมัครที่เข้าสู่ห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะได้ข้อมูลกลับมา จำนวน 8,640 ข้อมูล โดยได้ข้อมูลจากฤดูหนาว 4,320 ข้อมูล และฤดูร้อน 4,320 ข้อมูล ส่วนการเก็บข้อมูลในเชิงคุณภาพจะได้สัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลัก ได้แก่ ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (ผู้ดูแลผู้สูงอายุ สถาปนิก/วิศวกร และผู้บริหาร) เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์พัฒนาเป็นมาตรฐานในการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ

3.5.1 การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ

1) ก่อนทำแบบสอบถาม

การศึกษาทั้งในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ และการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ในเบื้องต้นผู้สูงอายุจะต้องเป็นผู้ผ่านเกณฑ์การคัดกรองที่ทำการทดสอบในศูนย์ผู้สูงอายุโดยปกติอยู่แล้วว่าไม่เป็นผู้มีภาวะสมองเสื่อม สามารถสื่อสารรับรู้ได้อย่างปกติ

2) การทำแบบสอบถาม

หลังจากได้กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่ผ่านการคัดกรองแล้ว จะมีวิธีการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

2.1) การเก็บข้อมูลภาคสนาม ซึ่งดำเนินการในศูนย์ผู้สูงอายุ การศึกษาได้เก็บข้อมูลผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างขณะทำกิจกรรมเบา เช่น ร้องเพลง นั่งเล่นเกมส์กระดาน หรือนั่งพูดคุย เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที โดยผู้สูงอายุจะถูกสุ่มเลือกตามสะดวก เพื่อตอบแบบสอบถาม พร้อมกับทำการตรวจวัดสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพขณะตอบ

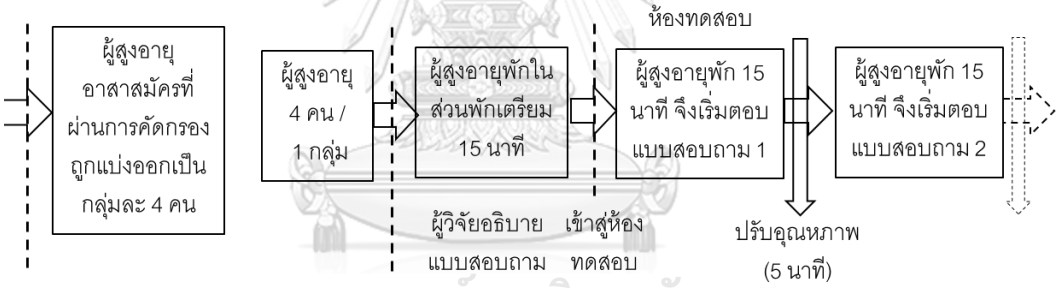
2.2) การเก็บข้อมูลภายในห้องปฏิบัติการ ผู้สูงอายุผู้เป็นอาสาสมัครที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามจะเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 15 % - 30 % ตามขนาดของประชากร ผู้ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่ศึกษาและมีการรวมกลุ่มทำกิจกรรมในศูนย์ผู้สูงอายุ โดยจะถูกสุ่มเลือกแบ่งเป็นกลุ่มละ 4 คน เพื่อทดสอบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ โดยในกระบวนการก่อนตอบแบบสอบถามผู้สูงอายุจะถูกให้นั่งพักรอเป็นเวลา 15 นาที ในส่วนภายในพื้นที่พักเตรียม ในพร้อมกันนั้นผู้วิจัยได้อธิบายแบบสอบถามและได้สำรวจข้อมูลด้านฉนวนเสื้อผ้าที่สวมใส่ หลังจากนั้นจึงให้ผู้สูงอายุ 4 คน เข้าสู่ห้องปฏิบัติการที่ปรับอุณหภาพได้ในช่วงที่ครอบคลุมขอบเขตความน่าสบายของห้องปรับอากาศ อัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เป็นการศึกษาขยายขอบเขตความน่าสบายด้วยวิธีทดลองปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมอุณหภาพทีละตัวแปร เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ ปรับปรุงอาคารศูนย์ผู้สูงอายุ

ขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการช่วงแรกผู้สูงอายุต้องนั่งพัก และอยู่ในลักษณะกิจกรรมเบาอย่างน้อย 15 นาที เมื่อครบตามเวลาผู้สูงอายุจึงได้เริ่มตอบแบบสอบถาม เมื่อผู้สูงอายุตอบแบบสอบถามเสร็จสิ้น ภายในเวลา 15 – 20 นาที จึงได้เริ่มปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพโดยใช้เวลาโดยประมาณ 5 นาที เพื่อให้ผลที่ได้เป็นตัวแทนความรู้สึกจริง จึงต้องมีช่วงเวลาให้ผู้สูงอายุปรับตัวในขณะที่มีการปรับเปลี่ยนอุณหภาพ 15 นาที หลังจากนั้นจึงให้ผู้สูงอายุเริ่มตอบแบบสอบถามในชุดใหม่ ซึ่งในแต่ละครั้งของการทดสอบได้ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 20 นาที โดยกำหนดตำแหน่งการวัดสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ผู้สูงอายุประสบในลักษณะเดียวกันทั้งหมด

ในการตอบแบบสอบถาม ผู้สูงอายุแต่ละคนจะต้องทดสอบ และตอบแบบสอบถาม โดยใช้วิธีการสุ่มตามสะดวก เพื่อให้ได้ผลการสำรวจในสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ 144 ลักษณะ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลกลับมาจำนวน 8,640 ข้อมูล สำหรับกระบวนการในการเก็บข้อมูลมีดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.12 กระบวนการระหว่างเก็บข้อมูลภายในห้องปฏิบัติการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.5.2 การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

หลังจากเก็บข้อมูลเชิงอุณหภาพแล้ว จึงได้เก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อสอบถามความคิดเห็นด้านแนวทางในการออกแบบอาคารที่จะได้ทำการก่อสร้างขึ้นมาใหม่ และปรับปรุงอาคารเดิมที่มีอยู่ให้ตอบสนองต่อความรู้สึกน่าสบายของผู้สูงอายุไทย การสัมภาษณ์แต่ละคนจะใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1) สัมภาษณ์ผู้สูงอายุ โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจงเพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้สูงอายุที่ใช้สอยอาคารศูนย์ผู้สูงอายุในพื้นที่กรณีศึกษาเป็นประจำ และผู้สูงอายุผู้เป็นอาสาสมัครที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามในห้องปฏิบัติการ

2) สัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ดังต่อไปนี้

2.1) สัมภาษณ์ผู้ดูแลผู้สูงอายุ พยาบาลวิชาชีพประจำศูนย์ผู้สูงอายุ และนักสังคมวิทยา

2.2) สัมภาษณ์สถาปนิก/วิศวกร ผู้เกี่ยวข้องกับการออกแบบก่อสร้าง บริหารโครงการด้านสถาปัตยกรรม/วิศวกรรม ดูแลกายภาพอาคารศูนย์ผู้สูงอายุ

2.3) สัมภาษณ์ผู้บริหาร ผู้เกี่ยวข้องด้านการบริหารที่มีส่วนรับผิดชอบ พิจารณานโยบายที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ และอาคารศูนย์ผู้สูงอายุ หรือตัวแทนผู้ให้การสนับสนุนการเตรียมการด้านการจัดโครงสร้างพื้นฐานสำหรับผู้สูงอายุในเขตพื้นที่กรณีศึกษา

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

มีการวิเคราะห์ผลศึกษาที่ดำเนินตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุไทย ขณะใช้ศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศกรณีศึกษา

วิธีวิเคราะห์: จากการแปลผลด้วยแผนภูมิ เพื่ออธิบายความรู้สึกสบายเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุในแต่ละศูนย์ และวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทางสถิติอ้างอิง เช่น T-test One-way ANOVA เพื่อศึกษาปัจจัยจากบุคคลด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่งมีชื่อว่า IBM SPSS Statistics 22 โดยใช้ข้อมูลจากการเก็บในศูนย์ผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ศึกษาความรู้สึกของผู้สูงอายุในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เพื่อพิจารณาขยายขอบเขตสภาพแวดล้อมที่น่าสบาย

วิเคราะห์: พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมภายในห้องปรับอากาศ ที่ส่งผลต่อความรู้สึกสบายเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุไทยด้วยแผนภูมิ และใช้สถิติอ้างอิงเช่นเดียวกันกับการศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 แต่ใช้ใช้ข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการที่มีการทดสอบในสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่หลากหลาย

3) พัฒนาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย สำหรับนำไปใช้วิเคราะห์แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้ประหยัดพลังงาน:

วิเคราะห์: ด้วยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่งมีชื่อว่า IBM SPSS Statistics 22 เพื่อหาสมการทำนายความรู้สึกที่มีต่ออุณหภาพในผู้สูงอายุไทย

การวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยพิจารณากำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (หรือค่า R^2) ที่บ่งบอกถึง ความผันแปรของตัวแปรตอบสนองที่สามารถอธิบายได้ในตัวแบบเชิงเส้นร้อยละเท่าใด ได้ใช้หลักของ Pallant (2001) ที่ได้อธิบายค่า R^2 ไว้ดังนี้

ค่าระหว่าง 0.01-0.09	หมายถึง	อธิบายได้ในระดับน้อย
ค่าระหว่าง 0.09-0.25	หมายถึง	อธิบายได้ในระดับปานกลาง
ค่าระหว่าง 0.25-0.49	หมายถึง	อธิบายได้ในระดับมาก
ค่าระหว่าง 0.49+	หมายถึง	อธิบายได้ในระดับมากที่สุด

วิเคราะห์: เปรียบเทียบค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย กับค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ใน ASHRAE Standard 55 โดยค่า PMV นั้นได้จากการวิเคราะห์ใน The CBE Thermal Comfort Tool (Center for the Built Environment, 2019) บนพื้นฐานของการคำนวณตาม ASHRAE standard 55

วิเคราะห์: การวิเคราะห์สร้างไซโครเมตริก (Psychrometric Chart) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเสนอแนะแนวทางการปรับสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพให้กับศูนย์ผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4) พัฒนาแนวทางในการจัดการ ปรับปรุง สภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ และทดสอบความเป็นไปได้ด้านการประหยัดพลังงานของแนวทาง

วิเคราะห์: ด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ได้แก่ พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ที่มีชื่อว่า scSTREAM-Cradle CFD เพื่อหาแนวทางในปรับสภาวะน่าสบายจากการวิเคราะห์การไหลของกาศ และวิธีการปรับสภาพแวดล้อมอุณหภาพภายในอาคาร ซึ่งจะแสดงผลเปรียบเทียบในก่อนและหลังการปรับตามแนวทางที่ได้พัฒนาขึ้น ตลอดจนวิเคราะห์การใช้พลังงานใน Visual DOE 4.0 ซึ่งได้นำเข้าค่าของวัสดุก่อสร้าง ตารางการทำงาน และระบบปรับอากาศ ลงในโปรแกรมเพื่อจำลองการใช้พลังงานของกรณีศึกษาทั้งก่อน และหลังการใช้แนวทางที่พัฒนาขึ้นด้วยเช่นกัน

5) ศึกษาข้อคิดเห็นที่มีต่อแนวทาง เพื่อยกระดับสู่การเป็นมาตรฐานในการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้ประหยัดพลังงานสำหรับนำไปใช้กับโครงการจริง

วิเคราะห์: จากการทดสอบความเป็นไปได้ในการนำมาตรฐานไปใช้ด้วยวิธีสัมภาษณ์กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การวิเคราะห์จะได้รวบรวมข้อคิดเห็นเพิ่มเติมที่ได้จากทั้งผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ผู้ดูแลผู้สูงอายุ สถาปนิก/วิศวกร ผู้บริหาร มาจัดทำเป็นข้อควรคำนึงถึงของศูนย์ผู้สูงอายุในการพัฒนาด้านสภาวะน่าสบาย เพื่อเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ในรูปแบบประเมินมาตราวัดค่า 5 ระดับ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนอย่างน้อย 5 คนพิจารณาความเหมาะสม แล้วจึงนำผลการให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญมาดำเนินการแปลความหมายและเทียบเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้น โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมกำหนดการแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2557) คือ

4.50-5.00	แปลความว่า	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.50-4.49	แปลความว่า	เห็นด้วย
2.50-3.49	แปลความว่า	ปานกลาง
1.50-2.49	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วย
1.00-1.49	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

สำหรับผลการตัดสินนั้นจะใช้เกณฑ์ ปานกลาง ถือว่าผ่าน ถ้าประเด็นการพิจารณาไม่ผ่านเกณฑ์ข้อนั้นจะถูกตัดออก

หลังจากที่พิจารณาตามเกณฑ์การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผลการประเมินข้อแนะนำในการออกแบบอาคารที่จะได้ก่อสร้างขึ้นมาใหม่ และแนวทางในการปรับปรุงอาคารที่มีอยู่เดิม ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับทั้งในเชิงอุณหภาพและกายภาพ ข้อที่ผ่านเกณฑ์จะได้ถูกนำไปจัดทำเป็นมาตรฐาน สำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาโครงการจริงต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการศึกษาสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทย

จากเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา เทศบาลนครพิษณุโลก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับการสนับสนุนจากทั้งภาครัฐ และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (JICA) ให้พัฒนาเป็นเขตนำร่องสำหรับสังคมผู้สูงอายุที่ยั่งยืน จึงได้รับการคัดเลือกในการศึกษา หลังจากที่ได้ทำการศึกษานำร่องด้านสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุในอาคารบริการสาธารณสุข ซึ่งภายในอาคารเหล่านี้มีห้องที่ได้จัดให้เป็นศูนย์ผู้สูงอายุรวมอยู่ด้วย ผลพบว่าศูนย์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมระหว่างวันร่วมกันของผู้สูงอายุที่กระจายตัวอยู่ในชุมชนในเขตเมืองนั้นมีความสำคัญ เพราะนอกจากทำเลที่ตั้งที่อยู่ในแหล่งชุมชนที่ทำให้ผู้สูงอายุเข้าถึงและใช้งานได้สะดวกแล้ว ยังตอบสนองต่อการใช้งานโดยผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคม ซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่ของประเทศไทยได้อย่างแท้จริง (กรมกิจการผู้สูงอายุ, ม.ป.ป.) ดังนั้นศูนย์ผู้สูงอายุเหล่านี้จึงควรได้รับการศึกษาถึงแนวทางการปรับปรุงสภาวะน่าสบายโดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน เพื่อขยายผลให้เกิดขึ้นกับชุมชนในเขตเมืองอื่นๆ ในทั่วประเทศไทยต่อไป

วิธีเก็บข้อมูลภาคสนามจึงได้ดำเนินการในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา เขตเทศบาลนครพิษณุโลก แต่เนื่องจากในเชิงปฏิบัติแล้วการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ เพื่อหาช่วงที่ผู้สูงอายุรู้สึกน่าสบายในขณะที่พื้นที่ถูกใช้งาน อีกทั้งยังเป็นห้องที่มีขนาดใหญ่จึงไม่สามารถดำเนินการได้ ห้องปฏิบัติการสำหรับใช้ทดสอบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (Climate-controlled chamber) จึงได้ถูกสร้างขึ้นที่อาคารเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เพื่อนำมาใช้ในการเก็บข้อมูล โดยให้ผู้สูงอายุอาสาสมัครจากศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา ได้เข้าไปทดสอบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในห้องปฏิบัติการดังกล่าวแทน ผลการสำรวจ กายภาพสถานที่ตั้ง และความรู้สึกของผู้สูงอายุที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในศูนย์ผู้สูงอายุตลอดจนความรู้สึกของผู้สูงอายุที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ถูกปรับให้มีอย่างหลากหลายในห้องปฏิบัติการ ที่สำรวจในทั้งฤดูหนาว (พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561) และฤดูร้อน (มีนาคม พ.ศ. 2561 – พฤษภาคม พ.ศ. 2561) มีรายละเอียดดังนี้

- ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา
- ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลภายในห้องปฏิบัติการ
- ผลการศึกษาด้านปัจจัยส่วนบุคคลของผู้สูงอายุ
- ผลการศึกษาด้านปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความรู้สึกเชิงอุณหภาพในผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- การพัฒนาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย
- การพัฒนาขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาวและร้อน
- สรุปผลการศึกษาสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทย

4.1 ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา

ในการพิจารณาถึงความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ขณะที่ผู้สูงอายุได้ใช้ศูนย์ผู้สูงอายุ และแนวทางการปรับปรุงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ หากศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่ไม่ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกน่าสบาย จึงได้ทำการสำรวจทั้งสภาพกายภาพของศูนย์ผู้สูงอายุ และความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ เพื่อพิจารณาตามวัตถุประสงค์ รายละเอียดผลการศึกษามีดังนี้

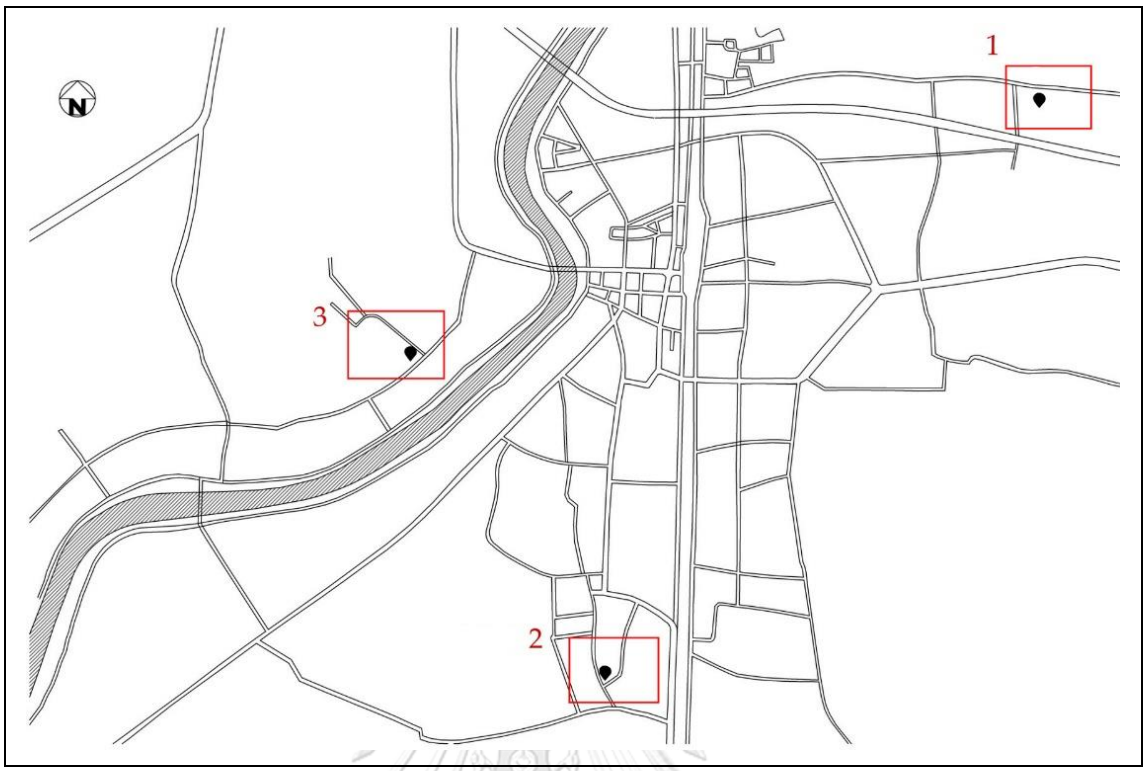
4.1.1 ที่ตั้ง และรายละเอียดของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา

ศูนย์ผู้สูงอายุตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษา เขตเมืองพิษณุโลก (ตำแหน่งละติจูด 16°49′35″ เหนือ และลองติจูด 100°15′37″ ตะวันออก ที่ระดับความสูงเฉลี่ย 44 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล) จากการกระจายเขตภูมิอากาศของโลกแบบเคิปเปน (Köppen's classification) พิษณุโลกถูกจัดอยู่ในกลุ่มสภาพอากาศแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน หรือร้อนชื้นสลับแล้ง (Tropical Savanna Climate or Tropical wet-dry climate, AW) (Kottek, Grieser, Beck, Rudolf, & Rubel, 2006) อันเป็นลักษณะส่วนใหญ่ของประเทศไทย (ครอบคลุมเขตพื้นที่ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกในบริเวณทางเหนือและทางตะวันตก) ในเขตนี้จะมีฤดูแล้งสลับกับฤดูฝนแตกต่างกันอย่างชัดเจน ฤดูกาล แบ่งออกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝน (เดือนมิถุนายน – ตุลาคม) ฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม-พฤษภาคม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.1.2 ที่ตั้งของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา

ศูนย์ผู้สูงอายุ 3 แห่ง ที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ถูกนำมาใช้เป็นกรณีศึกษา ด้วยเขตเมืองที่มีแม่น้ำไหลผ่าน ทำให้พื้นที่ชุมชนถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ เขตฝั่งตะวันออก และเขตฝั่งตะวันตก เป็นผลให้ตำแหน่งของกรณีศึกษากระจายตัวในทั้งสองฝั่งของแม่น้ำ แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ที่ตั้งของกรณีศึกษาทั้งสามแห่งในพื้นที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลก
(ก) กรณีศึกษา 1: ศูนย์ผู้สูงอายุพระองค์ขาว (ข) กรณีศึกษา 2: ศูนย์ผู้สูงอายุมหานุภาพ
(ค) กรณีศึกษา 3: ศูนย์ผู้สูงอายุประชาอุทิศ

จากรูป 4.1 มีศูนย์ผู้สูงอายุ 2 แห่ง ตั้งอยู่ในฝั่งตะวันออก และศูนย์ผู้สูงอายุอีก 1 แห่ง ตั้งอยู่ในฝั่งตะวันตกของแม่น้ำ กรณีศึกษาศูนย์ผู้สูงอายุทั้ง 3 แห่งนี้ ได้รับการปรับปรุงมาจากอาคารศูนย์สุขภาพชุมชน (เดิม คือ ศูนย์บริการสาธารณสุข) และอาคารองค์ประกอบภายในบริเวณศูนย์ เพื่อตอบสนองต่อการใช้งานโดยผู้สูงอายุในชุมชน

ในส่วนต่อไปนี้จะได้แสดงตำแหน่งและสภาพแวดล้อมของแต่ละศูนย์ผู้สูงอายุ ดังรูป 4.2

(ก)

(ข)

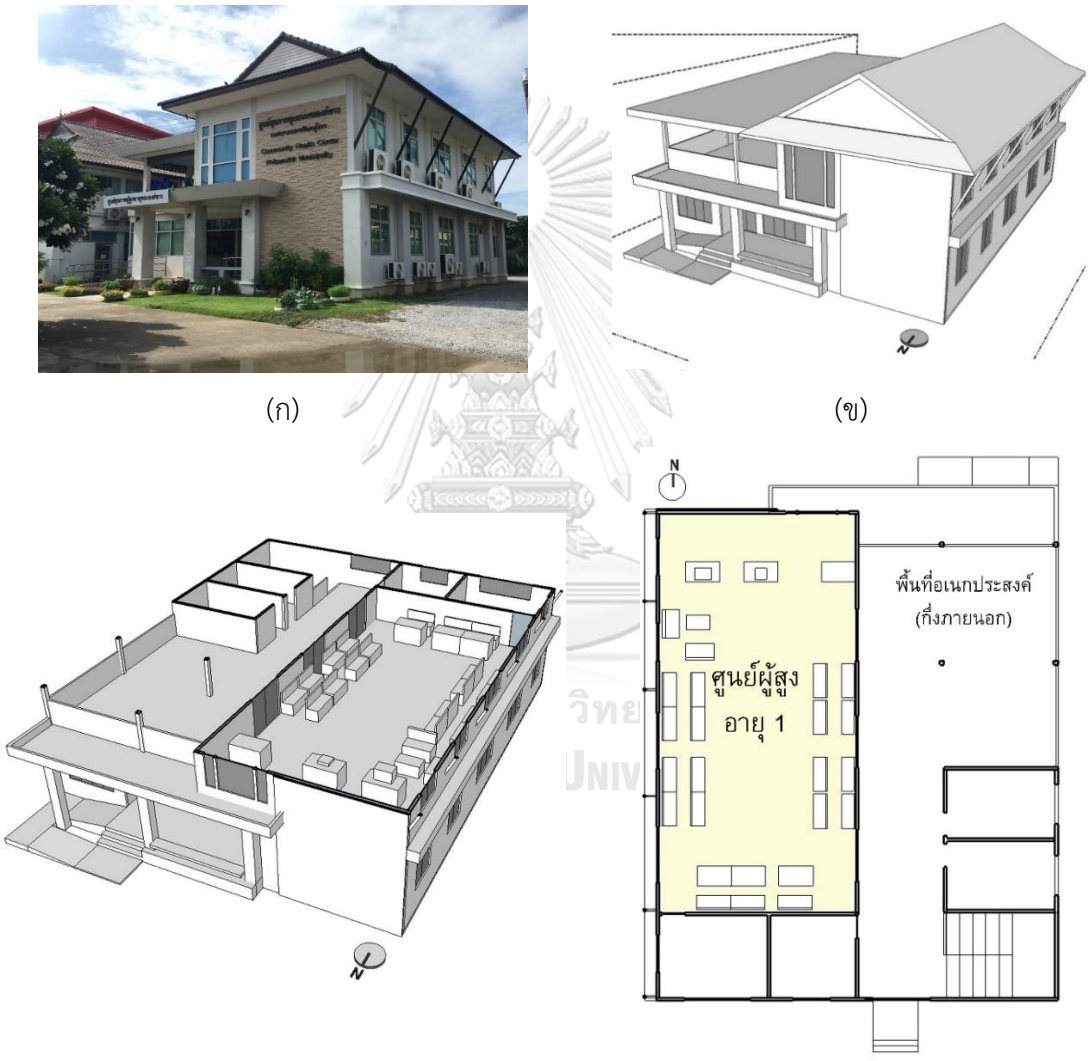
(ค)

รูปที่ 4.2 สภาพแวดล้อมโดยรอบ และภาพจำลองสามมิติเพื่อการวิเคราะห์
(ก) กรณีศึกษาที่ 1 (ข) กรณีศึกษาที่ 2 และ (ค) กรณีศึกษาที่ 3

4.1.1.2 รายละเอียดของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา

1) ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1: พระองค์ขาว

ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 พระองค์ขาว ตั้งอยู่ในพื้นที่ฝั่งทิศตะวันออกของแม่น้ำ ทางทิศเหนือของเมือง ซึ่งถูกปรับปรุงมาจากห้องอเนกประสงค์ของศูนย์สุขภาพชุมชนพระองค์ขาว เพื่อรองรับการใช้งานในระหว่างวันโดยผู้สูงอายุ มีรายละเอียด ดังแสดงในรูป 4.3



(ก) (ข)

(ค) (ง)

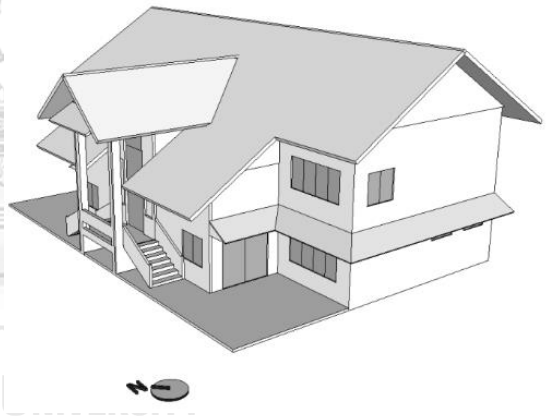
รูปที่ 4.3 กรณีศึกษาที่ 1 ศูนย์ผู้สูงอายุพระองค์ขาว
(ก) อาคารศูนย์สุขภาพชุมชนพระองค์ขาวซึ่งเป็นที่ตั้งกรณีศึกษา (ข) ลักษณะอาคารสามมิติ (ค) ห้องอเนกประสงค์ในชั้นสองที่ถูกปรับเปลี่ยนให้เป็นศูนย์ผู้สูงอายุ (ง) ผังพื้นกรณีศึกษาที่ 1

ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ตั้งอยู่บนชั้นที่สอง โดยห้องมีด้านยาวหันหน้าไปในแนวทิศตะวันออก – ตะวันตก และด้านสั้นหันไปในแนวทิศ เหนือ – ใต้ ซึ่งเป็นทิศที่ได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรงในเวลากลางวันจนกระทั่งเย็น ศูนย์ผู้สูงอายุมีขนาด กว้าง 7.0 เมตร x ยาว 14.0 เมตร x สูง 2.8 เมตร โดยเครื่องปรับอากาศได้ถูกติดตั้งที่ผนังด้านทิศตะวันตะวันตก

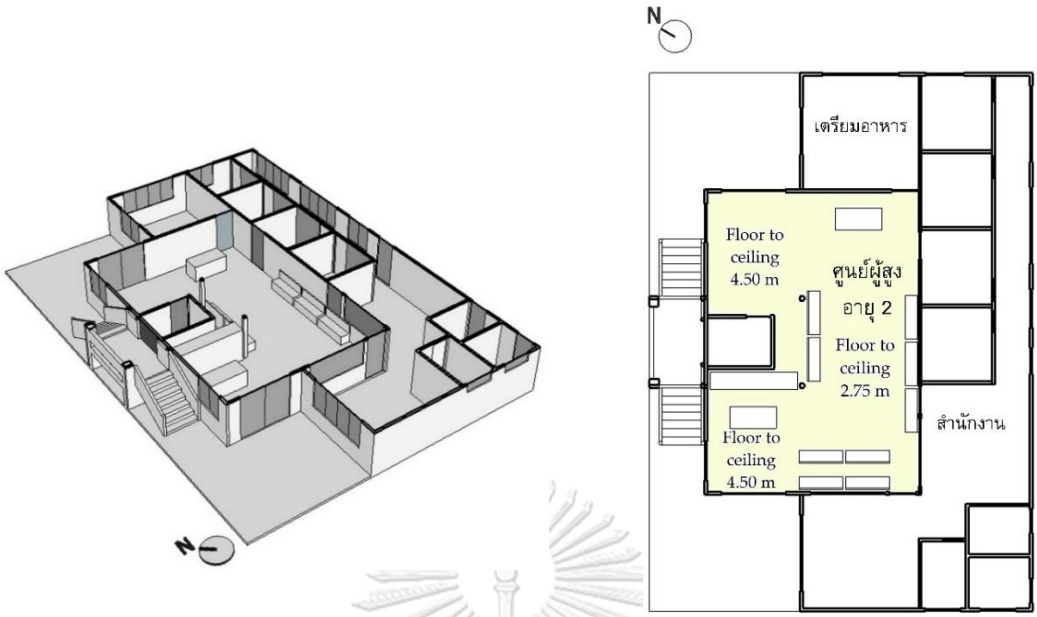
2) ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2: มหานุภาพ

ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ตั้งอยู่ในพื้นที่ฝั่งทิศตะวันออกของแม่น้ำ เช่นเดียวกับกรณีศึกษาที่ 1 แต่จะอยู่ในทางทิศใต้ของเมือง ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ปรับปรุงมาจากห้องโถงชั้นที่หนึ่งของศูนย์สุขภาพชุมชนมหานุภาพ สำหรับใช้รองรับการใช้งานในระหว่างวันโดยผู้สูงอายุ

(ก)



(ข)



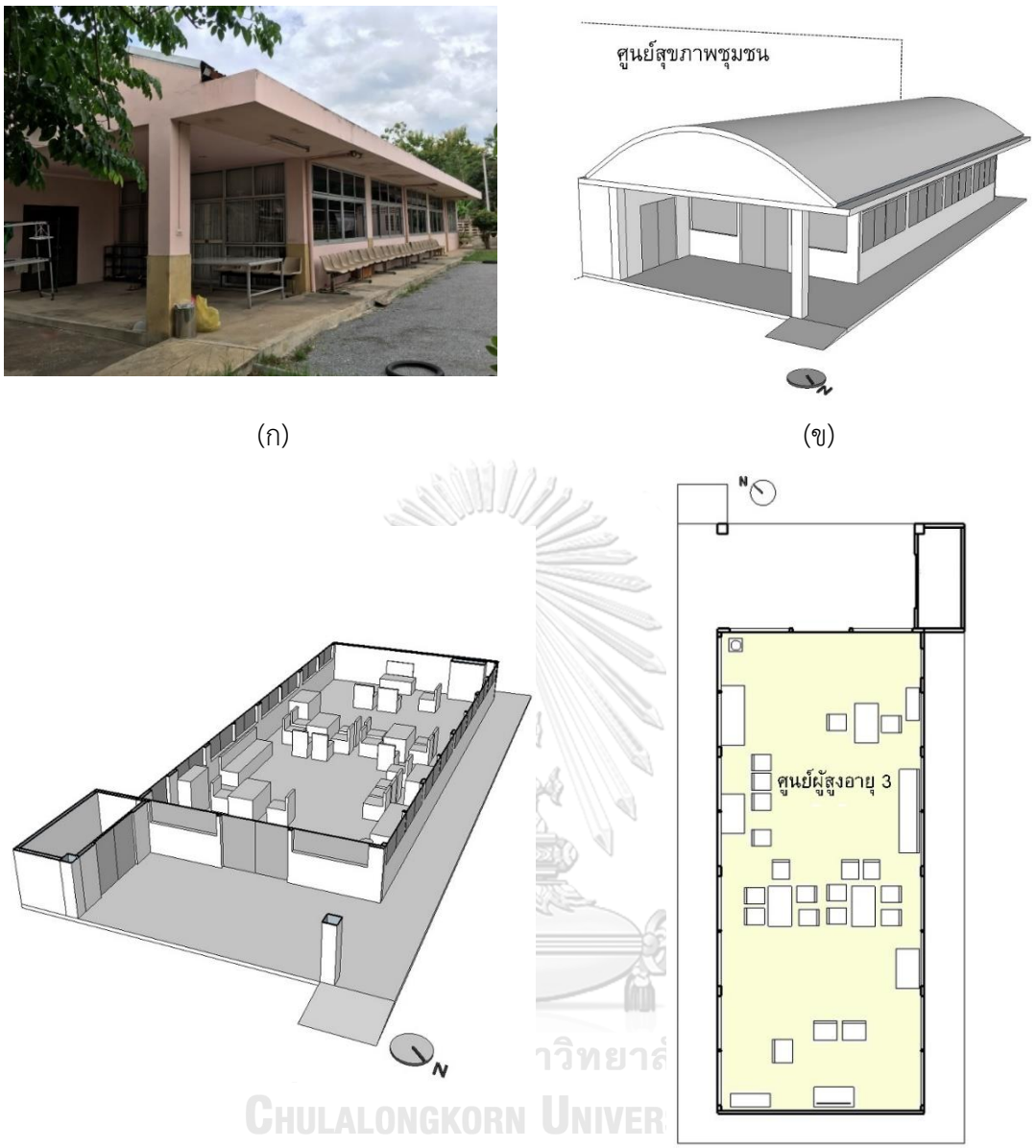
(ค) (ง)

รูปที่ 4.4 กรณีศึกษาที่ 2 ศูนย์ผู้สูงอายุมหานุภาพ
(ก) อาคารศูนย์สุขภาพชุมชนมหานุภาพซึ่งเป็นที่ตั้งกรณีศึกษา (ข) ลักษณะอาคารสามมิติ (ค) ห้องโถงในชั้นหนึ่งที่ได้ถูกปรับเปลี่ยนให้เป็นศูนย์ผู้สูงอายุ (ง) ผังพื้นกรณีศึกษาที่ 2

จากรูป 4.4 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 มหานุภาพ ห้องจะมีด้านยาวหันหน้าไปในแนว ตะวันตกเฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้ และด้านสั้นหันหน้าไปในแนว ตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้ ศูนย์ผู้สูงอายุนี้มีลักษณะเป็นรูปตัวยู มีขนาดสังเขป คือ กว้าง 7.50 เมตร x ยาว 10.50 เมตร ความสูงของฝ้าเพดาน แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นพื้นที่ที่มีฝ้าเพดานสูง (Double space) มีความสูงพื้นถึงฝ้าเพดาน 4.50 เมตร และอีกส่วนเป็นพื้นที่ห้องมีขนาดความสูงพื้นถึงฝ้าเพดาน 2.75 เมตร ซึ่งในเครื่องปรับอากาศจะถูกติดตั้งไว้ในพื้นที่ที่มีฝ้าเพดานสูงเพื่อทำความเย็นให้กับศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา

4.1.1.3 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3: ประชาอุทิศ

ศูนย์ผู้สูงอายุประชาอุทิศ เป็นศูนย์ผู้สูงอายุในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเพียงแห่งเดียวที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ฝั่งทิศตะวันตกของแม่น้ำ ศูนย์ผู้สูงอายุจึงได้ถูกตั้งอยู่ใจกลางเมือง



(ก) (ข)

(ค) (ง)

รูปที่ 4.5 กรณีศึกษาที่ 3 ศูนย์ผู้สูงอายุมหานุภาพ

(ก) อาคารศูนย์สุขภาพชุมชนประชาอุทิศซึ่งเป็นที่ตั้งกรณีศึกษา (ข) ลักษณะอาคารสามมิติ (ค) อาคารอเนกประสงค์ชั้นเดียวที่ถูกปรับเปลี่ยนให้เป็นศูนย์ผู้สูงอายุ (ง) ผังพื้นกรณีศึกษา 3

จากรูป 4.5 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ถูกปรับปรุงมาจากอาคารอเนกประสงค์ ที่ตั้งอยู่ด้านหลังของศูนย์สุขภาพชุมชนประชาอุทิศ โดยมีระยะห่างเพียง 2.0 เมตร และวางในแนวขนานไปกับอาคารหลัก ศูนย์ผู้สูงอายุนี้มีขนาด กว้าง 6.15 เมตร x ยาว 14.50 เมตร ฝ้าเพดานมีลักษณะโค้งโดยมีส่วนต่ำสุดอยู่ที่ 2.80 เมตร และส่วนสูงสุดอยู่ที่ 3.80 เมตร ห้องด้านยาวหันไปในทิศ ตะวันตก

CHULALONGKORN UNIVERSITY

เฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้ และด้านสั้นหันหน้าไปในแนว ตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อพิจารณาตลอดในระยะเวลาหนึ่งปี จึงทำให้ได้รับแดดบ้างในเวลา บ่าย – เย็น

จากข้อมูลจะเห็นว่าศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 มีลักษณะคล้ายกับกรณีศึกษาที่ 2 เพราะเป็นห้องที่ตั้งอยู่ในอาคาร การได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศภายนอกโดยตรงจึงถูกลดทอนลงไปบางส่วน แต่กรณีศึกษาที่ 2 ซึ่งตั้งอยู่ที่ชั้นล่างจะไม่ได้รับความร้อนจากหลังคาเท่ากรณีศึกษาที่ 1 นอกจากนี้ด้วยผนังด้านยาวที่ได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ทางทิศตะวันตกตลอดในช่วงบ่ายจึงทำให้กรณีศึกษาที่ 1 มีข้อเสียเปรียบกว่าศูนย์กรณีศึกษาอื่น ๆ ในขณะที่ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 เป็นศูนย์เพียงแห่งเดียวที่ถูกสร้างแยกให้เป็นอาคารเดียวที่มีหน้าต่างโดยรอบ ซึ่งความแตกต่างของศูนย์ผู้สูงอายุนี้มีผลต่อการสร้างสภาวะน่าสบายภายในอาคารด้วย

4.1.2 ข้อมูล และกายภาพของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา

ผลจากการสำรวจข้อมูลด้านระยะเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ ข้อมูลด้านกายภาพอาคาร และคุณสมบัติขององค์ประกอบเปลือกอาคาร ของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง ได้ถูกรวบรวมและเสนอดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูล และกายภาพของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาทั้งสามแห่ง

ข้อมูล	รายละเอียด	ศูนย์ผู้สูงอายุ		
		กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3
Shape parameter	Gross room area (m^2)	98.0	72.0	89.0
	Window area (m^2)	12.0	9.0	33.0
	Conditioned room area (m^2)	98.0	72.0	89.0
	Overall WWR (%)	9.7	4.8	27.1
	North WWR (%)	7.3	4.4	31.9
	Non-North WWR (%)	10.2	4.9	24.5
Thermal parameter	U-Value of wall ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	2.88	2.88	2.88
	U-Value of window ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	5.80	5.62	5.62
	SHGC of window	0.55	0.50	0.46
Operation schedule	AC usage times (periods)	8:00 น. - 16:00 น.	8:00 น. - 16:00 น.	8:00 น. - 16:00 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 4.1 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา 3 แห่ง มีพื้นที่ใกล้เคียงกัน การใช้วัสดุการก่อสร้างจะมีค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน (U-value) ของผนังและของหน้าต่าง ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจก (Solar heat gain coefficient, SHGC) ที่ใกล้เคียงกัน และมีการใช้งานในช่วงเวลาเดียวกันที่ 8:00 น. – 16:00 น. แต่สิ่งที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัด คือ สัดส่วนหน้าต่างต่อผนัง (Window-to-Wall Ratio, WWR) โดยสัดส่วนหน้าต่างต่อผนังโดยรวม (Overall WWR) ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 จะมีค่ามากที่สุด แตกต่างกับกรณีศึกษาที่ 1 และ 2 ค่อนข้างมาก ในพื้นที่หน้าต่างนี้ เมื่อพิจารณาสัดส่วนหน้าต่างต่อผนังในทิศเหนือ (North WWR) ซึ่งเป็นทิศที่ได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ที่น้อยที่สุด และมีความสำคัญต่อการประหยัดพลังงาน พบว่ามีเพียงศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 เท่านั้น ที่มีสัดส่วนหน้าต่างต่อผนังในทิศเหนือ มากกว่าในส่วนที่ไม่ใช่ทิศเหนือ (Non-North WWR) ส่วนศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 มีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ต่างจากศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ที่มีสัดส่วนหน้าต่างต่อผนังในทิศเหนือน้อยกว่าส่วนที่ไม่อยู่ในทิศเหนือ

4.1.3 ผู้สูงอายุผู้ใช้พื้นที่ภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา

ผู้สูงอายุที่เข้ามาใช้ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาและได้ทำกิจกรรมระหว่างวันร่วมกันจะเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย จากการเก็บข้อมูลในฤดูหนาวและร้อนมีจำนวนข้อมูลผู้สูงอายุ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา

ฤดูกาล	กลุ่มตัวอย่าง (n)	ศูนย์ผู้สูงอายุ		
		กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3
ฤดูหนาว	ชาย (คน)	9	12	10
	หญิง (คน)	24	24	23
	รวม (คน)	33	36	33
ฤดูร้อน	ชาย (คน)	8	5	7
	หญิง (คน)	22	25	23
	รวม (คน)	30	30	30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุผู้ใช้พื้นที่ทั้งสองฤดูกาลมีจำนวนรวม 192 ข้อมูล ในฤดูหนาว มีผู้สูงอายุผู้ใช้ศูนย์กรณีศึกษาสามแห่ง รวม 102 คน ส่วนฤดูร้อน รวม 90 คน ผู้ใช้งานศูนย์ผู้สูงอายุส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุหญิงมากกว่าชาย ซึ่งรายละเอียดข้อมูลบุคคลของผู้สูงอายุ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลด้านบุคคลของผู้สูงอายุผู้ใช้งานภายในศูนย์ผู้สูงอายุ

ข้อมูลด้านบุคคล	ศูนย์ผู้สูงอายุ กรณีศึกษาที่ 1			กรณีศึกษาที่ 2			กรณีศึกษาที่ 3		
	Min	Max	Mean ± SD	Min	Max	Mean ± SD	Min	Max	Mean ± SD
ฤดูหนาว									
อายุ (ปี)	55	85	69.83±8.09	57	86	71.28±7.43	55	86	68.70±8.74
น้ำหนัก (kg)	41.5	82	60.70±10.11	42	86	58.09±9.47	49	79	61.44±8.19
ส่วนสูง (cm)	146	175	157.18±7.17	140	170	156.14±7.39	140	170	156.48±7.00
BMI (kg/m^2)	17.3	32.0	24.74±3.63	17.5	30.6	23.83±3.40	15.3	33.7	24.92±3.64
BSA (m^2)	1.36	1.96	1.61±0.15	1.32	1.94	1.57±0.14	1.42	1.87	1.62±0.12
ความเป็นฉนวนของเสื้อผ้า (clo)	0.51	0.85	0.58±0.10	0.49	0.91	0.58±0.10	0.50	0.86	0.59±0.10
กิจกรรมที่ทำ (met)	65	70	67.17±2.52	65	70	67.33±2.54	65	70	67.00±2.49
ฤดูร้อน									
อายุ (ปี)	55	85	69.91±7.73	55	88	70.97±8.50	55	81	67.50±7.86
น้ำหนัก (kg)	41.5	74	60.67±8.38	42	85	59.17±10.25	45	78	59.88±8.29
ส่วนสูง (cm)	148	172	156.80±7.37	148	167	155.60±5.62	140	171	156.03±8.29
BMI (kg/m^2)	17.3	30.2	24.74±3.28	17.6	30.8	24.37±3.50	15.3	30.5	24.20±3.32
BSA (m^2)	1.36	1.85	1.60±0.13	1.32	1.94	1.58±0.14	1.30	1.87	1.59±0.13
ความเป็นฉนวนของเสื้อผ้า (clo)	0.45	0.81	0.51±0.07	0.35	0.79	0.48±0.06	0.45	0.80	0.53±0.08
กิจกรรมที่ทำ (met)	65	70	67.12±2.51	65	70	67.08±2.50	65	70	67.42±2.54

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 4.3 อายุเฉลี่ยของผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างในฤดูหนาว คือ 68.70 – 71.28 ปี ในฤดูร้อนมีอายุเฉลี่ยที่ 67.50 – 70.97 ปี ทั้งสองฤดูกาลขณะเก็บข้อมูล ผู้สูงอายุทำกิจกรรมเบามีค่าเฉลี่ยที่ 67.00 - 67.42 met ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ ในฤดูหนาวเฉลี่ยที่ 0.58 – 0.59 clo ฤดูร้อนเฉลี่ยที่ 0.48 – 0.53 clo โดยค่าที่ได้ในฤดูหนาวจะมีช่วงที่กว้างกว่าฤดูร้อน จึงมีความเป็นไปได้ว่าสภาพอากาศในฤดูหนาวส่งผลต่อการเลือกเสื้อผ้าที่สวมใส่ที่หลากหลายกว่า

ในส่วนข้อมูล น้ำหนัก ส่วนสูง พบว่าผู้สูงอายุผู้ใช้ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาทั้งสามแห่ง มีค่าใกล้เคียงกัน น้ำหนักของผู้สูงอายุเฉลี่ย คือ 58.09 – 61.44 kg และส่วนสูงเฉลี่ย คือ 155.60 – 157.18 cm เมื่อนำข้อมูลไปคำนวณหาค่าพื้นที่ผิวของร่างกาย (Body surface area, BSA) ตามหลักของ DuBois and DuBois (1916) ซึ่งมีการยอมรับว่าเกี่ยวข้องกับความรู้สึกเชิงอุณหภาพ (Auliciems & Szokolay, 2007; Berman, 2003) รวมถึงหาค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index, BMI) ดัชนีที่ใช้วัดขนาดของร่างกายตลอดจนบอกภาวะโรคอ้วน ผลมีดังนี้

ค่าเฉลี่ยพื้นที่ผิวร่างกายผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่าง (ซึ่งมีจำนวนประชากรหญิงมากกว่าชาย) มีค่าเฉลี่ยที่ 1.57 – 1.62 m^2 สำหรับฤดูหนาว และค่าเฉลี่ยที่ 1.58 – 1.60 m^2 สำหรับฤดูร้อน เมื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าพื้นที่ผิวของร่างกายของประชากรไทยวัยผู้ใหญ่ (ในผู้หญิงไทย คือ 1.60 m^2 ผู้ชาย คือ 1.76 m^2) โดยใช้ข้อมูลจาก Eglitis-media (2019) พบว่าผู้สูงอายุจะมีพื้นผิวของร่างกายที่ใกล้เคียงกับคนไทยวัยผู้ใหญ่

ค่าดัชนีมวลกายของผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ยที่ 23.83 – 24.92 kg/m^2 เมื่อนำไปเปรียบเทียบค่ากับเกณฑ์มาตรฐานของคนเอเชียขององค์การอนามัยโลกส่วนภูมิภาคเอเชีย (World Health Organization Western Pacific Regional Office, WHO - WPRO) (Anuurad et al., 2003) พบว่าผู้สูงอายุไทยกลุ่มตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์ “น้ำหนักเกิน” (23.0 - 24.9 kg/m^2) ค่าที่ได้สอดคล้องกับค่าดัชนีมวลกายของผู้สูงอายุไทยโดยทั่วไปดังการศึกษาของ วิชัย เอกพลากร และคณะ (2557) ผลที่ได้จึงบ่งชี้ว่าผู้สูงอายุไทยมีความเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญหนึ่งที่ทำให้ผู้สูงอายุไทยมีความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพเปลี่ยนแปลงไป

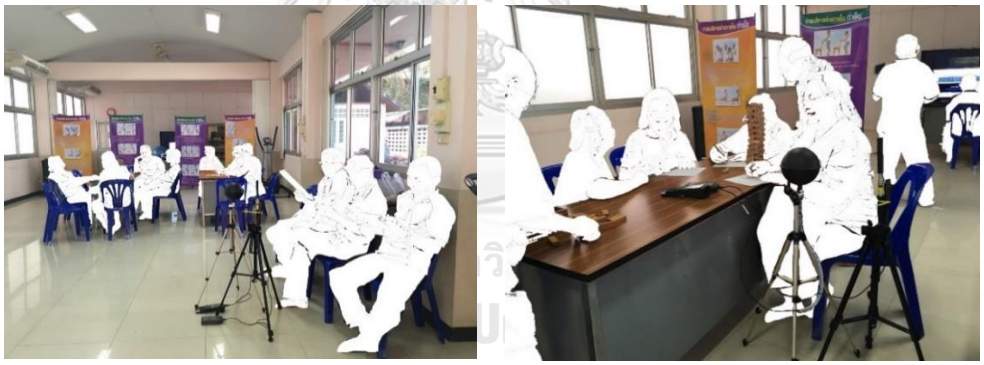
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.4 สภาพแวดล้อม และความรู้สึกเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ

การเก็บข้อมูลความรู้สึกของผู้สูงอายุที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุด้วยแบบสอบถาม พร้อมกับการตรวจวัดสภาพแวดล้อม แสดงดังรูปที่ 4.6

(ก)

(ข)



(ค)

รูปที่ 4.6 การเก็บข้อมูลภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาสามแห่ง ในฤดูหนาวและร้อน
(ก) กรณีศึกษาที่ 1 (ข) กรณีศึกษาที่ 2 และ (ค) กรณีศึกษาที่ 3

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยจำแนกตามฤดูกาล ผลที่ได้มีรายละเอียดดังนี้

1) สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในศูนย์ผู้สูงอายุ

ขณะเก็บข้อมูลภาคสนาม สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ (อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ความชื้น ความเร็วลม) จะถูกตรวจวัดไปพร้อมกัน ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ ณ ตำแหน่งที่ผู้สูงอายุอยู่ใช้งาน

ตัวแปร	ศูนย์ผู้สูงอายุ								
	กรณีศึกษาที่ 1			กรณีศึกษาที่ 2			กรณีศึกษาที่ 3		
	Min	Max	Mean±SD	Min	Max	Mean±SD	Min	Max	Mean±SD
ฤดูหนาว									
อุณหภูมิอากาศ (°C)	24.2	26.1	24.97±0.46	24.2	26.9	25.24±0.86	24.4	25.8	25.11±0.44
อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน (°C)	24.9	26.5	25.44±0.35	24.8	27.1	25.85±0.85	25.4	26.7	25.82±0.35
ความชื้น (%)	50.1	61.5	55.57±3.44	49.9	59.6	54.40±4.27	48.2	50.2	49.01±0.62
ความเร็วลม (m/s)	0.0	0.33	0.10±0.10	0.0	0.72	0.17±0.24	0.0	0.45	0.08±0.12
อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C)	24.6	26.3	25.19±0.37	24.5	27.0	25.53±0.84	24.9	26.3	25.45±4.36
ฤดูร้อน									
อุณหภูมิอากาศ (°C)	24.9	27.4	26.28±0.87	24.7	26.1	25.16±0.45	25.9	27.6	26.65±0.47
อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน (°C)	25.3	27.8	26.53±0.95	24.9	26.4	25.65±0.48	26.4	27.9	27.13±0.53
ความชื้น (%)	48.3	63.8	56.67±3.95	44.3	52.1	47.27±1.76	52.4	55.2	54.17±0.74
ความเร็วลม (m/s)	0.0	0.60	0.17±0.19	0.0	0.48	0.10±0.14	0.0	0.62	0.25±0.22
อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C)	25.1	27.5	26.40±0.90	24.8	26.3	25.40±0.46	26.1	27.8	26.87±0.49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตาราง 4.4 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิอากาศจะมีแนวโน้มที่สอดคล้องกับอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน และสภาพแวดล้อมภายในศูนย์ผู้สูงอายุระหว่างฤดูหนาวและร้อน จะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ฤดูหนาวมีอุณหภูมิอากาศที่ 24.2-24.4 ℃ ฤดูร้อนที่ 24.7 – 25.9 ℃ โดยฤดูร้อนจะมีผลของอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนที่สูงกว่าฤดูหนาว ต่างจากค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่มีค่าที่แปรปรวน ในฤดูหนาวความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 49.01 – 55.57 % ฤดูร้อนที่ 47.27 – 56.67 % ส่วนความเร็วลม ฤดูหนาวเฉลี่ยที่ 0 – 0.72 m/s ฤดูร้อน 0 – 0.62 m/s

อย่างไรก็ตามข้อมูลที่แสดงนี้จะตรวจวัดสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ณ ตำแหน่งที่ผู้สูงอายุอยู่ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วผู้สูงอายุ จะหลีกเลี่ยงที่จะนั่งอยู่ในบริเวณที่มีค่าความเร็วลมที่สูง โดยขณะทำการเก็บข้อมูล พบว่าตำแหน่งที่มีค่าความเร็วลมสูงจะกระจายอยู่ทั่วบริเวณจากการปรับความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นเมื่อเฉลี่ยความเร็วลมในพื้นที่ จะพบว่าสูงกว่าค่าความเร็วลมที่แสดง

ในตารางที่ 4.4 (ซึ่งส่วนความเร็วลมในพื้นที่จะได้แสดงในบทที่ 5 ในต่อไป โดยพยายามกำหนดเพื่อให้โปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์แสดงค่าที่ใกล้เคียงกับค่าความเร็วลมในพื้นที่มากที่สุด)

2) ความรู้สึกของผู้สูงอายุที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในศูนย์ผู้สูงอายุ

ความรู้สึกของผู้สูงอายุที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในอาคาร (ความร้อน ความชื้น ความเร็วลม) ถูกเก็บรวมรวม โดยใช้มาตรวัด 7 ระดับ (ช่วง -3.00 ถึง +3.00) มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.5 ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ

ศูนย์ผู้สูงอายุ	**ฤดูกาล**	**ค่าเฉลี่ยความรู้สึกที่มีต่อตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ**		
		ความรู้สึกเชิงความร้อน (MTSV)	ความรู้สึกทางความชื้น (MHSV)	ความรู้สึกทางความเร็วลม (MVaSV)
กรณีศึกษาที่ 1	ฤดูหนาว	-0.52	-0.48	-0.70
	ฤดูร้อน	-0.70	0.00	-0.30
กรณีศึกษาที่ 2	ฤดูหนาว	-0.53	-0.22	-0.42
	ฤดูร้อน	-0.97	-0.13	-0.33
กรณีศึกษาที่ 3	ฤดูหนาว	-0.52	-0.48	-0.45
	ฤดูร้อน	-0.53	-0.03	-0.17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังตารางที่ 4.5 จากการสำรวจด้วยแบบสอบถาม โดยมีการกำหนดการให้ค่าคะแนนระหว่าง -3 ถึง +3 เมื่อทำการสำรวจความรู้สึกเชิงความร้อน โดย -3 แสดงว่า หนาว, -2 เย็น, -1 ค่อนข้างเย็น, 0 พอดี, +1 ค่อนข้างอุ่น, +2 อุ่น, +3 ร้อน ผลการศึกษาพบว่าทั้งฤดูหนาวและร้อน ผู้สูงอายุผู้ใช้ศูนย์กรณีศึกษาทั้งสามแห่งจะมีค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน (Mean Thermal Sensation Vote, MTSV) ที่แสดงความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น”

ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาความรู้สึกที่มีต่อความเร็วลม ซึ่งมีการกำหนดค่าคะแนน -3 ถึง +3 เช่นเดียวกัน ความหมายของค่าคะแนนอย่างสังเขป คือ -3 เบามาก, 0 พอดี, +3 แรงมาก ผลพบว่าทั้งสองฤดูกาลผู้สูงอายุในกรณีศึกษาที่ 2 และ 3 ให้ค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความเร็วลม (Mean Air-velocity Sensation Vote, MVaSV) ว่า “พอดี” ส่วนในกรณีศึกษาที่ 1 เฉพาะในฤดูร้อนเท่านั้นที่จะมีความรู้สึกทางความเร็วลมว่า “พอดี” แตกต่างจากฤดูหนาวที่รู้สึกว่าลม “ค่อนข้างเบา”

ส่วนค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความชื้น (Mean Humidity Sensation Vote, MHSV) ที่มีการให้ค่าคะแนนช่วง -3 ถึง +3 โดยมีความหมายค่าคะแนนอย่างสังเขป คือ -3 แห้งมาก, 0 พอดี, +3 ชื้นมาก ผลพบว่าทุกกรณีศึกษาผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกทางความชื้นว่า “พอดี” ในทั้งสองฤดูกาล

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บในศูนย์ผู้สูงอายุแสดงให้เห็นว่า ควรมีการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพให้มีสภาวะน่าสบาย เหมาะสมผู้สูงอายุไทยต่อไป อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดของการทดสอบเพื่อหาสภาพแวดล้อมที่น่าสบายภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่มีการใช้งานตลอดเวลา ดังนั้นการเก็บข้อมูลจึงได้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการแทน ดังรายละเอียดถัดไป

4.2 ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลภายในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาได้ใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อเก็บข้อมูลความรู้สึกที่มีต่ออุณหภาพของผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่าง โดยมุ่งที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบ และอธิบายแนวโน้มความรู้สึกของผู้สูงอายุ ขณะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีช่วงอุณหภาพที่กว้างกว่าภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ซึ่งรายละเอียดของห้องปฏิบัติการที่ใช้ทดสอบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพมีดังต่อไปนี้

4.2.1 ข้อมูลด้านกายภาพของห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการที่ใช้ทดสอบสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพตั้งอยู่ที่อาคารเรียนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก ซึ่งใกล้กันกับศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาทั้งสามแห่ง ขนาดของห้องปฏิบัติการที่มีเพียงพอที่จะให้ผู้สูงอายุ จำนวน 4 คน เข้าทดสอบกับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในห้องได้ ตลอดจนมีพื้นที่พักเตรียมก่อนทดสอบ ห้องปฏิบัติการจริงแสดงดังรูปที่ 4.7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(ก) (ข)

รูปที่ 4.7 ห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการทดสอบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (ก) ภายนอกห้อง และ (ข) ห้องเรียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งใช้เป็นที่ตั้ง

4.2.2 ผู้สูงอายุผู้เข้าทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาได้รับอาสาสมัครผู้สูงอายุผู้ใช้ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาเป็นประจำอยู่แล้วในทั้งสามแห่ง เพื่อเข้าทดสอบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งในจำนวนนี้มีอาสาสมัครที่เข้าทดสอบในทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อน จำนวน 16 คน

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้สูงอายุผู้เข้าใช้ห้องปฏิบัติการ

ข้อมูล	ห้องปฏิบัติการ					
	ฤดูหนาว			ฤดูร้อน		
ตัวอย่าง			(n)			(n)
ชาย (คน)			16			16
หญิง (คน)			26			17
รวม (คน)			42			33
ข้อมูลด้านบุคคล	Min	Max	Mean±SD	Min	Max	Mean±SD
อายุ (ปี)	55	85	67.93±7.68	55	86	65.85±6.85
น้ำหนัก (kg)	42	82	61.50±8.96	42	94	61.71±9.61
ส่วนสูง (m^2)	142	175	157.98±7.94	140	175	161.83±8.27
BMI (kg/m^2)	18.7	32.0	24.82±3.32	18.5	32	23.80±3.05
BSA (m^2)	1.32	1.96	1.63±0.14	1.32	1.98	1.65±0.15
ฉนวนเสื้อผ้าที่สวมใส่ (clo)	0.36	1.07	0.66±0.19	0.35	0.87	0.51±0.08
กิจกรรมที่ทำ (met)	65	70	66.97±2.49	65	70	67.03±2.51

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 4.6 ผู้สูงอายุอาสาสมัครที่เข้าทดสอบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ ในฤดูหนาว จำนวน 42 คน (เป็นชาย 16 คน หญิง 26 คน) และในฤดูร้อนมีจำนวน 33 คน (เป็นชาย 16 คน หญิง 17 คน) ผลที่ได้พบว่า ค่าเฉลี่ย อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของผู้สูงอายุผู้เข้าร่วมทดสอบในฤดูหนาวและร้อนมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เมื่อนำน้ำหนักและส่วนสูงของผู้สูงอายุอาสาสมัครทั้งหมดมาคำนวณค่าดัชนีมวลกาย พบว่าในฤดูหนาว ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมมีค่าดัชนีมวลกาย เฉลี่ยที่ 24.82 kg/m^2 ฤดูร้อนเฉลี่ยที่ 23.80 kg/m^2 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ “น้ำหนักเกิน” คล้ายกับข้อมูลที่ได้จากศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา นอกจากนี้ยังพบว่าผู้สูงอายุที่เข้าทดสอบในฤดูหนาวจะมีค่า

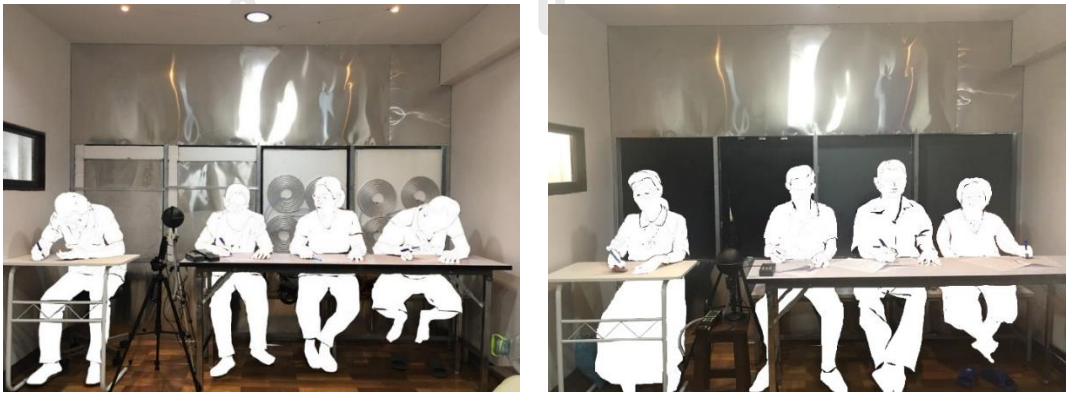
พื้นผิวของร่างเฉลี่ยที่ 1.63 m^2 และฤดูร้อนที่ 1.65 m^2 สูงกว่าผลจากการเก็บข้อมูลในศูนย์ผู้สูงอายุเพียงเล็กน้อย

ผู้สูงอายุทำกิจกรรมเบามีค่าเฉลี่ยที่ 66.97 - 67.03 met ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ ในฤดูหนาวเฉลี่ยที่ 0.66 clo ฤดูร้อนเฉลี่ยที่ 0.51 clo ซึ่งค่าที่ได้ในฤดูหนาวจะมีช่วงที่กว้างกว่าฤดูร้อนเช่นเดียวกันกับผลที่ได้ในศูนย์ผู้สูงอายุ

4.2.3 สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ

จากการเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการซึ่งถูกจัดให้มีลักษณะคล้ายห้องเรียน ขณะที่ผู้สูงอายุเข้าทดสอบ ผู้สูงอายุจะได้ทำกิจกรรมคล้ายกันกับที่อยู่ในศูนย์ผู้สูงอายุ (เช่น เล่นเกมส์ ฟังเพลง นั่งพูดคุยกัน ดูรายการทีวีออนไลน์) เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงร่วมประเมินความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่เผชิญอยู่ในห้องปฏิบัติการด้วยแบบสอบถาม ขณะทำการเก็บข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.8

(ก)



(ข)

รูปที่ 4.8 พื้นที่ภายใน และการเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ
(ก) ในฤดูหนาว และ (ข) ในฤดูร้อน

สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในห้องปฏิบัติการที่ผู้สูงอายุได้เข้าทดสอบความรู้สึกในทั้งสองฤดูกาลจะมีการปรับในลักษณะเดียวกัน โดยแต่ละฤดูจะมี 144 ลักษณะ ซึ่งเกิดจากการผสมผสานของตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ 4 ตัวแปร ได้แก่ 4 อุณหภูมิอากาศ x 4 อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน x 3 ความชื้น x 3 ความเร็วลม โดยระดับของการปรับค่าพารามิเตอร์มีที่มาจากการศึกษาด้านความน่าสบายในอาคารจากงานวิจัยอื่นๆ (ดังรูปที่ 2.12-2.15 ในบทที่ 2)

ค่าพารามิเตอร์ที่ได้ปรับในแต่ละตัวแปรมีรายละเอียดดังนี้

1) อุณหภูมิอากาศ ปรับให้มี 4 ระดับ มีค่าที่ 21.5 ℃, 24.0 ℃, 26.5 ℃, และ 29.0 ℃

2) ความเร็วลม ปรับให้มี 3 ระดับ มีค่าที่ 0.05 m/s, 0.50 m/s, และ 1.50 m/s

3) ความชื้นสัมพัทธ์ ปรับให้มี 3 ระดับ มีค่าที่ 45 %, 60 %, และ 75 %

4) อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ปรับให้มี 4 ระดับ โดยมี 2 ระดับ ปรับให้ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศที่ -1.5 ℃ และ -2.5 ℃ อีก 2 ระดับ ปรับให้สูงกว่าอุณหภูมิอากาศที่ +1.5 ℃ และ +2.5 ℃

จากที่ได้ตั้งเกณฑ์การปรับตัวแปรไว้ ในขณะเก็บข้อมูล ผลที่ได้จากการตรวจวัดสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในห้องปฏิบัติการ (ดังตารางที่ 4.7) พบว่าค่าที่วัดได้จริงจากห้องปฏิบัติการจะต่างจากค่าเริ่มแรกที่วางแผนไว้เล็กน้อย เนื่องจากข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่ใช้สร้างสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพทั้ง อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และการแผ่รังสีความร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7 สภาพแวดล้อมขณะที่ใช้ทดสอบภายในห้องปฏิบัติการ

ตัวแปรสภาพแวดล้อม	ค่าตัวแปรที่ทดสอบขณะใช้ห้องปฏิบัติการ					
	ฤดูหนาว			ฤดูร้อน		
	Min	Max	Mean±SD	Min	Max	Mean±SD
อุณหภูมิ	21.1	21.8	21.54±0.21	21.2	21.9	21.55±0.20
อากาศ (°C)	23.7	24.5	24.00±0.23	23.5	24.7	24.02±0.23
	26.1	26.8	26.49±0.20	26.1	26.9	26.52±0.17
	28.5	29.4	28.96±0.19	28.6	29.3	28.95±0.23
อุณหภูมิการ	T_a-2.8	T_a-1.9	(T_a-2.46)±0.13	T_a-2.8	T_a-2.0	(T_a-2.46)±0.13
แผ่รังสีความ	T_a-1.1	T_a-1.8	(T_a-1.47)±0.16	T_a-1.2	T_a-1.8	(T_a-1.49)±0.16
ร้อน (°C)	T_a+1.2	T_a+1.9	(T_a+1.39)±0.16	T_a+1.2	T_a+1.8	(T_a+1.40)±0.16
	T_a+2.2	T_a+2.8	(T_a+2.49)±0.18	T_a+2.2	T_a+2.9	(T_a+2.46)±0.15
ความชื้น (%)	43.7	47.2	44.72±1.05	42.9	47.0	45.28±1.16
	58.3	62.1	60.53±0.96	58.5	62.8	60.62±1.03
	72.5	77.2	74.18±0.86	72.6	77.4	74.75±1.00
ความเร็วลม	0.01	0.08	0.05±0.02	0.01	0.09	0.04±0.02
(m/s)	0.44	0.56	0.51±0.03	0.45	0.58	0.51±0.03
	1.43	1.62	1.51±0.03	1.42	1.57	1.51±0.03

* Ta คือ อุณหภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 4.7 ผลที่ได้จากการตรวจวัดตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในห้องปฏิบัติการที่ถูกปรับให้ผู้สูงอายุได้เข้าทดสอบจะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ระหว่างทดสอบในฤดูหนาวและฤดูร้อน เนื่องจากได้รับการควบคุมให้มีค่าที่เท่ากัน

4.3 ผลการศึกษาด้านปัจจัยส่วนบุคคลของผู้สูงอายุ

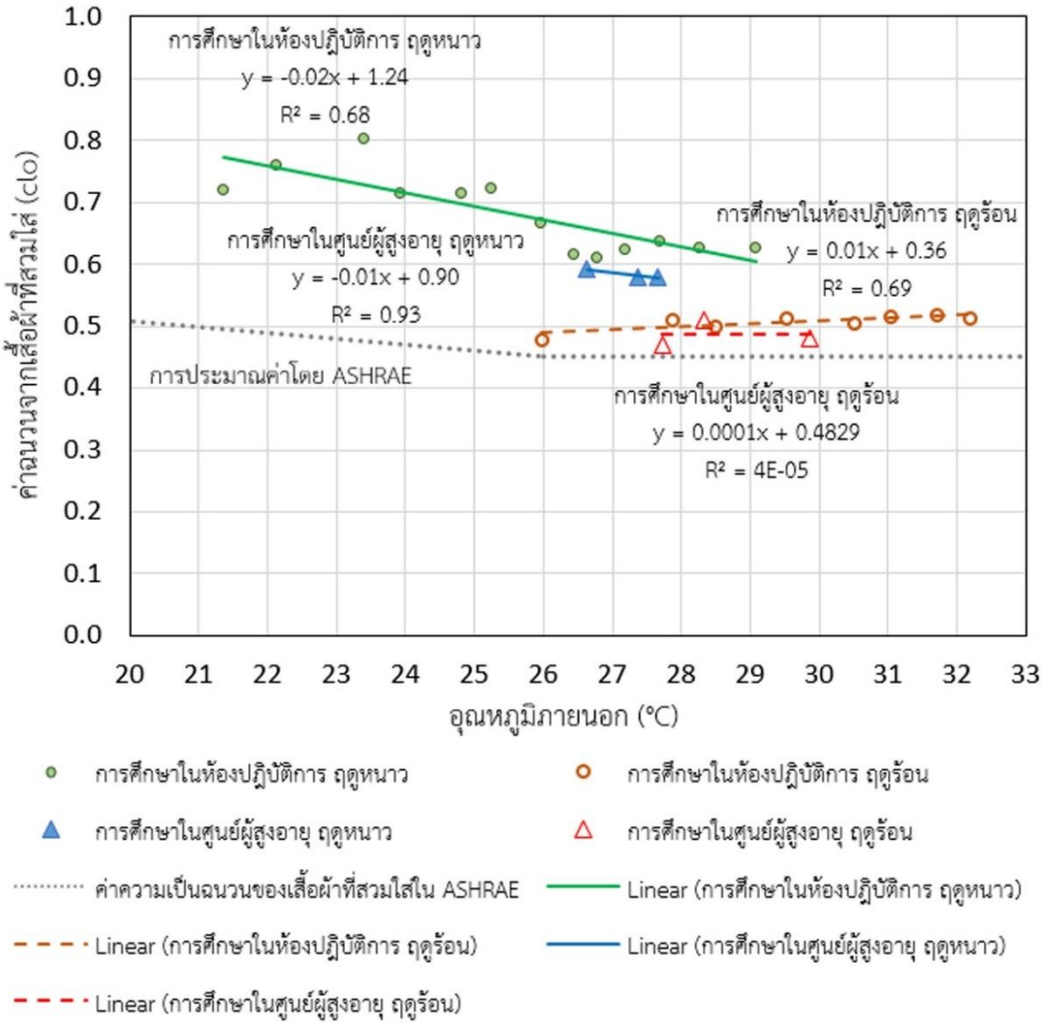
จากข้อมูลที่ได้จากศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการ ปัจจัยส่วนบุคคลหลักในการศึกษาสภาวะน่าสบาย ได้แก่ อัตราการเผาผลาญ และค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ จึงได้ถูกนำมาพิจารณา โดยอัตราการเผาผลาญ จะกำหนดตามลักษณะกิจกรรมที่ทำของผู้สูงอายุในปกติ ส่วนค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ จะถูกคำนวณตามเกณฑ์ของ ISO 7730 (ISO, 2005) และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของเสื้อผ้าที่สวมใส่อันเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมภายนอก จึงได้นำข้อมูลสภาพอากาศจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (2561) มาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ด้วย นอกจากนี้ยังได้มีการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.3.1 อัตราการเผาผลาญ

อัตราการเผาผลาญจะเกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมของผู้สูงอายุขณะใช้พื้นที่ภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา ซึ่งโดยปกติผู้สูงอายุจะทำกิจกรรมที่มีลักษณะเบา เมื่อประเมินตาม ISO 7730 (ISO, 2005) แล้วจะได้ค่าอัตราการเผาผลาญที่ 65-70 W/m^2 หรือ 1.1-1.2 met ซึ่งจะได้ใช้เป็นข้อกำหนดสำหรับดำเนินการทั้งการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการ

4.3.2 ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่

อุณหภูมิภายนอกนับเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกเสื้อผ้าที่สวมใส่ หากอุณหภูมิอากาศภายนอกสูง ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่ผู้คนทั่วไปสวมใส่ก็จะต่ำลง ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอก และค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่ผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างได้สวมใส่ มีผลการศึกษาดังในรูปที่ 4.9



*หมายเหตุ Mean ± SD ของค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่เฉลี่ยรวมจากการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุและในห้องปฏิบัติการในฤดูหนาว คือ 0.64 ± 0.16 และในฤดูร้อนคือ 0.50 ± 0.08

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ของผู้สูงอายุไทย กับอุณหภูมิอากาศภายนอกโดยเฉลี่ยตลอดวันและค่าแนะนำใน ASHRAE standard 55

จากรูป 4.9 ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ของผู้สูงอายุ ในฤดูหนาวที่เฉลี่ยรวมทั้งในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา และในห้องปฏิบัติการ มีค่า 0.64 clo (SD = 0.16) ส่วนในฤดูร้อนจะมีค่าที่ 0.50 clo (SD = 0.08) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดวัน พบว่า ในฤดูหนาวที่อุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ยที่ 21.4 – 29.1 °C ผู้สูงอายุจะมีค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ โดยเฉลี่ยตามในช่วงค่าที่ใกล้เคียงกันจะอยู่ที่ 0.58 – 0.77 clo ส่วนฤดูร้อน อุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ยที่ 26.0

– 32.1 ℃ ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ โดยเฉลี่ยตามในช่วงที่มีค่าใกล้เคียงกันจะอยู่ที่ 0.49 – 0.51 clo นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างเล็กน้อยระหว่างข้อมูลที่ได้ในศูนย์ผู้สูงอายุ และในห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากความผันผวนของสภาพอากาศภายนอก โดยเฉพาะในฤดูหนาวที่มีค่อนข้างมากกว่าในฤดูร้อน และโอกาสของการเลือกเสื้อผ้าในฤดูหนาวที่หลากหลายกว่า อย่างไรก็ตามค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ในผู้สูงอายุไทยมีแนวโน้มคล้ายกันกับที่เสนอใน ASHRAE Standard-55 (ASHRAE, 2017) แต่ค่าฉนวนของเสื้อผ้าที่ผู้สูงอายุไทยได้สวมใส่จะมีค่าที่สูงกว่าค่าแนะนำในมาตรฐาน โดยพบว่าในฤดูหนาวจะสูงกว่าค่าในมาตรฐานที่ 0.15-0.27 clo ฤดูร้อนจะสูงกว่าที่ 0.04–0.06 clo

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคลด้านอื่น

นอกจากปัจจัยด้านพื้นที่ผิวร่างกาย และดัชนีมวลกาย ที่ได้กล่าวถึงในก่อนหน้า ข้อมูลโดยรวมในผู้สูงอายุพบความแตกต่างของค่าดัชนีมวลกายเป็นสำคัญ จึงได้ทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการเก็บในทั้งศูนย์ผู้สูงอายุ และในห้องปฏิบัติการ อันเกี่ยวข้องกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้สูงอายุ เพื่อพิจารณาผลจากความต่าง อาทิ เพศ ช่วงอายุ ช่วงค่าดัชนีมวลกาย เป็นต้น โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ มีรายละเอียดดังนี้

1) ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพโดยจำแนกตามเพศ

จากงานวิจัยในอดีตที่พบว่าความแตกต่างระหว่างเพศชาย และหญิง มีส่วนทำให้ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพแตกต่างกันได้ จึงได้นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บในศูนย์ผู้สูงอายุมาทำการศึกษา อีกทั้งพิจารณาซ้ำด้วยการนำข้อมูลจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการที่แยกเพศชายและหญิงอย่างละเท่าๆ กัน ในแต่ละสภาพแวดล้อมมาเปรียบเทียบ มีผลดังในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพโดยจำแนกตามเพศ

ข้อมูลจาก	ความรู้สึกเชิงอุณหภาพที่ได้จากแหล่งเก็บข้อมูล	เพศชาย		เพศหญิง		*t*	*p*
		Mean	SD	Mean	SD		
ศูนย์ผู้สูงอายุ	**ฤดูหนาว**						
	ความรู้สึกเชิงความร้อน	-0.355	0.551	-0.592	0.523	2.069	0.041*
	ความรู้สึกทางความชื้น	-0.258	0.445	-0.451	0.529	1.896	0.062
	ความรู้สึกทางความเร็วลม	-0.645	0.661	-0.465	0.790	0.235	0.269
	ฤดูร้อน						
	ความรู้สึกเชิงความร้อน	-0.632	0.496	-0.761	0.572	0.896	0.373
	ความรู้สึกทางความชื้น	-0.158	0.375	-0.296	0.545	1.282	0.207
	ความรู้สึกทางความเร็วลม	0.000	0.471	-0.070	0.351	0.719	0.474
ห้องปฏิบัติการ	**ฤดูหนาว**						
	ความรู้สึกเชิงความร้อน	-0.537	1.266	-0.710	1.429	4.216	0.000*
	ความรู้สึกทางความชื้น	-0.127	0.833	-0.169	0.762	1.715	0.086
	ความรู้สึกทางความเร็วลม	0.457	1.103	0.552	1.110	-2.818	0.005*
	ฤดูร้อน						
	ความรู้สึกเชิงความร้อน	-1.068	1.115	-1.238	1.099	5.056	0.000*
	ความรู้สึกทางความชื้น	-0.268	0.968	-0.350	0.945	2.831	0.005*
	ความรู้สึกทางความเร็วลม	0.664	1.190	0.738	1.138	-2.077	0.038*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดังตาราง 4.8 เมื่อพิจาราณาเปรียบเทียบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพโดยจำแนกตามเพศโดยใช้สถิติ t-test จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาสามแห่ง ในฤดูหนาวผู้สูงอายุหญิงมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” (ค่าเฉลี่ย -0.592) แตกต่างจากผู้สูงอายุชายที่มีความรู้สึกว่า “พอดี” (ค่าเฉลี่ย -0.355) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ความรู้สึกทางความชื้น และความเร็วลมจะไม่แตกต่างกัน ส่วนในฤดูร้อนไม่มีความแตกต่างทั้ง ความรู้สึกเชิงความร้อน ความรู้สึกทางความชื้น และความรู้สึกทางความเร็วลม อย่างไรก็ตามผู้สูงอายุหญิงจะมีความรู้สึกไปในทางที่ค่อนข้างเย็นกว่า รู้สึกว่าอากาศแห้งกว่า และมีลมแรงกว่า ที่ผู้สูงอายุชายรู้สึก ซึ่งผลที่ได้นี้ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับผลที่ได้ในห้องปฏิบัติการ

เมื่อนำผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการซึ่งจำแนกผู้สูงอายุชาย และหญิงอย่างเท่า ๆ กันตามแต่ละสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ผลพบว่าทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อนผู้สูงอายุชายและหญิงมีความรู้สึกเชิงความร้อน และความรู้สึกทางความเร็วลม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้สูงอายุหญิงจะมี

ความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” และความเร็วลม “ค่อนข้างแรง” มากกว่าผู้สูงอายุชาย ส่วนในทางความชื้น ในฤดูหนาวความรู้สึกที่มีต่อความชื้นจะไม่แตกต่าง แต่ในฤดูร้อนผู้สูงอายุหญิงจะรู้สึกว่าความชื้น “พอดี” แต่จะไปในทางที่มีความรู้สึกว่าอากาศค่อนข้างแห้งมากกว่าที่ผู้สูงอายุชายมีความรู้สึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนนี้จึงมีความเป็นไปได้ว่าช่วงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในศูนย์ผู้สูงอายุที่อยู่ในช่วงแคบกว่าในห้องปฏิบัติการ ช่วงดังกล่าวจุดตัดของความต่างด้านความรู้สึกของทั้งเพศชาย และหญิง จึงยังไม่ปรากฏเด่นชัดเหมือนดังการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่มีการขยายช่วงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพเพื่อใช้ในการทดสอบ

ในภาพรวมจึงพิจารณาได้ว่าผู้สูงอายุหญิงจะรู้สึกเย็น รู้สึกถึงความเร็วลม และรู้สึกถึงอากาศว่าแห้งมากกว่าที่ผู้สูงอายุชายรู้สึก แต่ในฤดูหนาวจะทั้งผู้สูงอายุหญิง และผู้สูงอายุชาย เมื่อได้เผชิญกับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพเดียวกันกลับพบว่าความรู้สึกที่มีต่อความชื้นไม่แตกต่าง ซึ่งเป็นไปได้ว่าความเปลี่ยนแปลงของอากาศในฤดูหนาวอาจส่งผลกระทบต่อลักษณะผิวหนังที่ส่งผลต่อการรับรู้ความชื้นได้ในลักษณะที่คล้ายๆ กัน อย่างไรก็ตามในส่วนนี้จึงพิจารณาได้ว่าผู้สูงอายุหญิงรู้สึกถึงความเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพได้มากกว่าผู้สูงอายุชาย

2) ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพจำแนกตามดัชนีมวลกาย

จากที่พบว่าผู้สูงอายุที่ใช้สอยศูนย์มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ “น้ำหนักเกิน” สอดคล้องกับกลุ่มประชากรสูงอายุในประเทศไทยตามที่ วิชัย เอกพลากร และคณะ (2557) ศึกษาไว้ การศึกษานี้ก็ได้ใช้ผู้สูงอายุอาสาสมัครที่เข้าสู่การทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีน้ำหนักเกินเช่นเดียวกัน แต่ด้วยข้อจำกัดด้านจำนวนผู้สูงอายุอาสาสมัครผู้เข้าทดสอบที่มีจำนวนน้อย การวิเคราะห์จึงได้ใช้ตัวแทนประชากรในศูนย์ผู้สูงอายุ เพื่อนำมาอธิบายความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพจำแนกตามดัชนีมวลกายในผู้สูงอายุไทยสำหรับการศึกษานี้

จากข้อมูลที่เก็บจากศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาทั้งสองฤดูกาล ข้อมูลดัชนีมวลกายของผู้สูงอายุซึ่งบ่งบอกขนาดของร่างกายถูกจำแนกตามเกณฑ์ดัชนีมวลกายของชาวเอเชีย หลังจากนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติอ้างอิง โดยในจำนวนผู้ที่ถูกจำแนกตามเกณฑ์ดัชนีมวลกาย ซึ่งบ่งบอกถึงภาวะการมีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ คือ BMI ต่ำกว่า 18.5 kg/m^2 และอยู่ในเกณฑ์อ้วนระดับที่ 1 หรือค่า BMI ในช่วง 30-40 kg/m^2 จะไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาร่วมด้วยเนื่องจากมีจำนวนที่น้อยมาก แต่ผู้สูงอายุที่มีค่า BMI 18.5-22.9 kg/m^2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติ ค่า BMI 23.0-24.9 kg/m^2 ซึ่งเกณฑ์อยู่ในเกณฑ์น้ำหนักเกิน และค่า BMI 25.0-29.9 kg/m^2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เริ่มอ้วน อันเป็นลักษณะสามเกณฑ์หลักที่พบทั่วไปในศูนย์ และในผู้สูงอายุไทยได้ถูกนำมาวิเคราะห์

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงอุณหภาพในฤดูหนาว จำแนกตามดัชนีมวลกายผู้สูงอายุ (กลุ่มปกติ น้ำหนักเกิน และเริ่มอ้วน) ด้วย Post Hoc Tests

ความรู้สึกในฤดูหนาว (จำแนกตามดัชนีมวลกาย)	**แหล่งความแปรปรวน**	df	SS	MS	F	*p*
ความรู้สึกเชิงความร้อน	ระหว่างกลุ่ม	2	2.409	1.204	4.358	0.016*
	ภายในกลุ่ม	87	24.047	0.276		
	รวม	89	26.456			
ความรู้สึกทางความชื้น	ระหว่างกลุ่ม	2	0.308	0.154	0.267	0.767
	ภายในกลุ่ม	87	50.192	0.577		
	รวม	89	50.500			
ความรู้สึกทางความเร็วลม	ระหว่างกลุ่ม	2	0.214	0.107	0.410	0.665
	ภายในกลุ่ม	87	22.686	0.261		
	รวม	89	22.900			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ จำแนกตามดัชนีมวลกายของผู้สูงอายุด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ในตารางที่ 4.9 พบว่าในฤดูหนาวดัชนีมวลกายส่งผลต่อความรู้สึกเชิงความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ในด้านความชื้น และความเร็วลมนั้นไม่มีความแตกต่าง ดังนั้นจึงทดสอบความแตกต่างของความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในด้านความร้อนเป็นรายคู่ด้วยวิธี Scheffe เนื่องจากค่า Test of Homogeneity of Variances มีความแปรปรวนที่เท่ากัน (*p value* = 0.545) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงความร้อนในฤดูหนาว จำแนกตามดัชนีมวลกายผู้สูงอายุ

ดัชนีมวลกาย (BMI)	ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน	**ปกติ** -0.346	**น้ำหนักเกิน** -0.423	**เริ่มอ้วน** -0.711
ปกติ	-0.346	-	0.870	0.028*
น้ำหนักเกิน	-0.423		-	0.106
เริ่มอ้วน	-0.711			-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 4.10 พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่จำแนกตามดัชนีมวลกายมีความรู้สึกทางด้านความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 มีจำนวน 1 คู่ ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุที่มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ และกลุ่มผู้สูงอายุที่มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์เริ่มอ้วน พบว่า ผู้สูงอายุที่มีภาวะ “เริ่มอ้วน” กลับมีความรู้สึก “ค่อนข้างเย็น” (-0.711) มากกว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะ “ปกติ” (-0.423) ที่มีความรู้สึกว่าสบาย “พอดี” แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงมีความเป็นไปได้ว่าในผู้สูงอายุที่เริ่มอ้วนอาจสัมพันธ์กับการเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases, NCDs) ที่ส่งผลต่อการรับรู้เชิงความร้อนที่แปรเปลี่ยนไป

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงอุณหภาพในฤดูร้อน จำแนกตามดัชนีมวลกายผู้สูงอายุ (กลุ่มปกติ น้ำหนักเกิน และเริ่มอ้วน) ด้วย Post Hoc Tests

ความรู้สึกในฤดูร้อน (จำแนกตามดัชนีมวลกาย)	**แหล่งความแปรปรวน**	**df**	**SS**	**MS**	**F**	*p*
ความรู้สึกเชิงความร้อน	ระหว่างกลุ่ม	2	0.87	0.043	0.129	0.879
	ภายในกลุ่ม	79	26.462	0.335		
	รวม	81	26.549			
ความรู้สึกทางความชื้น	ระหว่างกลุ่ม	2	0.068	0.034	0.123	0.885
	ภายในกลุ่ม	79	22.029	0.279		
	รวม	81	22.098			
ความรู้สึกทางความเร็วลม	ระหว่างกลุ่ม	2	0.212	0.106	0.783	0.461
	ภายในกลุ่ม	79	10.679	0.135		
	รวม	81	10.890			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตาราง 4.11 ในฤดูร้อน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุ จำแนกตามดัชนีมวลกาย กลุ่มปกติ น้ำหนักเกิน และเริ่มอ้วน โดยใช้สถิติ F-test พบว่าดัชนีมวลกายไม่ส่งผลต่อความรู้สึกเชิงความร้อน ความชื้น และความเร็วลม ที่แตกต่างกัน จึงไม่ต้องดำเนินการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่

3) ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพจำแนกตามช่วงอายุ

จากการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ และห้องปฏิบัติการ ที่ได้ใช้ช่วงอายุที่เกาะกลุ่มเดียวกัน จึงได้ใช้กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจากการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ ที่มีจำนวนมากกว่ากลุ่มตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ มาอธิบายความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ โดยจำแนกตามช่วงอายุ ข้อมูลอายุที่ได้จากการศึกษาในภาคสนามจึงถูกจำแนก กลุ่มอายุที่มีอยู่เป็นจำนวนน้อยมาก ได้แก่ ผู้มีอายุ 55-59 ปี อันเป็นกลุ่มผู้เกษียณในภาคเอกชน และผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 80 ปี ขึ้นไป จะไม่ได้นำมาวิเคราะห์ แต่จะใช้เฉพาะกลุ่มอายุที่มีอยู่เป็นจำนวนมากภายในศูนย์ผู้สูงอายุมาวิเคราะห์ คือ กลุ่มอายุ 60-64 ปี, กลุ่มอายุ 65-69 ปี, กลุ่มอายุ 70-74 ปี, และกลุ่มอายุ 75-79 ปี ดังตารางที่ 4.12 - 4.13

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงอุณหภาพในฤดูหนาว จำแนกตามช่วงอายุ ด้วย Post Hoc Tests

ความรู้สึกในฤดูหนาว (จำแนกตามกลุ่มอายุ)	**แหล่งความแปรปรวน**	**df**	**SS**	**MS**	**F**	*p*
ความรู้สึกเชิงความร้อน	ระหว่างกลุ่ม	3	1.126	0.375	1.253	0.296
	ภายในกลุ่ม	76	22.761	0.299		
	รวม	79	23.888			
ความรู้สึกทางความชื้น	ระหว่างกลุ่ม	3	1.148	0.383	0.624	0.602
	ภายในกลุ่ม	76	46.652	0.614		
	รวม	79	47.800			
ความรู้สึกทางความเร็วลม	ระหว่างกลุ่ม	3	0.380	0.127	0.455	0.949
	ภายในกลุ่ม	76	21.170	0.279		
	รวม	79	21.550			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 4.12 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพจำแนกตามช่วงอายุของผู้สูงอายุ ในกลุ่ม 60-64 ปี, 65-69 ปี, 70-74 ปี, และ 75-79 ปี ในฤดูหนาว โดยใช้สถิติ F-test พบว่าช่วงอายุไม่ส่งผลต่อความรู้สึกเชิงความร้อน ความรู้สึกทางความชื้น และความรู้สึกทางเร็วลม ที่ต่างกัน จึงไม่ต้องดำเนินการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ในต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงอุณหภาพในฤดูหนาว จำแนกตามช่วงอายุ ด้วย Post Hoc Tests

ความรู้สึกในฤดูร้อน (จำแนกตามกลุ่มอายุ)	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	*p*
ความรู้สึกเชิงความร้อน	ระหว่างกลุ่ม	3	0.575	0.192	0.562	0.642
	ภายในกลุ่ม	66	22.511	0.341		
	รวม	69	23.086			
ความรู้สึกทางความชื้น	ระหว่างกลุ่ม	3	0.870	0.290	1.161	0.332
	ภายในกลุ่ม	66	16.501	0.250		
	รวม	69	17.371			
ความรู้สึกทางความเร็วลม	ระหว่างกลุ่ม	3	0.053	0.018		0.949
	ภายในกลุ่ม	66	9.890	0.150		
	รวม	69	9.943			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 4.13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ จำแนกตามช่วงอายุของผู้สูงอายุ ในฤดูร้อนพบว่าอายุไม่ส่งผลต่อความรู้สึกวามรู้สึกเชิงความร้อน ความรู้สึกทางความชื้น และความรู้สึกทางเร็วลม ที่ต่างกันเช่นเดียวกันกับผลที่ได้ในฤดูหนาว จึงไม่ต้องดำเนินการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ในต่อไป

ดังนั้นการศึกษาในส่วนข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ จำแนกตามอายุของผู้สูงอายุ ทั้งสองฤดูกาลโดยใช้สถิติ F-test จึงพิจารณาได้ว่า ช่วงอายุของผู้สูงอายุในศูนย์กลุ่มนี้ซึ่งมีช่วงที่เกาะกลุ่มกันไม่ส่งผลต่อความรู้สึกเชิงความร้อน ความชื้น และความเร็วลม ที่ต่างกัน ประการหนึ่งอาจเป็นเพราะได้ศึกษาในผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคม (รายละเอียดดังคำจำความบทที่ 1) ซึ่งแปลผลตามลักษณะการเป็นผู้สูงอายุที่ช่วยเหลือตนเองได้ มีโรคแต่ควบคุมได้ สามารถทำกิจกรรมได้ดังเช่นคนวัยอื่นทั่วไป ลักษณะเช่นนี้ไม่ได้แปรลผลไปตามอายุ ดังนั้นถึงแม้จะจำแนกตามอายุจึงไม่อาจเห็นความต่างได้อย่างชัดเจน

การศึกษาด้านปัจจัยส่วนบุคคลนี้แสดงให้เห็นได้ว่าเสื้อผ้าที่สวมใส่ในทั้งสองฤดูของผู้สูงอายุ มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ความเปลี่ยนแปลงทางร่างกายในผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างที่แสดงด้วยค่าดัชนีมวลกาย บ่งชี้ได้ว่า มีภาวะ “น้ำหนักเกิน” เช่นเดียวกันกับที่พบส่วนใหญ่ในผู้สูงอายุไทย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อความรู้สึกเชิงอุณหภาพได้ ในขณะเดียวกันเพศของผู้สูงอายุก็ยังส่งผลต่อการรับรู้เชิงอุณหภาพที่แตกต่างกัน แต่ด้วยช่วงอายุที่เกาะกลุ่มกัน อีกทั้งผู้สูงอายุก็เป็นกลุ่มที่

ประเมินสภาพทางร่างกายที่คล้ายกัน ผลจึงไม่ปรากฏความแตกต่าง อย่างไรก็ตามจากการประเมินด้วยสถิติในข้างต้น การศึกษานี้แสดงถึงการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรที่เป็นเป้าหมายของงานวิจัยได้เหมาะสม อีกทั้งได้นำผู้สูงอายุอาสาสมัครเข้าสู่ห้องปฏิบัติการได้สอดคล้องกับในการศึกษาในภาคสนาม โดยปัจจัยด้าน เพศ ค่าดัชนีมวลกาย อายุ ในกลุ่มตัวอย่างนี้ไม่ได้แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ มีลักษณะที่เกาะกลุ่มกัน ผลของความรู้สึกจึงเป็นไปในทิศทางเดียวกันและสามารถนำมาประเมินสภาวะน่าสบายได้ต่อไป

4.4 ผลการศึกษาด้านปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความรู้สึกเชิงอุณหภาพในผู้สูงอายุ

จากการศึกษาเพื่อพัฒนาสภาวะน่าสบายให้กับผู้ใช้งานศูนย์ผู้สูงอายุนี้ไม่เพียงแต่หาแนวทางจัดการเพื่อการประหยัดพลังงานเท่านั้น แต่จากที่พบว่าในทั้งฤดูหนาวและร้อน ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึก “ค่อนข้างเย็น” จึงยิ่งทำให้การพิจารณาแนวทางการปรับสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นภายในศูนย์ผู้สูงอายุมีความจำเป็นเป็นอย่างยิ่ง แต่ในขณะเดียวกันด้วยข้อจำกัด ในการเข้าไปทำการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในอาคารจริงระหว่างมีการใช้งานไม่สามารถทำได้ ดังนั้นการทดสอบความรู้สึกเชิงอุณหภาพในห้องปฏิบัติการที่มีการผสมผสานของปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบาย (ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ความชื้น ความเร็วลม) ที่หลากหลายจึงถูกนำมาใช้แทน ซึ่งผลการศึกษาด้านปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความรู้สึกของผู้สูงอายุ ทั้งการศึกษาภาคสนามที่เก็บในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา และภายในห้องปฏิบัติการได้มีการวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็น ในฤดูหนาว และฤดูร้อน สามารถแสดงรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

- สำรวจความรู้สึกของผู้สูงอายุที่มีต่อตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ โดยใช้มาตรวัด 7 ระดับ และทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน (Mean Thermal Sensation Vote, MTSV) ค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความชื้น (Mean Humidity Sensation Vote, MHSV) และค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความเร็วลม (Mean Air Velocity Sensation Vote, MVaSV)
- ตรวจสอบความสบายโดยรวม และการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ โดยใช้มาตรวัด 6 ระดับ (Thermal comfort scale) เพื่อตรวจสอบความสบายโดยรวม และตรวจสอบการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ โดยใช้มาตรวัด 2 ระดับ (Acceptable scale)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพเพื่อให้อยู่สภาวะน่าสบาย โดยใช้มาตรวัด 5 ระดับ (Environmental preference) เพื่อวิเคราะห์ถึงความต้องการด้านการปรับสภาพแวดล้อม

จากการทบทวนวรรณกรรมในหลายงานวิจัยที่ผ่านมาที่มีการเสนอขอบเขตความน่าสบายที่แตกต่างกัน ตลอดจนได้มีการตรวจสอบสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาการศึกษาในห้องปฏิบัติการจึงได้กำหนดสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ใช้ในการทดสอบให้ครอบคลุมในช่วงดังกล่าวด้วย ซึ่งผลจากการศึกษาทั้งในศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในอาคาร ฤดูหนาว

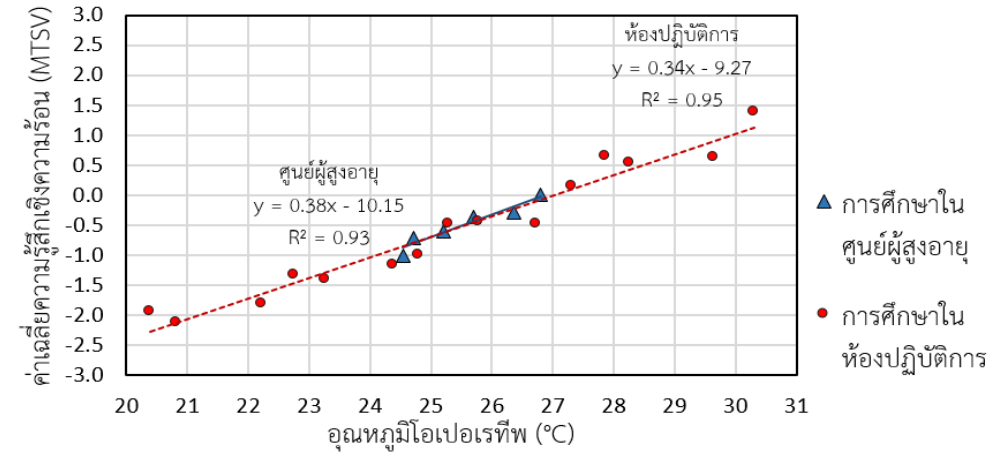
จากการสำรวจความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในฤดูหนาว และร้อนด้วยแบบสอบถาม ผลการวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้ มีดังต่อไปนี้

4.4.1.1 ความรู้สึกที่มีต่อตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว

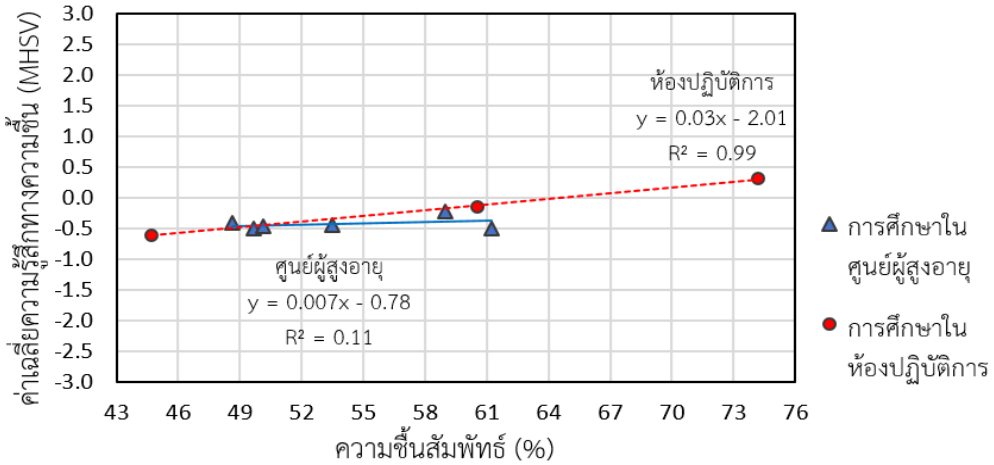
ความรู้สึกที่มีต่อตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน (MTSV) กับอุณหภูมิโอเปอเรทีพ โดยแสดงค่าเฉลี่ยการลงคะแนน ณ อุณหภูมิโอเปอเรทีพต่าง ๆ ตามลักษณะที่ปรากฏใน ASHRAE Standard 55 (ASHRAE, 2017) ค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความชื้น (MHSV) กับความชื้นสัมพัทธ์, และค่าเฉลี่ยความรู้สึกที่มีต่อลม (MVaSV) กับความเร็วลม แสดงดังรูปที่ 4.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

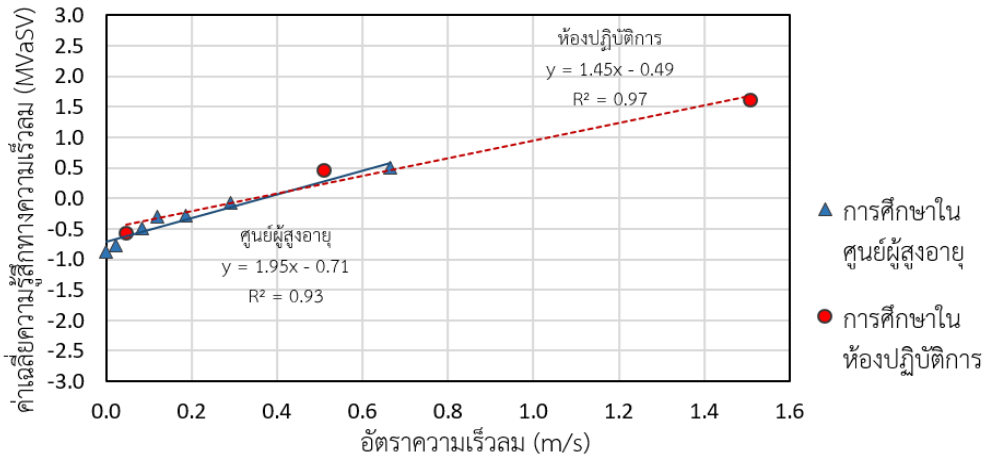
สำหรับอุณหภูมิโอเปอเรทีพซึ่งเป็นอุณหภูมิตัวแทนที่รวมค่าอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ยไว้ด้วยกัน ได้มีการคำนวณตามวิธีใน ASHRAE handbook (ASHRAE, 2009) (ดังสมการในบทที่ 2)



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว
(ก) ความรู้สึกเชิงความร้อนกับอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (ข) ความรู้สึกทางความชื้นกับความชื้นสัมพัทธ์
(ค) ความรู้สึกทางความเร็วลมกับอัตราความเร็วลม

จากรูปที่ 4.10 ในฤดูหนาว ขณะที่ผู้สูงอายุทำกิจกรรมที่ 1.1 - 1.2 met และสวมใส่เสื้อผ้าแบบปกติตามฤดูกาล ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน ช่วง –0.49 ถึง +0.49 ที่แสดงถึงความรู้สึกว่า “พอดี” อยู่ในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.6 – 28.4 °C ผลที่ได้จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาและในห้องปฏิบัติการมีความสอดคล้องกัน ในศูนย์ผู้สูงอายุซึ่งให้ผลที่แคบกว่าแสดงค่าอุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายช่วง 25.6 – 27.0 °C ซึ่งการศึกษาในห้องปฏิบัติการ สามารถพิจารณาขยายขอบเขตเป็นอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่สูงขึ้นที่ 28.4 °C ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ผู้สูงอายุรู้สึกว่า “พอดี” อยู่ที่ 49.0–75.0 % โดยผลที่ได้จากข้อมูลที่เก็บได้ในภาคสนาม และห้องปฏิบัติจะแตกต่างกันเล็กน้อย จึงอาจบ่งชี้ได้ว่าความชื้นจะส่งผลต่อการรับรู้ได้ค่อนข้างน้อย ตรงกับที่ ASHRAE handbook (ASHRAE, 2009) ได้อธิบายไว้ ส่วนความรู้สึกของผู้สูงอายุที่มีต่อความเร็วลมจะพบว่า “พอดี” ในอัตราความเร็วลมที่ 0.10 – 0.65 m/s ซึ่งข้อมูลจากทั้งในศูนย์ผู้สูงอายุ และห้องปฏิบัติการจะให้ผลที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในฤดูหนาวจึงพบว่าผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “พอดี” ในสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ตามกรอบของตัวแปรที่คาดว่าจะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบายดังนี้

4.4.1.2 กรอบตัวแปรที่คาดว่าจะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบาย ฤดูหนาว

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษา ผู้สูงอายุไทยจะมีความรู้สึกน่าสบายในฤดูหนาวในช่วงตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ดังต่อไปนี้

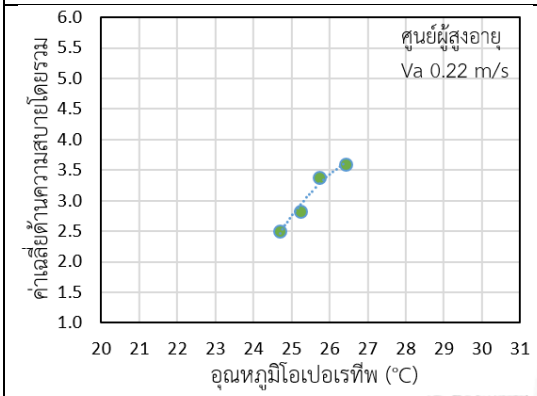
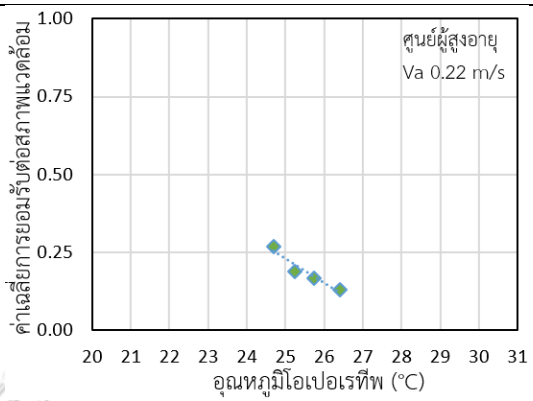
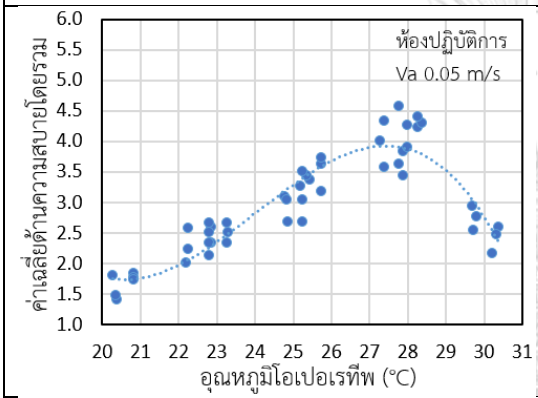
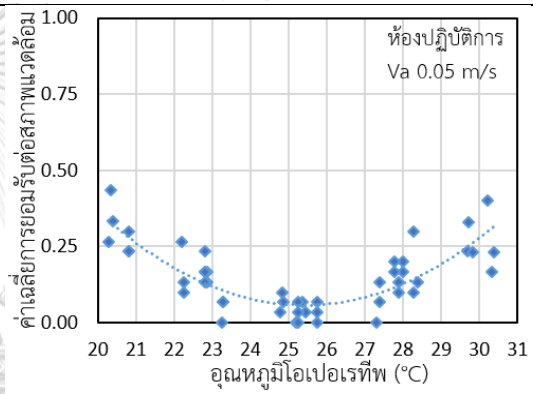
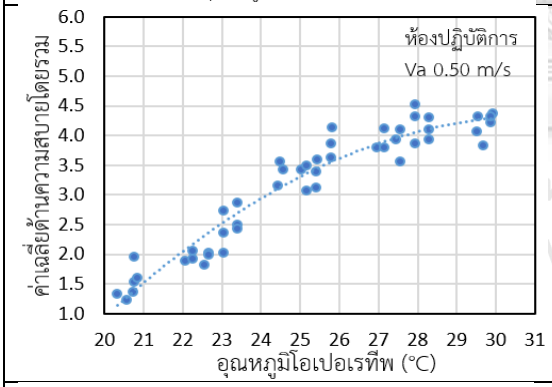
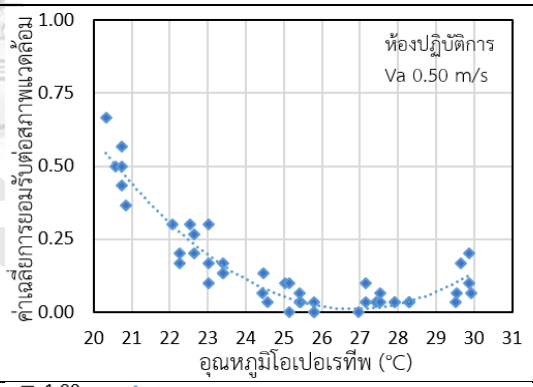
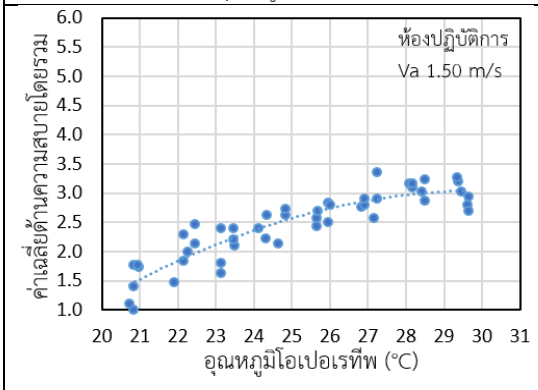
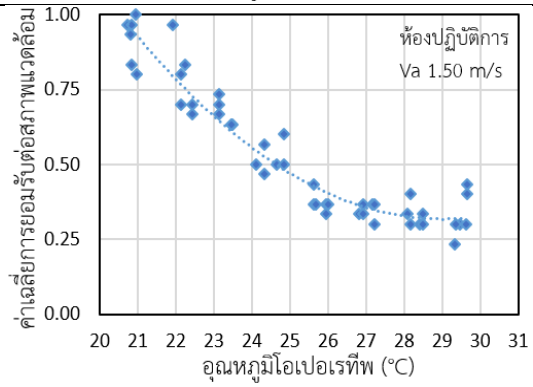
1) อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.6–28.4 °C
2) ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0–75.0 %
3) อัตราความเร็วลมที่ 0.10-0.65 m/s

ซึ่งตัวกรอบตัวแปรเหล่านี้จะได้ถูกใช้นำเข้าสมการเพื่อพิจารณาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อวิเคราะห์การผสมผสานของตัวแปรทางสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในต่อไป

4.4.1.3 ความสบายและการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว

ในการตรวจสอบความรู้สึกที่เกิดขึ้นโดยรวมจะใช้ มาตรวัด 6 ระดับ (ได้แก่ +1 ไม่สบายมาก, +2 ไม่สบายปานกลาง, +3 ไม่สบายเล็กน้อย, +4 สบายเล็กน้อย, +5 สบายปานกลาง, +6 สบายมาก) เพื่อตรวจวัดความรู้สึกสบาย และมาตรวัด 2 ระดับ (ได้แก่ 0 ยอมรับ, +1 ไม่ยอมรับ) เพื่อตรวจวัดการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ผลการตรวจสอบความรู้สึกสบายภายใต้การตรวจวัดจากแบบสอบถามแล้วว่าผู้สูงอายุทั้งหมดตอบไม่มีความเปียกชื้นที่ผิวหนัง มีดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ความสบายโดยรวมและการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว

ความสบายโดยรวมที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ	การยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ
	
	
	
	

จากตาราง 4.14 จากเกณฑ์การวิเคราะห์ช่วงสบายโดยรวมที่มีจุดตัดที่ค่า +3.5 หากพบค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง +1.00 ถึง +3.49 จะอยู่ในเกณฑ์ไม่มีความรู้สึกสบาย แต่หากอยู่ในช่วงที่มากกว่า +3.5 จะอยู่ในเกณฑ์มีความรู้สึกสบาย ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่มีค่าใกล้เคียงกันได้ถูกนำมาเฉลี่ยพร้อมกับการเฉลี่ยค่าความรู้สึกสบาย ผลพบว่าอุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 24.7 – 26.5 °C ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.22 m/s ในศูนย์ผู้สูงอายุที่เป็นอยู่ ผู้สูงอายุส่วนใหญ่จะรู้สึก “ไม่สบายเล็กน้อย” สอดคล้องกับผลการศึกษาความรู้สึกเชิงความร้อนที่ผู้สูงอายุรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ พบว่าในความเร็วลมที่ 0.05 m/s ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกสบายในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.5-29.0 °C ความรู้สึกสบายจะมากที่สุดในช่วง 27.0 – 28.2 °C และค่อย ๆ ลดลงมาจนเข้าสู่ความรู้สึกไม่สบายที่ 29.0 °C แต่เมื่อเพิ่มความเร็วลมเป็น 0.50 m/s ความรู้สึกสบายจะอยู่ในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.8-30.2 °C ในกรณีความเร็วลมเป็น 1.50 m/s ผู้สูงอายุมีความรู้สึกไม่สบาย จึงสรุปได้ว่าที่อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ศึกษา ความเร็วลมจะส่งผลต่อความรู้สึกสบายได้ แต่ในความเร็วลมที่ 1.50 m/s จะไม่สามารถนำมาใช้ได้ เมื่อวิเคราะห์ยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ พบว่าทั้งศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการ ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ “ยอมรับ” ยกเว้นในความเร็วลมที่ 0.50 m/s อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 20.5-20.8 °C และในความเร็วลมที่ 1.50 m/s อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 20.5-24.7 °C ดังนั้นการปรับอุณหภูมิโอเปอเรทีพ และความเร็วลม จึงไม่ควรเกินกรอบตัวแปรที่คาดว่าจะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบาย

ผลการพิจารณาส่วนนี้ซึ่งเป็นการตรวจสอบ พบว่าความรู้สึกสบายของผู้สูงอายุจะมีความสอดคล้องกับความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ เมื่อตรวจสอบด้านการยอมรับผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่เมื่ออยู่ในความเร็วลมที่ 0.05-0.50 m/s จะยอมรับต่อสภาพแวดล้อมที่กำหนดได้ถึงแม้ว่าจะรู้สึกว่าค่อนข้างเย็นก็ตาม แต่จะไม่ยอมรับหากมีอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 20.5-24.7 °C และความเร็วลมที่มีมากถึง 1.50 m/s

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.1.4 ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว

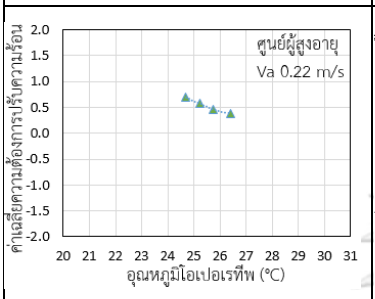
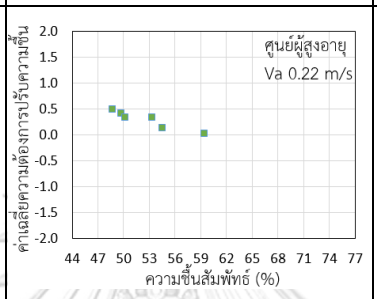
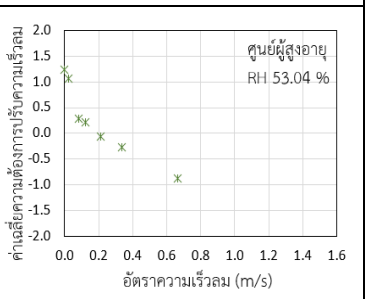
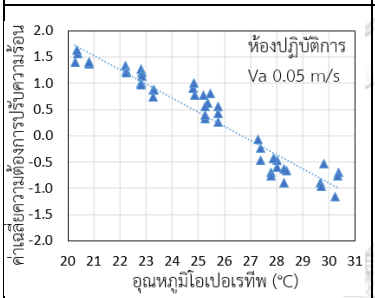
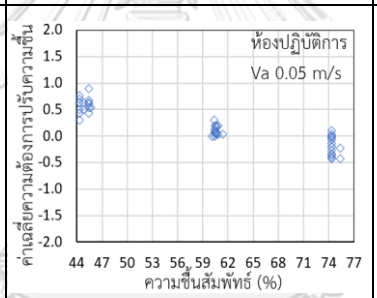
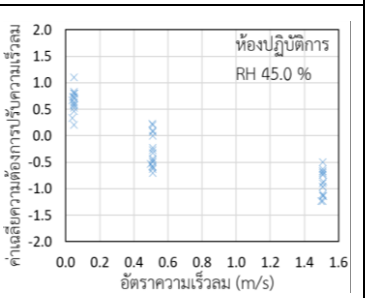
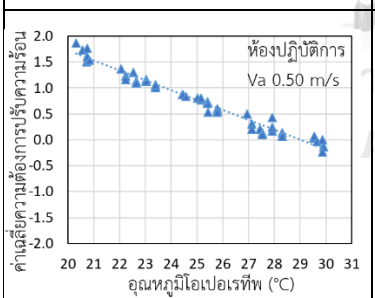
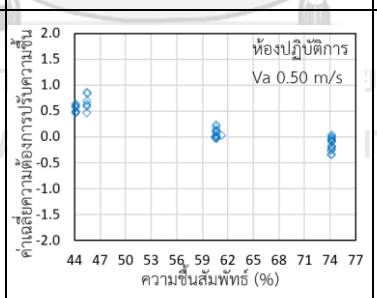
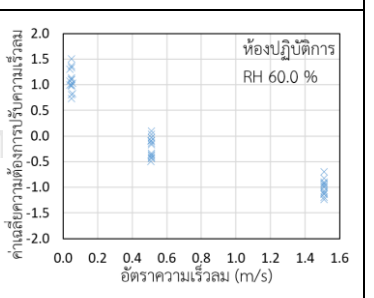
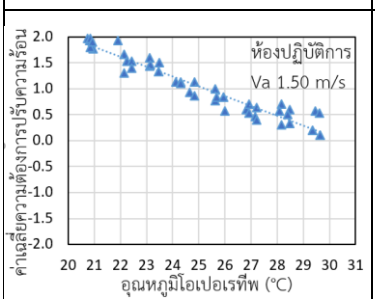
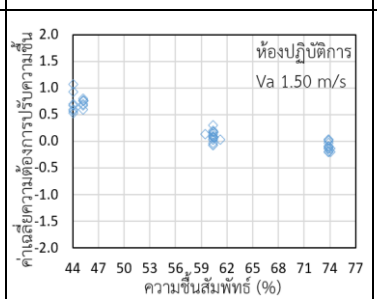
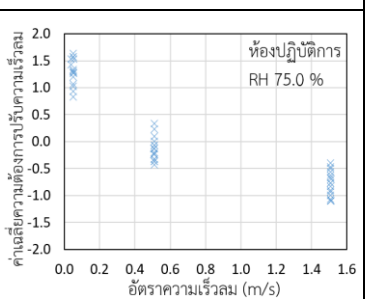
ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ เพื่อให้อยู่ในสภาวะน่าสบายในฤดูหนาว แต่ละตัวแปรจะใช้มาตรวัด 5 ระดับ เพื่อตรวจวัดความต้องการปรับ

- ความต้องการปรับความร้อน จะใช้ +2 ให้ร้อนขึ้นมาก, +1 ให้ร้อนขึ้นเล็กน้อย, 0 ไม่ต้องปรับเปลี่ยน, -1 ให้เย็นลงเล็กน้อย, -2 ให้เย็นลงมาก
- ความต้องการปรับความชื้น จะใช้ +2 ให้ชื้นขึ้นมาก, +1 ให้ชื้นขึ้นเล็กน้อย, 0 ไม่ต้องปรับเปลี่ยน, -1 ให้แห้งลงเล็กน้อย, -2 ให้แห้งลงมาก

- ความต้องการปรับความเร็วลมจะใช้ +2 ให้ลมแรงขึ้นมาก, +1 ให้ลมแรงขึ้นเล็กน้อย, 0 ไม่ต้องปรับเปลี่ยน, -1 ให้ลมเบาลงเล็กน้อย, -2 ให้ลมเบาลงมาก

ผลการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุที่มีความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.22 m/s และในห้องปฏิบัติการในความเร็วลมที่ได้ทำการเก็บข้อมูล มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว

ความต้องการปรับความร้อน	ความต้องการปรับความชื้น	ความต้องการปรับความเร็วลม
		
		
		
		

จากตาราง 4.15 ในศูนย์ผู้สูงอายุซึ่งมีความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.22 m/s ผู้สูงอายุต้องการปรับความร้อนให้ “อุ่นขึ้นเล็กน้อย” ในช่วงอุณหภูมิโอเปเรทีพที่ 24.5 - 25.5 °C ผลที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ในความเร็วลม 0.05 m/s จะต้องการปรับให้ไปในทิศทางอุ่นขึ้น หากมีอุณหภูมิโอเปอเรทีพต่ำกว่า 25.0 °C ในความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น ถึงแม้จะอยู่ในอุณหภูมิที่สูงขึ้นก็ยังต้องการปรับให้อุ่นขึ้น ดังความเร็วลมที่ 0.50 m/s และ 1.50 m/s ในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ต่ำกว่า 26.5 °C และ 28.1°C ตามลำดับ ก็ยังต้องการปรับไปในทางที่ให้อุ่นขึ้น ผลการศึกษาจึงแสดงถึงผลที่สอดคล้อง กล่าวคือ ผู้สูงอายุมีความต้องการปรับในส่วนที่รู้สึกว่าไม่พอดีตามการศึกษาเมื่อตรวจสอบย้อนกลับไปถึงความรู้สึกเชิงความร้อน

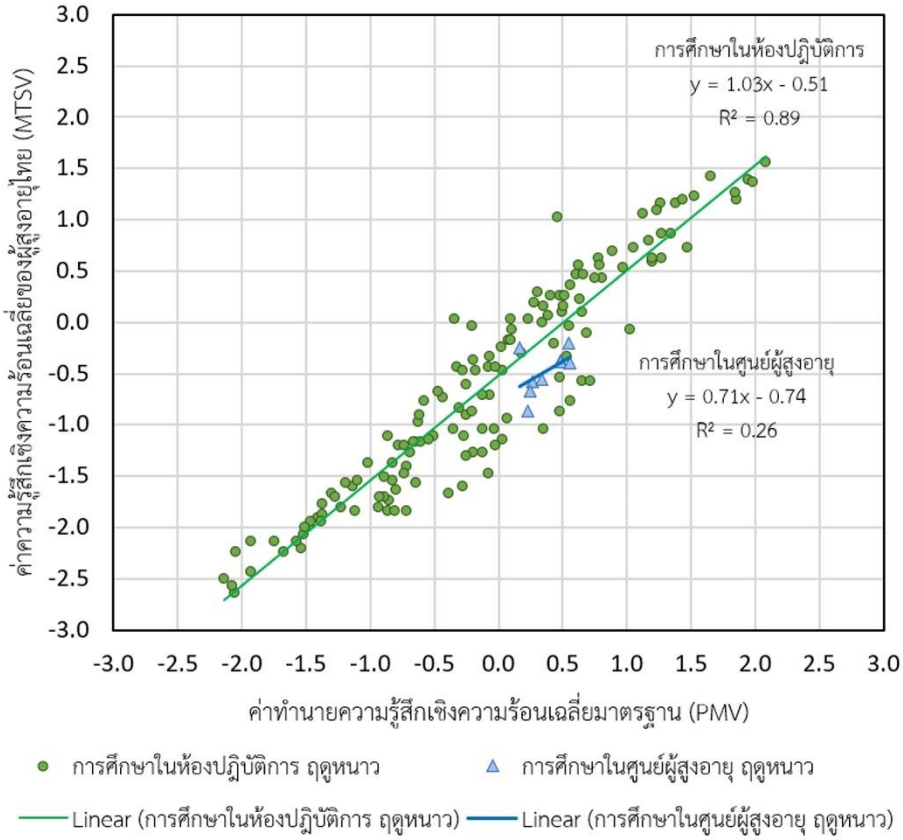
ในด้านความต้องการปรับความชื้น พบว่าในศูนย์ผู้สูงอายุ ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.22 m/s ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0 – 60.0 % จะไม่ต้องการปรับเปลี่ยนความชื้น สอดคล้องกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ แต่ในห้องปฏิบัติการซึ่งศึกษาเพื่อขยายขอบเขต ผู้สูงอายุจะไม่ต้องการปรับในความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นถึง 75.0 % อย่างไรก็ตามในความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น ความต้องการปรับความชื้นก็จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยสรุปแล้วผู้สูงอายุจะไม่ต้องการปรับเปลี่ยนความชื้นหากอยู่ในช่วง 49.0 – 75.0 % สอดคล้องกับผลของกรอบตัวแปรของการศึกษา นอกจากนี้ในด้านความต้องการปรับความเร็วลม ในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 53.04 % หากความเร็วลมอยู่ในช่วง 0-0.09 m/s ผู้สูงอายุจะต้องการปรับ “ให้ลมแรงขึ้นเล็กน้อย” ผลที่ได้สอดคล้องกับที่ได้ในห้องปฏิบัติการ แต่ในห้องปฏิบัติการจะแสดงให้เห็นว่า ยิ่งในความชื้นสัมพัทธ์ที่มากขึ้นก็จะมีความต้องการปรับให้มีความเร็วลมที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย ดังในความชื้นสัมพัทธ์ 60 % และ 70 % หากความเร็วลมต่ำกว่า 0.24 m/s และ 0.30 m/s ตามลำดับ ผู้สูงอายุจะต้องการปรับให้มีความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในความเร็วลมที่มากกว่า 0.70 m/s ผู้สูงอายุก็จะต้องการปรับลดความเร็วลมลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้นกรอบตัวแปรสำหรับใช้ในฤดูหนาวที่คาดว่าจะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบายจึงสามารถนำเข้าสู่สมการซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์ต่อไปได้ เพราะจากการตรวจสอบด้วยการประเมินค่าความรู้สึกสบาย การยอมรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ตลอดจนพิจารณาความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพแล้ว ให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลสำรวจความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ

4.4.1.5 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุ และค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ฤดูหนาว

เมื่อพิจารณาความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยด้วยวิธีการเปรียบเทียบกับค่าทำนายความรู้สึกมาตรฐาน (PMV) ใน ASHRAE Standard 55 (ASHRAE, 2017) โดยข้อมูลค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนที่ได้จากทั้งในศูนย์ผู้สูงอายุ และห้องปฏิบัติการ ในฤดูหนาวจะถูกทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณใน the CBE Thermal Comfort Tool ซึ่งดำเนินการตามหลักการของ ASHRAE standard 55 (Center for the Built Environment (CBE), 2019) แต่เนื่องจากในห้องปฏิบัติการได้ทำการเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ครอบคลุมถึงการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ ดังนั้นผลที่ได้จากการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุจึงแสดงอยู่ในแผนภูมิในช่วงที่แคบกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาว เมื่อเทียบกับค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV)

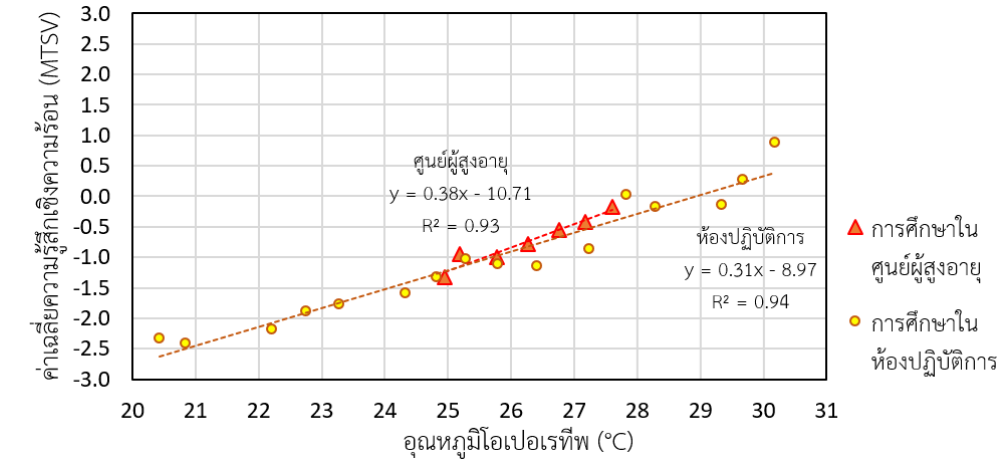
จากรูป 4.11 พบว่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุในฤดูหนาว ต่ำกว่าค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ใน ASHRAE standard 55 นั่นหมายความว่า หากคำนวณด้วย PMV ผู้สูงอายุจะต้องรู้สึกค่อนข้างอุ่น แต่ในความเป็นจริงแล้วผู้สูงอายุไทยกลับรู้สึกว่าพอดี อีกทั้งในสภาพแวดล้อมเดียวกันผลของค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยที่ได้จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุ จะต่ำกว่าจากการสำรวจในห้องปฏิบัติการ ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ได้จากทั้งในศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งการนำผลที่ได้จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการไปใช้อธิบายเพิ่มเติมสำหรับพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุจะได้ถูกทำการวิเคราะห์ในต่อไป

4.4.2 ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในอาคาร ฤดูร้อน

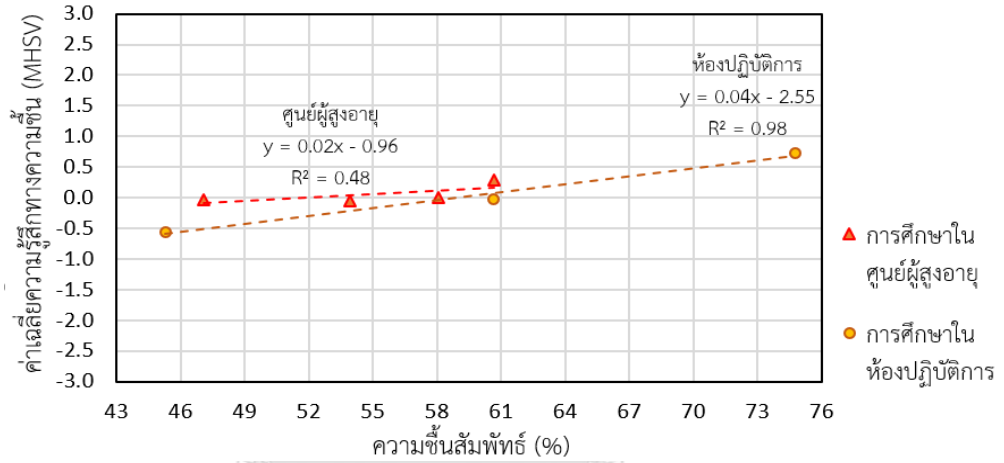
4.4.2.1 ความรู้สึกที่มีต่อตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน

จากที่ได้สำรวจความรู้สึกและสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในฤดูร้อน ได้แก่ ความรู้สึกที่มีต่อความร้อน ความชื้น และความเร็วลม ในศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการ โดยใช้แบบสอบถามเช่นเดียวกันกับฤดูหนาว จึงทำการวิเคราะห์ความรู้สึกของผู้สูงอายุที่มีต่อตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในอาคาร ฤดูร้อน ดังรูปที่ 4.12

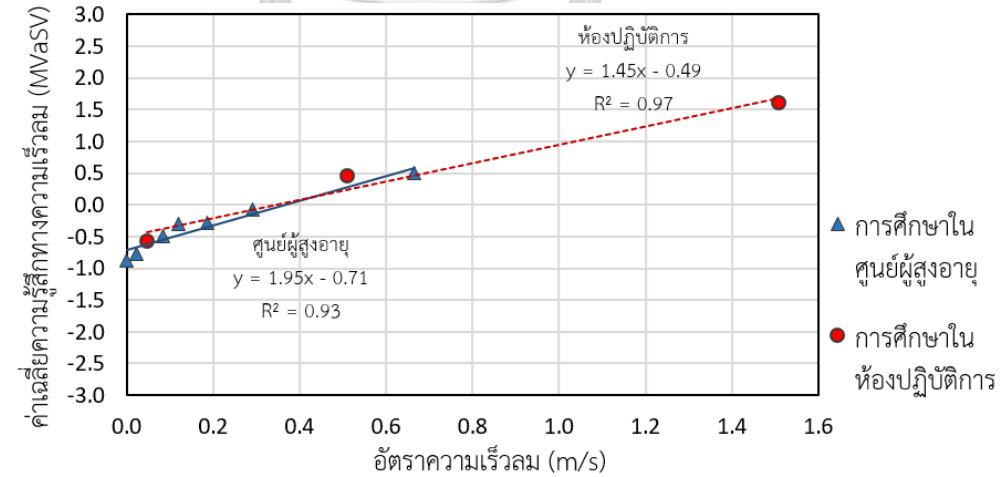
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน (ก) ความรู้สึกเชิงความร้อนกับอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (ข) ความรู้สึกทางความชื้นกับความชื้นสัมพัทธ์ (ค) ความรู้สึกทางความเร็วลมกับอัตราความเร็วลม

จากรูปที่ 4.12 ขณะที่ผู้สูงอายุทำกิจกรรมที่ 1.1 - 1.2 met สวมใส่เสื้อผ้าแบบปกติในฤดูร้อน ความรู้สึกเชิงความร้อน “พอดี” อยู่ในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.4 – 29.6 ℃ ผลจากศูนย์ผู้สูงอายุ และห้องปฏิบัติการมีความคล้ายคลึงกัน แต่ในศูนย์ผู้สูงอายุซึ่งมีสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่แคบกว่า โดยส่วนใหญ่ผู้สูงอายุจะอยู่ในเกณฑ์ที่ “ค่อนข้างเย็น” ความชื้นสัมพัทธ์ที่ผู้สูงอายุรู้สึกว่า “พอดี” อยู่ในช่วง 47.0–70.0 % ซึ่งผลที่ได้จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติจะค่อนข้างต่างกัน อย่างไรก็ตามก็ยังให้ผลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน โดยผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่าความชื้น “พอดี” ส่วนความเร็วลม การศึกษาจากทั้งในศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการ ผู้สูงอายุได้ให้ความรู้สึกว่าความเร็วลม “พอดี” ที่ 0.10 – 0.78 m/s แต่การศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุจะให้ผลที่แคบกว่า ผลที่ได้นำไปสู่ผลลัพธ์ของกรอบตัวแปร

4.4.2.2 กรอบตัวแปรที่คาดว่าจะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบาย ฤดูร้อน

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษา ผู้สูงอายุไทยจะมีความรู้สึกน่าสบายในฤดูร้อนในช่วงตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ดังต่อไปนี้

1) อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.4 – 29.6 ℃
2) ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.0 – 70.0 %
3) อัตราความเร็วลมที่ 0.05 – 0.78 m/s

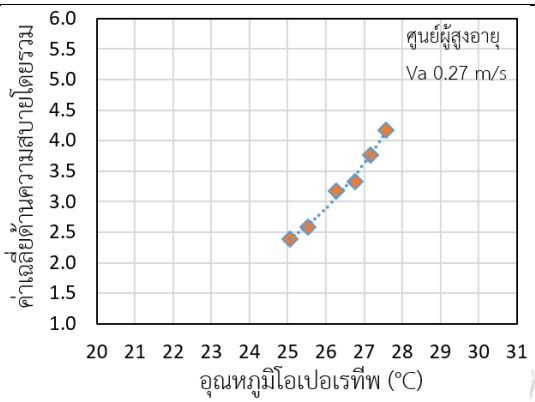
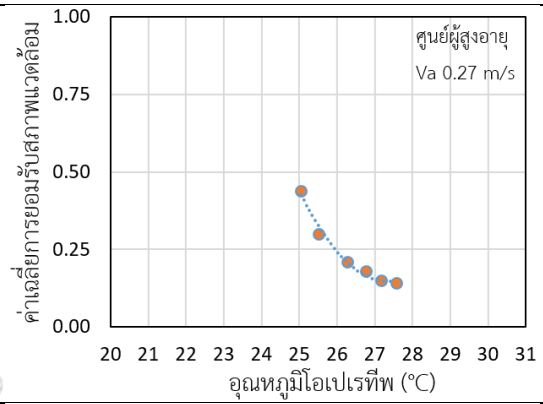
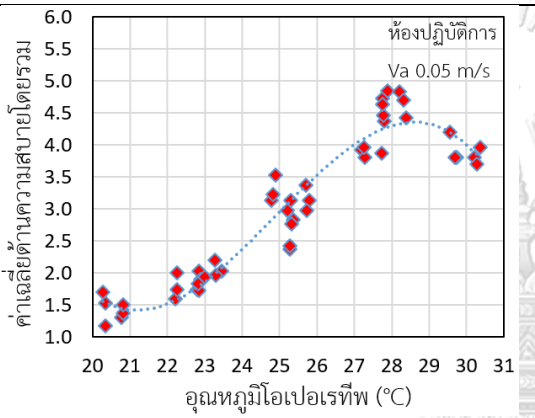
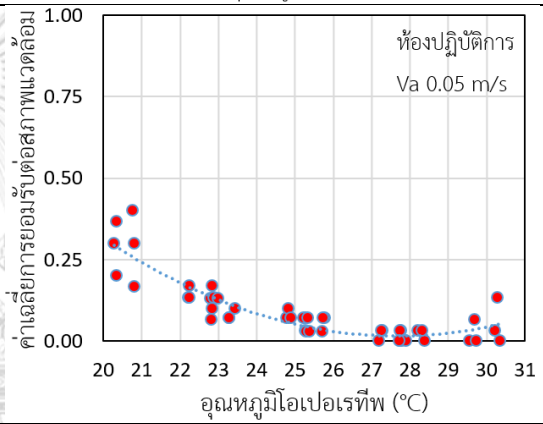
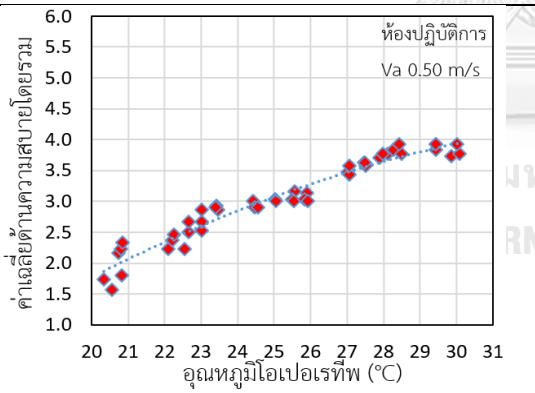
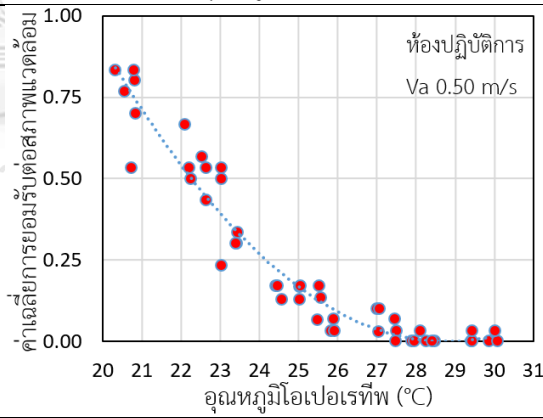
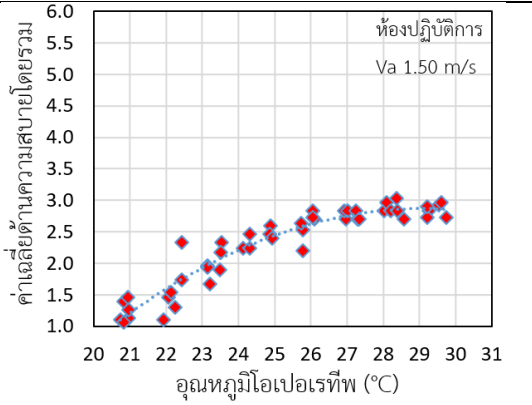
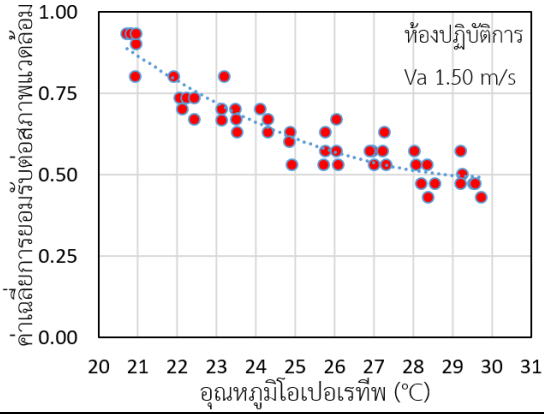
ซึ่งกรอบตัวแปรเหล่านี้จะได้นำไปวิเคราะห์เพื่อจัดเตรียมสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นในศูนย์ผู้สูงอายุต่อไป โดยจะเป็นช่วงเพื่อนำเข้าในสมการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนในฤดูร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4.2.3 ความสบายและการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน

ข้อมูลจากการศึกษาภายในศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการจะได้ถูกนำมาวิเคราะห์ความรู้สึกสบาย และการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในอาคาร สำหรับฤดูร้อน ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ความสบายโดยรวม และการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน

ความสบายโดยรวมที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ	การยอมรับต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ
	
	
	
	

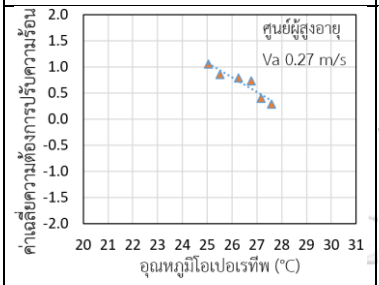
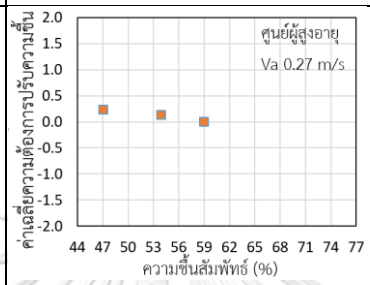
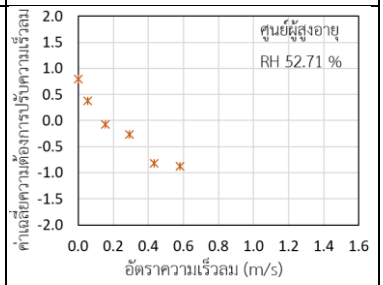
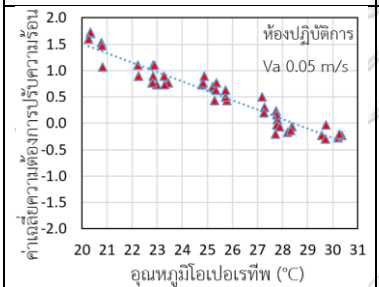
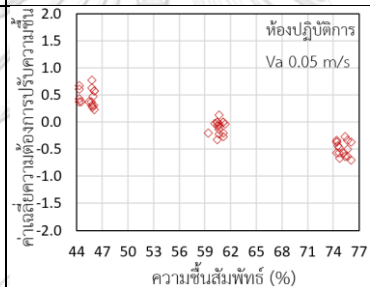
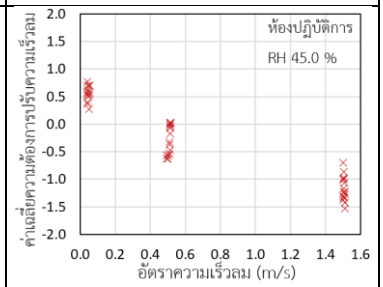
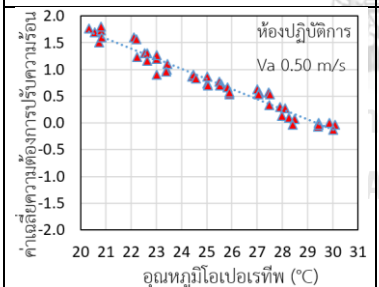
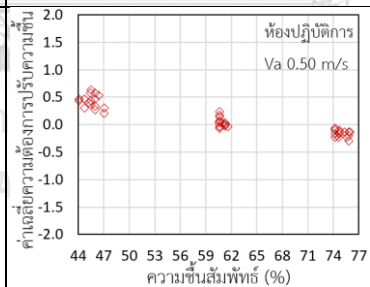
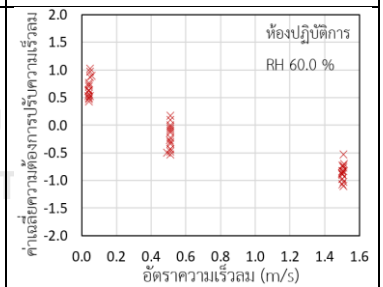
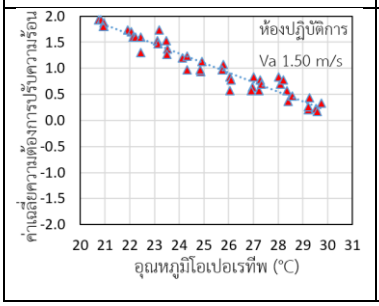
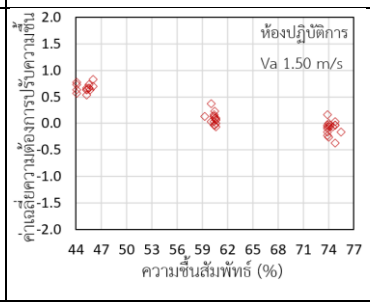
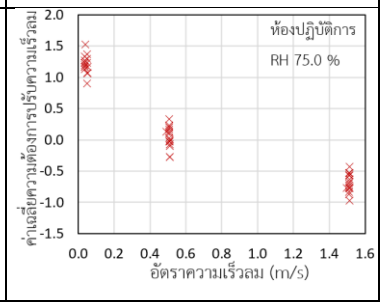
จากตาราง 4.16 ข้อมูลค่าคะแนนเฉลี่ยช่วง +1.00 ถึง 3.49 จะอยู่ในเกณฑ์ไม่มีความรู้สึกสบาย ช่วง +3.50 ถึง +6.00 อยู่ในเกณฑ์มีความรู้สึกสบาย ในศูนย์ผู้สูงอายุที่มีความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.27 m/s อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ต่ำกว่า 26.8 ℃ จะทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกว่า “ไม่สบายเล็กน้อย - ไม่สบายปานกลาง” ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ในความเร็วลมที่ 0.05 m/s อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ต่ำกว่า 26.0 ℃ จะทำให้ไม่มีความรู้สึกสบาย แต่ตรงกันข้าม จะมีความรู้สึกสบาย มากสุดในช่วง 27.0 – 28.5 ℃ และในความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นจะทำให้มีความรู้สึกสบายในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่สูงขึ้นด้วย ซึ่งหากความเร็วลมเป็น 0.50 m/s ความรู้สึกสบายจะอยู่ในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.0 - 30.2 ℃ แต่ความเร็วลมที่ 1.50 m/s ผู้สูงอายุจะไม่มีความรู้สึกสบายใด ๆ ผลที่ได้เป็นไปในลักษณะที่คล้ายกันกับฤดูหนาว แต่ความรู้สึกสบายของผู้สูงอายไทย จะมีในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่สูงกว่า ส่วนการยอมรับต่อสภาพแวดล้อมอุณหภาพ (ได้แก่ 0 ยอมรับ, +1 ไม่ยอมรับ) การศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุฤดูร้อน ถึงแม้ว่าผู้สูงอายุจะรู้สึกว่าค่อนข้างเย็น แต่ก็จะสามารถยอมรับต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าวได้ เช่นเดียวกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ หากความเร็วลมสูงขึ้นเป็น 0.50 m/s การยอมรับต่อสภาพแวดล้อมจะสูงขึ้นในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 22.3 – 30.2 ℃ ซึ่งจะมีผู้ที่สบายมากที่สุดในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 28.0 – 30.2 ℃ อย่างไรก็ตามในความเร็วลมที่ 1.50 m/s ไม่ทำให้ผู้สูงอายุยอมรับกับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพโดยรวมได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.2.4 ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน

การศึกษาถึงความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพเพื่อให้อยู่ในสภาวะน่าสบายภายในอาคารสำหรับฤดูร้อน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.17 ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน

ความต้องการปรับความร้อน	ความต้องการปรับความชื้น	ความต้องการปรับความเร็วลม
		
		
		
		

จากตารางที่ 4.17 การศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูร้อน ในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.0 - 27.0 °C ผู้สูงอายุจะต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงความร้อนให้ “อุ่นขึ้นเล็กน้อย” ผลที่ได้เป็นไป

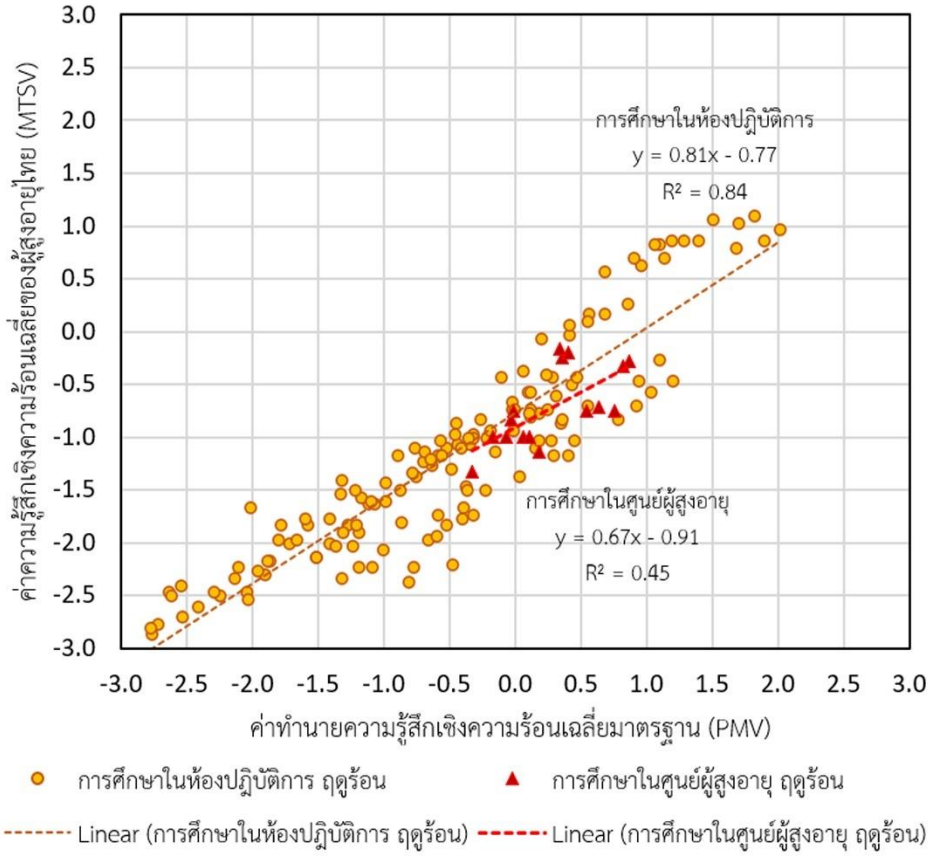
ในทางเดียวกันกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่พบว่า ในความเร็วลมที่ 0.05 m/s, 0.50 m/s, และ 1.50 m/s ผู้สูงอายุจะต้องการปรับความร้อนในทางให้อุ่นขึ้นเล็กน้อย หากอุณหภูมิโอเปอเรทีพต่ำกว่า 25.9 °C, 27.0 °C, และ 28.4 °C ตามลำดับ ผลที่ได้ยังแสดงให้เห็นว่า หากในอาคารมีอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ต่ำกว่า 26.0°C ผู้สูงอายุจะต้องการปรับอุณหภูมิโอเปอเรทีพให้มีผลทำให้อุ่นขึ้น โดยจะปรับให้อุ่นขึ้นมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับช่วงอุณหภูมิโอเปอเรทีพและความเร็วลมที่เผชิญอยู่ ส่วนในด้านความชื้น ผู้สูงอายุโดยส่วนใหญ่จะไม่ต้องการปรับ แต่ในความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ ผลที่ได้มีแนวโน้มว่า ผู้สูงอายุจะต้องการปรับให้มีความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้น เช่นเดียวกันกับความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง ผู้สูงอายุก็ยังต้องการให้ลดความชื้นลง ส่วนในความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น ความต้องการปรับความชื้นก็จะลดลงด้วย

ในด้านความเร็วลมในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 52.71 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.10 - 27.75 °C ผู้สูงอายุต้องการปรับความเร็วลมให้ “ลมแรงขึ้นเล็กน้อย” หากความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.00 - 0.04 m/s แต่จะไม่ต้องการปรับ หากความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.05 – 0.35 m/s กรณีในห้องปฏิบัติการ ในอุณหภูมิโอเปอเรทีพช่วง 20.2 – 30.2 °C ที่ได้กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ที่ 45.0 % ผู้สูงอายุจะไม่ต้องการปรับ หากมีความเร็วลมอยู่ที่ 0.05 - 0.70 m/s ในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 60.0 % ผู้สูงอายุจะไม่ต้องการปรับ หากมีความเร็วลมอยู่ที่ 0.10 - 0.75 m/s และในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75.0 % ผู้สูงอายุจะไม่ต้องการปรับ หากมีความเร็วลมอยู่ที่ 0.30 - 0.90 m/s โดยสรุปแล้วในกรณีที่มีความชื้นที่สูงขึ้น ผู้สูงอายุจะต้องการปรับให้มีความเร็วลมที่สูงขึ้นด้วย และในความเร็วลมที่มีอยู่ในอุณหภูมิโอเปเรทีพต่าง ๆ มากที่สุด ไม่ควรจะเกินที่ 0.78 m/s

ผลการศึกษาที่แสดงถึงความสอดคล้องกับผลการศึกษาความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ดังที่ได้ทำการวิเคราะห์กรอบตัวแปรที่เหมาะสมต่อการนำเข้าสมการสำหรับใช้ในฤดูร้อน อย่างไรก็ตามก่อนที่จะได้วิเคราะห์สมการเพื่อใช้ในการจำลองด้วยโปรแกรม เพื่อให้แน่ใจได้ว่าสมการจะเป็นตัวแทนที่ดีกว่าการใช้ค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ย (PMV) ใน ASHRAE Standard 55 จึงได้ทำการวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย กับค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยใน ASHRAE standard 55 มีรายละเอียดดังในส่วนถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4.2.5 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุ และค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ฤดูร้อน



รูปที่ 4.13 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยในฤดูร้อน เมื่อเทียบกับค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากรูป 4.13 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยในฤดูร้อน จะให้ค่าที่ต่ำกว่าค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ย (PMV) ใน ASHRAE Standard 55 ในขณะที่ผู้สูงอายุได้แสดงความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “พอดี” แต่เมื่อคำนวณตาม ASHRAE Standard 55 กลับพบว่าจะแสดงความรู้สึกว่า “อุ่น” นอกจากนี้ในกรณีที่มีค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ยเดียวกัน ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยจากข้อมูลที่ได้ในศูนย์ผู้สูงอายุจะต่ำกว่าผลจากข้อมูลที่ได้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจเกิดจากค่าฉนวนจากเสื้อผ้าที่แตกต่างกันเล็กน้อย และค่าพื้นที่ผิวร่างกาย (BSA) ของผู้สูงอายุในห้องปฏิบัติการที่มากกว่าในศูนย์ผู้สูงอายุ โดย BSA ที่มีค่ามากกว่านี้ เป็นเพราะการศึกษาในห้องปฏิบัติการได้แบ่งชายและหญิงเท่าๆ กัน ซึ่งผู้สูงอายุชายโดยทั่วไปจะมี BSA มากกว่าผู้สูงอายุ

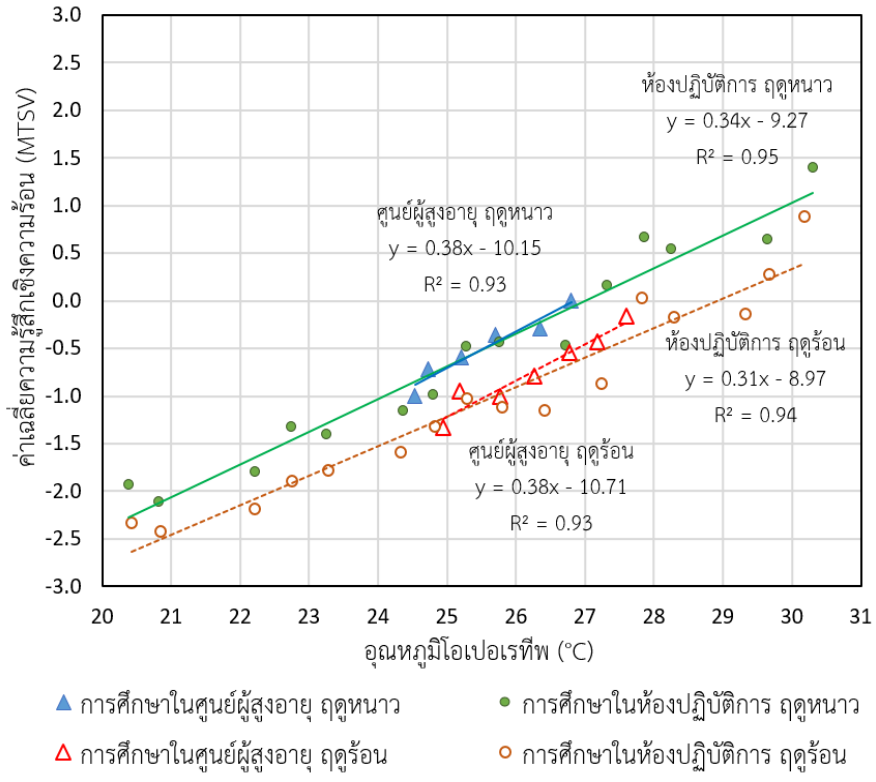
หญิง และผู้สูงอายุชายมีแนวโน้มว่ามีความรู้สึกไปในทางด้านเย็นที่น้อยกว่าผู้สูงอายุหญิง อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้ในฤดูร้อนมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกับฤดูหนาว ดังจะได้เปรียบเทียบให้ชัดขึ้นในส่วนถัดไป

4.4.3 เปรียบเทียบความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ในฤดูหนาวและร้อน

การเปรียบเทียบ ความรู้สึกเชิงความร้อน ความรู้สึกทางความชื้น และความรู้สึกทางความเร็วลม สำหรับทั้งสองฤดูกาลเพื่อพิจารณาความแตกต่างด้านความรู้สึก มีผลการศึกษาดังนี้

4.4.3.1 เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงความร้อน ในฤดูหนาวและร้อน

ถึงแม้ว่าการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ และในห้องปฏิบัติการจะให้ผลที่คล้ายกันในทั้งสองฤดู แต่เมื่อเปรียบเทียบความรู้สึกเชิงความร้อนในฤดูหนาวและร้อน พบว่ามีความแตกต่างดังนี้

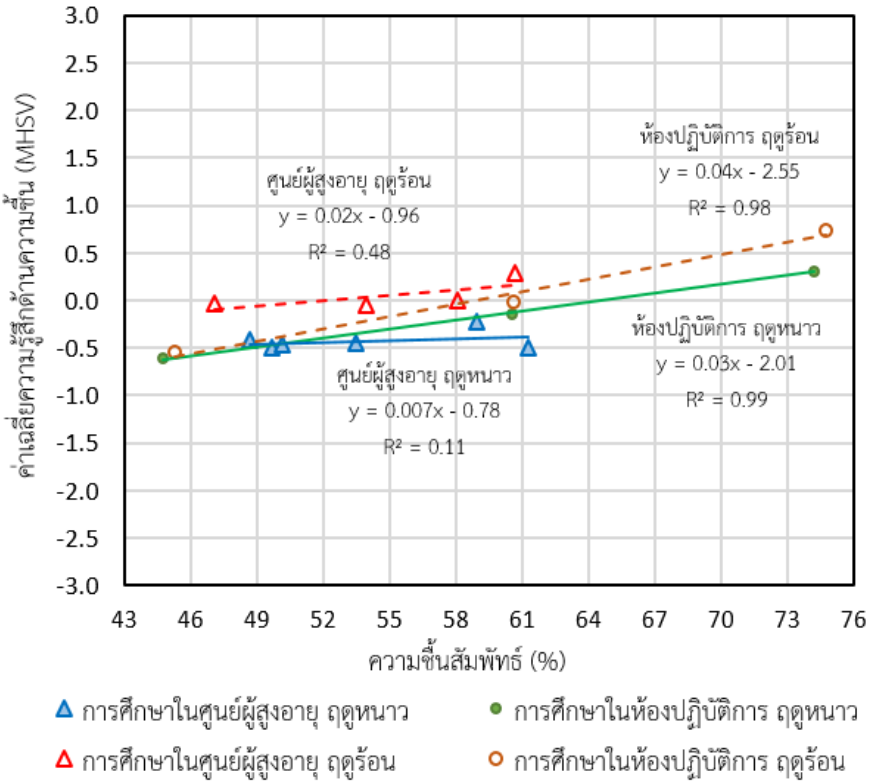


รูปที่ 4.14 การเปรียบเทียบความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย ในฤดูหนาวและร้อน

จากรูป 4.14 ในฤดูหนาวที่มีช่วงอุณหภูมิโอเปเรทีพเดียวกันกับฤดูร้อน ผู้สูงอายุไทยจะมีความรู้สึกพอดีในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ต่ำกว่าฤดูต่ำกว่า ซึ่งผลจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บในศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการจะคล้ายกัน ภาพรวมในฤดูหนาวผู้สูงอายุไทยจะรู้สึกเชิงความร้อน “พอดี” ที่อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.5 – 28.9 ℃ ฤดูร้อนที่ 27.0 – 30.2 ℃ ผลที่ความรู้สึกเชิงความร้อนที่ได้นี้อาจได้รับผลกระทบจากการประเมินตัวแปรทางสภาพแวดล้อมอื่นๆ ลงไปด้วยจึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาโดยละเอียดด้วยสมการ ซึ่งช่วงอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ทำให้รู้สึก “พอดี” นี้จะได้นำไปเป็นกรอบตัวแปรตามที่กล่าวถึงข้างต้นอันเป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาขอบเขตต่อไป

4.4.3.2 เปรียบเทียบความรู้สึกทางความชื้น ในฤดูหนาวและร้อน

จากผลการศึกษาที่ในศูนย์ผู้สูงอายุห้องปฏิบัติการที่ค่อนข้างแตกต่างกัน การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ความชื้นจะส่งผลต่อความรู้สึกได้มากกว่าการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ และเมื่อพิจารณาความรู้สึกทางความชื้นจะพบว่าในฤดูหนาวและร้อนก็ยังมีความแตกต่างกันด้วย ดังรูปที่ 4.15

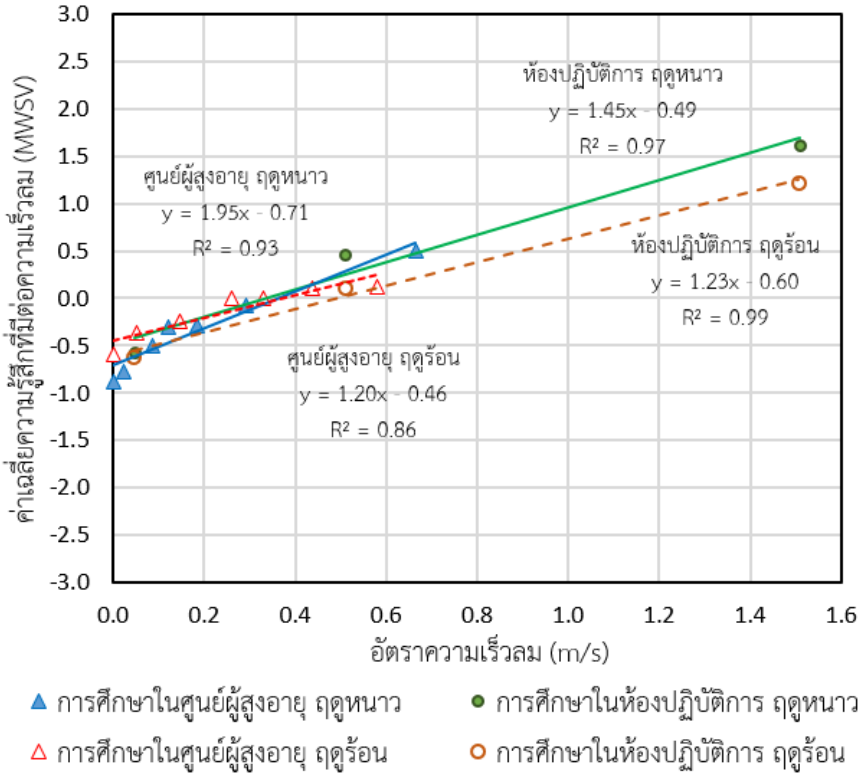


รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบความรู้สึกทางความชื้นของผู้สูงอายุไทย ในฤดูหนาวและร้อน

จากรูป 4.15 ในฤดูหนาวผู้สูงอายุไทยจะรู้สึกชื้น “พอดี” ในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0 - 75.0 % ฤดูร้อนในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.0-70.0 % ผลที่ได้ยังพบว่าในช่วงความชื้นสัมพัทธ์เดียวกัน ความรู้สึกของผู้สูงอายุไทยในฤดูร้อนจะรู้สึกว่าชื้นกว่าในฤดูหนาว สันนิษฐานได้ว่าผู้สูงอายุไทยได้รับผลกระทบจากการสูญเสียความชื้นที่ผิวหนังในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อน จึงต้องการความชื้นที่มากขึ้นมาทดแทน

4.4.3.3 เปรียบเทียบความรู้สึกทางความเร็วลม ในฤดูหนาวและร้อน

ผลของความรู้สึกด้านความเร็วลมจะค่อนข้างแตกต่างจากตัวแปรอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัดในฤดูหนาวและฤดูร้อน ความรู้สึกที่มีต่ออัตราความเร็วลมจะใกล้เคียงกันโดยเฉพาะในช่วงความเร็วลมที่ต่ำกว่า 0.60 m/s



รูปที่ 4.16 การเปรียบเทียบความรู้สึกทางความเร็วลมของผู้สูงอายุไทย ในฤดูหนาวและร้อน

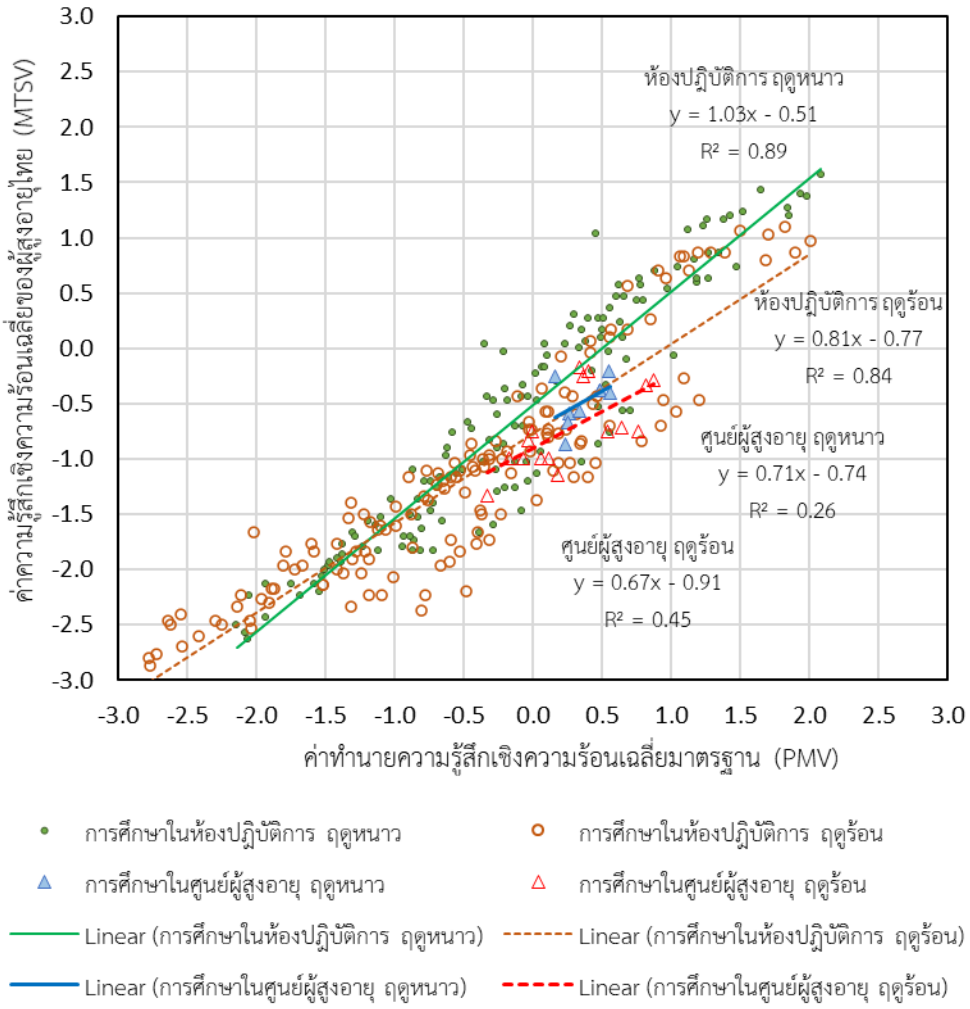
จากรูป 4.16 การศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุและในห้องปฏิบัติการ ช่วงของความเร็วลมที่รู้สึกว่า “พอดี” จะค่อนข้างใกล้เคียงกันในทั้งสองฤดูกาล แต่ในช่วงความเร็วลมที่สูงขึ้น โดยประเมิน

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการจะเห็นได้ว่า ผู้สูงอายุไทยเมื่ออยู่ในฤดูร้อนจะรับรู้ถึงความเร็วลมได้น้อยกว่าฤดูหนาว ถึงแม้ว่าจะมีค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าเพื่อป้องกันลมที่น้อยกว่าก็ตาม ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า เพราะสภาพทางผิวหนังของผู้สูงอายุที่เปลี่ยนแปลงไป อันเกินจากการมีไขมันใต้ผิวหนังน้อยลง และต่อมไขมันทำงานลดลงตามอายุ และยิ่งเปลี่ยนแปลงมากในฤดูหนาว เป็นผลให้ผู้สูงอายุสูญเสียความชุ่มชื้นที่ผิวหนังได้ง่าย (รุ่งนิรันดร์ ประดิษฐ์สุวรรณ, 2553) เมื่อมีความเร็วลมมาปะทะจึงเกิดการระคายเคืองได้ โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่สวมใส่เสื้อผ้าที่มีค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าต่ำ เมื่อประเมินโดยสังเขปพบว่าในฤดูหนาวความเร็วลมพอดีจะอยู่ที่ 0.10 - 0.65 m/s ฤดูร้อนที่ 0.10 - 0.90 m/s ซึ่งจำเป็นจะต้องได้รับการประเมินเพื่อแยกแยะความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ตลอดจนความเหมาะสมสำหรับการใช้ในพื้นที่ปรับอากาศ และพื้นที่ที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติต่อไป

โดยสรุป ผลของกรอบช่วงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่น่าสบายนี้เป็นการแสดงในช่วงกว้าง และแสดงโดยแยกตัวแปรและความรู้สึก แต่ในความเป็นจริงแล้วผู้สูงอายุจะได้ประเมินตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเข้าด้วยกันก่อนที่จะได้ให้ค่าคะแนนออกมา ซึ่งยากที่จะจำแนกความรู้สึกที่มีต่อตัวแปรทางสภาพแวดล้อมให้ขาดจากกันได้อย่างสิ้นเชิง อย่างไรก็ตามกรอบช่วงอุณหภาพนี้ก็ยังจำเป็นต้องใช้สมการที่ได้ประเมินความสัมพันธ์ของในทุกตัวแปรสภาพแวดล้อมเข้าด้วยกันเพื่อหาความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุในต่อไป ซึ่งจะได้มีการวิเคราะห์ด้วยสมการ อย่างไรก็ตามเพื่อให้เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างความรู้สึกของผู้สูงอายุในทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อน จึงได้นำผลการศึกษาจากสองฤดูมาเปรียบเทียบดังแสดงในส่วนถัดไป

4.4.3.4 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุ และค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ในฤดูหนาวและร้อน

เพื่อศึกษาความแตกต่างด้านความรู้สึกเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาวและร้อนโดยพิจารณาในภาพรวมก่อนนำไปวิเคราะห์สร้างขอบเขตความน่าสบาย (Comfort zone) ที่แสดงผลทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อนเช่นเดียวกันกับแสดงใน ASHRAE standard 55 การศึกษาได้เปรียบเทียบความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยและค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ย (ค่า PMV) ในทั้งสองฤดูกาลมีผลดังรูป 4.17



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.17 ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาวและร้อน เมื่อเทียบกับค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV)

จากรูป 4.17 ในสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพเดียวกัน ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาวจะมีค่าสูงกว่าในฤดูร้อน เนื่องมาจากความแตกต่างของค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ นอกจากนี้ความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยในทั้งสองฤดูกาลนั้นยังต่ำกว่าค่าทำนายความรู้สึกเฉลี่ย (PMV) ใน ASHRAE standard 55 ผลยังพบว่าการศึกษาในฤดูหนาวและร้อนมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน แต่ในกรณีที่ค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ย หรือที่มีค่า PMV เดียวกัน ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยจากการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุจะต่ำกว่าจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่ค่าฉนวนจากเสื้อผ้าที่แตกต่างกันจะเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้เกิดความแตกต่างนี้

อย่างไรก็ตามความเร็วลมนับเป็นตัวแปรหนึ่งที่สำคัญ อันอาจส่งผลกระทบต่อความรู้สึกที่มีต่อตัวแปร อุณหภูมิ และความชื้น ในลักษณะเดียวกัน ตัวแปรอื่นๆ ก็ย่อมส่งผลกระทบต่อกันและกันได้ งานวิจัยของ Wu (1988) พบว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง การเพิ่มความเร็วลมจะช่วยปรับสภาวะน่าสบายได้ ดังนั้นการวิเคราะห์ข้างต้นจึงเป็นเพียงการวิเคราะห์ภาพรวมด้านตัวแปรสภาพแวดล้อมเพื่อตั้งเป็นกรอบตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่สร้างความรู้สึกว่า “พอดี” และ “ยอมรับ” ในผู้สูงอายุไทย กรอบตัวแปรนี้จะสามารถนำไปได้อย่างเหมาะสม จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาสมการสำหรับนำไปใช้พิจารณาขอบเขตสภาวะน่าสบาย และนำไปสู่การพัฒนาเขตความสบายเชิงอุณหภาพในแผนภูมิไซโครมาตริก ซึ่งประเมินค่าอุณหภูมิโอเปอเรทีพ และความชื้นสัมพัทธ์ ในสภาวะอากาศนิ่งได้ สมการที่กล่าวถึงสามารถพัฒนาได้โดยนำตัวแปรทั้งหมดเข้าสู่การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ดังแสดงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

4.5 การพัฒนาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย

จากการประเมินเปรียบเทียบในข้างต้นที่พบว่าค่า PMV นั้นไม่สามารถทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อน หรือ ค่า TSV ของผู้สูงอายุได้ จึงได้พัฒนาสมการทำนายค่า TSV ขึ้นเพื่อนำเข้าโปรแกรม scSTREAM – Cradle CFD สำหรับวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ และห้องปฏิบัติการมาวิเคราะห์ตามขั้นตอนโดยสังเขป คือ ขั้นตอนที่ 1: สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม (TSV_{field}) ขั้นตอนที่ 2: สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ($MTSV_{lab}$) ขั้นตอนที่ 3: สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ (TSV_{Nfield}) รูปแบบใหม่ เพื่อการพัฒนาสภาวะน่าสบาย ขั้นตอนที่ 4: พัฒนาสมการขั้นตอนสุดท้ายเพื่อให้สมการที่ได้จากห้องปฏิบัติการสามารถนำมาใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุได้ โดยจะแสดงในรูปแบบสมการใหม่ จากขั้นตอนทั้งหมดที่ได้กล่าวถึงนี้จะถูกนำไปวิเคราะห์ในทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อนในต่อไป

4.5.1 สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย ฤดูหนาว

ในฤดูหนาว ได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุ จำนวน 102 ข้อมูล และข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ จำนวน 4,320 ข้อมูล มาพัฒนาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ ($TSV_{NfieldW}$) รูปแบบใหม่ ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 (ฤดูหนาว): สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม (TSV_{fieldW})

โดยนำข้อมูล จำนวน 102 ข้อมูล ที่ได้จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุมาวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) แบบมีขั้นตอน (Stepwise) เพื่อสร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูหนาว (TSV_{fieldW}) แสดง ดังตารางที่ 4.18-4.19

ตารางที่ 4.18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เมื่อเพิ่มปัจจัยนำเข้าเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูหนาว

Model	ตัวแปร		R	R^2	Adjusted R^2	SE_{est}	F	*p*
1.	V_a		0.392	0.154	0.145	0.499	18.139	0.000*
2.	V_a	T_o	0.620	0.384	0.372	0.428	30.891	0.000*

*เมื่อ Va คือ ความเร็วลม (m/s), To คือ อุณหภูมิโอเปเรทีพ (^oC)

จากตาราง 4.18 พบว่าความเร็วลม (Va) เป็นตัวแปรแรกที่สามารถพยากรณ์ความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูหนาว ($TSV_{field.W}$) ได้ ต่อมาเป็นอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (T_o) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็น 0.620 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และสามารถพยากรณ์ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนามในฤดูหนาวได้ร้อยละ 38.4 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ ± 0.428

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอนเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูหนาว

ตัวแปร		B	SE	**β**	t	*p*
อุณหภูมิโอเปเรทีพ	(T_o)	0.455	0.075	0.498	6.091	0.000*
ความเร็วลม	(V_a)	-1.664	0.261	-0.522	-6.385	0.000*
ค่าคงที่ -11.869; SE_{est}±0.428						
R = 0.620; R^2 = 0.384; F = 30.891; *p* = 0.000						

จากตาราง 4.19 ในการสร้างสมการ ได้เลือก 2 ตัวแปร ที่สามารถทำนายได้ดีที่สุดมาใช้ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 โดยตัวแปรที่ใช้ในการทำนาย ได้แก่ อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (T_o) ส่งผลทางบวก และความเร็วลม (V_a) ส่งผลทางลบ ผลของสมการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนในผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูหนาว ($TSV_{field.W}$) ที่ค่า R^2 = 0.384 คือ

$$TSV_{field.W} = 0.455T_o - 1.664V_a - 11.869 \quad (1)$$

ขั้นตอนที่ 2 (ฤดูหนาว) : สร้างสมการทำนายค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ($MTSV_{lab.W}$)

จากข้อมูลการสำรวจความรู้สึกของผู้สูงอายุไทยที่เข้าทดสอบในห้องปฏิบัติการ จำนวน 4,320 ข้อมูล ข้อมูลการให้ค่าความรู้สึกเชิงความร้อน (TSV) จากผู้สูงอายุ 30 คน ของแต่ละสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในห้องปฏิบัติการได้รับการเฉลี่ยให้เป็น ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน (MTSV) จำนวนทั้งสิ้น 144 ข้อมูลค่าเฉลี่ย จากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอน เพื่อสร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ฤดูหนาว ($MTSV_{labW}$) ดังตารางที่ 4.20 – 4.21

ตารางที่ 4.20 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ เมื่อเพิ่มปัจจัยนำเข้าเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ฤดูหนาว

Model	ตัวแปร			R	R^2	Adjusted R^2	SE_{est}	F	*p*
1.	T_o			0.934	0.872	0.871	0.380	966.246	0.000*
2.	T_o	V_a		0.976	0.952	0.951	0.233	1401.190	0.000*
3.	T_o	V_a	RH	0.979	0.958	0.957	0.219	1070.038	0.000*

*เมื่อ T_o คือ อุณหภูมิโอเปเรทีพ (°C), Va คือ ความเร็วลม (m/s), RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตาราง 4.20 พบว่าอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (T_o) เป็นตัวแปรแรกที่สามารถพยากรณ์ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ฤดูหนาว ($MTSV_{labW}$) ได้ ต่อมาเป็นความเร็วลม (V_a) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ตามลำดับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็น 0.979 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และสามารถพยากรณ์ความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการได้ร้อยละ 95.8 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ ± 0.219

ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอนเฉพาะกรณีห้องปฏิบัติการ ฤดูหนาว

ตัวแปร		B	SE	β	t	*p*
อุณหภูมิโอเปอเรทีพ	(To)	0.338	0.006	0.929	53.767	0.000*
ความเร็วลม	(Va)	-0.488	0.030	-0.282	-16.338	0.000*
ความชื้นสัมพัทธ์	(RH)	0.007	0.002	0.078	4.526	0.000*
ค่าคงที่ -9.229; SE_{est}±0.219						
R = 0.979; R^2 = 0.958; F = 1070.038; p = 0.000						

จากตาราง 4.21 ในการสร้างสมการ ได้เลือก 3 ตัวแปร ที่สามารถทำนายได้ดีที่สุดมาใช้ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 โดยตัวแปรที่ใช้ในการทำนาย ได้แก่ อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (T_o) ส่งผลทางบวก ความเร็วลม (V_a) ส่งผลทางลบ และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ส่งผลทางบวก ผลของสมการทำนายค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ($MTSV_{labW}$) ในฤดูหนาว ที่ค่า R^2 = 0.958 คือ

$$MTSV_{labW} = 0.338T_o - 0.488V_a + 0.007RH - 9.229 \quad (2)$$

จากสมการที่ (1) และ (2) ถูกนำไปใช้พิจารณาสร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเพื่อใช้พัฒนาศูนย์ผู้สูงอายุ โดยมีวิธีการพัฒนาตามขั้นตอนที่ 3

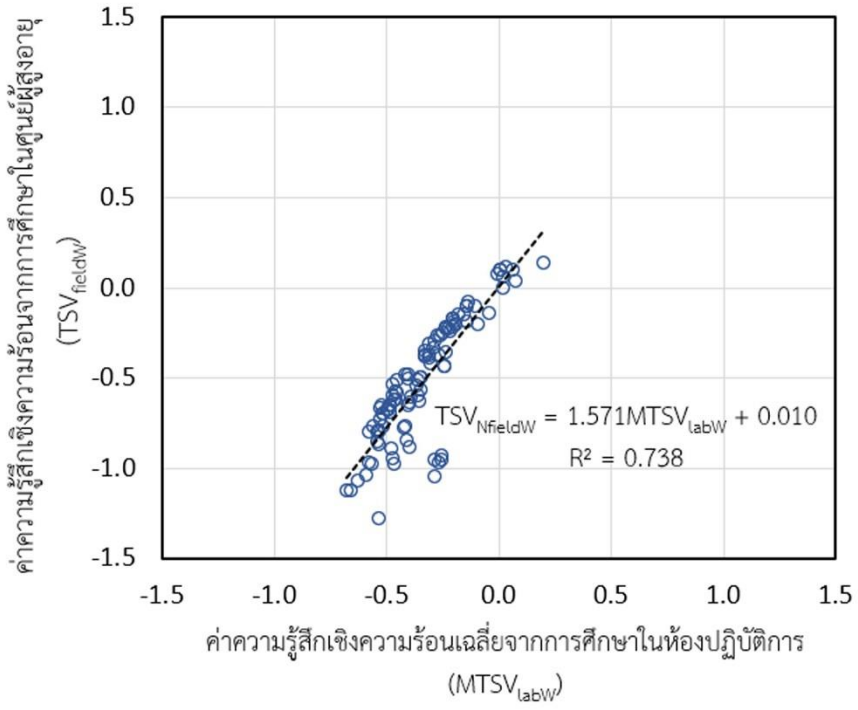
ขั้นตอนที่ 3 (ฤดูหนาว) : สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ รูปแบบใหม่ ($TSV_{NfieldW}$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การนำค่าความรู้สึกเชิงความร้อนจากการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ (TSV_{fieldW}) (ซึ่งคำนวณโดยสมการ (1)) ไปเทียบกับค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ($MTSV_{labW}$) (ซึ่งคำนวณโดยสมการ (2)) สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

จากการศึกษาในฤดูหนาว สมการ (1) ครอบคลุมเฉพาะในช่วงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพจริงภายในอาคารที่มีสภาพแวดล้อมในช่วงแคบ แต่สมการ (2) ครอบคลุมในสภาพแวดล้อมที่มีช่วงกว้างขึ้น ซึ่งเกิดจากการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามสมการ (2) ก็ครอบคลุมเฉพาะการศึกษาภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ดังนั้นสมการ (2) จึงถูกนำมาเปรียบเทียบกับสมการ (1) เพื่อให้สามารถปรับใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนภายในศูนย์ผู้สูงอายุได้ต่อไป ในการเปรียบเทียบ สมการ (1) และ (2) ได้ถูกแทนค่าด้วยค่าของตัวแปรทางสภาพแวดล้อมที่ตรวจวัดได้จริงภายในศูนย์ผู้สูงอายุขณะทำการเก็บข้อมูล หลังจากนั้นจึงได้นำผลของค่าความรู้สึกเชิงความร้อน

จากการคำนวณด้วยสมการ (1) และผลของค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนจากการคำนวณด้วยสมการ (2) มาเทียบกันด้วยการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression) จากการใช้แผนภูมิการกระจาย (Scatter plot) เพื่อสร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ รูปแบบใหม่ ($TSV_{NfieldW}$) แสดงดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 การวิเคราะห์สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูหนาว รูปแบบใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 4.18 มีการมาสร้างเป็นสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ ($TSV_{NfieldW}$) รูปแบบใหม่ โดยการเปรียบเทียบผลค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม (TSV_{fieldW}) กับค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ($MTSV_{labW}$) ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.738$ แสดงดังสมการ (3)

$$TSV_{NfieldW} = 1.571(MTSV_{labW}) + 0.010 \quad (3)$$

ขั้นตอนที่ 4 (ฤดูหนาว): พัฒนาสมการขั้นตอนสุดท้ายโดยการแทนค่า เพื่อการแสดงผลของสมการในรูปแบบใหม่

ในขั้นตอนนี้สมการ (3) จะถูกแทนค่าด้วยสมการ (2) ซึ่งจะทำให้ได้สมการขั้นสุดท้าย เพื่อใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ ในฤดูหนาว ($TSV_{NfieldW}$) รูปแบบใหม่ (ที่ R^2 = 0.707) แสดงได้ดังสมการ (4) คือ

$$TSV_{NfieldW} = 0.531T_o - 0.767V_a + 0.011RH - 14.489 \quad (4)$$

โดย $TSV_{Nfield.W}$ คือ ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ รูปแบบใหม่ในฤดูหนาว, T_o คือ อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C), V_a คือ ความเร็วลม (m/s), RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%), สมการ (4) นี้จะนำไปวิเคราะห์หาขอบเขตสภาวะน่าสบายสำหรับผู้สูงอายุไทยภายใต้กรอบสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ได้พิจารณาข้างต้นต่อไป

4.5.2 สมการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย ฤดูร้อน

สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในฤดูร้อน มีการวิเคราะห์ในลักษณะเดียวกันกับฤดูหนาว มีรายละเอียดตามขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 (ฤดูร้อน) : สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม (TSV_{fieldS})

วิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอน โดยใช้ข้อมูล จำนวน 90 ข้อมูล จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุ เพื่อสร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน (TSV_{fieldW}) ดังแสดงในตารางที่ 4.22-4.23

ตารางที่ 4.22 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ เมื่อเพิ่มปัจจัยนำเข้าเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน

Model	ตัวแปร		R	R^2	Adjusted R^2	SE_{est}	F	*p*
1.	T_o		0.510	0.260	0.251	0.482	30.901	0.000*
2.	T_o	V_a	0.630	0.397	0.383	0.437	28.604	0.000*

*เมื่อ Va คือ T_o คือ อุณหภูมิโอเปเรทีพ (°C), ความเร็วลม (m/s)

จากตาราง 4.21 พบว่าอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (To) เป็นตัวแปรแรกที่สามารถพยากรณ์ความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน ($TSV_{field.S}$) ได้ ต่อมาเป็นความเร็วลม (Va) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็น 0.630 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และสามารถพยากรณ์ความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน ได้ร้อยละ 39.7 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ ± 0.437

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอนเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน

ตัวแปร		B	SE	β	t	*p*
อุณหภูมิโอเปเรทีพ	(T_o)	0.327	0.052	0.523	6.278	0.000*
อัตราความเร็วลม	(V_a)	-1.057	0.238	-0.370	-4.442	0.000*
ค่าคงที่ -9.122; SE_{est}± 0.437						
$R = 0.630$; $R^2 = 0.397$; $F = 28.604$; $p = 0.000$						

ตาราง 4.20 การวิเคราะห์สมการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนในผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน ($TSV_{field.S}$) ทำให้ได้ 2 ตัวแปร ที่ให้ค่าทำนายที่ดีที่สุดและส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ได้แก่ อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (T_o) ซึ่งส่งผลทางบวก และความเร็วลม (V_a) ซึ่งส่งผลทางลบ เป็นผลให้ได้สมการ ที่มีค่า R^2 ที่ 0.397 คือ

$$TSV_{fieldS} = 0.327T_o - 1.057V_a - 9.122 \quad (5)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 2 (ฤดูร้อน) : สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ($MTSV_{labS}$)

จากข้อมูลความรู้สึกของผู้สูงอายุไทยในห้องปฏิบัติการ 4,320 ข้อมูล การให้ค่าความรู้สึกเชิงความร้อน (TSV) จากผู้สูงอายุ 30 คน ของแต่ละสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในห้องปฏิบัติการจะถูกเฉลี่ยให้เป็น ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน (MTSV) 144 ข้อมูลค่าเฉลี่ย แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอน เพื่อสร้างสมการทำนายค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ฤดูร้อน ($MTSV_{labS}$) ดังตารางที่ 4.24 – 4.25

ตารางที่ 4.24 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เมื่อเพิ่มปัจจัยนำเข้าเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ฤดูร้อน

Model	ตัวแปร			R	R^2	Adjusted R^2	SE_{est}	F	*p*
1.	To			0.908[a]	0.825	0.824	0.410	668.450	0.000*
2.	To	Va		0.953[b]	0.907	0.906	0.299	691.412	0.000*
3.	To	Va	RH	0.955[c]	0.913	0.911	0.291	488.528	0.000*

*เมื่อ To คือ อุณหภูมิโอเปเรทีพ (°C), Va คือ ความเร็วลม (m/s), RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

จากตาราง 4.24 พบว่าอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (To) เป็นตัวแปรแรกที่สามารถพยากรณ์ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ฤดูร้อน ($MTSV_{lab.S}$) รองมาเป็นความเร็วลม (Va) และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ตามลำดับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็น 0.955 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 สามารถพยากรณ์ความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการได้ร้อยละ 91.3 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ ± 0.291

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอนเฉพาะกรณีห้องปฏิบัติการ ฤดูร้อน

ตัวแปร		B	SE	β	t	*p*
อุณหภูมิโอเปอเรทีพ	(T_o)	0.304	0.008	0.902	36.120	0.000*
อัตราความเร็วลม	(V_a)	-0.457	0.040	-0.286	-11.467	0.000*
ความชื้นสัมพัทธ์	(RH)	0.006	0.002	0.073	2.927	0.000*
ค่าคงที่ -8.877; SE_{est}±0.291						
R = 0.955; R^2 = 0.913; F = 488.528; *p* = 0.000						

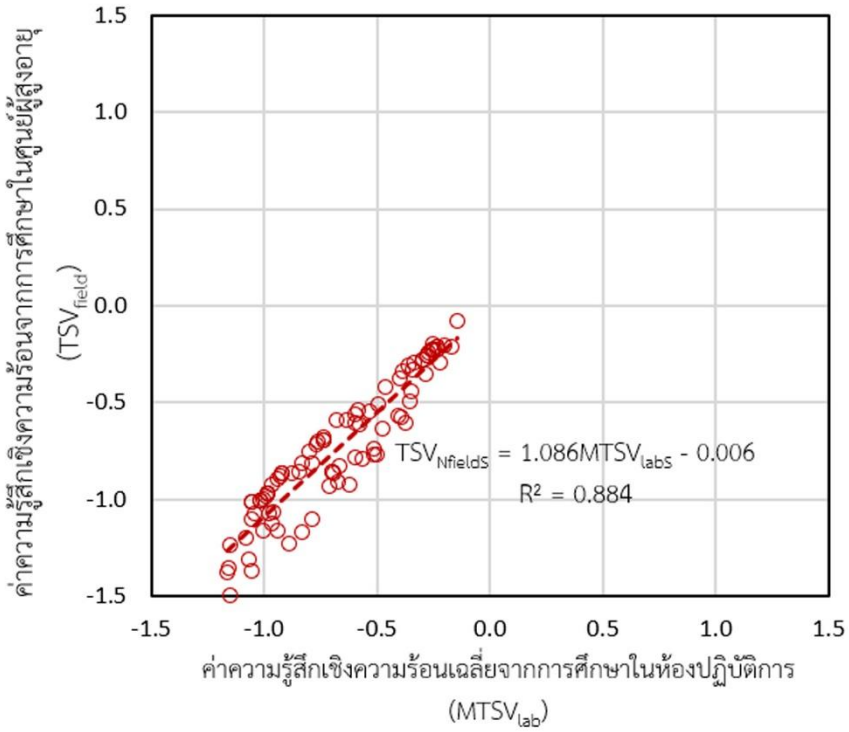
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 4.25 สมการทำนายค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ($MTSV_{labS}$) ได้เลือกใช้ 3 ตัวแปร สามารถทำนายที่ดีที่สุด และส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ตัวแปรที่มี คือ อุณหภูมิโอเปเรทีพ (T_o) ที่ส่งผลทางบวก ความเร็วลม (V_a) ที่ส่งผลทางลบ และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ที่ส่งผลทางบวก ผลที่ได้คล้ายกันกับฤดูหนาว ผลในฤดูร้อนจึงได้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ($MTSV_{lab.S}$) ที่ค่า R^2 0.913 คือ

$$MTSV_{labS} = 0.304T_o - 0.457V_a + 0.006RH - 8.877 \quad (6)$$

ขั้นตอนที่ 3 (ฤดูร้อน) : สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ ($TSV_{NfieldS}$) รูปแบบใหม่

นำค่าของตัวแปรทางสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ตรวจวัดได้จากในศูนย์ผู้สูงอายุแทนที่ลงในสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน (TSV_{fieldS}) (สมการ (5)) และแทนที่ลงในสมการทำนายค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ฤดูร้อน ($MTSV_{labS}$) (สมการ (6)) เพื่อให้ได้ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนจากทั้งสองสมการ หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาเทียบกันด้วยการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย จากการใช้แผนภูมิการกระจาย ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 การวิเคราะห์สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูร้อนรูปแบบใหม่

จากรูปที่ 4.19 ในฤดูร้อน เพื่อปรับใช้สมการ (6) มาทำนายค่า TSV ภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉพาะกรณีในภาคสนาม ฤดูร้อน ($TSV_{field.S}$) และค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยเฉพาะกรณีการในห้องปฏิบัติการ ฤดูร้อน ($MTSV_{lab.S}$) ซึ่งมีค่า R^2 = 0.884 แสดงดังสมการ (7)

$$TSV_{NfieldS} = 1.086\ (MTSV_{labS}) - 0.006 \qquad (7)$$

ขั้นตอนที่ 4 (ฤดูร้อน): พัฒนาสมการขั้นตอนสุดท้ายโดยการแทนค่า เพื่อการแสดงผลของสมการในรูปแบบใหม่

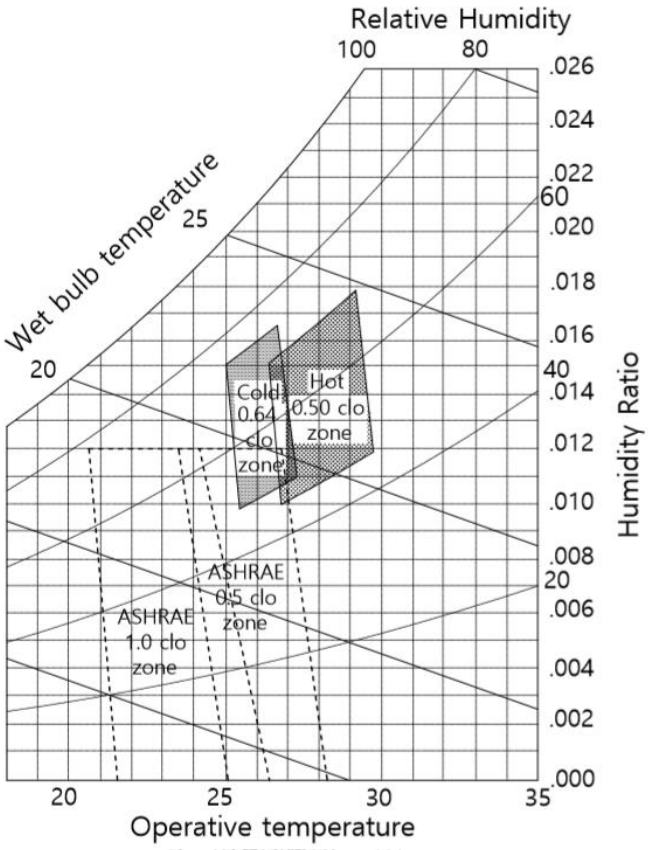
สมการ (7) ได้รับการแทนที่ด้วยสมการ (6) เป็นผลให้สมการขั้นสุดท้ายที่ใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ รูปแบบใหม่ ในฤดูร้อน ($TSV_{Nfield.S}$) ที่ R^2 มีค่า 0.844 มีดังสมการ (8) คือ

$$TSV_{NfieldS} = 0.330T_o - 0.496V_a + 0.007RH - 9.646 \quad (8)$$

โดย $TSV_{fNfield.S}$ คือ ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ ในฤดูร้อน, T_o คือ อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C), V_a คือ อัตราความเร็วลม (m/s), และ RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%) สมการ (8) นี้จะได้ถูกนำไปวิเคราะห์หาขอบเขตสภาวะน่าสบายสำหรับผู้สูงอายุไทยในฤดูร้อนต่อไป

4.6 การพัฒนาขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาวและร้อน

สมการ (4) และ (8) ที่ใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูหนาวและฤดูร้อน ตามลำดับ ถูกนำมาใช้ในการคำนวณขอบเขตสสภาวะน่าสบาย โดยประเมินร่วมกับกรอบสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่คาดว่าจะทำให้รู้สึกน่าสบาย ด้วยการแทนค่าตัวแปรภายใต้กรอบลงในสมการ หากสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาวและร้อนโดยให้ค่าที่ -0.49 ถึง +0.49 ค่าตัวแปรสภาพแวดล้อมจะถูกกำหนดขอบเขตลงในแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric chart) ดังรูปที่ 4.20



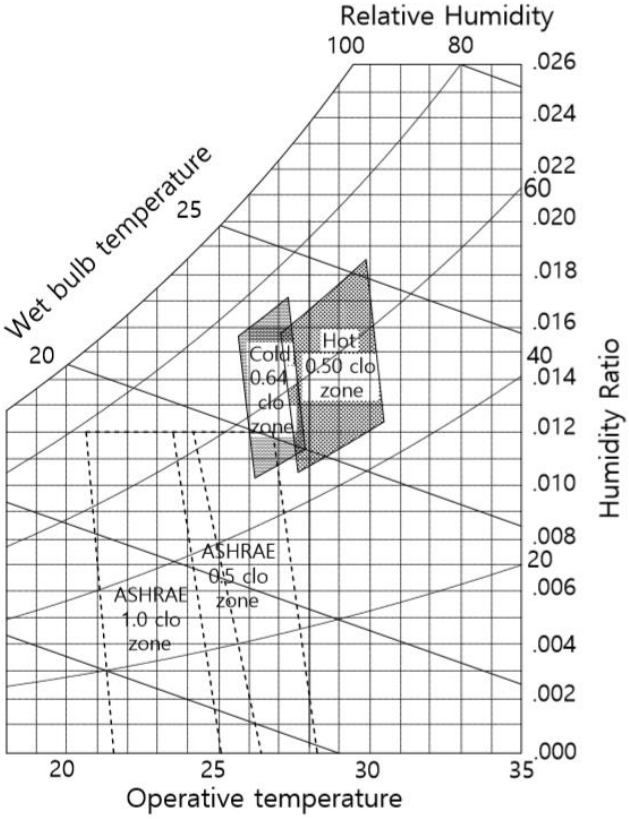
หมายเหตุ: แผนภูมิไซโครเมตริกแสดงขอบเขตสภาพแวดล้อมน่าสบายของผู้สูงอายุไทย ที่มีอัตราการเผาผลาญของร่างกาย 65–70 W/m^2 ในสภาวะความเร็วลมนิ่ง (0–0.05 m/s)

รูปที่ 4.20 ขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในสภาวะความเร็วลมนิ่ง

จากรูปที่ 4.20 ในสภาวะควาเร็วลมนิ่ง (0.00 – 0.05 m/s) ซึ่งเป็นความเร็วลมในห้องปรับอากาศ ขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยที่สวมใส่เสื้อผ้าแบบปกติ (ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ในฤดูหนาว เฉลี่ยที่ 0.64 clo) ซ้อนทับกับขอบเขตสภาวะน่าสบายในฤดูร้อนของ ASHRAE Standard 55 ส่วนฤดูหนาวเขตความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย จะอยู่ในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0 – 75.0 % ที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0 % ช่วงอุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ที่ 25.5 - 27.2 °C และในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75.0 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ที่ 25.0 - 26.6 °C ในฤดูร้อนผู้สูงอายุไทยที่สวมใส่เสื้อผ้าแบบปกติ (ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ในฤดูร้อน เฉลี่ยที่ 0.50 clo) ผู้สูงอายุจะรู้สึกสบายในความชื้นที่ต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูหนาว ที่ 47.0 – 70.0 % ในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.0 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ที่ 26.8 – 29.7 °C แต่ในความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นที่ 70.0 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ที่ 26.4 – 29.2 °C ซึ่งเขตความน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในฤดูร้อนจะแตกต่างจากเขตความน่าสบายในฤดูร้อนของ ASHRAE Standard 55

อย่างไรก็ตามผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาวและร้อน ก็ยังมีช่วงสบายร่วมกันเล็กน้อยในความชื้นสัมพัทธ์ 49.0 – 70.0 % ซึ่งอุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ที่ 26.7 – 27.2 ℃

เมื่อพิจารณาสภาวะน่าสบาย ในกรณีความเร็วลมที่ 0.50 m/s ดังการทดสอบในห้องปฏิบัติ ผลที่ได้ก็ยังทำให้ผู้สูงอายุมีความน่าสบายอยู่ แต่จะเป็นในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่สูงขึ้นกว่าสภาวะความเร็วลมนิ่ง โดยสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกน่าสบาย แสดงดังรูปที่ 4.21



หมายเหตุ: แผนภูมิไซโครเมตริกแสดงขอบเขตสภาพแวดล้อมน่าสบายของผู้สูงอายุไทย ที่มีอัตราการเผาผลาญในร่างกาย 65–70 W/m^2 ในสภาวะความเร็วลมที่ 0.50–0.55 m/s

รูปที่ 4.21 ขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในสภาวะความเร็วลมที่ 0.50 -0.55 m/s

จากรูป 4.21 ในความเร็วลมที่ 0.50 – 0.55 m/s ซึ่งเป็นช่วงที่ได้ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการที่ให้ผลว่าผู้สูงอายุยังสบายในความเร็วลมดังกล่าวได้ และมีความเป็นไปได้ว่าที่ความเร็วลมนี้จะสามารถนำไปปรับสภาวะน่าสบายขณะใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้ (ดังจะได้วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เสนอในบทถัดไป) อย่างไรก็ตามขณะเผชิญกับความเร็วลม ขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยที่สวมใส่เสื้อผ้าแบบปกติในฤดูหนาว ซ้อนทับกับขอบเขต

สภาวะน่าสบายในฤดูร้อนของ ASHRAE Standard 55 และที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ที่ 26.2 - 27.9 °C ในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75.0 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ที่ 25.6 – 27.3 °C ส่วนฤดูร้อน ผู้สูงอายุไทยที่สวมใส่เสื้อผ้าแบบปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.0 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ที่ 27.6 – 30.4 °C แต่ในความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นที่ 70.0 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ที่ 27.1 – 29.9 °C เขตความน่าสบายของผู้สูงอายุไทยขณะอยู่ในความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นนี้ จะอยู่ในช่วงอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับสภาวะที่มีความเร็วลมนิ่งในข้างต้น

4.7 สรุปผลการศึกษาสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทย

ขอบเขตความน่าสบายของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุมีความแตกต่างกันระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อน อันเป็นผลมาจากค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ นอกจากนี้ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ยังแสดงให้เห็นว่าผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างมีภาวะ ‘น้ำหนักเกิน’ สอดคล้องกับค่าดัชนีมวลกายของผู้สูงอายุไทยในทั่วไป ซึ่งอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านการรับรู้ต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพได้ นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน (MTSV) ของผู้สูงอายุไทยจะต่ำกว่าค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ย (PMV) ใน ASHRAE Standard 55 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อน (MTSV) กับอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (To), ค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความชื้น (MHSV) กับความชื้นสัมพัทธ์ (RH), รวมถึงค่าเฉลี่ยความรู้สึกทางความเร็วลม (MVaSV) กับความเร็วลม (Va) ผลลัพทธ์ที่ได้นี้จะสามารถบ่งบอกได้ในเฉพาะภาพรวมเท่านั้น เนื่องจากแต่ละฟังก์ชั่นได้ประเมินตัวแปรสภาพแวดล้อมอื่นร่วมด้วยก่อนลงคะแนน เพราะการแยกความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมในแต่ละอย่างไม่สามารถทำได้ ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการที่ใช้ในการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในฤดูหนาว และฤดูร้อน โดยมีค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ ซึ่งเป็นผลที่ได้จากข้อมูลที่สำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุ และในห้องปฏิบัติการ ในฤดูหนาวเฉลี่ยที่ 0.64 clo และฤดูร้อนเฉลี่ยที่ 0.50 clo ตามลำดับ ภายใต้ข้อจำกัดด้านกิจกรรม ในช่วงอัตราการเผาผลาญที่ 1.1-1.2 met (หรือ 65.0 -70.0 W/m^2) ซึ่งเป็นลักษณะกิจกรรมโดยทั่วไปของผู้สูงอายุไทยขณะใช้ศูนย์ผู้สูงอายุ

หลังจากที่ได้วิเคราะห์สมการ (4) เพื่อใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุรูปแบบใหม่ สำหรับฤดูหนาว, และสมการ (8) ใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุรูปแบบใหม่ สำหรับฤดูร้อน จึงได้นำสมการทั้งสองกาลไปพัฒนาขอบเขตสภาวะน่าสบายเชิงความร้อนสำหรับผู้สูงอายุไทย โดยแสดงลงแผนภูมิไซโครเมตริก ในสภาวะความเร็วลมนิ่ง (0 - 0.05 m/s) พบว่าขอบเขตความน่าสบายอยู่ที่อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.0 – 27.2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0 – 75.0 % สำหรับฤดูหนาว และอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 26.4 –

29.7 ℃ และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.0 – 70.0 % สำหรับฤดูร้อน อย่างไรก็ตามการนำสมการไปพิจารณาสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่เหมาะสมกับการนำไปสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้สูงอายุ สมการที่ได้ (สมการ (4) และสมการ (8)) ควรอยู่ภายใต้กรอบตัวแปรสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “พอดี” ด้วย โดยพบว่ากรอบสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูหนาว คือ อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.6 – 28.4 ℃ ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0 – 75.0 % และความเร็วลมที่ 0.10 – 0.65 m/s ส่วนกรอบสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ฤดูร้อน คือ อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.4 – 29.6 ℃ ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.0 – 70.0 % และความเร็วลมที่ 0.05 – 0.78 m/s ผลที่ได้สามารถนำไปพัฒนาศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา และศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ ในประเทศไทยในเขตภูมิอากาศที่ใกล้เคียงกัน เพื่อสร้างความน่าสบายให้กับผู้สูงอายุผู้ใช้งาน ภายใต้การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนำเสนอในบทถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ

ในบทที่ 5 นี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ ที่สืบเนื่องจากบทที่ 4 ที่ได้ผลจากการเก็บข้อมูลความรู้สึกความต้องการความน่าสบายด้วยการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุและในห้องปฏิบัติการ จนสามารถพัฒนาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ รูปแบบใหม่ สำหรับฤดูหนาวและร้อน ซึ่งผู้วิจัยต้องนำผลของสมการมาทดสอบด้วยการจำลองโดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ว่าจะสามารถสร้างสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงานได้จริงหรือไม่ อย่างไร เพื่อนำผลวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้สำหรับเป็นแนวทางการสร้างสภาพแวดล้อมน่าสบายให้เกิดขึ้นภายในศูนย์ผู้สูงอายุที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้สูงอายุที่ใช้งานในพื้นที่ศูนย์ผู้สูงอายุ การศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุดังกล่าวข้างต้น ได้ศึกษาโดยการนำ ซอฟต์แวร์ด้านพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ที่มีชื่อโปรแกรมว่า scSTREAM-Craldle CFD มาใช้ในการคำนวณการระบายอากาศ (Air flow) ภายในอาคารและบริเวณโดยรอบ ตลอดจนการคำนวณความรู้สึกน่าสบายด้านอุณหภาพของผู้สูงอายุ เพื่อหาความเป็นไปได้ในการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (Natural ventilation, NV) และช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการใช้เครื่องปรับอากาศ (Air-conditioning, AC) นอกจากนี้การศึกษาได้นำโปรแกรม Visual DOE 4.0 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จำลองการใช้พลังงานภายในอาคารและเป็นที่ยอมรับมาใช้ในการคำนวณค่าการใช้ โดยเปรียบเทียบพลังงานในก่อนและหลังการนำแนวทางที่ได้ทำการวิเคราะห์มาปรับใช้ในการสร้างสภาวะน่าสบาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์แนวทางการปรับสภาวะน่าสบายเพื่อการประหยัดพลังงาน นกจากศึกษษโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุและในห้องปฏิบัติการเพื่อนำมาพัฒนาสามการทำนายทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุ รูปแบบใหม่แล้ว ยังมีการศึกษา โดยการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Steakholder) ซึ่งได้แก่ ผู้ดูแลผู้สูงอายุ (พยาบาลวิชาชีพ นักสังคมวิทยา สถาปนิก/วิศวกร และผู้บริหาร ในการนำข้อมูลที่ได้สรุปเพื่อจัดทำเป็นมาตรฐาน และข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายมาตรฐาน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินต่อไป ในบทนี้ได้นำเสนอผลการศึกษาดังนี้

- ประเมินแนวทางสร้างสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุขณะไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ
- วิเคราะห์แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ

- ประเมินการใช้พลังงานก่อน และหลังการปรับใช้แนวทางที่พัฒนาขึ้น
- แนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงานสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ
- การพัฒนาแนวทางสู่การเป็นมาตรฐาน และจัดทำข้อควรคำนึงถึงแนบท้าย
- ผลการพิจารณามาตรฐาน และข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายจากผู้เชี่ยวชาญ

5.1 ประเมินแนวทางสร้างสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ ขณะไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ

เพื่อหาแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้สูงอายุผู้ใช้งานในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา ขณะที่ไม่ได้เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ จึงได้นำโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD มาใช้วิเคราะห์ในการประเมินข้อมูลส่วนหนึ่งที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องหลัก ได้แก่ ผู้สูงอายุ ที่ให้ข้อคิดเห็นว่าไม่จำเป็นที่จะต้องเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศตลอดเวลา เพราะในบางช่วงเวลาการใช้สภาพอากาศภายนอกจะทำให้สบายกว่าการอยู่ในห้องปรับอากาศ ดังนั้นก่อนดำเนินการวิเคราะห์ในซอฟท์แวร์ จึงมีการประเมินช่วงสภาพอากาศที่ใกล้เคียงกับสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุจากที่ได้ศึกษา (ดังในบทที่ 4) รายละเอียดสภาพอากาศภายนอกมีดังต่อไปนี้

5.1.1 ประเมินสภาพอากาศภายนอกตามช่วงเวลา เพื่อนำมาปรับสภาวะน่าสบาย

เพื่อพิจารณานำสภาพอากาศภายนอกมาใช้สร้างสภาวะน่าสบาย จึงได้ประสานงานเพื่อขอข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดพิษณุโลก (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561) พื้นที่ศึกษามาประเมินตามวันทำการเก็บข้อมูลทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยสภาพอากาศภายนอกตามช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกับขอบเขตสภาวะน่าสบาย

5.1.1.1 การประเมินสภาพอากาศภายนอกในฤดูหนาว

สภาพอากาศภายนอกในฤดูหนาวที่นำมาใช้วิเคราะห์จะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 สภาพอากาศภายนอกในฤดูหนาวของพื้นที่ศึกษา

สภาพอากาศภายนอกในฤดูหนาว	Min	Max	Mean±SD
อุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดวัน (°C)	13.6	38.0	26.14 ±2.30
อุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลา 8.00 - 13.00 น. (°C)	15.7	34.0	27.27 ±3.66
อุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลา 13.00 - 16.00 น. (°C)	20.7	37.4	30.76 ±2.57
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกตลอดวัน (°C)	54.0	94.0	72.42±5.90
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกในเวลา 8.00 - 13.00 น. (°C)	30.0	97.0	67.66±14.04
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกในเวลา 13.00 - 16.00 น. (°C)	29.0	91.0	53.80±9.65
อัตราความเร็วลมภายนอกตลอดวัน (°C)	0.00	5.14	1.07±1.18
อัตราความเร็วลมภายนอกในเวลา 8.00 - 13.00 น. (°C)	0.00	4.63	1.65±1.04
อัตราความเร็วลมภายนอกในเวลา 13.00 - 16.00 น. (°C)	0.00	5.14	2.28±0.97

จากตาราง 5.1 อาคารศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาจะถูกใช้เฉพาะในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่เวลา 8:00 น. – 16:00 น. ช่วงเวลาที่มีค่าเฉลี่ยของสภาพอากาศภายนอกที่ใกล้เคียงกับสภาวะน่าสบายในฤดูหนาวจะเป็น ช่วงเช้า-บ่าย (8:00 น. - 13:00 น.) มีอุณหภูมิอากาศภายนอก (T_{out}) เฉลี่ยที่ 27.27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (RH_{out}) เฉลี่ยที่ 67.66 % และความเร็วลมภายนอก (Va_{out}) เฉลี่ยที่ 1.65 m/s สภาพอากาศช่วงนี้จึงมีความเป็นไปได้ที่จะเปิดหน้าต่าง-ประตู เพื่อใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นในศูนย์ผู้สูงอายุ ส่วนช่วงเวลาที่เหลือ คือ บ่าย-เย็น (13:00 น. - 16.00 น.) ถึงแม้จะมีความเร็วลมภายนอกเฉลี่ยที่สูงขึ้นเป็น 2.28 m/s แต่ด้วยอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยที่สูงขึ้นเป็น 30.76 °C และ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเฉลี่ยจะลดลงเป็น 53.80 % สภาพอากาศในช่วงนี้จึงมีความเป็นไปได้ที่จะต้องใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นภายในศูนย์ผู้สูงอายุ วิธีการสร้างสภาวะน่าสบายที่ได้พิจารณาโดยสังเขปเหล่านี้ จะนำไปประเมินด้วย scSTREAM-Cradle CFD เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาสภาวะน่าสบายที่ประหยัดพลังงานต่อไป พร้อมกันนี้ค่าเฉลี่ยสภาพแวดล้อมภายนอกที่ได้วิเคราะห์เหล่านี้ก็จะได้เป็นค่าที่ใช้นำเข้าโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD เช่นกัน

5.1.1.2 การประเมินสภาพอากาศภายนอกในฤดูร้อน

สภาพอากาศภายนอกในฤดูร้อนที่นำมาใช้วิเคราะห์ จะเป็นเดือนมีนาคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2561 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 สภาพอากาศภายนอกในฤดูร้อนของพื้นที่ศึกษา

สภาพอากาศภายนอกในฤดูร้อน	ค่าน้อยที่สุด (Min)	ค่ามากที่สุด (Max)	ค่าเฉลี่ย (Mean± SD)
อุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดวัน (°C)	21.0	38.6	29.48 ±3.66
อุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลา 8.00 - 12.00 น. (°C)	22.8	34.7	29.56 ±2.44
อุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลา 12.00 - 16.00 น. (°C)	25.2	38.6	32.97 ±2.62
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกตลอดวัน (°C)	32.0	98.0	69.71 ±14.85
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกในเวลา 8.00 - 12.00 น. (°C)	43.0	96.0	69.30 ±10.71
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกในเวลา 12.00 - 16.00 น. (°C)	32.0	91.0	56.00 ±11.26
อัตราความเร็วลมภายนอกตลอดวัน (°C)	0.0	7.7	1.30 ±1.25
อัตราความเร็วลมภายนอกในเวลา 8.00 - 12.00 น. (°C)	0.0	4.6	1.53 ±0.91
อัตราความเร็วลมภายนอกในเวลา 12.00 - 16.00 น. (°C)	0.0	6.7	1.84 ±1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 5.2 ในฤดูร้อน ข้อมูลสภาพอากาศที่สอดคล้องกับช่วงเวลาเพื่อนำไปวิเคราะห์แนวทางการปรับสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา แตกต่างกับฤดูหนาว คือ เช้า-เที่ยง (8:00 น.-12:00 น.) และเที่ยง-เย็น (12:00 น. - 16:00 น.) ผลจากการประเมินสภาพอากาศภายนอกมีความเป็นไปได้ว่าในช่วง เช้า-เที่ยง ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ยที่ 29.56 °C ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเฉลี่ยที่ 69.3 %, และความเร็วลมภายนอกเฉลี่ยที่ 1.53 m/s จะสามารถใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นภายในศูนย์ผู้สูงอายุได้ แต่ในช่วงเที่ยง-เย็น ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ยที่ 32.97 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเฉลี่ยที่ 56.0 % และความเร็วลมภายนอกเฉลี่ยที่ 1.84 m/s อาจต้องใช้การปรับอากาศ ซึ่งวิธีการประเมิน ตลอดจนค่าตัวแปรสภาพอากาศภายนอกเหล่านี้จะถูกนำเข้าเข้าในโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD เพื่อวิเคราะห์แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายที่ประหยัดพลังงานเช่นเดียวกันกับวิธีจำลองในฤดูหนาว

อย่างไรก็ตามในพิจารณาใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในช่วงเช้า-บ่าย ของฤดูหนาว และช่วงเช้า-เที่ยง ของฤดูร้อน ความเร็วลมภายนอกไม่สามารถนำมาใช้ได้ทันที เนื่องจากในทิศทางลมแต่ละฤดูกาล อาจได้รับผลกระทบจากอาคารข้างเคียง จนมีความเป็นไปได้ว่าจะถูกลดทอนความเร็วลงไป และมีทิศทางที่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นความเร็วลมภายในอาคารจึงควรได้รับการประเมินการไหลของอากาศ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์และแสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

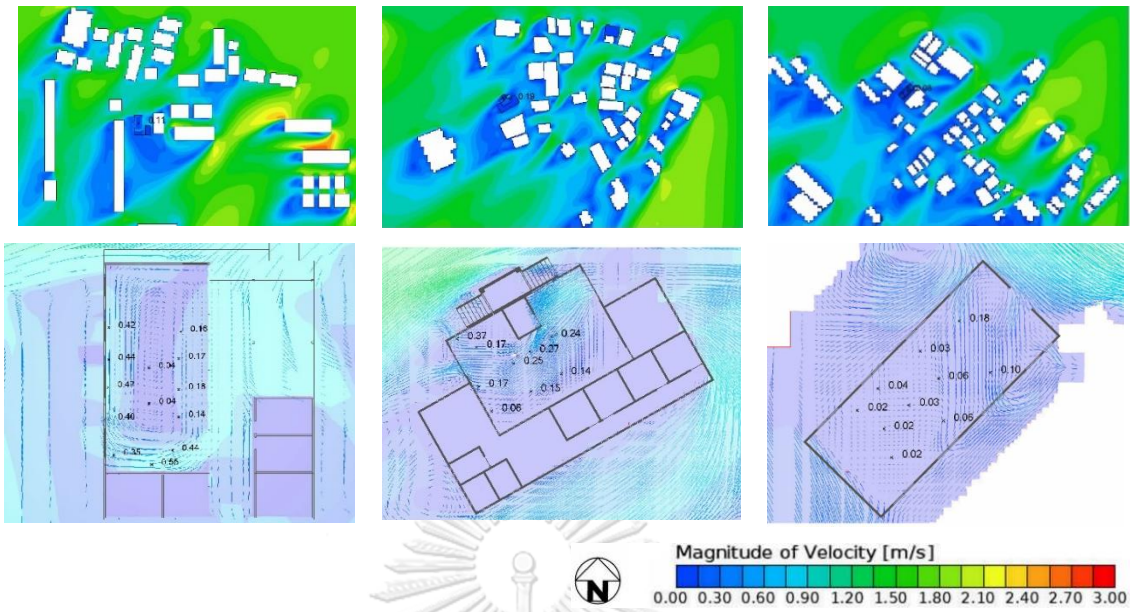
5.1.2 ประเมินการไหลของอากาศในศูนย์ผู้สูงอายุ กรณีการใช้สภาพอากาศภายนอก

เพื่อให้ได้ค่าความเร็วลมภายในอาคารที่เป็นไปได้จริง สำหรับนำไปประเมินสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ ประกอบกับสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในแต่ละฤดูกาล จึงได้ทำการประเมินการไหลของอากาศโดยรอบอาคาร และความเร็วลมภายในอาคาร โดยจำแนกตามฤดูกาลดังนี้

5.1.2.1 การไหลของอากาศภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว

ข้อมูลสภาพอากาศภายนอกในฤดูหนาวที่ได้มาจากกรมอุตุนิยมวิทยา ในช่วงเวลาเช้า – บ่าย ที่มีอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ 27.27 ℃, ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเฉลี่ยที่ 67.66 % เมื่อนำมาแทนค่าในสมการ (4) โดยค่าอุณหภูมิโอเปอเรทีพ และความชื้นสัมพัทธ์ จะถูกแทนด้วยค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ตามลำดับ ผลการคำนวณที่ได้ พบว่าจะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบายในความเร็วลม ที่ 0.32-0.65 m/s ดังนั้นเพื่อพิจารณาว่าในสภาพแวดล้อมภายนอกที่เป็นอยู่นี้จะส่งผลทำให้เกิดความน่าสบายได้ภายในอาคารได้จริงหรือไม่ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณาการไหลของอากาศภายในศูนย์ผู้สูงอายุขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ซอฟต์แวร์ scSTREAM-Cradle CFD มาทำการตรวจสอบด้วยการใส่ค่าความเร็วลมภายนอกจริงที่มีค่าเฉลี่ย 1.65 m/s จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการการไหลของอากาศโดยรอบอาคาร และภายใน ของแต่ละศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา จะวัดผลที่ 0.85 เมตร เหนือพื้น ซึ่งเป็นแนวเดียวกับความสูงของหน้าต่างที่เปิดอยู่ ผลการศึกษาแสดงดังรูป 5.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



(ก) (ข) (ค)

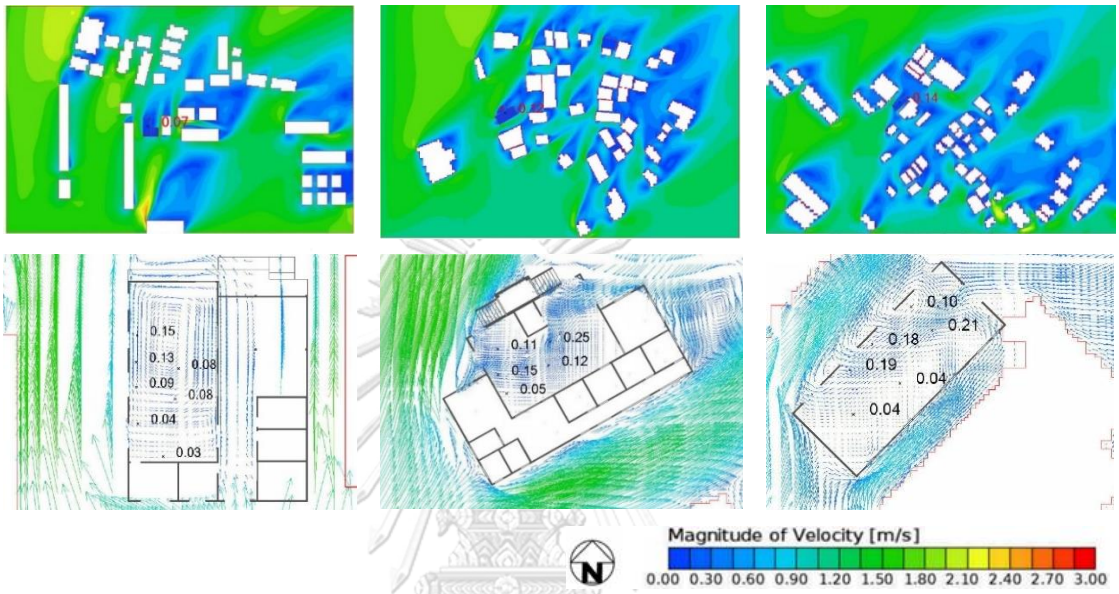
รูปที่ 5.1 การไหลของอากาศโดยรอบอาคาร และทิศทาง ความเร็วลมในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว (ก) กรณีศึกษาที่ 1 (ข) กรณีศึกษาที่ 2 และ (ค) กรณีศึกษาที่ 3

ผลที่ได้ ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 จะมีความเร็วลมที่ 0.04–0.55 m/s สูงกว่าศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ที่มีความเร็วลมที่ 0.06–0.37 m/s และศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ที่มีความเร็วลม 0.02–0.18 m/s แต่ในทุกกรณีศึกษา ลมจะไม่กระจายทั่วพื้นที่ ซึ่งความเป็นจริงในบางครั้งศูนย์ผู้สูงอายุจะต้องเผชิญกับสภาวะอากาศนิ่ง ดังนั้นหากต้องการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเพื่อลดภาระการทำความเย็นจากการใช้เครื่องปรับอากาศ ภายในศูนย์ผู้สูงอายุจะต้องมีการปรับให้มีความเร็วลมที่สูงขึ้นภายใต้กรอบความเร็วลมที่ 0.10 -0.65 m/s (ดังการศึกษาในบทที่ 4) ผลที่ได้จึงควรจะต้องมีวิธีการเพิ่มความเร็วลมให้กระจายทั่วในพื้นที่ศูนย์ผู้สูงอายุ เพื่อใช้ปรับสภาวะน่าสบายในช่วงเช้า-บ่าย สำหรับฤดูหนาว

5.1.2.2 การไหลของอากาศภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูร้อน

สภาพอากาศในฤดูร้อนที่คาดว่าจะนำมาใช้ปรับสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุจะอยู่ในช่วงเวลาที่แคบกว่าฤดูหนาว คือ ในช่วงเช้า – เที่ยง จากสมการที่ (8) ที่ใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุในฤดูร้อน เมื่ออุณหภูมิโอเปอเรทีพ และความชื้นสัมพัทธ์ในอาคาร ถูกแทนค่าด้วยอุณหภูมิอากาศภายนอก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 29.56 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 69.30 % ตามลำดับ ผลการคำนวณ พบว่าที่ความเร็วลมในช่วง 0.24-0.78 m/s จะทำให้ผู้สูงอายุมี

ความรู้สึกน่าสบายได้ ดังนั้นความเร็วลมภายในศูนย์ผู้สูงอายุจะต้องได้รับการคำนวณ เพื่อพิจารณาอัตราการไหลของอากาศว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม และทำให้เกิดความน่าสบายได้จริงหรือไม่ การศึกษาจึงได้ใช้ scSTREAM-Cradle CFD เพื่อทำการวิเคราะห์ดังเช่นในฤดูหนาว โดยการป้อนค่าความเร็วลมภายนอกจริงที่ค่าเฉลี่ย 1.53 m/s จากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 5.2



(ก) (ข) (ค)

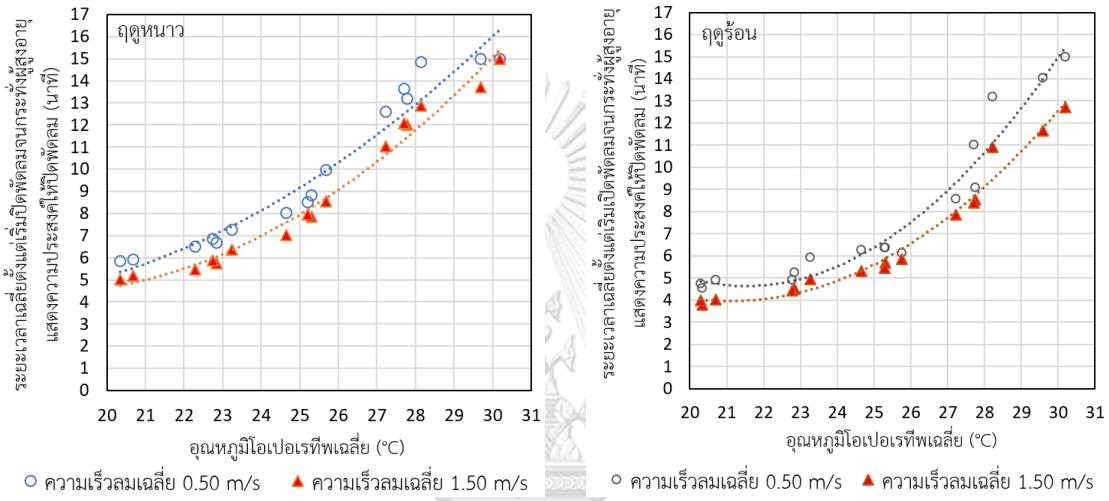
รูปที่ 5.2 การไหลของอากาศโดยรอบอาคาร และทิศทาง ความเร็วลมในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูร้อน (ก) กรณีศึกษาที่ 1 (ข) กรณีศึกษาที่ 2 และ (ค) กรณีศึกษาที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูป 5.2 ในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 จะมีความเร็วลมต่ำสุดที่ 0.03 - 0.15 m/s ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 จะมีความเร็วลมที่ 0.05 - 0.25 m/s แต่จะไม่กระจายในทั่วพื้นที่ สำหรับศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ความเร็วลมภายในห้องจะได้รับอิทธิพลจากอาคารที่อยู่ข้างเคียง ทำให้มีความเร็วลมภายในศูนย์ที่ 0.04 - 0.21 m/s แต่บริเวณกลางห้องลมจะนิ่ง ผลที่ได้จึงบ่งชี้ได้ว่าลมโดยส่วนใหญ่มีค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่จะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกน่าสบาย ดังนั้นศูนย์ผู้สูงอายุจึงควรต้องใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติร่วมกับอุปกรณ์ เพื่อสร้างความเร็วลมให้เพียงพอต่อการใช้ปรับสภาวะน่าสบายในพื้นที่ในระหว่างเวลา เช้า – เที่ยง ภายใต้กรอบที่ได้ทำการศึกษา (ดังในบทที่ 4) ว่าควรอยู่ในช่วงความเร็วลม 0.05 - 0.78 m/s ซึ่งแนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์ ในการเพิ่มความเร็วลมได้ถูกพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังในส่วนถัดไป

5.1.2.3 วิเคราะห์แนวทางการปรับความเร็วลมในศูนย์ผู้สูงอายุ

จากที่พบว่าด้วยความเร็วลมที่มีอยู่มีบางช่วงที่ไม่เพียงพอต่อการทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย ตลอดจนไม่สามารถสร้างความน่าสบายได้อย่างทั่วถึง เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากในห้องปฏิบัติการมาวิเคราะห์ถึงแนวทางการเพิ่มความเร็วลมด้วย พัดลม อันเป็นอุปกรณ์ขั้นพื้นฐาน โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิโอเปอเรทีพ และช่วงระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มเปิดพัดลมจนกระทั่งผู้สูงอายุแสดงความประสงค์ให้ปิดพัดลม ดังแสดงในรูปที่ 5.1



(ก) (ข)

รูปที่ 5.3 อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ย และช่วงเปิด-ปิดพัดลม ตามความประสงค์ผู้สูงอายุ
(ก) ฤดูหนาว และ (ข) ฤดูร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูป 5.3 ผลที่ได้แสดงถึงความแตกต่างระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อน ในฤดูหนาวระยะเวลาตั้งแต่เปิดพัดลมจนกระทั่งผู้สูงอายุได้มีประสงค์ให้ปิดพัดลมจะกินเวลายาวนานกว่าฤดูร้อน นั่นอาจเป็นเพราะค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าในฤดูหนาวที่มีค่า 0.64 clo สูงกว่าฤดูร้อนซึ่งมีค่า 0.50 clo นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงระยะเวลาตั้งแต่เปิดจนกระทั่งผู้สูงอายุมีความประสงค์ให้ปิดพัดลมจะยาวนานขึ้นตามอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่เพิ่มสูงขึ้น ผลการศึกษาจึงชี้ให้เห็นว่าผู้สูงอายุไม่ต้องการที่จะได้รับลมเป็นเวลานานถึงแม้จะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นก็ตาม ดังนั้นเพื่อปรับปรุงสภาวะน่าสบายภายในศูนย์ผู้สูงอายุ การใช้พัดลมโคจรแบบติดตั้งผนัง หรือฝ้าเพดาน ที่สามารถหมุน และปรับทิศทางได้เพื่อให้บริการแก่ผู้สูงอายุภายในศูนย์ มีความเหมาะสมกว่าพัดลมที่ให้ลมในทิศทางเดียวตลอดเวลา ผลที่ได้นี้สอดคล้องกันกับการศึกษาของ (กฤษฎา อินทรสถิตย์, 2547) ที่ได้ใช้พัดลมโคจรกระจายความเย็นเพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศในอาคารเรียนเพื่อปรับสภาวะน่าสบาย

5.2 การวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ

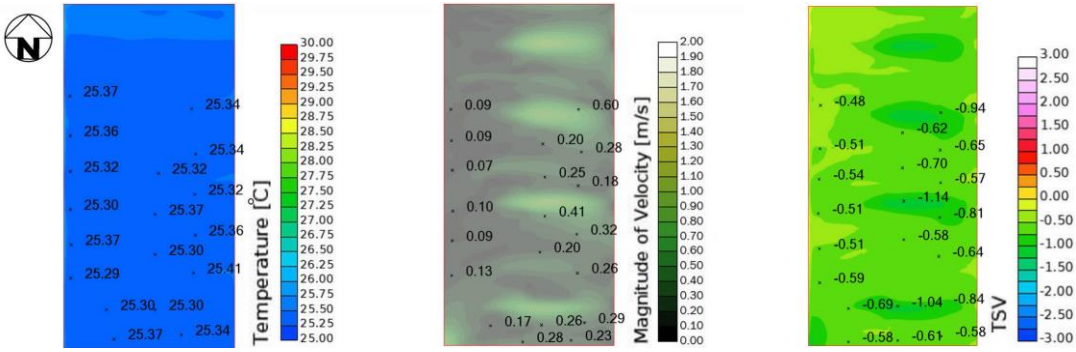
ในการวิเคราะห์แนวทางในการจัดเตรียมศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย และมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ สภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในศูนย์ผู้สูงอายุที่มีความเหมาะสมจะพิจารณาโดยใช้ scSTREAM-Cradle CFD จากที่พบว่าผู้สูงอายุไทยมีสภาวะน่าสบายเป็นไปตามสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อน (ดังในสมการ (4) และ สมการ (8)) สมการจึงได้ถูกนำเข้าในโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD เพื่อประเมินผลจากการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในศูนย์ผู้สูงอายุโดยเปรียบเทียบให้เห็นถึงความรู้สึกของผู้สูงอายุ ก่อน และหลัง การปรับใช้แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบาย ในฤดูหนาวและร้อน ดังนี้

5.2.1 แนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว

ตามที่ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา มีกำหนดเปิด-ปิด ตามเวลา 8:00 น. – 16:00 น. ผู้วิจัยจึงได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วง โดยการวิเคราะห์จากช่วงสภาพอากาศภายนอกที่เหมาะสมต่อการสร้างสภาวะน่าสบาย และการควบคุมสภาพอากาศภายใน ในฤดูหนาวจะแบ่งช่วงเวลาได้เป็น เช้า-บ่าย (8:00 น. – 13:00 น.) และ บ่าย – เย็น (13:00 น. – 16:00 น.) เพื่อวิเคราะห์ด้วย scSTREAM – Cradle CFD ในต่อไป

จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่มีการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศตั้งแต่เวลา 8:00 น. – 16:00 น. โดยตั้งอุณหภูมิจากเทอร์โมสตัท (Thermostat set point) ที่ 25.0 °C ผลที่เกิดขึ้น คือ ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” การวิเคราะห์แนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบายภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ในฤดูหนาว จึงได้ใช้วิธีการประเมินด้วยสมการ (4) เพื่อใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุรูปแบบใหม่ สำหรับฤดูหนาว เพื่อหาสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากแนวทางที่ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกว่าสภาพแวดล้อมภายในอาคารส่งผลให้มีความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “พอดี” ผลการประเมินสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่เปรียบเทียบกับหลังจากนำแนวทางมาปรับใช้ในผู้สูงอายุกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง มีดังนี้

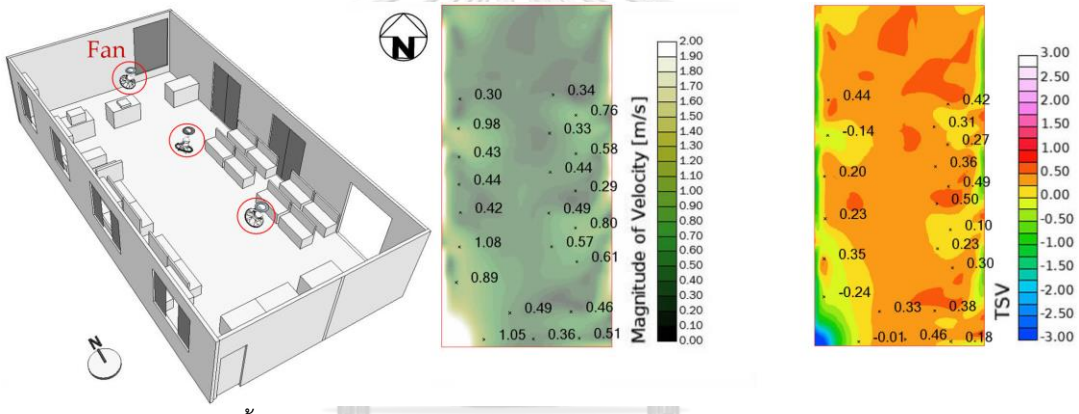
5.2.1.1 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ฤดูหนาว 8:00 น.–13:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 55.57 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพ เฉลี่ยที่ 25.34 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.22 m/s

(ก)



ตำแหน่งการติดตั้งพัดลมโคจร ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

หลัง: ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และพัดลมโคจรติดฝ้าเพดาน, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 67.66 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.27 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.57 m/s

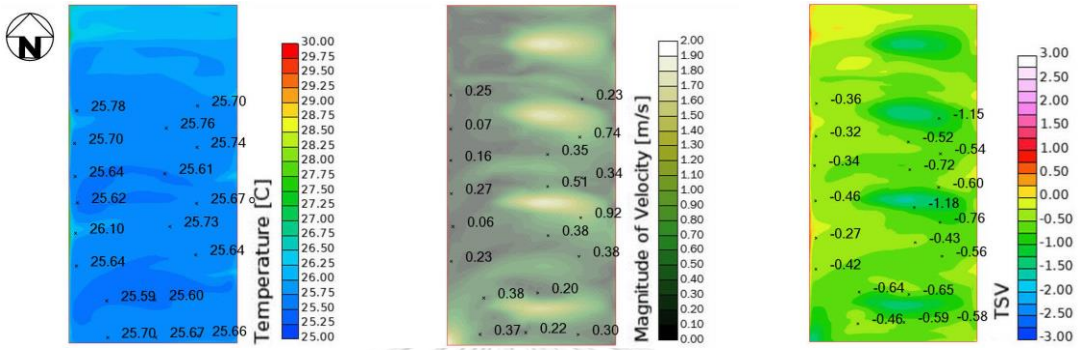
(ข)

รูปที่ 5.4 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 1 ฤดูหนาว 8:00 น.-13:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

ศูนย์ผู้สูงอายุที่ 1 ระหว่าง 8:00 น. – 13:00 น. ก่อนดำเนินการตามแนวทาง (รูปที่ 5.4 ก) ในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 55.57 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพมีค่าเฉลี่ยที่ 25.34 °C และความเร็วลมเฉลี่ย 0.22 m/s ซึ่งเป็นผลมาจากการตั้งค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมสตัท ที่ 25.0 °C ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึก “ค่อนข้างเย็น” เมื่อดำเนินการตามแนวทาง (รูปที่ 5.4 ข) โดยการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติและเพิ่มความเร็วลมในพื้นที่ให้เป็น 0.57 m/s ด้วยพัดลมโคจรติดฝ้าเพดาน 3 ตำแหน่ง ผลการจำลอง

ด้วย scSTREAM – Cradle CFD จะให้ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “พอดี” ซึ่งน่าสบายและยังมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานมากขึ้นด้วย เนื่องจากช่วยลดการใช้เครื่องปรับอากาศในฤดูหนาวลง

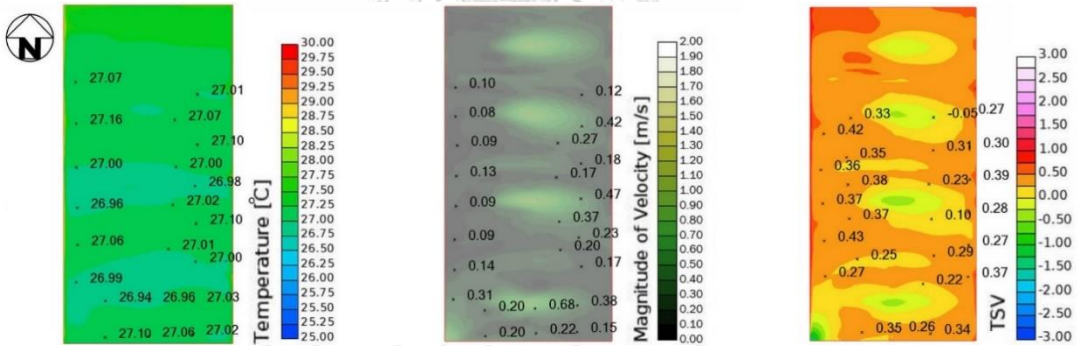
5.2.1.2 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ฤดูหนาว 13:00 น.–16:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 55.57 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 25.70 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.33 m/s

(ก)



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

หลัง: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 55.57 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 27.03 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.23 m/s

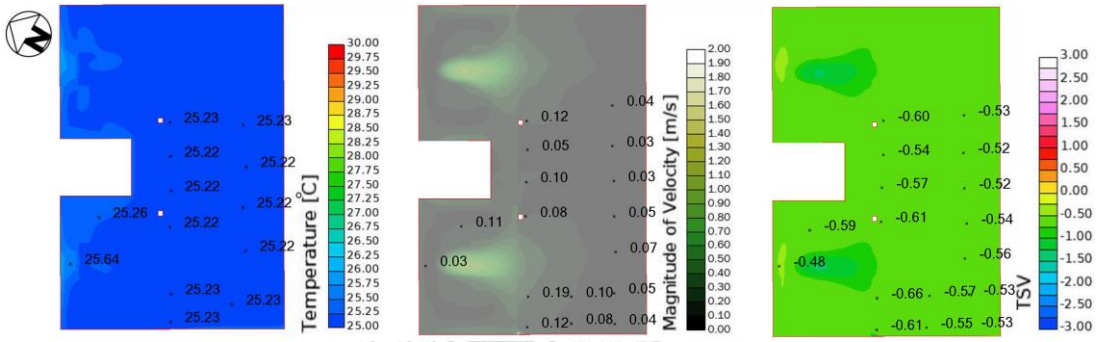
(ข)

รูปที่ 5.5 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 1 ฤดูหนาว 13:00 น.-16:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

ช่วงบ่าย-เย็น กรณีศึกษาที่ 1, (รูปที่ 5.5 ก) เดิมใช้เครื่องปรับอากาศที่ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทเป็น 25.0 °C ทำให้มีอุณหภูมิโอเปเรทีพเฉลี่ยที่ 25.70 °C และความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.33 m/s ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” หากปรับใช้แนวทาง (รูปที่ 5.5 ข) โดยใช้

เครื่องปรับอากาศที่ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 °C จะมีอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.03 °C และความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.23 m/s เมื่อจำลองผลความรู้สึก พบว่าผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “พอดี” มีสภาวะน่าสบายกว่าก่อนใช้แนวทาง วิธีการจากแนวทางนี้จึงไม่เพียงแต่ที่จะลดความเร็วของลมจากเครื่องปรับอากาศเท่านั้น แต่ควรจะต้องเพิ่มระดับอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัทด้วยเพื่อปรับปรุงความน่าสบายภายในศูนย์ผู้สูงอายุ

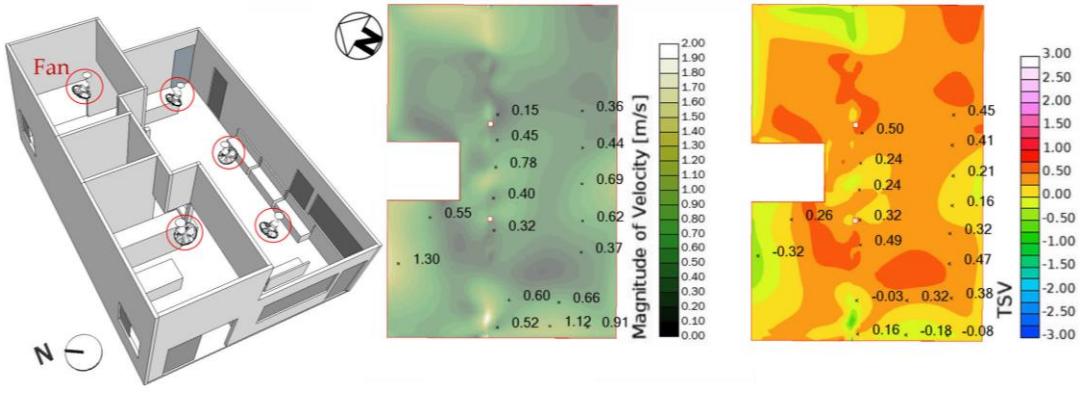
5.2.1.3 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ฤดูหนาว 8:00 น.–13:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) อัตราความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 54.40 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 25.26 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.08 m/s

(ก)



ตำแหน่งการติดตั้งพัดลมโคจร ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

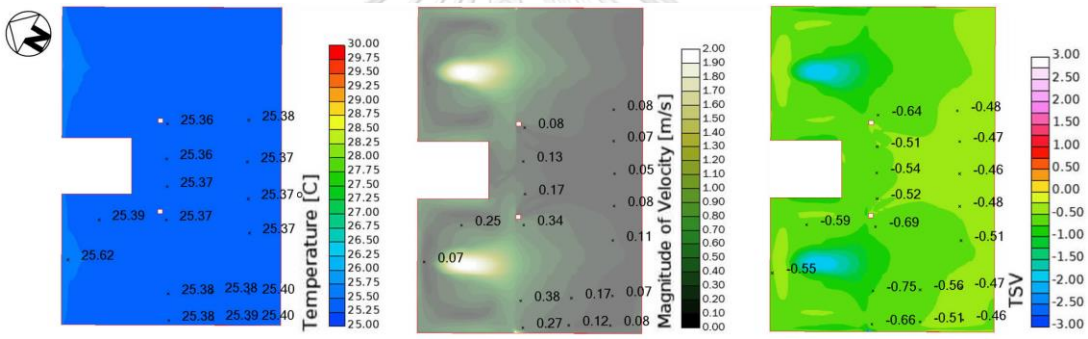
หลัง: ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และพัดลมโคจรติดฝ้าเพดาน, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 67.66 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.27 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.60 m/s

(ข)

รูปที่ 5.6 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 2 ฤดูหนาว 8:00 น.-13:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ระหว่างเวลา 8:00 น. – 13.00 น. สภาพที่มีอยู่ (รูปที่ 5.6 ก) เดิมมีการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยปรับอุณหภูมิเทอร์โมสตัท ที่ 25.0 ℃ ทำให้มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 25.26 ℃ และความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.08 m/s ส่งผลให้เกิดความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” หลังจากนำแนวทางไปปฏิบัติ (รูปที่ 5.6 ข) โดยใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และใช้พัดลมโคจรติดตั้งที่ฝ้าเพดาน 5 ตำแหน่ง เพื่อเพิ่มความเร็วลมในพื้นที่ให้เป็น 0.60 m/s เมื่อทดสอบในโปรแกรม scSTREAM – CFD Cradle ด้วยการใช้สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนในฤดูหนาว ผลที่เกิดขึ้น คือ สภาพแวดล้อมภายในศูนย์จะส่งทำให้ ผู้สูงอายุผู้ใช้งานมีความรู้สึกเชิงความร้อนว่า "พอดี" แนวทางที่นำเสนอนี้นอกจากจะมีศักยภาพในการนำไปใช้แล้ว ผลที่ตามมาก็คาดได้ว่าจะช่วยประหยัดพลังงานได้ เนื่องจากมีการลดภาระการทำความเย็นจากการใช้เครื่องปรับอากาศลงได้

5.2.1.4 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ฤดูหนาว 13:00 น.–16:00 น.

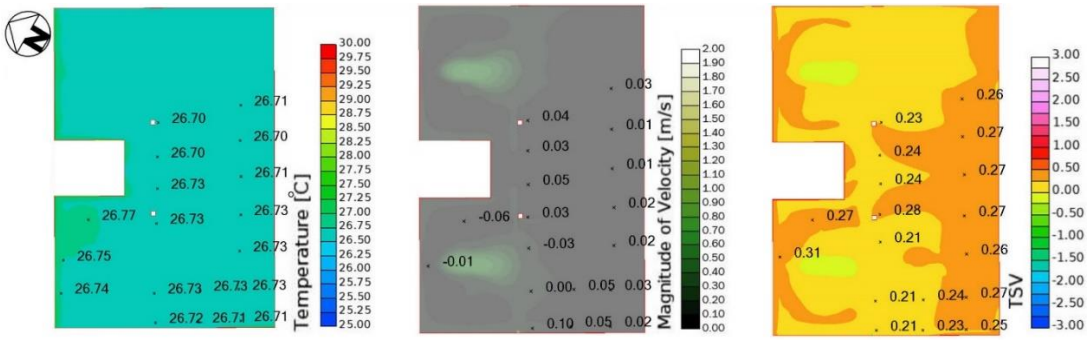


อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (℃) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 ℃, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 54.40 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 25.39 ℃, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.15 m/s

(ก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

หลัง: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 54.40 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 26.72 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.10 m/s

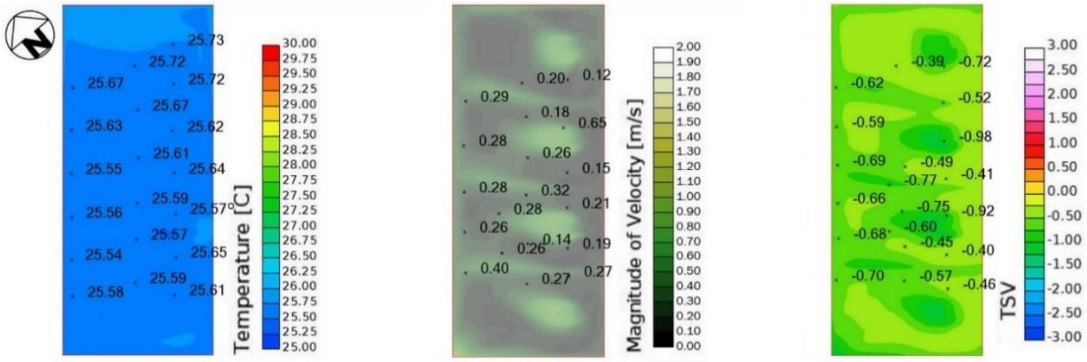
(ข)

รูปที่ 5.7 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 2 ฤดูหนาว 13:00 น.-16:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

ในระหว่างเวลา 13:00 น. -16:00 น. สภาวะที่มีอยู่ (รูปที่ 5.7 ก) เดิมใช้การปรับอากาศโดยปรับอุณหภูมิเทอร์โมสตัทเป็น 25.0 °C ส่งผลทำให้อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยมีค่าเป็น 25.39 °C และจากการปรับ ทำให้มีความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่เป็น 0.15 m/s ส่งผลให้ผู้สูงอายุผู้ใช้งานมีความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “ค่อนข้างเย็น” หลังจากที่นำแนวทางไปใช้ (รูปที่ 5.7 ข) ซึ่งมีการปรับอุณหภูมิจากเทอร์โมสตัทเป็น 26.0 °C และปรับความเร็วลมให้ในพื้นให้มีค่าเฉลี่ย 0.10 m/s จะส่งผลทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกเชิงความร้อนว่า "พอดี" น่าสบายกว่าสภาวะที่มีอยู่เดิม แนวทางนี้คาดว่าจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานจากการลดความเร็วของพัดลมในเครื่องปรับอากาศ และลดภาระทำความเย็นจากการตั้งอุณหภูมิที่มีค่าใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมภายนอกมากกว่าเดิมที่ตั้งไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

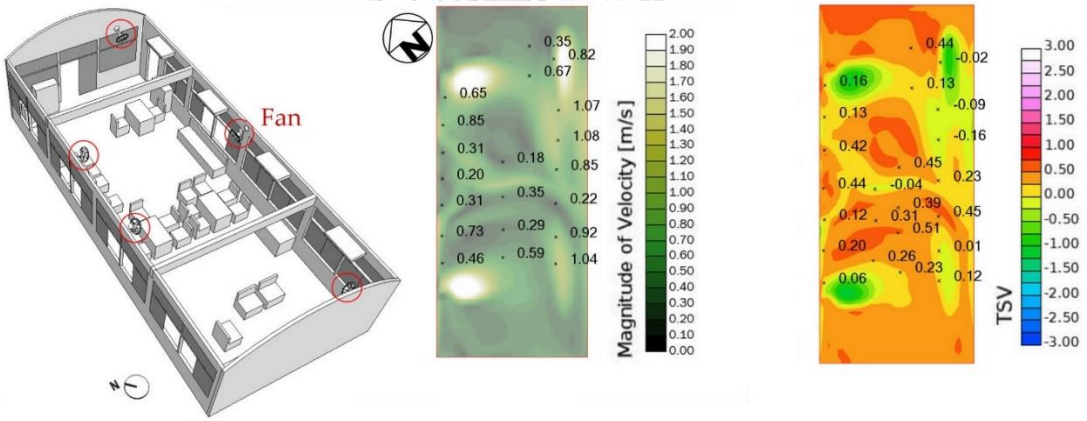
5.2.1.5 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ฤดูหนาว 8:00 น.–13.00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.01 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 25.62 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.26 m/s

(ก)



ตำแหน่งการติดตั้งพัดลมโคจร ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

หลัง: ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และพัดลมโคจรติดผนัง, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 67.66 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.27 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.60 m/s

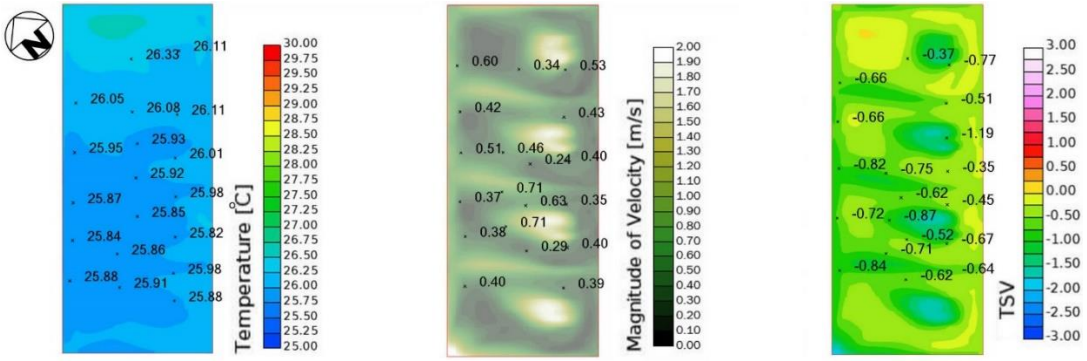
(ข)

รูปที่ 5.8 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 3 ฤดูหนาว 8:00 น.-13:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ในช่วงเวลา 8:00 น. -13:00 น. ซึ่งเดิมมีการใช้เครื่องปรับอากาศ ที่ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทเป็น 25.0°C (รูปที่ 5.8 ก) ทำให้มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยในพื้นที่เป็น 25.62 °C และยังปรับลมที่ส่งผลให้มีความเร็วในพื้นที่ 0.26 m/s ทำให้ผู้สูงอายุมี

ความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “ค่อนข้างเย็น” แต่หลังจากที่ได้ดำเนินการตามแนวทาง (รูปที่ 5.8 ข) พบว่าการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลมโคจรติดผนัง 5 ตำแหน่ง เพื่อเพิ่มความเร็วลมในพื้นที่ 0.60 m/s จะส่งผลทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “พอดี” ผลที่ได้นอกจากจะทำให้ผู้ใช้งานอยู่ในสภาวะน่าสบายแล้วยังมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานเนื่องจากช่วยลดการใช้เครื่องปรับอากาศลงได้

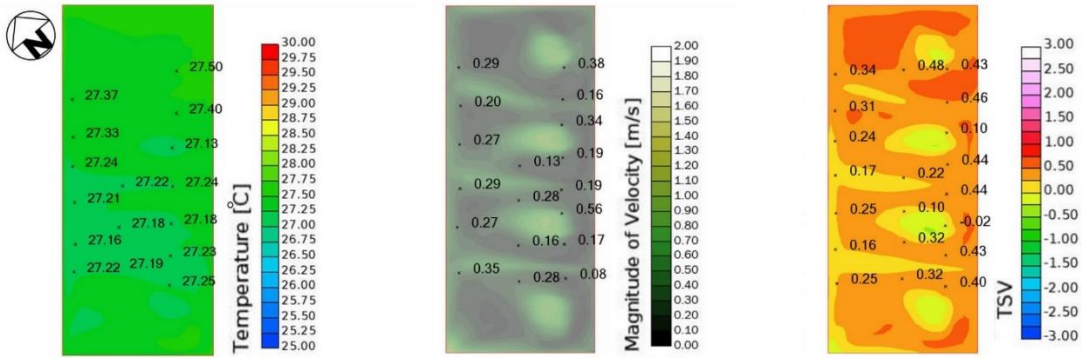
5.2.1.6 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ฤดูหนาว 13:00 น. – 16:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.01 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 25.96 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.45 m/s

(ก)



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

หลัง: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.01 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 27.25 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.26 m/s

(ข)

รูปที่ 5.9 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 3 ฤดูหนาว 13:00 น.-16:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

จากสภาวะที่มีอยู่ของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ในเวลา 13:00 น. – 16.00 น. ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยการตั้งอุณหภูมิจากเทอร์โมสตัทที่ 25.0 ℃ (รูปที่ 5.9 ก) ทำให้มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 25.96 ℃ และการปรับลม ที่ทำให้มีความเร็วลมในพื้นที่เป็น 0.45 m/s ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “ค่อนข้างเย็น” แต่หากปฏิบัติตามแนวทาง (รูปที่ 5.9 ข) จะพบว่าการปรับตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 ℃ และปรับลดความเร็วลม โดยให้มีในพื้นที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.26 m/s จะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “พอดี” ผลที่เกิดขึ้นนี้คาดว่าจะมีศักยภาพในการประหยัดพลังงาน เนื่องจากช่วยลดภาระการทำความเย็น จากการตั้งค่าอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับสภาพอากาศภายนอกมากกว่าเดิมที่เป็นอยู่

5.2.2 สรุปผลแนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว

ตามที่ผลของความรู้สึกที่มีต่อความชื้น จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุที่มีการปรับอากาศ ที่ให้ค่าว่ามีความรู้สึกชื้น “พอดี” สำหรับในศูนย์ผู้สูงอายุทุกกรณีศึกษา ค่าความชื้นสัมพัทธ์ตามสภาพจริงที่มีอยู่ ในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 คือ 55.57 %, กรณีศึกษาที่ 2 คือ 54.40 %, และกรณีศึกษาที่ 3 คือ 49.01 % ได้ถูกนำมาใช้ในโปรแกรม scSTREAM – Cradle CFD เพื่อวิเคราะห์ผลจากสภาวะที่เป็นอยู่ และนำไปวิเคราะห์ถึงแนวทางในการปรับสภาวะน่าสบายในพื้นที่ปรับอากาศด้วยการปรับอุณหภูมิของเทอร์โมสตัท ตลอดจนปรับความเร็วลม นอกจากนี้ในการวิเคราะห์แนวทางการใช้ การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ยังได้มีการนำข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยามาจำลองในโปรแกรมด้วย โดยค่าที่ใช้มีทั้งค่าอุณหภูมิอากาศภายนอก (27.27 ℃) และค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (67.66 %) ซึ่งคำนวณมาจากการเฉลี่ย ณ เวลา ในช่วง เช้า – บ่าย (8:00 น. – 13:00 น.) จากวิธีการกำหนดค่าเหล่านี้ลงในโปรแกรม ทำให้ได้ผลที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับปรับสภาวะน่าสบายภายในศูนย์ผู้สูงอายุได้ ผลการศึกษาในฤดูหนาวโดยสรุป มีดังตารางที่ 5.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.3 สรุปผลแนวทางการปรับสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูหนาว จากการจำลองใน scSTREAM-Cradle CFD

เปรียบเทียบ	ช่วงเวลาฤดูหนาว	รายละเอียด	เงื่อนไขของสภาพแวดล้อม		
			กรณีศึกษา 1	กรณีศึกษา 2	กรณีศึกษา 3
			Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
ก่อนใช้แนวทาง	8:00 น. – 13.00 น.	**ตัวแปร**			
		- อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C)	25.34±0.03	25.26±0.11	25.62±0.06
		- อัตราความเร็วลม (m/s)	0.22±0.13	0.08±0.04	0.26±0.12
		- ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	55.57±3.44	54.40±4.27	49.01±0.62
		สภาวะที่เป็นอยู่	ใช้เครื่องปรับอากาศ โดยตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น”		
	13:00 น. – 16.00 น.	**ตัวแปร**			
		- อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C)	25.70±0.11	25.39±0.06	25.96±0.13
		- อัตราความเร็วลม (m/s)	0.33±0.21	0.15±0.10	0.45±0.13
		- ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	55.57±3.44	54.40±4.27	49.01±0.62
		สภาวะที่เป็นอยู่	ใช้เครื่องปรับอากาศ โดยตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C เพิ่มความเร็วลมที่สูงขึ้นกว่า เช้า – บ่าย ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น”		
หลังใช้แนวทาง	8:00 น. – 13.00 น.	**แนวทางการปรับใช้งาน**	ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และพัดลมโคจรติดผนัง/ฝ้าเพดานเพื่อเพิ่มความเร็วลมที่ 0.57 - 0.60 m/s ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “พอดี”		
	13:00 น. – 16.00 น.	**ตัวแปร**			
		- อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C)	27.03±0.06	26.72±0.02	27.25±0.10
		- อัตราความเร็วลม (m/s)	0.23±0.15	0.10±0.06	0.26±0.11
		- ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	55.57±3.44	54.40±4.27	49.01±0.62
		แนวทางการปรับใช้งาน	ใช้เครื่องปรับอากาศ โดยตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 °C ลดความเร็วลมในพื้นที่ลงให้เป็น 0.10 – 0.26 m/s ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “พอดี”		

*หมายเหตุ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ตรวจวัดได้จริงเฉลี่ยในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ถูกนำเข้าลงในโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่าตัวแปรอื่นและแนวทางการปรับใช้งานในเวลา 8:00 น. - 13:00 น. มีอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย 27.27 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเฉลี่ย 67.66 %

ผลจากการจำลองสถานการณ์ที่มีอยู่ ที่ภายในศูนย์ผู้สูงอายุได้มีการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยตั้งค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C เป็นผลให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “ค่อนข้าง

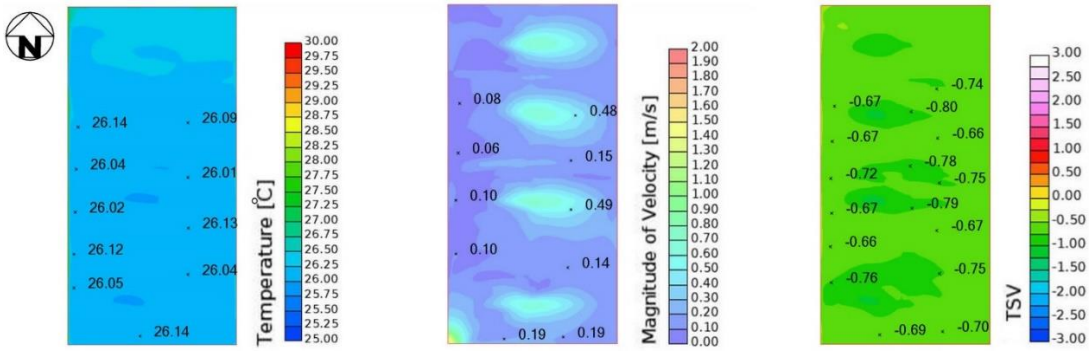
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เย็น” ผลที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลจากการสำรวจภายในศูนย์ผู้สูงอายุ หลังจากที่ได้วิเคราะห์ และจำลองผลของการใช้แนวทางการปรับสภาวะน่าสบาย ที่ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ร่วมกับการใช้พัดลมโคจรแบบติดผนัง/ฝ้าเพดาน เพื่อเพิ่มความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่ให้เป็น 0.57-0.60 m/s ในช่วงเช้า–บ่าย (8:00 น. – 13:00 น.) และตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัท เป็น 26.0°C และลดความเร็วลมจากพัดลมในเครื่องปรับอากาศลง โดยให้มีความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่เป็น 0.10-0.26 m/s สำหรับช่วงบ่าย – เย็น (13:00 น. - 16:00 น.) ผลการศึกษาที่ได้นี้จะทำให้อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยภายในห้องสูงขึ้นเป็น 26.72 -27.25 °C เมื่อทำการจำลองด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ผลการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนแสดงค่าว่า “พอดี” สบายกว่าสภาวะเดิมที่มีอยู่ แนวทางนี้คาดว่าจะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้

5.2.3 แนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูร้อน

ฤดูร้อนแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา คือ เช้า-เที่ยง (8:00 น. – 12:00 น.) และ เที่ยง– เย็น (12:00 – 16:00 น.) ซึ่งครึ่งเช้าจะแคบกว่าฤดูหนาว เพราะหลังจากนั้น อุณหภูมิภายนอกจะค่อนข้างสูง จากการสำรวจภายในศูนย์ผู้สูงอายุ จะพบว่ามีการใช้เครื่องปรับอากาศ ในเวลา 8:00 น. – 16:00 น.โดยตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C ผลทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “ค่อนข้างเย็น” การศึกษาจึงได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับสภาวะน่าสบายดังนี้

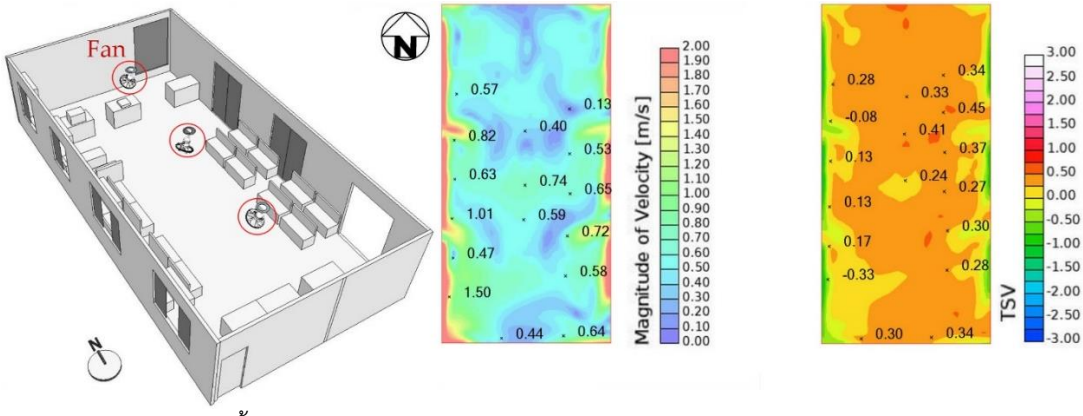
5.2.3.1 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ฤดูร้อน 8:00 น.–12:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 56.70 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 26.08 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.19 m/s

(ก)



ตำแหน่งการติดตั้งพัดลมโคจร ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

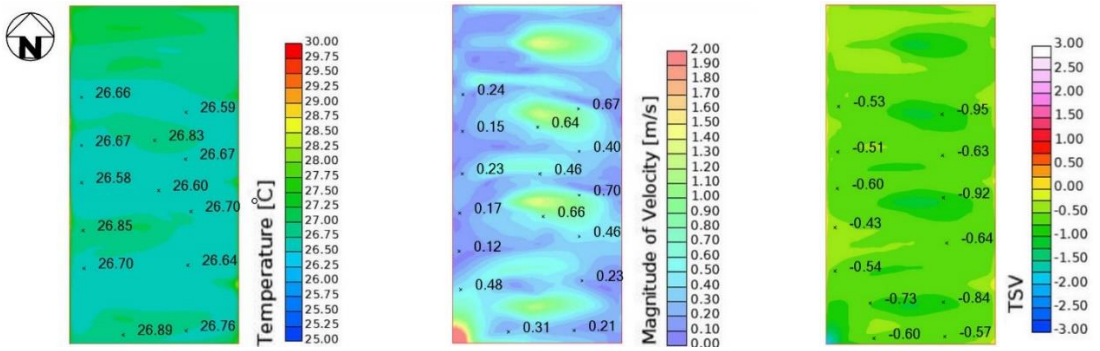
หลัง: ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และพัดลมโคจรติดฝ้าเพดาน, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 69.30 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 29.56 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.65 m/s

(ข)

รูปที่ 5.10 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 1 ฤดูร้อน 8:00 น.-12:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ในฤดูร้อนตั้งแต่ 8:00 น. – 12:00 น. ก่อนดำเนินการตามแนวทาง (รูปที่ 5.10 ก) ในสภาวะที่เป็นอยู่เป็นพื้นที่ปรับอากาศที่มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ย 26.08 °C ซึ่งเกิดจากการตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C และปรับให้มีความเร็วลมในพื้นที่เป็น 0.19 m/s จนทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึก “ค่อนข้างเย็น” เมื่อได้มีการนำแนวทางที่ได้เสนอไปใช้ (รูปที่ 5.10 ข) ที่ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลมโคจรติดฝ้าเพดาน เพื่อเพิ่มความเร็วลมในพื้นที่เป็น 0.65 m/s เป็นผลให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “พอดี” ผลที่ได้นอกจากจะช่วยให้ผู้สูงอายุมีความน่าสบายแล้ว ยังจะช่วยประหยัดพลังงานโดยลดภาระทำความเย็นจากเครื่องปรับอากาศลงได้

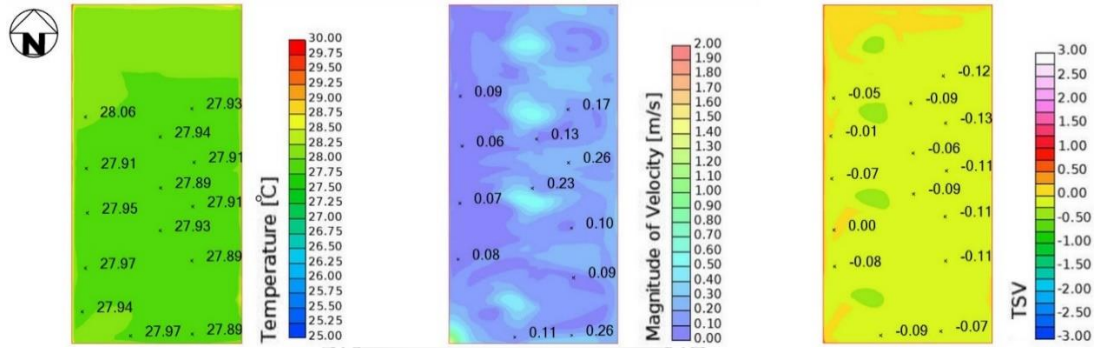
5.2.3.2 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ฤดูร้อน 12:00 น.–16:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 56.70 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 26.70 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.38 m/s

(ก)



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

หลัง: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 56.70 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 27.94 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.14 m/s

(ข)

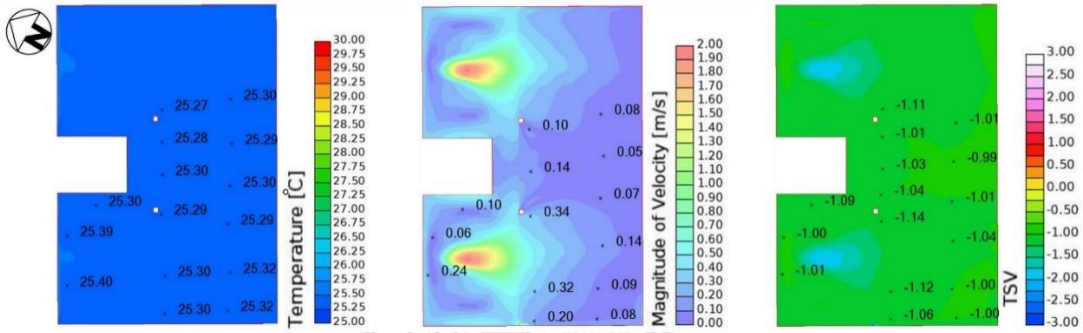
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 5.11 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 1 ฤดูร้อน 12:00 น.-16:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

ผลการจำลองในกรณีศึกษาที่ 1 ตั้งแต่เวลา 12:00 น. -16:00 น. ก่อนดำเนินการตามแนวทาง (รูปที่ 5.11 ก) ในสภาพแวดล้อมที่มีอยู่เดิมพื้นที่ปรับอากาศ มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 26.70 °C ซึ่งเกิดจากการตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C และการปรับที่ส่งผลให้มีความเร็วลมในพื้นที่เป็น 0.38 m/s ผลที่ได้ทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” แต่เมื่อได้นำแนวทางที่ได้เสนอไปใช้ (รูปที่ 5.11 ข) ดังคำแนะนำ คือ ให้ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างความน่าสบาย โดยตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 °C ซึ่งจะส่งผลทำให้มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพในพื้นที่เป็น 27.94 °C อีกทั้ง

ยังควรปรับให้มีความเร็วลมในพื้นที่เป็น 0.14 m/s ผลจากการจำลองด้วย scSTREAM-Cradle CFD จะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “พอดี” อยู่ในสภาวะน่าสบาย ที่เกิดขึ้นคาดว่าแนวทางจะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้ จากวิธีการปรับอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับสภาพอากาศภายนอกมากกว่าเดิมที่เป็นอยู่ ซึ่งช่วยลดภาระการทำความเย็นภายในเครื่องปรับอากาศ

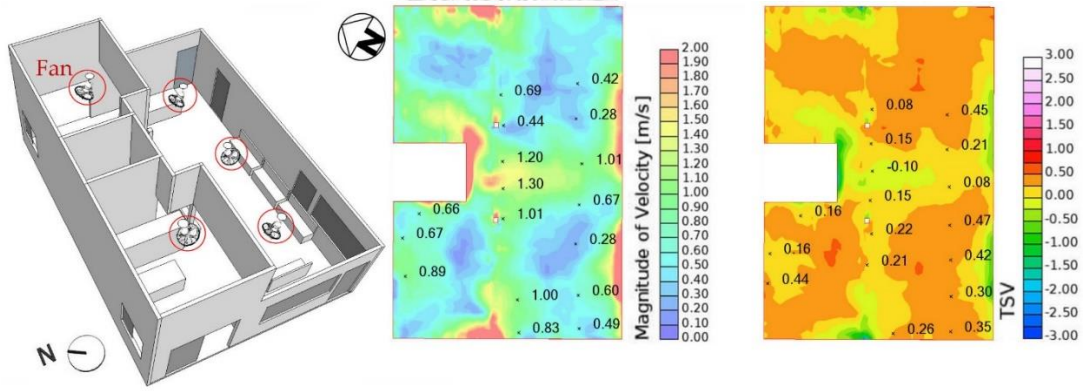
5.2.3.3 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ฤดูร้อน 8:00 น.–12:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (℃) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 ℃, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.30 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 25.31 ℃, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.14 m/s

(ก)



ตำแหน่งการติดตั้งพัดลมโคจร ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

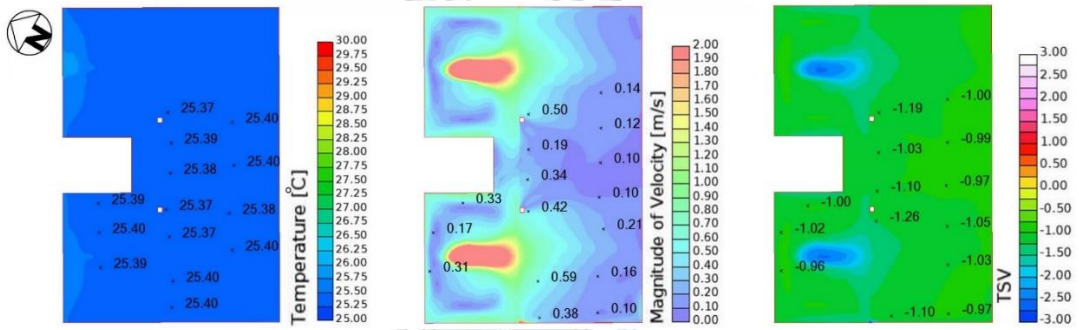
หลัง: ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และพัดลมโคจรติดฝ้าเพดาน, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 69.30 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 29.56 ℃, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.73 m/s

(ข)

รูปที่ 5.12 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 2 ฤดูร้อน 8:00 น.-12:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

กรณีศึกษาที่ 2 เวลา 8:00 น. -12:00 น. ก่อนใช้แนวทาง (รูปที่ 5.12 ก) จะใช้การปรับอากาศ ในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.30 % อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.31 ℃ ซึ่งเกิดจากการตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 ℃ และปรับให้ในพื้นที่มีความเร็วลมเป็น 0.14 m/s ส่งผลทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” จากการจำลอง (รูปที่ 5.12 ข) โดยใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลมโคจรติดฝ้าเพดาน เพื่อเพิ่มความเร็วลมในพื้นที่เป็น 0.73 m/s ผลทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า "พอดี" ซึ่งคาดว่าวิธีปรับสภาวะน่าสบายนี้จะทำให้ลดภาระทำความเย็นจากการใช้เครื่องปรับอากาศลงได้

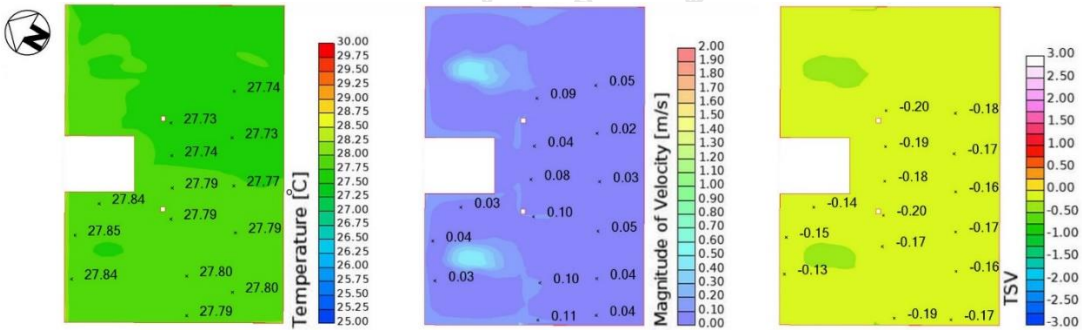
5.2.3.4 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ฤดูร้อน 12:00 น.–16:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 ℃, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.30 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 25.39 ℃, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.26 m/s

(ก)



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

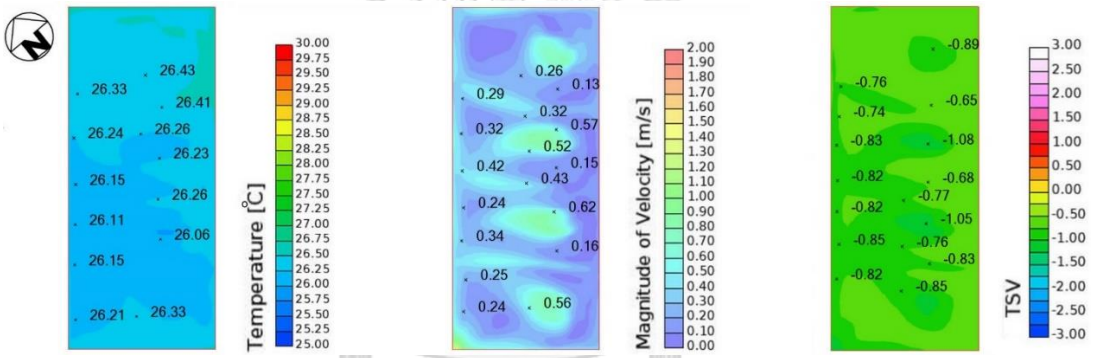
หลัง: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.5 ℃, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.30 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 27.78 ℃, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.06 m/s

(ข)

รูปที่ 5.13 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 2 ฤดูร้อน 12:00 น. -16:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

กรณีศึกษาที่ 2 เวลา 12:00 น. -16:00 น. ก่อนดำเนินการตามแนวทาง (รูปที่ 5.13 ก) ใช้การปรับอากาศโดยปรับอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C ทำให้มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.39 °C และปรับความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศ ทำให้มีความเร็วลมในพื้นที่ 0.26 m/s ส่งผลทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” แต่หลังจากได้มีการนำแนวทางไปใช้ (รูปที่ 5.13 ข) ที่ยังคงใช้เครื่องปรับอากาศอยู่ แต่ปรับอุณหภูมิเทอร์โมสตัทให้เป็น 26.5 °C ทำให้มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.78 °C และลดความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศลงให้เหลือที่ 0.06 m/s ผลที่เกิดขึ้นนอกจากจะทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า "พอดี" น่าสบายกว่าที่เป็นอยู่เดิมแล้ว ยังคาดว่าจะช่วยประหยัดพลังงานจากการลดภาระทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศลงได้ จากการตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่สูงขึ้นกว่าเดิมที่ 1.50 °C

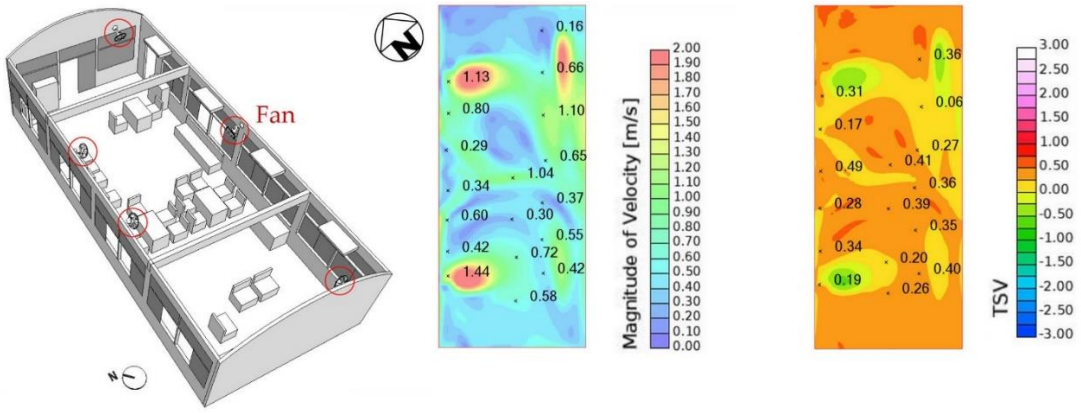
5.2.3.5 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ฤดูร้อน 8:00 น.–12:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 54.20 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 26.24 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.34 m/s

(ก)



ตำแหน่งการติดตั้งพัดลมโคจร ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

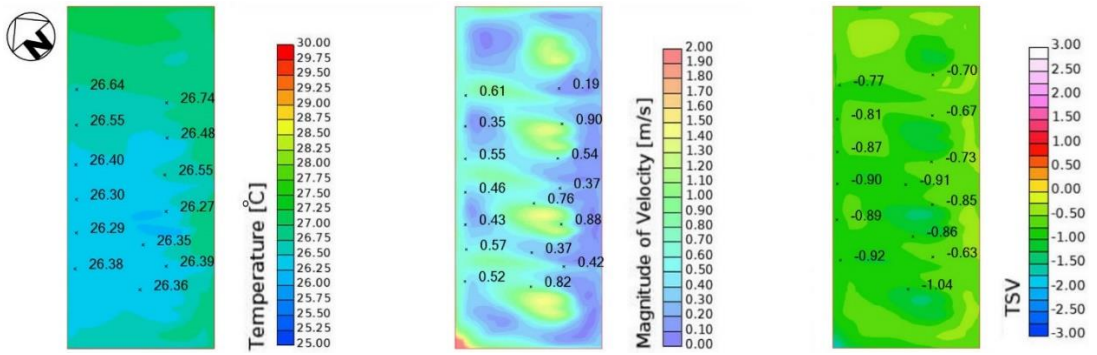
หลัง: ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และพัดลมโคจรติดผนัง, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 69.30 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 29.56 ℃, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.64 m/s

(ข)

รูปที่ 5.14 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 3 ฤดูร้อน 8:00 น.-12:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

กรณีศึกษาที่ 3 ตั้งแต่ 8:00 น. -12:00 น. ก่อนดำเนินการตามแนวทาง (รูปที่ 5.14 ก) เดิมมีการปรับอากาศจะมีอุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 26.24 ℃ ซึ่งเกิดจากการตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 ℃ และปรับความเร็วลมที่ส่งผลให้มีลมในพื้นที่ 0.34 m/s ผลที่เกิดขึ้นทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” กรณีหากดำเนินการตามแนวทาง (รูปที่ 5.14 ข) ที่ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับการใช้พัดลมโคจรติดผนัง เพื่อเพิ่มความเร็วลมในพื้นที่ให้เป็น 0.64 m/s ผลที่เกิดขึ้นนอกจากจะช่วยลดพลังงานยังช่วยให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “พอดี” ได้

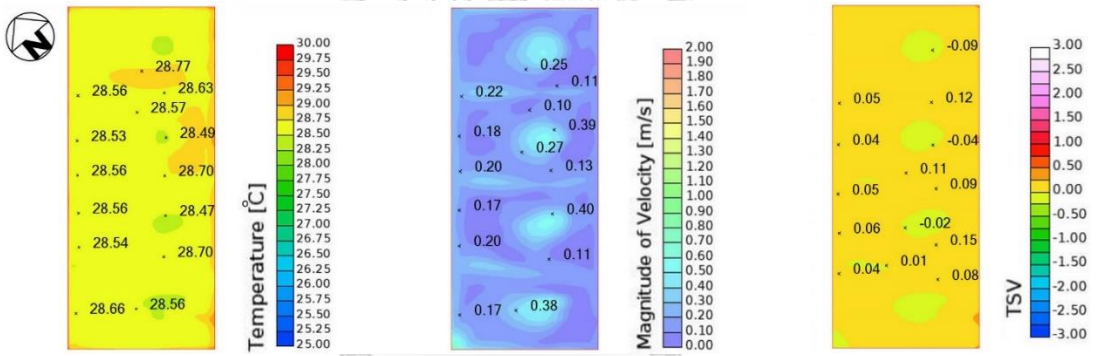
5.2.3.6 ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ฤดูร้อน 12:00 น.–16:00 น.



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “ค่อนข้างเย็น”

ก่อน: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 54.20 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 26.44 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ Va 0.55 m/s

(ก)



อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C) ความเร็วลม (m/s) TSV “พอดี”

หลัง: ใช้เครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 54.20 %, อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยที่ 28.59 °C, ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.22 m/s

(ข)

รูปที่ 5.15 ผลก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง กรณีศึกษาที่ 3 ฤดูร้อน 12:00 น. -16:00 น.
(ก) ก่อนใช้แนวทาง และ (ข) หลังใช้แนวทาง

ผลการศึกษาในกรณีศึกษาที่ 3 ตั้งแต่เวลา 12:00 น. – 16:00 น ก่อนใช้แนวทาง (รูปที่ 5.15 ก) ในสภาวะที่เป็นอยู่ พื้นที่ปรับอากาศจะมีความเร็วลมในพื้นที่ 0.55 m/s และมีอุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยในพื้นที่เป็น 26.44 °C ซึ่งเกิดจากการตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C ซึ่งทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” เมื่อจำลองแนวทาง (รูปที่ 5.15 ข) โดยยังใช้เครื่องปรับอากาศ แต่ปรับ

ตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทให้เป็น 26.0°C ผลที่เกิดขึ้นทำให้มีอุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยในพื้นที่เป็น 28.59 °C นอกจากนี้ยังได้ลดความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศลง โดยปรับให้มีความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่เป็น 0.22 m/s แทน ผลของความรู้สึกที่เกิดขึ้นได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จากการจำลองด้วยโปรแกรม ผู้สูงอายุผู้ใช้งานภายในศูนย์ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า "พอดี" แนวทางที่ได้วิเคราะห์นี้คาดว่าจะช่วยลดภาระการทำความเย็นจากเครื่องปรับอากาศได้ เพราะใช้อุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นกว่าเดิมในการตั้งค่าสำหรับการปรับอากาศ

5.2.4 สรุปแนวทางการพัฒนาสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุ ฤดูหนาว

จากการสำรวจในศูนย์ผู้สูงอายุที่มีการปรับอากาศ ผู้สูงอายุให้ผลความรู้สึกที่มีต่อความชื้นว่า “พอดี” เป็นไปในลักษณะเดียวกันในทุกกรณีศึกษา และคล้ายกันกับผลที่ได้ในฤดูหนาว ค่าความชื้นสัมพัทธ์ตามสภาพจริงที่มีอยู่ในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1-3 คือ 56.70 %, 47.30 % และ 54.20 % ตามลำดับ ถูกนำมาใช้ในโปรแกรม scSTREAM – Cradle CFD เพื่อวิเคราะห์ผลจากสภาวะที่เป็นอยู่ และวิเคราะห์แนวทางการปรับสภาวะน่าสบายในพื้นที่ปรับอากาศ ด้วยการปรับอุณหภูมิตลอดจนปรับความเร็วลมที่เทอร์โมสตัท นอกจากนี้ในการวิเคราะห์การใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ มีการใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาในเวลา เช้า-เที่ยง (8:00 น.– 12:00 น.) มาเฉลี่ย ได้ค่าอุณหภูมิอากาศภายนอก คือ 29.56 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก คือ 69.30 % ค่าเหล่านี้ได้ถูกป้อนเข้าไปในโปรแกรมจำลอง scSTREAM – Cradle CFD เพื่อประเมินแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบาย ที่จะนำไปปรับใช้กับศูนย์ผู้สูงอายุ จากการศึกษาสามารถสรุปแนวทางในฤดูร้อนได้ ดังตารางที่ 5.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.4 สรุปผลแนวทางการปรับสภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูร้อน จากการจำลองใน scSTREAM-Cradle CFD

เปรียบเทียบ	ช่วงเวลาฤดูร้อน	รายละเอียด	เงื่อนไขของสภาพแวดล้อม		
			กรณีศึกษา 1	กรณีศึกษา 2	กรณีศึกษา 3
			Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
ก่อนใช้แนวทาง	8:00 น. – 12:00 น.	**ตัวแปร**			
		- อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C)	26.08±0.05	25.31±0.04	26.24±0.11
		- อัตราความเร็วลม (m/s)	0.19±0.16	0.14±0.10	0.34±0.15
		- ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	56.70±3.95	47.30±1.76	54.20±0.74
		สภาวะที่เป็นอยู่	ใช้เครื่องปรับอากาศ โดยตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น”		
	12:00 น. – 16:00 น.	**ตัวแปร**			
		- อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C)	26.70±0.09	25.39±0.26	26.44±0.14
		- อัตราความเร็วลม (m/s)	0.38±0.20	0.26±0.15	0.55±0.20
		- ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	56.70±3.95	47.30±1.76	54.20±0.74
		สภาวะที่เป็นอยู่	ใช้เครื่องปรับอากาศ โดยตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 25.0 °C เพิ่มความเร็วลมที่สูงขึ้นกว่า เช้า – เที่ยง ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น”		
หลังใช้แนวทาง	8:00 น. – 12:00 น.	**แนวทางการปรับใช้งาน**	ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และพัดลมโคจรติดผนัง/ฝ้าเพดาน เพื่อเพิ่มความเร็วลมเป็น 0.64 - 0.73 m/s ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “พอดี”		
	12:00 น. – 16:00 น.	**ตัวแปร**			
		- อุณหภูมิโอเปอเรทีพ (°C)	27.94±0.05	27.78±0.04	28.59±0.09
		- อัตราความเร็วลม (m/s)	0.14±0.08	0.06±0.03	0.22±0.10
		- ความชื้นสัมพัทธ์ %	56.70±3.95	47.30±1.76	54.20±0.74
		แนวทางการปรับใช้งาน	ใช้เครื่องปรับอากาศ โดยตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 26.0 - 26.5 °C ลดความเร็วลมในพื้นที่ลงให้เป็น 0.06 – 0.22 m/s ผู้สูงอายุจะมีความรู้สึกว่า “พอดี”		

* ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ตรวจวัดได้จริงเฉลี่ยในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่นำมาป้อนลงในโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่าตัวแปรอื่นและแนวทางการปรับใช้ เวลา 8.00 -12.00 น. มีอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย 29.56 °C ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเฉลี่ย 69.30 %

จากการจำลองด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ สภาวะที่เป็นอยู่ของภายในศูนย์ผู้สูงอายุซึ่งใช้เครื่องปรับอากาศ ที่ตั้งค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมสตัทเป็น 25.0 °C ในทุกกรณีศึกษา ซึ่งส่งผลทำให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” ผลที่ได้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการเก็บข้อมูลด้วยการสำรวจภายในศูนย์ผู้สูงอายุ

หลังจากที่ได้วิเคราะห์การใช้แนวทางในการปรับสภาวะน่าสบาย ที่ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ร่วมกับการใช้พัดลมโคจรแบบติดตั้งที่ผนัง/ฝ้าเพดาน เพื่อเพิ่มความเร็วลมในพื้นที่ให้เป็น 0.64 - 0.73 m/s ในช่วงเวลาเช้า – เที่ยง (8:00 น. – 12:00 น.) และตั้งอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัทเป็น 26.0 – 26.5 ℃ ตลอดจนลดความเร็วลมจากพัดลมในเครื่องปรับอากาศลงให้มีความเร็วลมในพื้นที่เป็น 0.06 - 0.22 m/s สำหรับช่วงเวลา เที่ยง – เย็น (12:00 น. – 16:00 น.) ผลการศึกษาที่ได้ทำให้อุณหภูมิโอเปอเรทีพเฉลี่ยในพื้นสูงขึ้นเป็น 27.78 - 28.59 ℃ เมื่อทำการจำลองด้วย scSTREAM-Cradle CFD ผลการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุ ซึ่งเกิดจากการคำนวณด้วยค่าสมการ (4) และสมการ (8) (ดังในบทที่ 4) ที่ผู้วิจัยได้นำเข้าลงในโปรแกรม จะให้ค่าที่แสดงถึงผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “พอดี” สบายกว่าสภาวะเดิมที่เป็นอยู่ ซึ่งแนวทางที่ได้นี้จะนำเข้าไปประเมินด้านการใช้พลังงานด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.0 ในต่อไป โดยคาดว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ เช่นเดียวกับผลที่ได้ในฤดูหนาว

5.3 ประเมินการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับใช้แนวทางด้วย Visual DOE

จากการวิเคราะห์แนวทางในการปรับสภาพแวดล้อมภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ที่มีการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับการใช้พัดลม และการใช้เครื่องปรับอากาศโดยการตั้งค่าการใช้งานอย่างเหมาะสมที่จะทำให้ผู้สูงอายุมีความน่าสบาย การใช้งานดังกล่าวจำเป็นจะต้องมีคำนึงถึงการใช้พลังงาน (เช่น การใช้ปริมาณไฟฟ้ารายเดือน การใช้ปริมาณไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปี) ร่วมด้วย ดังนั้น จึงได้ประเมินการใช้พลังงานด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.0 ผลการศึกษามีดังต่อไปนี้

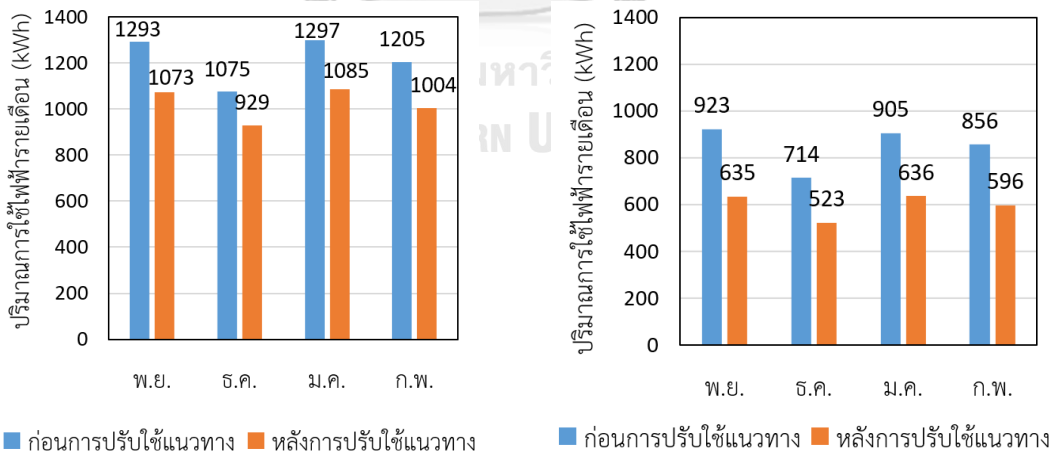
5.3.1 เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังปรับใช้แนวทาง

ในโปรแกรม Visual DOE 4.0 ผู้วิจัยได้ขึ้นแบบจำลอง 3 มิติ แล้วกำหนดค่าวัสดุตามที่ได้สำรวจจากอาคารจริง เช่น กำหนดเป็น กระจกใสชั้นเดียว (Single Clear) ขนาด 6 mm, กระจกเขียวชั้นเดียว (Single green) ขนาด 6 mm ผนังก่ออิฐฉาบปูน (CMU grouted) ฝ้าเพดานยิปซั่ม (Gypsum board) เป็นต้น ซึ่งเป็นไปตามจริงที่ได้จากการสำรวจกายภาพอาคารศูนย์ผู้สูงอายุ นอกจากนี้ได้ตั้งค่า เครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วน (Split type) โดยกำหนดระบบเป็น Residential System และ Through Space เลือกค่าการใช้งาน (Occupancy) เป็นชนิดศูนย์บริการดูแลในระหว่างเวลากลางวัน (Day care facility) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับอาคารที่

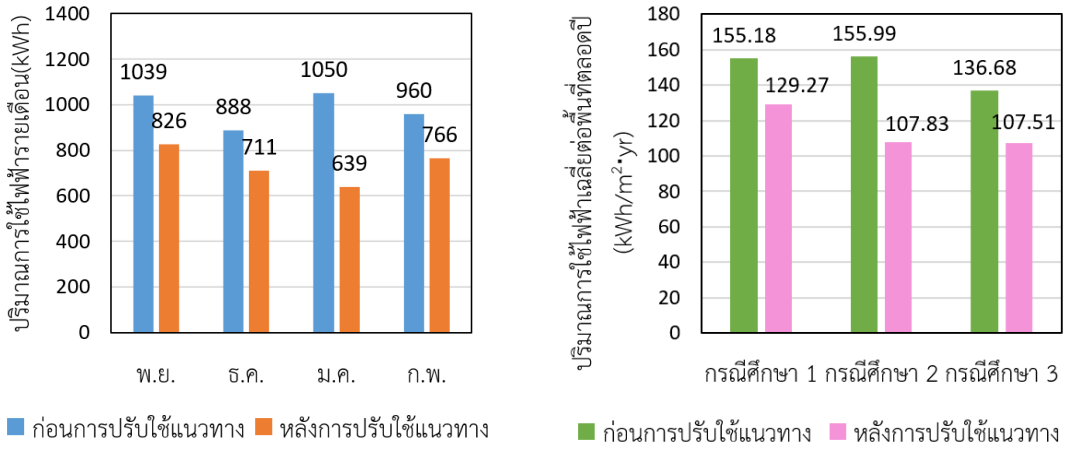
ผู้วิจัยได้ศึกษา ทำให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างต่อตารางเมตร (Lighting Power Densitiy, LPD) ตามที่ระบุชนิดค่าการใช้งาน ในการประเมินแนวทาง ยังได้มีการกำหนดระยะเวลาการใช้งาน (Time Schedule) ของอุปกรณ์จักรกล ในช่วง 8:00 น. – 16:00 น. ตามที่เป็นอยู่เพื่อเปรียบเทียบกับแนวทางด้วย โดยการใช้แนวทางจะกำหนดใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกันกับพัดลมในช่วงเช้า-บ่าย (8:00 น. – 13:00 น.) สำหรับฤดูหนาว และเช้า-เที่ยง (8:00 น. – 12:00 น.) สำหรับฤดูร้อน และใช้การปรับอากาศในเวลาที่เหลือ หลังจากนั้นจึงทำการประมวลผลเทียบกันระหว่างก่อนและหลังการใช้แนวทางที่ศึกษาจาก ในโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD โดยกำหนดให้การปรับตั้งค่าที่มีอยู่เดิมเป็นกรณีพื้นฐาน

5.3.1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในฤดูหนาว

ตามแนวทางที่ได้วิเคราะห์ว่า ในฤดูหนาวควรมีการปรับลดการใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงเช้า-บ่าย โดยเปลี่ยนเป็นใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลมโคจรแทน และในช่วงบ่าย-เย็น จะยังใช้เครื่องปรับอากาศเหมือนดังเดิม แต่ควรตั้งอุณหภูมิและความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศ ให้มีความเหมาะสมโดยปรับให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1.0-1.5 °C ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานโดยเปรียบเทียบระหว่างผลจากสภาวะที่เป็นอยู่และผลจากแนวทางที่ได้วิเคราะห์แสดงได้ดังรูปที่ 5.16



(ก) (ข)



(ค) (ง)

รูปที่ 5.16 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนและการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปี ก่อนและหลังการใช้แนวทาง สำหรับฤดูหนาว

(ก) การใช้ไฟฟ้ารายเดือนกรณีศึกษาที่ 1 (ข) การใช้ไฟฟ้ารายเดือนกรณีศึกษาที่ 2 (ค) การใช้ไฟฟ้ารายเดือนกรณีศึกษาที่ 3 และ (ง) การใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปีรวมทุกกรณีศึกษา

จากรูปที่ 5.16 ก่อนดำเนินการตามแนวทาง การใช้ไฟฟ้ารายเดือนในฤดูหนาวของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1, 2, และ 3 คือ 4,870 kWh, 3,398 kWh, และ 3,937 kWh ตามลำดับ หลังจากที่ได้ใช้แนวทางที่พัฒนานี้แล้ว ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อเดือนของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา 1, 2, และ 3 คาดว่าจะลดลงเหลือ 4,091 kWh; 2,390 kWh; และ 2,942 kWh ตามลำดับ เมื่อนำมาคิดเป็นร้อยละการลดลงของการใช้ไฟฟ้า สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.5 การใช้พลังงานที่ลดลงจากการนำแนวทางไปใช้ ในฤดูหนาว

ศูนย์ผู้สูงอายุ	ร้อยละของปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนที่ลดลง (%)				ร้อยละของปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปีที่ลดลง* (%)
	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	
กรณีศึกษาที่ 1	17.01	13.58	16.35	16.68	16.70
กรณีศึกษาที่ 2	31.20	26.75	29.72	30.37	30.87
กรณีศึกษาที่ 3	20.50	19.93	39.14	20.21	21.35
เฉลี่ยรวม	22.90	20.08	28.40	22.42	22.97

*กรณีปรับตามแบบฤดูหนาวตลอดทั้งปี

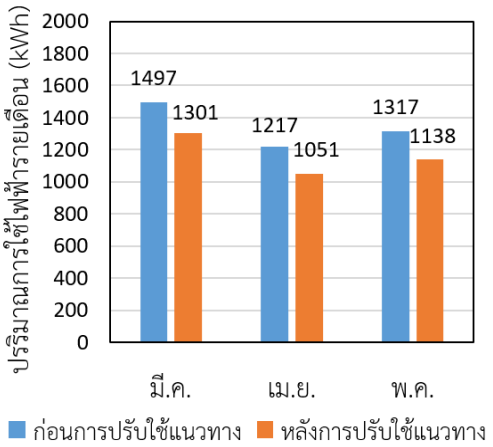
จากตาราง 5.5 ในกรณีที่ศูนย์ผู้สูงอายุในทุกกรณีศึกษาได้ดำเนินการตามแนวทางสำหรับฤดูหนาว พบว่าจะทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปีลดลงโดยรวมเป็น 22.97 % ซึ่ง

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 จะลดลงมากที่สุด (30.87 %) รองลงมา คือ ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 (21.35 %) และศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 (16.70 %) ตามลำดับ การใช้ไฟฟ้ารายเดือนของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 ในเดือนมกราคมจะลดลงมากที่สุด (39.14 %) รองมา คือ ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ในเดือนพฤศจิกายน (31.20 %) และเดือนกุมภาพันธ์ (30.37 %) ส่วนศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ในทุกเดือนร้อยละของปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนจะลดลงมาน้อยที่สุด ผลที่เกิดขึ้นนี้คาดว่าทิศทางการวางอาคารของกรณีศึกษาที่ 1 ส่งผลทำให้ได้รับแดดตลอดวันเป็นผลให้ภาระทำความเย็นจากเครื่องปรับอากาศลดลงได้ยาก และพื้นที่ภายในอาคารที่มีฝ้าเพดานสูง (Double space) ก็นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการใช้พลังงาน ในกรณีพื้นที่ที่มีฝ้าเพดานสูง หากมีการลดการใช้เครื่องปรับอากาศ ผลที่ได้จะช่วยลดการใช้พลังงานจากการลดภาระการทำความเย็นลงไปได้มากดังกรณีศึกษาที่ 2 อีกทั้งเมื่อมีการพิจารณาการใช้พลังงานในแต่ละเดือน โดยรวมของทั้ง 3 กรณีศึกษา ซึ่งจะทำให้หน่วยงานภาครัฐผู้ดูแลได้นำไปใช้ในการบริหารจัดการในแต่ละเดือนต่อไปได้ พบว่าในเดือนมกราคมจะลดการใช้พลังงานได้มากที่สุด (28.40 %) รองลงมา คือ พฤศจิกายน (22.90 %) และกุมภาพันธ์ (22.42 %) ตามลำดับ แต่จะลดลงน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม (20.08 %)

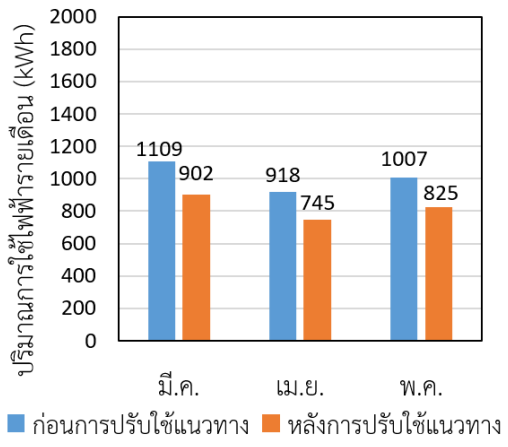
5.3.1.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในฤดูร้อน

ในฤดูร้อน ตามแนวทางที่ได้มีการปรับลดการใช้เครื่องปรับอากาศในช่วง เช้า – เที่ยง โดยใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลมแทน และในช่วงเวลา เที่ยง - เย็น จะยังคงใช้เครื่องปรับอากาศอยู่ แต่ตั้งอุณหภูมิกับความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศให้มีความเหมาะสม ผลของการใช้พลังงานได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับสภาวะที่เป็นอยู่ แสดงดังรูปที่ 5.17

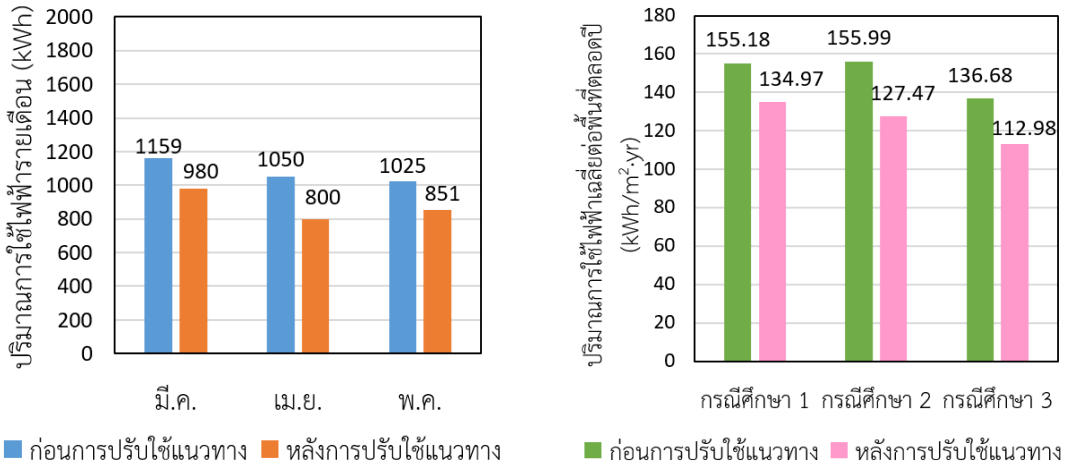
Chulalongkorn University



(ก)



(ข)



รูปที่ 5.17 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนและการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปี ก่อนและหลังการใช้แนวทาง สำหรับฤดูร้อน

(ก) การใช้ไฟฟ้ารายเดือนกรณีศึกษาที่ 1 (ข) การใช้ไฟฟ้ารายเดือนกรณีศึกษาที่ 2 (ค) การใช้ไฟฟ้ารายเดือนกรณีศึกษาที่ 3 และ (ง) การใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปีรวมทุกกรณีศึกษา

จากรูป 5.3 แสดงการใช้ไฟฟ้าของศูนย์ผู้สูงอายุ ทั้ง 3 กรณีศึกษา ในฤดูร้อน (ต้นเดือนมีนาคม - สิ้นเดือนพฤษภาคม) หลังจากที่ดำเนินการตามแนวทางที่วิเคราะ ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ค่าการใช้ไฟฟ้ารายเดือนในฤดูร้อนจากเดิม 4,031 kWh ลดลงเหลือที่ 3,490 kWh ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 จากเดิม 3,034 kWh ลดลงเหลือที่ 2,472 kWh และศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 จากเดิม 3,234 kWh ลดลงเหลือที่ 2,631 kWh ส่วนปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปี กรณีศึกษาที่ 1 จากเดิม 155.18 kWh/m^2·yr ลดลงเหลือ 134.97 kWh/m^2·yr กรณีศึกษาที่ 2 จากเดิม 155.99 kWh/m^2·yr ลดลงเหลือ 127.47 kWh/m^2·yr และกรณีศึกษาที่ 3 จากเดิม 136.68 kWh/m^2·yr ลดลงเหลือ 112.98 kWh/m^2·yr นอกจากนี้เพื่อพิจารณารายละเอียดจึงได้นำค่าที่ได้มาคิดเป็นร้อยละการลดลงของการใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.6 การใช้พลังงานที่ลดลงจากการนำแนวทางไปใช้ ในฤดูร้อน

ศูนย์ผู้สูงอายุ	ร้อยละของปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนที่ลดลง (%)			ร้อยละของปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปีที่ลดลง* (%)
	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	
กรณีศึกษาที่ 1	13.09	13.64	13.59	13.02
กรณีศึกษาที่ 2	18.67	18.85	18.07	18.28
กรณีศึกษาที่ 3	15.44	23.81	16.98	17.34
เฉลี่ยรวม	15.73	18.76	16.21	16.21

*กรณีปรับตามแบบฤดูร้อนตลอดทั้งปี

จากตาราง 5.6 การดำเนินการตามแนวทางสำหรับฤดูร้อน เมื่อพิจารณาร้อยละของปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปีที่ลดลง ผลลัพธ์บ่งชี้ได้ว่าศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 (18.28 %) และกรณีศึกษาที่ 3 (17.34 %) มีการใช้ปริมาณไฟฟ้าที่ลดลงใกล้เคียงกัน ขณะที่กรณีศึกษาที่ 1 (13.02 %) ค่อนข้างแตกต่างจากกรณีศึกษาอื่นๆ ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 การใช้ไฟฟ้าจะมีปริมาณที่ลดลงน้อยที่สุด นั่นเป็นเพราะการวางทิศทางของห้องที่ส่งผลต่อการได้รับความร้อนจากแสงแดดตลอดเวลา นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นยังบ่งชี้ได้ว่า หากได้ดำเนินการตามแนวทางที่ได้พัฒนาขึ้นสำหรับใช้งานในฤดูร้อน จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ถึง 16.21 % ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สูงอายุอยู่ในสภาวะน่าสบาย และขณะเดียวกันศูนย์ผู้สูงอายุก็จะมีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5.3.2 สรุปผลจากการประเมินด้วย Visual DOE

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ถึงแม้ว่าศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 จะมีหน้าต่างพร้อมกระจกจำนวนมากที่ได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ แต่ด้วยการออกแบบ วางทิศทางที่ดี ได้ส่งผลให้การใช้พลังงานของศูนย์ยังคงมีประสิทธิภาพมากที่สุด สังเกตุได้จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปีในทั้งสองฤดูกาลและในทั้งก่อนและหลังการปรับใช้แนวทาง สำหรับการวางทิศทางของศูนย์ผู้สูงอายุ (ได้แก่ การวางแนวด้านสั้นในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และใช้ผนังทึบด้านตะวันตกเฉียงใต้) และตำแหน่งที่ตั้ง (ได้แก่ การใช้ประโยชน์จากอาคารด้านข้างสำหรับบังแดด) ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกับการใช้พลังงานของศูนย์ผู้สูงอายุ ด้วยองค์ประกอบอาคาร (เช่น การมีชายคาเดิมที่ยื่นยาว อัตราส่วนของหน้าต่างทางทิศเหนือ และจำนวนหน้าต่างที่เหมาะสม ที่สามารถระบายอากาศ และรับลมได้เป็นอย่างดี) และวัสดุที่ใช้ (เช่น การใช้กระจกหน้าต่างที่มีค่า U-value และ SHGC ที่ต่ำกว่าศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 และ กรณีศึกษาที่ 2) ทำให้มีข้อได้เปรียบกว่าศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ นอกจากนี้หน้าต่างที่สามารถ เปิด –

ปิด ยืดหยุ่นได้ และมีอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้ปรับช่องว่างเพื่อรับลมได้หลายวิธี ก็นับเป็นข้อได้เปรียบกว่าศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ เช่นกัน

ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ซึ่งมีรูปร่างคล้ายกันกับรูปตัว U บางส่วนมีพื้นที่เป็นที่มีฝ้าเพดานสูง (Double space) ก่อนใช้แนวทางที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ กรณีศึกษาที่ 2 ได้ใช้เครื่องปรับอากาศตลอดทั้งวัน ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปี (Electric End Uses) ของศูนย์ผู้สูงอายุมีค่าสูงสุดเช่นเดียวกันกับศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 เนื่องจากผลกระทบของฝ้าเพดานที่สูงนั่นเอง แต่หลังจากทีใช้แนวทางที่พัฒนาขึ้นโดยใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในตลอดช่วงเวลาเช้า เนื่องจากตำแหน่งของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีที่ 2 อยู่ในชั้นแรกของอาคาร ลดผลกระทบจากความร้อนที่จะเกิดขึ้นทางหลังคาได้ เมื่อปฏิบัติตามแนวทางแล้วจะทำให้ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 สามารถลดการใช้พลังงานลงไปได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ

ส่วนในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 มีการใช้พลังงานสูงสุด ด้วยการวางทิศทางของอาคารซึ่งหันหน้าแกนด้านยาวไปในแนวทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก เป็นผลให้ศูนย์ผู้สูงอายุนี้ได้รับความร้อนจากทางทิศตะวันตกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงบ่าย ในขณะเดียวกันทิศทางการวางของศูนย์ผู้สูงอายุและช่องเปิด เพื่อรับลมก็ยังไม่ส่งผลให้ลมผ่านได้มากนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูร้อน ผลที่ได้จึงทำให้มีการใช้พลังงานที่มากกว่าศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาอื่นๆ และเนื่องจากกระจกหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพน้อยสุดก็เป็นจุดอ่อนเมื่อเทียบกับศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ ด้วย

5.4 แนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงานสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาจากผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD และ Visual DOE 4.0 ผลที่ได้ถูกนำมาสร้างแนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงานให้กับศูนย์ผู้สูงอายุ ซึ่งแนวทางที่ได้จะนำไปเสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หากเห็นด้วยต่อการนำไปใช้ แนวทางนี้จะถูกยกระดับให้เป็นมาตรฐาน เพื่อเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญโดยการสัมภาษณ์ก่อนนำไปเสนอแนะใช้กับศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ ที่มีลักษณะภูมิอากาศใกล้เคียกันต่อไป แนวทางที่ได้แสดงดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 มาตรฐานในการจัดการศูนย์ผู้สูงอายุให้มีสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงาน

เวลา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
T_{out} (°C)	25.36	26.41	29.00	29.33	30.48	29.61	28.08	28.08	28.23	27.38	26.61	25.96
RH_{out}(%)	67.57	65.88	67.38	65.71	67.96	73.41	77.04	76.03	78.67	82.87	70.02	66.13
เข้า-เที่ยง	NV+ Orbit Fans: V_a0.57-0.60 m/s		NV+ Orbit Fans: V_a 0.64-0.73 m/s								NV + Orbit Fans: V_a0.57-0.60 m/s	
เที่ยง-บ่าย			AC: Thermostat set point 26.0-26.5°C,V_a0.06-0.22m/s									
บ่าย-เย็น	AC: Thermostat set point 26.0°C V_a 0.10-0.26 m/s										AC: Thermostat set point 26.0°C V_a 0.10-0.26 m/s	
ประหยัด (%)	28.40	22.42	15.73	18.76	16.21						22.90	20.08

*สภาพอากาศภายนอกที่แสดงเป็นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดวัน ในช่วงแต่ละเดือน

ตารางที่ 5.7 นี้จะได้ถูกนำไปใช้สัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งเป็นผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศูนย์ผู้สูงอายุ ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งได้แก่ ผู้ดูแลผู้สูงอายุ (พยาบาลวิชาชีพ นักสังคมวิทยา) สถาปนิก/วิศวกร และผู้บริหาร ซึ่งหากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้เสนอข้อคิดเห็นเพิ่มเติม ข้อคิดเห็นเหล่านี้จะถูกจัดไว้ในส่วนข้อควรคำนึงถึงในการจัดเตรียมศูนย์ผู้สูงอายุ เพื่อรองรับสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงาน อันเป็นข้อแนบท้ายในมาตรฐานหลัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.5 การพัฒนาแนวทางสู่การเป็นมาตรฐาน

ก่อนการพัฒนาแนวทางสู่การเป็นมาตรฐาน ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อตรวจสอบก่อนว่าผู้เกี่ยวข้องโดยตรงจะยอมรับต่อแนวทางที่ได้ทำการวิเคราะห์นี้ได้หรือไม่ และมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไร ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกบันทึกแนบท้ายเพื่อการ

5.5.1 วิเคราะห์จากผลการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุ

จากที่ผู้สูงอายุให้ข้อเสนอแนะว่าไม่จำเป็นต้องปรับอากาศในช่วงเวลาตอนเช้า เพราะว่าอากาศสบาย อีกทั้งโดยปกติการใช้ชีวิตก็ไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาดังกล่าว ผู้สูงอายุยังได้เสนอแนะว่า กรณีในพื้นที่มีการใช้งานน้อย ก็ยังสามารถใช้อุปกรณ์ปรับความน่าสบายเฉพาะบุคคลได้

และในด้านการใช้อุปกรณ์ควบคุม ผู้สูงอายุมีความต้องการ สวิทช์ที่มองเห็นได้ง่าย ชัดเจน นอกจากนี้ ผู้สูงอายุยังให้ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่เปลี่ยนผ่าน เช่น ระเบียง ทางเดิน ว่ามีความสำคัญต่อการปรับสภาวะน่าสบาย

5.5.2 วิเคราะห์จากผลการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

1) ผลการสัมภาษณ์ผู้บริหาร: จากที่พื้นที่ศึกษามีโครงการที่จะปรับปรุง อาคารสถานที่ ที่อยู่ในความรับผิดชอบให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อผู้สูงอายุ ผลการสัมภาษณ์ผู้บริหารพบว่า ผู้บริหารให้ความสำคัญกับทั้งเรื่องการประหยัดพลังงาน ถึงแม้ว่าพื้นที่ศึกษาจะไม่ต้องจ่ายค่าไฟฟ้าก็ตาม รวมทั้งตระหนักถึง แนวทางที่ช่วยส่งเสริมการรักษาอุณหภูมิของร่างกายในผู้สูงอายุให้เป็นปกติ ดังนั้นจึงเห็นว่า การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้ร้อน หรือหนาว จนเกินไปเป็นสิ่งที่สำคัญ เนื่องจากเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ “ความปลอดภัย” ในผู้สูงอายุ

2) ผลการสัมภาษณ์สถาปนิก/วิศวกร: แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายตามที่ได้สัมภาษณ์สถาปนิก/วิศวกร มีประเด็นว่าการจัดการเพื่อใช้อาคารเดิมที่มีอยู่มาทำการพัฒนา ปรับปรุง ให้เป็นศูนย์ผู้สูงอายุนั้นมีข้อจำกัด และถึงแม้ว่าสถาปนิกจะตระหนักดีเกี่ยวกับด้านการประหยัดพลังงาน แต่การปรับเปลี่ยนวัสดุ ก็ยังมีข้อจำกัด อย่างไรก็ตาม สถาปนิกก็ได้เสนอแนวทางที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติได้ในทันที เช่น การปลูกต้นไม้ ซึ่งในส่วนนี้วิศวกรก็ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าควรจะต้องพิจารณาถึงการแผ่ขยายของรากต้นไม้ด้วย เพื่อไม่ให้รบกวนโครงสร้างอาคาร

3) ผลการสัมภาษณ์ผู้ดูแลผู้สูงอายุ: ด้านการจัดการ และดูแลผู้สูงอายุภายในศูนย์ โดยปกติจะมีการตรวจสุขภาพเบื้องต้น (เช่น ตรวจวัดความดันโลหิต วัดอัตราการเต้นของหัวใจ) โดยพยาบาลวิชาชีพผู้ดูแลประจำแต่ละศูนย์ ในการดูแลระหว่างวันจะดำเนินการผ่านกิจกรรม เช่น ร้องเพลง เล่นเกมส์ และก็ยังมีการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุได้รวมกลุ่ม เพื่อดูแลซึ่งกันและกันเองด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้สูงอายุที่เข้ามาใช้ศูนย์ผู้สูงอายุก็ยังมีจำนวนผู้สูงอายุหญิงมากกว่าชายอยู่โดยทั่วไป นอกจากนี้ในด้านการจัดเตรียม การใช้อาคารศูนย์ผู้สูงอายุในแต่ละศูนย์จะมีแม่บ้านคอยช่วยเหลืออำนวยความสะดวกด้านการใช้อาคาร สถานที่ ซึ่งเมื่อสัมภาษณ์ด้านแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ ผู้ดูแลผู้สูงอายุให้ความเห็นว่า พื้นที่ภายในศูนย์นั้นในการปรับอุณหภูมิจะถูกจัดการโดยแม่บ้าน ซึ่งก็จะปรับอุณหภูมิที่ 25.0 °C เพราะง่ายต่อการจดจำ แต่หากมีข้อเสนอแนะด้านการปรับอุณหภูมิก็พร้อมที่จะดำเนินการ เพื่อให้ผู้สูงอายุรู้สึกน่าสบาย กรณีในด้านการประหยัดพลังงาน ผู้ดูแลผู้สูงอายุเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งต่อการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า ประหยัด โดยยกตัวอย่างการพยายามดำเนินการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาว่า ในพื้นที่โถงกลางการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศจะถูกใช้เมื่อจำเป็นเท่านั้น

5.5.3 สรุปผลจากข้อคิดเห็นเพิ่มเติม จัดทำเป็นข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายมาตรฐาน

จากข้อคิดเห็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เป็นข้อควรคำนึงถึงในการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุที่ส่งเสริมต่อการประหยัดพลังงาน โดยมีข้อพิจารณาอันเกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมอยู่ 40 ข้อย่อย (ดังภาคผนวก ข.) ภายใต้ 12 ประเด็นหลัก ในส่วนหัวข้อหลัก ข้อ 1- 7 จะเกี่ยวข้องกับการจัดการอาคาร ส่วนหัวข้อหลัก ข้อ 8-9 จะเป็นเรื่องโดยทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ การใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เกณฑ์สภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุ (Thermal comfort criteria)
   - ผู้สูงอายุมีความเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย จึงควรคำนึงถึงเกณฑ์การสร้างสภาวะน่าสบายที่เหมาะสม ภายใต้เกณฑ์การใช้พลังงานอย่างประหยัด
2. สภาพภูมิอากาศและการออกแบบโดยพึ่งพาธรรมชาติ (Climate and passive design)
   - ศูนย์ผู้สูงอายุควรคำนึงถึงการวางทิศทางของอาคาร วัสดุอาคาร การบังเงาเพื่อป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ และการระบายอากาศ
3. การวางผังอาคาร (Layout)
   - ศูนย์ผู้สูงอายุควรมีการวางแผนการใช้พื้นที่ เพื่อป้องกันไม่ให้มีความร้อน หรือหนาวจนเกินไป ระหว่างพื้นที่ภายในสู่ภายนอกอาคาร
4. พื้นที่เปลี่ยนผ่าน (Transitional space) ที่ช่วยในการปรับสภาพ (ร้อน-เย็น) ให้กับผู้สูงอายุ
   - หากเป็นไปได้ ควรคำนึงถึงการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ เช่น ในบริเวณทางเดินภายในอาคาร
5. เวลาการใช้งานของอุปกรณ์จักรกล (Operation schedule)
   - ควรพิจารณาช่วงเวลาที่เหมาะสม ในการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และการปรับอากาศให้สอดคล้องกับความน่าสบาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพอากาศในช่วงเช้าควรได้รับการพิจารณาใช้งาน
6. โหมดการใช้งาน และอุปกรณ์ (Mode system and equipment)
   - ควรคำนึงถึงการใช้งานอุปกรณ์ที่ยืดหยุ่น เช่น พัดลมที่หมุนปรับเปลี่ยนทิศทางได้
7. หน้าต่าง และช่องเปิด (Window and opening)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สามารถปรับใช้งานได้ หากใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติควรคำนึงถึง การปรับทิศทางให้ลมผ่านกายได้

8. พื้นผิวที่สัมผัส และความรู้สึกของผู้สูงอายุ (Finishing for touch and feel)
   - พื้นผิวของอุปกรณ์ (Finishing) ต้องไม่ให้ร้อนหรือเย็นจนเกินไปกรณีการสัมผัส
9. สวิทช์และการควบคุม (Switch and control)
   - มองเห็นได้ง่าย มีความชัดเจน เบาแรง (ในกรณีหากให้ผู้สูงอายุเปิด-ปิด เองได้)
10. พื้นที่สนับสนุน (Support Space)
   - เช่น มีพื้นที่เก็บของไว้สำหรับใช้เก็บเสื้อผ้าที่ใส่คลุม
11. พื้นที่ภายนอก (Outdoor space)
   - ควรคำนึงถึงการใช้ต้นไม้เพื่อสร้างร่มเงา สร้างความน่าสบายภายบริเวณนอกอาคาร
12. สิ่งอำนวยความสะดวก และเฟอร์นิเจอร์ (Amenities and furniture)
   - มีอุปกรณ์บอกถึงสภาพอากาศภายในอาคาร เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น

จากผลการศึกษาที่ได้สรุปเป็น 2 ส่วน คือ มาตรฐาน และส่วนข้อควรคำนึงถึงแนบท้าย มาตรฐานนี้ จะถูกนำไปให้กับผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุ และการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ได้ร่วมกันพิจารณา ผ่านวิธีสัมภาษณ์ และประเมินรายละเอียด ดังเสนอผลในส่วนถัดไป

5.6 ผลการพิจารณามาตรฐาน และข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายจากผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์ในงานวิจัย มีจำนวนทั้งสิ้น 9 คน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุและการจัดการสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ จากสถาบันการศึกษาจำนวน 4 คน จากหน่วยงานภาคเอกชน 3 คน และหน่วยที่กำกับด้านการบริหาร และนโยบายระดับประเทศ 2 คน ในการสัมภาษณ์จะใช้วิธีสัมภาษณ์เชิงลึก จากแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview) ที่ประกอบไปด้วย ส่วนที่ 1: ใช้สัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2: เสนอความเป็นมาของงานวิจัยต่อผู้เชี่ยวชาญ และขอข้อคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานในการสร้างสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงานให้กับศูนย์ผู้สูงอายุ ส่วนที่ 3: สำหรับให้ผู้เชี่ยวประเมินระดับความสำคัญของข้อควรคำนึงถึงในการจัดเตรียมศูนย์ผู้สูงอายุให้น่าสบาย และประหยัดพลังงานแนบท้าย

1) ผลการสัมภาษณ์ด้านมาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่า มาตรฐานสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมกับผู้สูงอายุในเขตกึ่งเมืองได้ และในส่วนใหญ่ของประเทศไทยที่มีสภาพอากาศที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากได้ประเมินถึงการนำระบบที่พึ่งพาธรรมชาติมาใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานภาคเอกชนเสนอให้ศึกษาถึงพื้นที่การออกกำลัง

กายของผู้สูงอายุ เพราะจะได้นำมาปรับใช้กับศูนย์นันทนาการผู้สูงอายุในภาคเอกชน และภาครัฐได้ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานที่กำกับด้านการบริหารและนโยบายระดับประเทศ และผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันการศึกษา ได้ชี้แจงให้ถึงความสำคัญ ที่การศึกษาได้พิจารณานำสภาพอากาศภายนอกในช่วงเช้ามาใช้ว่ามีความเหมาะสม และเป็นไปได้ ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองเสื่อม (Dementia) ด้วยได้ เพราะบางครั้งผู้สูงอายุในกลุ่มนี้มีความเป็นไปได้ว่าต้องการสภาพอากาศภายนอกที่เหมาะสม และเสนอว่าในอนาคตควรดำเนินการในฤดูฝนก็จะเป็นประโยชน์โดยรวมได้

2) ผลการประเมินส่วนข้อควรคำนึงถึงแนบท้าย

จากผลการศึกษาที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ที่ได้ร่วมพิจารณาลงความเห็นด้านความเหมาะสมของข้อควรคำนึงถึงในการจัดเตรียมสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ เพื่อไปใช้เสนอแนะกับศูนย์อื่น ผลพบว่าค่าเฉลี่ยด้านข้อคิดเห็นมีค่าต่ำสุดที่ 4.00 และสูงสุดที่ 5.00 แปลความหมายได้ว่า เห็นด้วย – เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง โดยส่วนใหญ่จะเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งกับแนวทางที่ได้เสนอ อย่างไรก็ตามมีข้อที่เห็นด้วย ซึ่งเป็นส่วนน้อยอยู่เป็น จำนวน 6 ข้อ (จากจำนวนทั้งสิ้น 40 ข้อ) ผลที่ได้เพียงแค่เห็นด้วย แต่ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีข้อคิดเห็นว่า หากให้ผู้สูงอายุได้ใช้อุปกรณ์ควบคุมสภาพแวดล้อมอุณหภาพพื้นฐาน เช่น รีโมท การระบุด้วยสัญลักษณ์อย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ และเสนอให้พิจารณาเทคโนโลยีเพื่อการใช้งานไว้รองรับไว้สำหรับอาคารที่จะได้มีในอนาคตด้วย

โดยสรุป จากการวิเคราะห์มาตรฐานโดยใช้โปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD ที่ได้ทดลองปรับ วิธีการตั้งค่าจากอุปกรณ์จักรกลเพื่อให้ส่งผลในการสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าสบายให้กับผู้สูงอายุในหลายๆ ครั้ง จนนำมาซึ่งการได้มาของแนวทางในการปรับสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ ที่มีวิธีใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับการใช้พัดลมโคจรในช่วง เช้า-บ่าย สำหรับฤดูหนาว และใช้ในช่วงเช้า – เที่ยง สำหรับฤดูร้อน และปรับอุณหภูมิจากเครื่องปรับอากาศให้สูงขึ้นจากเดิมที่ปรับไว้ ประกอบกับการลดความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศลงมา ดังรายละเอียดของการศึกษาในข้างต้น หลังจากนั้นจึงนำผลของแนวทางที่ได้วิเคราะห์นี้ไปประเมินใน Visual DOE 4.0 ผลที่ได้พบว่าแนวทางนี้สามารถลดพลังงานในฤดูหนาวได้สูงถึง 23 % และในฤดูร้อน 16 % ซึ่งแนวทางก็ได้ถูกนำไปเสนอต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องถึงการนำไปใช้ ปรากฏว่าได้ผลการตอบรับเป็นอย่างดี พร้อมกันผู้เกี่ยวก็ได้ให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม โดยข้อคิดเห็นที่ได้จะถูกนำไปจัดทำเป็นข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายมาตรฐานสำหรับไว้สื่อแนวคิดจากผู้เกี่ยวข้อง (ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย) อย่างเป็นรูปธรรม หลังจากที่ได้นำทั้งส่วนมาตรฐาน และข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายไปให้ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินผ่านการสัมภาษณ์ ผลพบว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งกับมาตรฐาน และข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายนี้ เป็นผลให้สามารถนำไปใช้ปรับสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในต่อไป

บทที่ 6

สรุปและอภิปรายผล

จากที่ประเทศไทยมีจำนวนผู้สูงอายุที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกันผู้สูงอายุที่อยู่อาศัยในเขตกึ่งเมือง (Sub-urban) ซึ่งคล้ายกับลักษณะในเขตพื้นที่ของจังหวัดทั่วประเทศไทย (Jensen, 2009) ก็จำเป็นต้องอาศัยอยู่บ้านเพียงลำพังขณะที่ลูกหลานออกไปทำงาน ด้วยเหตุผลดังกล่าวภาครัฐจึงได้ทำการจัดตั้งศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อให้เป็นสถานที่รองรับผู้สูงอายุขึ้น เพื่อให้การดูแล ใช้เป็นสถานที่ทำกิจกรรมร่วมกันในระหว่างวันสำหรับผู้สูงอายุ ศูนย์ผู้สูงอายุของทางภาครัฐเหล่านี้ มีทั้งในรูปแบบศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตและส่งเสริมอาชีพผู้สูงอายุ ศูนย์สุขภาพผู้สูงอายุ ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ปัจจุบันมีอยู่ประมาณ 1,300 แห่ง (กรมกิจการผู้สูงอายุ, 2561a) ด้วยงบประมาณที่จำกัดจึงทำให้ศูนย์ผู้สูงอายุโดยส่วนใหญ่ได้ใช้อาคารเดิมของภาครัฐที่มีอยู่ในพื้นที่ชุมชนมาปรับใช้งาน ส่วนหนึ่งจึงเป็นเหตุให้อาคารเหล่านี้ไม่รองรับกับผู้สูงอายุผู้ใช้งานที่ต้องการความน่าสบายเป็นพิเศษ อีกทั้งไม่ได้เตรียมการเพื่อรองรับกับสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นโดยฉับพลันยากแก่การควบคุม นอกจากนี้อาคารของภาครัฐที่ได้ถูกก่อสร้างมานานและก่อสร้างด้วยแบบเดียวกันในหลายๆ แห่ง การวางตำแหน่งอาคารให้ถูกทิศทาง การคำนึงถึงการบังแดด ไม่ได้ถูกควบคุมให้เหมาะสมตามสภาพอากาศและที่ตั้ง ตลอดจนวัสดุที่ใช้ยังไม่ได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่าในปัจจุบัน ภายหลังด้วยสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป การติดตั้งตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายจึงมีมากขึ้น ด้วยสภาพอาคารที่ไม่ได้ออกแบบเพื่อการรองรับการใช้งานตั้งแต่ต้น การใช้เครื่องปรับอากาศโดยเร่งให้แรงขึ้นเพื่อชดเชยกับประสิทธิภาพของงานสถาปัตยกรรมจึงเกิดขึ้น ผลที่ตามมาทำให้เกิดความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” ในกลุ่มผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงต้องมีงานวิจัยเพื่อหาแนวทางปรับสภาวะน่าสบายให้ศูนย์ผู้สูงอายุที่สามารถลดการใช้พลังงานได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทยนั้นยังไม่เพียงพอ และครอบคลุมกับผู้สูงอายุที่อยู่ในเขตกึ่งเมือง ผู้วิจัยจึงได้เริ่มจากการวิเคราะห์ขอบเขตสภาวะน่าสบาย (Comfort zone) ของผู้สูงอายุไทยในเขตดังกล่าวก่อน หลังจากนั้นจึงทดสอบขอบเขตสภาวะน่าสบายว่าจะต้องปรับเปลี่ยนการใช้งานระบบปรับอากาศอย่างไรเพื่อให้มีสภาวะน่าสบาย และแนวทางการปรับจะส่งผลต่อการประหยัดพลังงานได้หรือไม่

ในการศึกษานี้ ด้วยเหตุจากความเปลี่ยนแปลงทางร่างกายตามอายุหากมีการประเมิน โดยใช้ค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) มีความเป็นไปได้ว่าจะให้ผลที่ไม่สอดคล้องกับความน่าสบายในผู้สูงอายุ และด้วยข้อจำกัดในการเข้าไปทำการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในศูนย์ผู้สูงอายุจริงขณะที่มีการใช้งาน ผู้วิจัยจึงได้ทำการสำรวจความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุ และศึกษาเพิ่มเติมในห้องปฏิบัติการแทน โดยนำผู้สูงอายุอาสาสมัคร 59 คน จากศูนย์ผู้สูงอายุมาเข้าทำการทดสอบ ซึ่งการศึกษาได้ดำเนินการในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก เมืองที่ได้รับการสนับสนุนจากองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (JICA) ในการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับจำนวนผู้สูงอายุที่เพิ่มสูงขึ้น ในทั้งฤดูหนาว (พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561) และฤดูร้อน (มีนาคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2561) โดยใช้แบบสอบถามในการสำรวจ จากการเก็บข้อมูลในศูนย์ผู้สูงอายุในฤดูหนาวทำให้ได้ข้อมูลกลับมา 102 ชุด และในฤดูร้อน 90 ชุด ส่วนการเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ ซึ่งตั้งอยู่ ณ อาคารเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สามารถรับผู้สูงอายุเพื่อเข้าทำการทดสอบได้ครั้งละ 4 คน และปรับสภาพแวดล้อมอุณหภาพได้ 144 ลักษณะอุณหภาพ (อันเกิดจากการผสมผสานของ 4 อุณหภูมิอากาศ x 4 อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน x 3 ความชื้นสัมพัทธ์ x 4 ความเร็วลม) โดยการทดสอบจะมีผู้สูงอายุผู้ตอบแบบสอบถาม 30 คน/ลักษณะอุณหภาพ ทำให้ได้ข้อมูลกลับมาฤดูกาลละ 4,320 ชุด รวมเป็น 8,640 ชุด

ข้อมูลจากทั้งสองแหล่งได้นำมาพัฒนาเป็นสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อน (TSV) สำหรับฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยใช้รูปแบบสมการถดถอยพหุคูณ (Regression equation) สมการเหล่านี้ถูกนำเข้า scSTREAM-Cradle CFD ซอฟต์แวร์ที่สามารถแสดงตำแหน่ง ขอบเขตที่น่าสบายในอาคารได้ ทำให้สามารถพิจารณาได้ว่า ในตำแหน่งที่ผู้สูงอายุได้ใช้งานภายในศูนย์ผู้สูงอายุนั้น มีความน่าสบายที่เหมาะสมหรือไม่ หากพบว่าจำลองแล้วค่าความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “พอดี” การปรับที่ได้จากการจำลองในโปรแกรมส่วนนี้ จะถูกใช้เป็นแนวทางการจัดเตรียมสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ หลังจากนั้นผู้วิจัยจะทำการจำลองการใช้พลังงาน ด้วย Visual DOE 4.0 โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการนำแนวทางไปปรับใช้ หากได้ผลว่าประหยัด แนวทางนี้จะได้ถูกพัฒนาเป็นมาตรฐาน โดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ จากการสัมภาษณ์ ผู้สูงอายุ 11 คน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา ได้แก่ ผู้บริหาร 1 คน พยาบาลวิชาชีพ 4 คน นักสังคมวิทยา 1 คน สถาปนิก 2 คน และวิศวกร 1 คน ในการสัมภาษณ์ หากมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจาก ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ข้อคิดเห็นจะถูกจัดทำเป็น ข้อควรคำนึงถึงในการจัดเตรียมศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อรองรับสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงานแนบท้ายมาตรฐาน ก่อนที่จะได้นำมาตรฐานและข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายที่ได้ไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 9 คน สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) ถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้กับศูนย์ผู้สูงอายุอื่น ๆ ที่มีลักษณะสภาพอากาศประจำท้องถิ่น (Microclimate) ที่ใกล้เคียงกันกับพื้นที่ศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1 สรุปผลการศึกษา

สรุปผลตามวัตถุประสงค์ข้อ 1. ศึกษาความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุไทยขณะใช้ศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศกรณีศึกษา

6.1.1 ผลการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ: พบว่าภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง ในทั้งสองฤดูกาล มีสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่แตกต่างกันแค่เพียงเล็กน้อย โดยอุณหภูมิโอเปอเรทีพ (To) ฤดูหนาวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.19 – 25.53 ℃ ฤดูร้อนที่ 25.40 – 26.87 ℃ ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ในฤดูหนาวที่ 49.01 – 55.57 % ฤดูร้อนที่ 47.27 – 56.67 % และความเร็วลม (Va) ในพื้นที่ศูนย์ในฤดูหนาวอยู่ในช่วง 0 - 0.72 m/s ฤดูร้อนที่ 0 - 0.62 m/s เป็นผลให้ทั้งสองฤดูกาล ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” โดยมีความรู้สึกทางความชื้น และความรู้สึกทางความเร็วลมว่า “พอดี” ยกเว้นบางศูนย์ที่ในฤดูหนาวจะยังรู้สึกว่าลม “ค่อนข้างเบา” เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านบุคคลผู้สูงอายุภายในศูนย์จะมีอายุช่วง 67-71 ปี มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) 23.83 – 24.74 kg/m^2 จัดอยู่ในเกณฑ์ “น้ำหนักเกิน” เมื่อเทียบตามเกณฑ์ของคนเอเชีย และด้วยที่ในศูนย์ผู้สูงอายุมีจำนวนผู้สูงอายุหญิงมากกว่าชายสอดคล้องกับสถิติของ กรมกิจการผู้สูงอายุ (2561b) จึงทำให้ผลการคำนวณ ค่าเฉลี่ยพื้นที่ผิวร่างกาย (BSA) ของผู้สูงอายุในศูนย์ทั้ง 3 แห่ง มีค่าที่ 1.57 - 1.62 m^2 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของหญิงไทยวัยผู้ใหญ่ (BSA เฉลี่ยหญิงไทย คือ 1.60 m^2 ชายไทย คือ 1.76 m^2) (Eglitis-media, 2019)

ส่วนค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ (Icl) จะพบว่ามีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างระหว่างฤดูหนาว (0.58 – 0.59 clo) และฤดูร้อน (0.48 – 0.53 clo) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่จำแนกตามเพศ ดัชนีมวลกาย และอายุ พบว่าในฤดูหนาวผู้สูงอายุหญิงจะมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” กว่าผู้สูงอายุชายที่มีความรู้สึกว่า “พอดี” อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในฤดูร้อนจะมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” ไม่แตกต่าง ในฤดูหนาวผู้สูงอายุหญิงจะมีความรู้สึกทางความเร็วลมว่า “พอดี” ในขณะที่ผู้สูงอายุชายจะมีความรู้สึกทางความเร็วลมว่า “ค่อนข้างเบา” แต่ทั้งหญิงและชายจะมีความรู้สึกทางความชื้นว่า “พอดี” ไม่ต่างกัน อย่างไรก็ตามผู้สูงอายุหญิงจะมีความรู้สึกว่าสภาพแวดล้อมที่เผชิญอยู่ มีความเย็นกว่า อากาศมีความแห้งกว่า และมีความเร็วลมที่มากกว่า ที่ผู้สูงอายุชายมีความรู้สึก ถึงแม้จะเผชิญอยู่ในเงื่อนไขเดียวกันก็ตาม และเป็นไปในลักษณะเหมือนกันในทั้งสองฤดูกาล ส่วนในด้านค่าดัชนีมวลกายพบว่าในฤดูหนาว ผู้สูงอายุในกลุ่ม “เริ่มอ้วน” จะมีความรู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น” กว่าผู้สูงอายุในกลุ่มที่มีค่าดัชนีมวลกาย “ปกติ” ที่มีความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “พอดี” อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นไปได้ว่าภาวะการเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ที่พบได้มากในผู้สูงอายุที่ น้ำหนักเกิน-อ้วน ส่งผลต่อความรู้สึกที่เปลี่ยนแปลงไป แต่เมื่อจำแนกตามช่วงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป็น 60-64 ปี, 65-69 ปี, 70-74 ปี, และ 75-79 ปี พบว่าอายุไม่ส่งผลทำให้มีความรู้สึกที่ต่างกันทั้งสองฤดูกาล ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าเป็นเพราะได้ทำการศึกษาในผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคม ซึ่งช่วยเหลือตนเองได้ดี หากมีโรคก็สามารถควบคุมได้ ดำเนินชีวิตเหมือนคนวัยผู้ใหญ่ทั่วไป ดังนั้นถึงแม้จำแนกด้วยอายุก็จะไม่พบความแตกต่างที่ชัดเจน

สรุปผลตามวัตถุประสงค์ข้อ 2. ศึกษาความรู้สึกของผู้สูงอายุในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เพื่อพิจารณาขยายขอบเขตสภาพแวดล้อมที่น่าสบาย

6.1.2 ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ: ที่ได้นำผู้สูงอายุอาสาสมัคร เข้าทดสอบในสภาพแวดล้อมอุณเชิงหภาพที่หลากหลาย ในด้านปัจจัยส่วนบุคคล พบว่าในฤดูหนาว ผู้สูงอายุมีค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ที่ 0.66 clo แตกต่างจากผลที่ได้จากศูนย์ผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นไปได้ว่ามีสาเหตุจากความผันผวนของสภาพอากาศภายนอก และโอกาสการเลือกเสื้อผ้าที่สวมใส่ในฤดูหนาวที่หลากหลายกว่า ส่วนในฤดูร้อน ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ที่ 0.51 clo จะไม่ต่างจากข้อมูลในศูนย์ผู้สูงอายุ ผลที่ได้ในทั้งสองฤดูกาล ผู้สูงอายุหญิงจะมีความรู้สึกว่าสภาพแวดล้อม มีความเย็นกว่า มีความแห้งกว่า และมีลมที่มากกว่า ที่ผู้สูงอายุชายมีความรู้สึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคล้ายกันกับผลที่ได้ในศูนย์ผู้สูงอายุ ส่วนค่าดัชนีมวลกาย ผู้สูงอายุที่เข้าทดสอบในห้องปฏิบัติการจะมีค่าดัชนีมวลกายที่ 23.80 – 24.80 kg/m^2 จัดอยู่ในเกณฑ์ “น้ำหนักเกิน” คล้ายกับผลในศูนย์ผู้สูงอายุเช่นเดียวกันกับที่พบว่าอายุเฉลี่ยของผู้สูงอายุ (ที่ 66 – 68 ปี) ก็ใกล้เคียงกัน การศึกษานี้จึงแสดงได้ว่าเป็นการเลือกกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยที่สอดล้องกับการศึกษาในศูนย์ผู้สูงอายุ ซึ่งปัจจัยด้านเพศ ค่าดัชนีมวลกาย และอายุก็ยังให้ผลไปในทางเดียวกัน แต่ในส่วนของค่าพื้นที่ผิวร่างกาย (1.63 – 1.65 m^2) ซึ่งมีความแตกต่างกันนั้น เนื่องจากสัดส่วนของผู้สูงอายุชายที่มีมากกว่าหญิงของการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

เมื่อพิจารณาผลประเมินในห้องปฏิบัติการในทั้งสองฤดูกาล อุณหภูมิโอเปอเรทีพสบายจะอยู่ในช่วงเดียวกันกับที่พบในศูนย์ผู้สูงอายุ แต่จะแสดงในช่วงที่กว้างกว่า ในฤดูหนาวที่ 25.6 – 28.4 °C ในฤดูร้อนที่ 27.4 – 29.6 °C ความเร็วลมที่พอดีก็จะให้ผลในทางเดียวกันกับที่ได้ในศูนย์ผู้สูงอายุ ในฤดูหนาวจะพอดีที่ 0.10 – 0.65 m/s ฤดูร้อนที่ 0.05 – 0.78 m/s ส่วนในด้านความชื้น การศึกษาในห้องปฏิบัติการจะให้ผลที่แตกต่างกันกับในศูนย์ผู้สูงอายุ ในศูนย์ผู้สูงอายุแทบจะไม่พบความแตกต่างของความรู้สึกทางความชื้น แต่ในห้องปฏิบัติการจะมีความรู้สึกทางความชื้นที่มากกว่า อย่างไรก็ตามการศึกษาจากทั้งสองแหล่งในสองฤดูกาลก็ให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้ประเมินได้ว่าความชื้นพอดี ในฤดูหนาวจะอยู่ในความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0 –75.0 % ในฤดูร้อนที่ 47.0 –70.0 % เมื่อนำไปพิจารณาความสบายโดยรวม การยอมรับ และความต้องการปรับสภาพแวดล้อม ผลที่ได้สอดคล้องกับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การสำรวจด้านความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ แต่การยอมรับสภาพแวดล้อมในผู้สูงอายุไทยจะอยู่ในช่วงกว้างกว่าช่วงที่รู้สึกว่าสบายพอดี นั่นแสดงถึงช่วงการปรับตัวให้ยอมรับต่อสภาพแวดล้อมที่เกินช่วงสบาย อย่างไรก็ตามควรได้ปรับสภาพแวดล้อม ให้ผู้สูงอายุได้อยู่ในช่วงน่าสบาย ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสุขภาพ ประสิทธิภาพได้ดีกว่า ดังนั้นในช่วงสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ทำให้รู้สึกว่าพอดี จะได้ถูกนำไปใช้เป็นกรอบตัวแปรที่ใช้นำเข้าสมการที่จะได้มีการวิเคราะห์ต่อไป ในการศึกษาก่อนที่จะได้นำข้อมูลไปพัฒนา สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อน (TSV) ผู้วิจัยได้นำค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับ ค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ผลพบว่าในฤดูหนาว ขณะที่ผู้สูงอายุมีความรู้สึกเชิงความร้อนว่า “พอดี” ค่าที่คำนวณได้จาก PMV กลับทำนายว่า “ค่อนข้างอุ่น” และในฤดูร้อน PMV ก็จะทำนายว่า “อุ่น” ดังนั้น PMV จึงไม่เหมาะในการนำไปใช้ทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย

สรุปผลตามวัตถุประสงค์ข้อ 3. พัฒนาสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยสำหรับนำไปใช้วิเคราะห์แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้ประหยัดพลังงาน

6.1.3 การพัฒนาสมการ จากการที่พบว่าค่า PMV ไม่เหมาะสมสำหรับทำนายค่า TSV ของผู้สูงอายุไทย ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาสมการขึ้น โดยได้ใช้วิธี 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1: สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในภาคสนาม (TSV_{field}) ขั้นตอนที่ 2: สร้างสมการทำนายค่าเฉลี่ยความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยเฉพาะกรณีในห้องปฏิบัติการ ($MTSV_{lab}$) ขั้นตอนที่ 3: สร้างสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุรูปแบบใหม่ (TSV_{Nfield}) เพื่อการพัฒนาสภาวะน่าสบาย ขั้นตอนที่ 4: พัฒนาสมการขั้นตอนสุดท้ายเพื่อให้สมการที่ได้จากห้องปฏิบัติการสามารถนำมาใช้ทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุได้ โดยจะแสดงในรูปแบบสมการใหม่ เมื่อใช้การประเมินด้วยวิธีของ Pallant (2001) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Rangsiraksa (2006) ที่พิจารณากำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (หรือ R^2) พบว่าในทั้งสองฤดูกาล ทุกสมการจะมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ระดับมาก – มากที่สุด ตามวิธีการดังกล่าวทำให้ได้ค่าสมการสำหรับทำนายค่า TSV ของผู้สูงอายุไทย ดังนี้

สมการที่ใช้ในฤดูหนาว ที่ $R^2 = 0.707$ คือ $TSV_{field} = 0.531T_o - 0.767V_a + 0.011RH - 14.489$ โดยมีกรอบของตัวแปรที่เหมาะสมเพื่อนำมาพิจารณาในสมการ คือ อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.6 – 28.4 °C ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49.0 –75.0 % และความเร็วลมที่ 0.10 - 0.65 m/s

สมการที่ใช้ในฤดูร้อน ที่ R^2 = 0.844 คือ $TSV_{field} = 0.330T_o - 0.496V_a + 0.007RH - 9.646$ โดยมีกรอบของตัวแปรที่เหมาะสมเพื่อนำมาพิจารณาในสมการ คือ: อุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 27.4 – 29.6 °C ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47.0 –70.0 % และความเร็วลมที่ 0.05 - 0.78 m/s

สมการที่ได้นี้ถูกนำไปสร้างขอบเขตสภาวะน่าสบายระบุลงแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric chart) แสดงผลในสภาวะอากาศที่นิ่ง 0.00 – 0.05 m/s และในสภาวะความเร็วลมที่ 0.50 – 0.55 m/s (ดังแผนภูมิที่ 4.12 และ 4.13 ในบทที่ 4) ผลที่ได้ในสภาวะอากาศที่นิ่งผู้สูงอายุจะสบายในช่วงอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 25.0 – 27.2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 49 -75 % และในฤดูร้อนในช่วงอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่ 26.4 – 29.7 °C ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 47 - 70 % ซึ่งหากเมื่อหากเพิ่มความเร็วลมให้สูงขึ้นผู้สูงอายุก็จะรู้สึกน่าสบายในอุณหภูมิโอเปอเรทีพที่สูงขึ้นได้

สรุปผลตามวัตถุประสงค์ข้อ 4. พัฒนาแนวทางในการจัดการ ปรับปรุง สภาวะน่าสบายในศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ และทดสอบความเป็นไปได้ด้านการประหยัดพลังงานของแนวทาง

6.1.4 ผลการศึกษาจาก scSTREAM-Cradle CFD จากสมการที่ได้ในทั้งสองฤดูกาลจะได้นำเข้าสู่โปรแกรม เพื่อวิเคราะห์แนวทางการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุให้น่าสบายโดยการวิเคราะห์ว่าตำแหน่งภายในห้องที่ผู้สูงอายุได้ใช้งานมีความน่าสบายหรือไม่

ในการวิเคราะห์ก่อนใช้โปรแกรม ผู้วิจัยได้พิจารณาจากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุระหว่างเก็บข้อมูล ทำให้ได้ข้อคิดเห็นว่าควรใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในศูนย์ผู้สูงอายุในเวลาครึ่งเช้า การศึกษาจึงได้ทำการวิเคราะห์สภาพอากาศโดยอาศัยข้อมูลจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (2561) ซึ่งแบ่งโดยสังเขปเป็น ช่วงเช้า และบ่าย พบว่าในเวลา 8:00 น. – 13:00 น. ของฤดูหนาว อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยที่ 27.27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่ 67.66 % ใกล้เคียงกับขอบเขตสภาวะน่าสบาย จึงได้นำความเร็วลมภายนอกเฉลี่ยจริงที่ 1.65 m/s จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ นำเข้าสู่การจำลองในโปรแกรมเพื่อคำนวณการไหลของอากาศ (Air flow) ผลปรากฏว่าความเร็วลมกระจายไม่ทั่วถึง และถูกบดบังลดทอนความเร็วลงไป ทำให้ไม่เพียงพอต่อการทำให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ จึงมีการนำพัดลมโคจรมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อจำลองการสร้างลมในโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD ซึ่งผลที่ได้คล้ายกันกับฤดูร้อน ที่พบความเร็วลมที่ไม่เพียงพอจนนำมาสู่การใช้พัดลมโคจร แต่ฤดูร้อนจะมีช่วงเวลาที่สภาพอากาศใกล้เคียงกับขอบเขตสภาวะน่าสบายที่แคบลง คือ 8:00 น. – 12:00 น. มีอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยที่ 29.56 °C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 69.3 % และความเร็วลมภายนอกเฉลี่ยที่ 1.53 m/s จากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ดังนั้นจึงใช้โปรแกรมวิเคราะห์ใน 2 ช่วงเวลา ทั้งในฤดูหนาว และร้อน ซึ่งการทดสอบครึ่งเช้าจะใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลมโคจร และครึ่งบ่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใช้การปรับอากาศ ผลที่ได้แสดงถึงค่า ณ จุดที่ผู้สูงอายุใช้งานว่าน่าสบาย “พอดี” ต่างจากเดิมที่รู้สึกว่า “ค่อนข้างเย็น”

ผลที่ได้จากการคำนวณด้วย scSTREAM-Cradle CFD ปรากฏว่าฤดูหนาว ศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่สามารถใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติและพัดลมโคจร ในการเพิ่มความเร็วลมในพื้นที่ให้เป็น 0.57-0.60 m/s ในช่วงเช้า-บ่ายได้ ส่วนช่วงบ่าย-เย็น ศูนย์ผู้สูงอายุควรตั้งอุณหภูมิเป็น 26.0 °C และปรับให้มีความเร็วลมให้มีในพื้นที่เฉลี่ยที่ 0.10-0.26 m/s ในฤดูร้อนเวลาเช้า-เที่ยง ควรใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลมโคจรเพื่อสร้างความเร็วลมในพื้นที่ 0.64 - 0.73 m/s และตอนเที่ยง-เย็น ควรใช้เครื่องปรับอากาศโดยตั้งอุณหภูมิที่ 26.00 - 26.50 °C โดยปรับให้มีความเร็วในพื้นที่เฉลี่ยที่ 0.06 - 0.22 m/s ซึ่งแนวทางนี้ หากประเมินใน Visual DOE 4.0 แล้วพบว่าประหยัดพลังงาน แนวทางนี้ก็จะได้นำไปใช้สอบถามถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ และข้อคิดเห็นเพิ่มเติมกับผู้ที่เกี่ยวข้อง (ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย) หากได้ก็จะถูกยกระดับเป็นมาตรฐาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมประเมินอีกครั้งเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้กับศูนย์อื่นๆ ที่มีลักษณะสภาพอากาศประจำท้องถิ่นที่ใกล้เคียงกัน

6.1.5 ผลการจำลองใน Visual DOE จากผลจากการศึกษาด้านแนวทางการปฏิบัติเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้สูงอายุ จากโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD การใช้พลังงานของแนวทางจึงถูกนำมาประเมินในโปรแกรม Visual DOE 4.0 โดยได้ขึ้นแบบจำลองสามมิติ แล้วกำหนดค่าวัสดุตามจริงที่สำรวจได้ในอาคาร ได้แก่ กำหนดกระจกเป็นแบบ กระจกใสชั้นเดียว (Single Clear), กระจกเขียวชั้นเดียว (Single green), ผนังเป็นแบบก่ออิฐฉาบปูน (CMU grouted) ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ด และระบุเครื่องปรับอากาศให้เป็นแบบแยกส่วน (Split type) ใช้ Residential System และ Through Space ค่าค่าการใช้งาน (Occupancy) เป็นศูนย์บริการดูแลในระหว่างเวลากลางวัน (Day care facility) ดังการศึกษา เป็นผลให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างต่อตารางเมตรตามกำหนด และมีการปรับระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์เชิงกล โดยใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกันกับพัดลมช่วง 8:00 น. – 13:00 น. สำหรับฤดูหนาว และ 8:00 น. – 12:00 น. สำหรับฤดูร้อน และใช้การปรับอากาศในเวลาที่เหลือ หลังจากนั้นทำการประมวลผลเทียบกันระหว่างก่อนและหลังการใช้แนวทาง โดยกำหนดให้การปรับตั้งค่าในลักษณะที่เป็นอยู่เดิมเป็นกรณีพื้นฐาน (Base case) ผลปรากฏว่าสามารถลดการใช้พลังงานได้ในฤดูหนาว 23.0 % และฤดูร้อน 16.0 %

สรุปผลตามวัตถุประสงค์ข้อ 5. ศึกษาข้อคิดเห็นที่มีต่อแนวทาง เพื่อยกระดับสู่การเป็นมาตรฐานในการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศให้ประหยัดพลังงานสำหรับนำไปใช้กับโครงการจริง

จากแนวทางที่ประเมินแล้วว่าช่วยในการประหยัดพลังงานจึงได้นำแนวทางนี้ไปสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง (ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย) เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ ซึ่งพบว่าเป็นไปได้ ผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางและข้อคิดเห็นจากการสัมภาษณ์เหล่านี้สรุปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จนนำมาสู่การยกระดับเป็นมาตรฐาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.1.6 มาตรฐานในการสร้างสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงานให้กับศูนย์ผู้สูงอายุ

จากผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD ที่ใช้พิจารณาแนวทาง และ Visual DOE เพื่อประเมินการใช้พลังงาน ผ่านการจำลองในแบบสามมิติ โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้แนวทางที่วิเคราะห์ขึ้น ซึ่งมีการตั้งทิศทาง และระบุค่าวัสดุในโปรแกรมเสมือนจริงทั้ง 3 กรณีศึกษา ตลอดจนสัมภาษณ์ผู้สูงอายุขณะทำการเก็บข้อมูล จึงสามารถพัฒนาเป็นมาตรฐานในการสร้างสภาวะน่าสบายที่ประหยัดพลังงานให้กับศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศไทยได้สำหรับใช้ในฤดูหนาวและร้อน มาตรฐานการจัดการแสดงดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 มาตรฐานในการจัดการศูนย์ผู้สูงอายุ และการวิจัยที่ควรมีในอนาคต

เวลา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
T_{out} (°C)	25.36	26.41	29.00	29.33	30.48	29.61	28.08	28.08	28.23	27.38	26.61	25.96
RH_{out}(%)	67.57	65.88	67.38	65.71	67.96	73.41	77.04	76.03	78.67	82.87	70.02	66.13
เช้า-เที่ยง	NV+ Orbit Fans: V_a0.57-0.60 m/s		NV+ Orbit Fans: V_a 0.64-0.73 m/s			Future research					NV + Orbit Fans: V_a0.57-0.60 m/s	
เที่ยง-บ่าย			AC: Thermostat set point 26.0-26.5°C,V_a0.06-0.22m/s									
บ่าย-เย็น	AC: Thermostat set point 26.0°C V_a 0.10-0.26 m/s										AC: Thermostat set point 26.0°C V_a 0.10-0.26 m/s	
ประหยัด (%)	28.40	22.42	15.73	18.76	16.21						22.90	20.08

*สภาพอากาศภายนอกที่แสดงเป็นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดวัน ที่ได้เฉลี่ยในช่วงของแต่ละเดือน

ตารางนี้ได้ถูกนำไปเสนอให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการออกแบบ ปรับปรุงศูนย์ผู้สูงอายุ ซึ่งได้แก่ พยาบาลวิชาชีพ 4 คน นักสังคมวิทยา 1 คน สถาปนิก 2 คน วิศวกร 1 คน และผู้บริหาร 1 คน และได้ใช้ข้อมูลจากผู้สูงอายุ 11 คน ที่ได้สัมภาษณ์ขณะเก็บ

ข้อมูลมาร่วมพิจารณาด้วย จากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องพบว่า ทั้งหมดเห็นด้วยกับมาตรฐาน และเห็นความสำคัญของการสร้างสภาวะน่าสบายที่ประหยัดพลังงานในอาคาร ภายใต้การตระหนักว่าความน่าสบายสำหรับผู้สูงอายุนั้นมีความเกี่ยวข้องกับความปลอดภัย หากสภาพแวดล้อมไม่ร้อน หรือหนาวจนเกินไป ก็จะลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นตามมา เช่น การเป็นลมจนทำให้หกล้มได้ ผลการสัมภาษณ์ได้ถูกประมวลผล สรุปเป็นข้อควรคำนึงถึงในการจัดเตรียมศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อรองรับสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงาน อันเป็นข้อแนบท้ายในมาตรฐานหลัก มี 12 ข้อหลัก โดยมีรายละเอียด 40 ข้อย่อย (ดังภาคผนวก ข.) โดยข้อ 1- 7 จะเกี่ยวข้องกับการจัดการอาคาร ส่วนข้อ 8-9 จะเป็นเรื่องโดยทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์การใช้งาน ดังนี้

1. เกณฑ์สภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุ (Thermal comfort criteria): คำนึงถึงสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุ และการใช้พลังงานอย่างประหยัด
2. สภาพภูมิอากาศและการออกแบบโดยพึ่งพาธรรมชาติ (Climate and passive design): คำนึงถึงการวางอาคาร ทิศทาง การระบายอากาศ
3. การวางผังอาคาร (Layout): ป้องกันพื้นที่ใช้งานของผู้สูงอายุไม่ให้ร้อนหนาวจนเกินไป
4. พื้นที่เปลี่ยนผ่าน (Transitional Space): ควรคำนึงถึงการใช้วิธีระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ เช่น ทางเดินภายในอาคาร
5. เวลาการใช้งานของอุปกรณ์ในเชิงกล (Operation schedule): สภาพอากาศในช่วงเช้าควรได้รับการพิจารณาในการใช้งาน
6. โหมดการใช้งานและอุปกรณ์ (Mode system and equipment): ใช้อุปกรณ์ที่ปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ยืดหยุ่นปรับเปลี่ยนทิศทางได้ เช่น ใช้พัดลมโคจร เป็นต้น
7. หน้าต่างและช่องเปิด (Window and opening): สามารถปรับใช้งานได้ (Operable window)
8. พื้นผิวที่สัมผัส และความรู้สึกของผู้สูงอายุ (Finishing for touch and feel): พื้นผิวของอุปกรณ์ หรือพื้นผิวของอุปกรณ์ (Finishing) ต้องไม่ให้ร้อนหรือเย็นจนเกินไปกรณีที่ใช้สัมผัส
9. สวิทช์และการควบคุม (Switch and control): หากเปิดโอกาสให้ผู้สูงอายุควบคุมด้วยตนเองได้ สวิทช์ควรมองเห็นง่าย ชัดเจน เบาแรง ใช้งานได้สะดวก
10. พื้นที่สนับสนุน (Support Space): มีพื้นที่เก็บของให้ เช่น ที่แขวน หรือที่เก็บเสื้อคลุม
11. พื้นที่ภายนอก (Outdoor space): ใช้ต้นไม้ในการสร้างสภาวะน่าสบาย
12. สิ่งอำนวยความสะดวกและเฟอร์นิเจอร์ (Amenities and furniture): มีอุปกรณ์บอกสภาพอากาศภายในอาคาร เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายละเอียดข้อควรคำนึงถึงในการจัดเตรียมศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อรองรับสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงาน จะได้ถูกนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินพร้อมกับมาตรฐานหลัก

6.1.7 ผลการสัมภาษณ์ และประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้าง ส่วนที่ 1: ใช้สัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2: เสนอความเป็นมาของงานวิจัยต่อผู้เชี่ยวชาญ และขอข้อคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานในการสร้างสภาวะน่าสบาย ที่ประหยัดพลังงานให้กับศูนย์ผู้สูงอายุ ส่วนที่ 3: สำหรับให้ผู้เชี่ยวประเมินระดับความสำคัญของข้อควรคำนึงถึงในการจัดเตรียมศูนย์ผู้สูงอายุให้น่าสบายและประหยัดพลังงานแนบท้าย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 9 คน ร่วมให้การสัมภาษณ์และประเมิน ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุ และการจัดการสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ จากสถาบันการศึกษา 4 คน หน่วยงานภาคเอกชน 3 คน และหน่วยงานที่กำกับด้านการบริหารและนโยบายระดับประเทศ 2 คน ผลการศึกษาพบว่าตามมาตรฐานที่เสนอนี้ สามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมกับผู้สูงอายุในเขตกึ่งเมืองตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานที่กำกับด้านการบริหารและนโยบายระดับประเทศ และจากสถาบันการศึกษา ได้ชี้แจงให้เห็นถึงความสำคัญของการศึกษานี้ ที่ได้นำสภาพอากาศภายนอกในช่วงเช้ามาใช้ ทั้งคาดว่าวิจัยนี้จะสามารถขยายผลไปสู่ศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ ได้ และเสนอให้งานวิจัยชิ้นต่อไปดำเนินการในฤดูฝนด้วย ส่วนผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานภาคเอกชนเสนอให้มีในงานวิจัยชิ้นต่อไปศึกษาในพื้นที่กิจกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ เพราะจะได้นำมาใช้ปรับสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์นันทนาการผู้สูงอายุในภาครัฐ และเอกชนได้ นอกจากนี้ในส่วนข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายในการจัดเตรียมศูนย์ผู้สูงอายุให้น่าสบายและประหยัดพลังงาน ผลที่ได้แปลความหมายได้ว่า เห็นด้วย – เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งข้อที่เห็นด้วยแต่ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งเพราะมีข้อแนะนำว่า หากเป็นไปได้ให้พิจารณาเทคโนโลยีเพื่อการใช้งานไว้รองรับไว้สำหรับอาคารที่จะได้มีในอนาคตด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2 อภิปรายผล

จากการประเมินความรู้สึกเชิงอุณหภาพของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุและห้องปฏิบัติการเพื่อนำไปสร้างสมการ หลังจากนั้นจึงนำสมการที่ได้ไปวิเคราะห์มาตรฐาน การจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นภายในศูนย์ผู้สูงอายุ ภายใต้การใช้พลังงานอย่างประหยัด ทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อน ผลการศึกษายังได้วิเคราะห์ตัวแปรจาก

ปัจจัยส่วนบุคคล พบว่าเพศจะส่งผลต่อความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ ความต่างเพศอธิบายได้เชื่อมโยงกับค่าพื้นที่ผิวร่างกาย (BSA) กล่าวคือ ผู้สูงอายุชายจะมีค่า BSA 1.68 m^2

มากกว่าผู้สูงอายุหญิง ที่มี BSA 1.56 m^2 ผลที่ได้คล้ายกันกับประชากรวัยผู้ใหญ่ของไทย (ซึ่งหญิงไทยมีค่า 1.60 m^2 และชายไทย 1.76 m^2 (Eglitis-media, 2019)) จากที่พบว่าผู้สูงอายุหญิงจะรู้สึกต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่ห่างจากค่าความรู้สึกเชิงความร้อนที่ “พอดี” มากกว่าผู้สูงอายุชาย อันมีความเป็นไปได้ว่าค่า BSA ที่น้อยกว่าของผู้สูงอายุหญิงจะทำให้รู้สึกเปลี่ยนแปลงได้มากกว่าผู้สูงอายุชายที่มี BSA มากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Auliciems and Szokolay (2007) และ Berman (2003) แต่เมื่อประเมินค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ตามเกณฑ์ WHO-WPRO ที่ประเมินในคนเอเชีย (Anuurad et al., 2003) จะพบว่าผู้สูงอายุมีภาวะ “น้ำหนักเกิน” สอดคล้องกับผลที่ได้ในผู้สูงอายุไทย (วิชัย เอกพลากร และคณะ, 2559) แต่การศึกษาในผู้สูงอายุจะมีความต่างจากการคาดการณ์ความรู้สึกในคนทั่วไป ที่พบว่าคนที่อ้วนมักมีความรู้สึกไปในทางที่ร้อนกว่าคนปกติ (Auliciems & Szokolay, 2007) ซึ่งผลการศึกษานี้กลับพบในทางตรงข้าม กล่าวคือ ผู้สูงอายุที่มีภาวะ “เริ่มอ้วน” กลับมีความรู้สึก “ค่อนข้างเย็น” มากกว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะ “ปกติ” ซึ่งเป็นไปได้ว่าผู้สูงอายุที่เริ่มอ้วนมักมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) (ณิชา สมหล่อ, 2557) ที่มีความเกี่ยวเนื่องกับสภาพผิวหนัง (ดังเช่น ผู้เป็นโรคเบาหวาน) และค่าอัตราการเผาผลาญ อันส่งผลกระทบต่อการรับรู้ความร้อนที่แปรเปลี่ยนไป ผลที่ได้นี้คล้ายกับผลที่ได้ในการศึกษานำร่อง ในส่วนนี้จึงควรต้องมีวิจัยเพิ่มเติมในอนาคตด้านความรู้สึกของผู้สูงอายุที่โรค NCDs ต่อไป ดังนั้นไม่เพียงแต่ผู้สูงอายุไทยจะต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกายภายใน แต่ยังรวมถึงการเปลี่ยนแปลงขนาดร่างกายด้วย

จากที่พบว่าค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยของผู้สูงอายุ แตกต่างจากค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ใน ASHRAE standard 55 ที่พัฒนาโดย Fanger (1972) การศึกษาที่ได้จึงสอดคล้องกับวิจัยของ Tsuzuki and Iwata (2002) และ Humphreys and Nicol (2002) ดังนั้นสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในฤดูหนาวและร้อน โดยใช้กรอบตัวแปรทางสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อความรู้สึกว่า “พอดี” นำเข้าสมการที่ได้ (ดังอธิบายไว้ในส่วนสรุปผลการศึกษา ข้อ 6.1.3) สมการที่ได้นี้ถูกป้อนลงไปในโปรแกรม scSTREAM-Cradle เพื่อวิเคราะห์ว่าตำแหน่งภายในห้องที่ผู้สูงอายุใช้งานมีความน่าสบายหรือไม่ ซึ่งการนำเข้าสมการใน CFD ของงานวิจัยนี้ แตกต่างจากงานวิจัยอื่น (Aryal & Leephakpreeda, 2015; Cheong et al., 2003; Cheong et al., 1999; Samiuddin & Budaiwi, 2018; Stamou et al., 2008) ที่จะใช้เฉพาะค่า PMV ที่บรรจุไว้ใน CFD อยู่แล้วประมวลผล ซึ่งนั่นอาจทำให้ไม่ได้ผลสอดคล้องกับผู้ใช้พื้นที่ดังกล่าวจริงเหมือนงานวิจัยนี้ ที่พัฒนาสมการให้มีความเหมาะสมกับผู้ใช้งานจริง ซึ่งเมื่อนำสมการนี้ไปเทียบกับสมการในการศึกษาอื่นแสดงให้เห็นถึงผลที่สอดคล้อง ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนกับสมการในงานวิจัยอื่น

	Reference	Location	Climate	Operation	Regression equations	R^2	conditions
1	Fanger (1972)	Copen-hagen, Denmark	Marine west coast	Indoor; Chamber	AMV = 0.331Ta -8.471		M 50 W/m^2; Icl 0.60 clo; Va 0.10 m/s; RH 50%
					AMV=0.175Ta -3.643		M 80 W/m^2; Icl 0.60 clo; Va 0.20 m/s; RH 50%
					AMV=1.174Ta -3.356		M 106 W/m^2;Icl 0.60 clo; Va 0.25 m/s; RH 50%
					AMV=0.265Ta -4.158		M 135 W/m^2; Icl 0.60 clo; Va 0.32 m/s; RH 50%
2	Han, Lee, Kim, Jang, and Jeong (2014)	South Korea	Humid continen -tal	Indoor; HVAC	The simplified PMV = 0.105Ta +0.101Tmr +0.003RH -4.547	0.88	M 88 W/m^2; Icl 1.0 clo; Va 0.00 to 0.20 m/s
3	วราภรณ์ กาญจน วิโรจน์ (2542)	Bangkok, Thailand	Tropical wet and dry	Indoor; AC	MTSV=0.147Ta+0.085Tmr +0.006RH-0.695Va +0.416Icl -3.013		M 58.20 W/m^2
6	Lau, Zhang, and Tao (2019)	Singapore	Tropical wet	Indoor; AC	TSV =0.36PMV -0.77	0.05	
7	Yang and Lin (2016)	South Korea	Humid continen -tal	Indoor; HVAC	TSV = 0.32PMV +0.15	0.84	for elder in Cooling (Summer)
				Indoor; HVAC	TSV = 0.84PMV +0.15	0.26	for elder in Heating (Winter)
8	Fang et al. (2018)	Hong Kong	Sub-Tropical	Indoor; AC	MTSV = 0.131PMV^2 +0.667PMV +0.382	0.97	
9	This study	Phitsanulok, Thailand	Tropical wet and dry	Indoor; AC Equation (4)	TSV = 0.531To - 0.767Va+0.011RH -14.489	0.71	Winter, M 65-70 W/m^2; Icl 0.64 clo
					MTSV = 1.03PMV – 0.51	0.89	Chamber
					MTSV = 0.71PMV – 0.74	0.26	Field study
				Indoor; AC Equation (8)	TSV = 0.330To - 0.496Va+0.007RH -9.646	0.84	Summer, M 65-70 W/m^2; Icl 0.50 clo
					MTSV = 0.81PMV – 0.77	0.84	Chamber
					MTSV = 0.67PMV -0.91	0.45	Field study

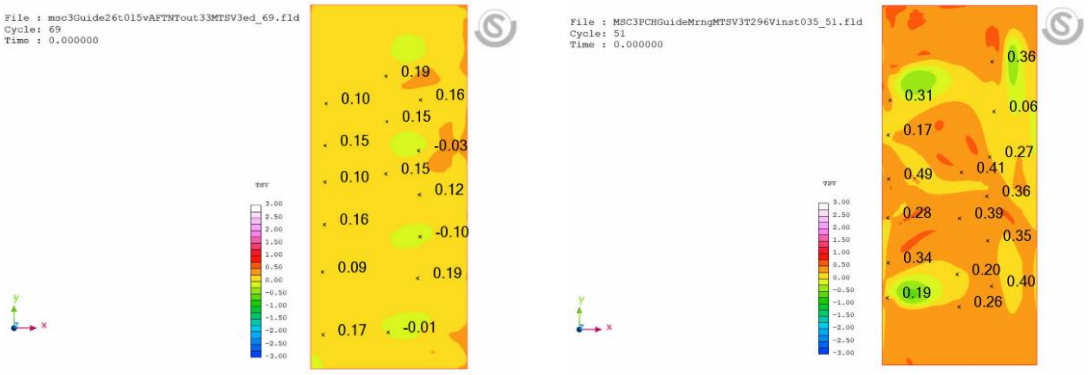
*หมายเหตุ: AC คือ การปรับอากาศ, HVAC คือ heating, ventilation, and air-conditioning, AMV คือ ค่าการลงคะแนนจริงด้านความรู้สึกเชิงความร้อน, PMV คือ ค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน, TSV คือ ค่าความรู้สึกเชิงความร้อน, MTSV คือ ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ย, Ta คือ อุณหภูมิอากาศ, Tmr คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน, RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์, Va คือ ความเร็วลม, M คือ ค่าอัตราการเผาผลาญ หรือค่ากิจกรรม, Icl คือ ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 6.1 ในอดีต Fanger (1972) ใช้การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิอากาศ (Ta) ต่อการให้ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยจริง (AMV) ภายหลังจึงพัฒนาเป็นสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ในเกาหลีใต้ Han et al. (2014) ได้นำ PMV มาทำให้ง่ายขึ้นโดยเขียนในรูปสมการถดถอยเชิงเส้น ในการศึกษานี้ก็ได้นำการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นมาใช้เช่นเดียวกัน โดยมีผลของสมการที่สอดคล้องกับการศึกษาในคนทั่วไปในไทยของวราภรณ์ กาญจนวิโรจน์ (2542) เมื่อนำผลการศึกษาของสมการที่อยู่ในรูปแบบที่มี PMV ในงานวิจัยนี้ไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้ในงานวิจัยอื่น พบว่าได้ผลไปในทางเดียวกับเขตร้อนชื้นดังเช่น ในสิงคโปร์ของ Lau et al. (2019) แต่จะต่างจากการศึกษาในเกาหลีใต้ Yang, Nam, and Sohn (2016) ซึ่งเป็นเขตภูมิอากาศอบอุ่นชื้นภาคพื้นทวีป (Humid continental climates) และในฮ่องกง (Fang et al., 2018) ซึ่งอยู่ในเขตภูมิอากาศอบอุ่นชื้น (Sub-tropical climates) นั่นอาจเป็นเพราะการปรับตัวให้ชินกับสภาพอากาศของคนในเขตภูมิอากาศต่าง ๆ ดังนั้นสมการที่พัฒนาขึ้นจึงสามารถนำมาใช้ได้ต่อไป

ในงานวิจัยนี้ การระบุสมการจะดำเนินการหลังจากที่สร้างแบบจำลองสามมิติจากโปรแกรม SketchUp แล้วนำเข้าในโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD ซึ่งในโปรแกรม CFD ผู้วิจัยได้ทดลองใส่ค่าอุณหภูมิ ความเร็วลม ลงอุปกรณ์เชิงกลจำลองของโปรแกรม (Inlet) ตลอดจนใส่ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน (U-value) ของวัสดุอาคาร เมื่อผู้วิจัยระบุสมการเข้าไปจะทำให้ได้ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยในศูนย์ผู้สูงอายุว่าจะเป็นเท่าไร และตำแหน่งภายในห้อง ณ จุดใดจะทำให้ผู้สูงอายุสบายได้บ้าง (ดังตัวอย่างรูป 6.1 ก) การทดลองนี้ได้ทำหลาย ๆ ครั้ง จนได้ค่าที่เหมาะสมในการตั้งอุณหภูมิ และความเร็วลม จากอุปกรณ์เชิงกลจำลองในโปรแกรม ซึ่งวิธีการปรับจะถูกนำมาใช้เป็นแนวทางการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ และหากใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติก็จะใช้วิธีเดียวกันนี้ในการวิเคราะห์ แต่กำหนดอุณหภูมิเป็นอุณหภูมิอากาศภายนอกแทน และสร้างพัดลมโคจรสามมิติ แล้วนำเข้าลงในโปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD โดยระบุความเร็วลมจากพัดลมโคจรซึ่งเป็นอุปกรณ์เชิงกลจำลองของโปรแกรม แล้วให้โปรแกรมทำการประมวลผลและแสดงค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในห้อง (ดังตัวอย่างในรูป 6.1 ข)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



(ก) (ข)

รูปที่ 6.1 ค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยที่จำลองใน scSTREAM-Cradle CFD (ก) ขณะใช้การปรับอากาศ และ (ข) ขณะใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลม

ผลการวิจัยพบว่าผู้สูงอายุไทยรู้สึก “ค่อนข้างเย็น” สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ได้จากการเก็บข้อมูลในสถานที่จริง ผลที่ได้จึงสามารถเป็นตัวแทนการอธิบายสภาวะการณ์ของการจำลองโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งนั่นอาจเป็นเพราะสมการที่ได้ถูกวิเคราะห์แล้วว่ามีความเหมาะสมสำหรับการใช้งาน เมื่อสมการถูกนำมาใช้ในการคำนวณขอบเขตสภาวะน่าสบายสำหรับผู้สูงอายุไทยโดยประเมินร่วมกับกรอบตัวแปร เพื่อนำไปอธิบายด้วยแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric chart) จากผลที่ได้ อันเนื่องมาจากฉนวนกันความร้อนของเสื้อผ้าที่แตกต่างกันระหว่างฤดูหนาว (0.64 clo) และฤดูร้อน (0.50 clo) ทำให้เขตความสบายของทั้งสองฤดูกาล (ที่กิจกรรม 1.1-1.2 met) แตกต่างกันสอดคล้องกับ ASHRAE Standard 55 (ASHRAE, 2017) ที่ยืนยันว่ามนุษย์ต้องการสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตามที่ Cândido, de Dear, Lamberto, and Bittencort (2008) และ Spentzou, Cool, and Emmitt (2018) ชี้ให้เห็นว่าการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาตินับเป็นอีกกลยุทธ์หนึ่งในการประหยัดพลังงานและสร้างความน่าสบาย การศึกษานี้ก็ได้นำความเร็วลมประจำถิ่นมาวิเคราะห์ใช้ในอาคาร พบว่ามีลมเบากว่าเกณฑ์ที่จะทำให้เกิดความน่าสบายและลมไม่สม่ำเสมอ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วย เช่น พัดลมโคจรติดตั้งที่ฝ้าเพดาน ผลที่ได้นี้อาจเป็นเพราะว่าอาคารที่มีอยู่เดิมไม่ได้ถูกออกแบบเพื่อตอบสนองต่อการใช้ลมมาสร้างสภาวะน่าสบายตั้งแต่ต้น ประกอบกับลมโดยทั่วไปของประเทศไทยในท้องถิ่นก็มีลักษณะเบาอยู่แล้ว (เฉลี่ย 1.1-1.4 m/s) (กรมุตุนิยมวิทยา, 2563) อย่างไรก็ตามด้วยสภาพตอนบ่ายของไทยมีอากาศค่อนข้างร้อนการศึกษาจึงได้พิจารณานำเครื่องปรับอากาศมาใช้งาน เมื่อได้วิเคราะห์นำแนวทางไปใช้และประเมินด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.0 จะสามารถลดการใช้พลังงานได้ถึง 23 % ในฤดูหนาว และที่ 16 % ในฤดูร้อน เนื่องจากการลดภาระการทำความ

เย็นจากเครื่องปรับอากาศ และนำการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติมาทดแทน ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Park and Battaglia (2015); Malkawi, Yan, Chen, and Tong (2016) การใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาตินำไปสู่การลดการใช้พลังงานในอาคารที่ลดลง

ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยตรงกับกรณีศูนย์ผู้สูงอายุศึกษาทั้งสามแห่ง และศูนย์ผู้สูงอายุอื่นที่มีสภาพใกล้เคียงกันในประเทศไทย นอกจากนี้ผลลัพธ์ยังแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศ สอดคล้องกับการวิจัยของ (Lim & Yun, 2017) อย่างไรก็ตามการสร้างความน่าสบายนั้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการรวมถึง ที่ตั้งอาคาร (Zuazua-Ros et al., 2016) วัสดุก่อสร้าง การออกแบบให้ถูกทิศทาง ขนาดของช่องเปิดที่เหมาะสม (Lamrhari & Benhamou, 2018) อาคารใหม่จึงควรใช้โปรแกรมจำลองเพื่อทำการวิเคราะห์ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ เช่น การใช้โปรแกรม scSTREAM-Cradle CFD ที่ป้อนสมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยลงไปแล้วพิจารณาตำแหน่งต่างๆ ของห้องว่าร้อนเกินไป หรือหนาวเกินไปอย่างไร ซึ่งจะได้จัดวางตำแหน่งหัวจ่ายของเครื่องปรับอากาศ และพัดลมให้สอดคล้องได้

Li, Chen, Lin, and Zhu (2018); Yildiz and Arsan (2011) ยืนยันว่ากายภาพอาคารมีผลต่อการใช้พลังงาน สอดคล้องกับการศึกษานี้ซึ่งพิจารณาจากผลการจำลองของโปรแกรม Visual DOE 4.0 และข้อมูลอาคารที่แสดงให้เห็นว่าทั้งสองฤดูกาล ศูนย์ผู้สูงอายุที่มีการใช้พลังงานสูงสุด คือ กรณีศึกษา 1 ในขณะที่กรณีศึกษาที่ 3 และกรณีศึกษาที่ 2 ใช้พลังงานน้อยลงตามลำดับ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปี (Electric End Uses) มีค่าสูงสุดในศูนย์ผู้สูงอายุ กรณีศึกษาที่ 1, กรณีศึกษาที่ 2, และกรณีศึกษาที่ 3 การวางแนวของศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 โดยมีแกนด้านยาววางในแนวตะวันออก – ตะวันตก จึงทำให้ได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่มาก ต่างจากกรณีศึกษาที่ 2 และ 3 ที่หันด้านยาวในแนว ตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้ ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 ยังตั้งอยู่ในชั้นบนสุดของอาคารจึงได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ผ่านหลังคาแตกต่างศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 ที่อยู่ชั้นล่างของอาคาร และแม้ว่าศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 3 จะมีหน้าต่างเป็นจำนวนมาก แต่การวางแนวอาคารและมีการใช้ประโยชน์จากอาคารข้างเคียงจึงทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ตลอดปีมีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับศูนย์ผู้สูงอายุอื่น ๆ

ในด้านรูปร่างของที่ว่างภายในอาคารก็มีส่วนสำคัญ ศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 2 มีลักษณะคล้ายกันกับตัวยู และมีพื้นที่ที่มีฝ้าเพดานสูง (Double space) เมื่อมีการใช้เครื่องปรับอากาศจะทำให้ต้องใช้พลังงานที่มาก แต่ผลที่ได้จะมีความแตกต่างด้านการใช้พลังงานอย่างเห็นได้ชัด หากปรับมาใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติแทน ส่วนด้านองค์ประกอบของอาคาร (เช่น หน้าต่าง ชายคา) อัตราส่วนของหน้าต่างในศูนย์ผู้สูงอายุทั้งหมดก็นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการรับความร้อนเข้าสู่อาคาร สัดส่วนหน้าต่างต่อผนัง (WWR) ทางทิศเหนือมีผลต่อการใช้พลังงานที่ต่ำกว่าในทิศอื่นๆ ยิ่งไปกว่านั้น

หน้าต่างที่มีความยืดหยุ่น เปิด-ปิดได้ ไม่ว่าจะโดยอัตโนมัติหรือใช้ระบบมือ (Manual) จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อการปรับเพื่อรับลมตามฤดูกาลได้ ส่วนชายคาที่ยื่นก็ยังสามารถช่วยลดผลกระทบจากสภาพแวดล้อมภายนอกได้ นอกจากนี้วัสดุในการก่อสร้างก็มีความสำคัญ กระจกหน้าต่างที่มีค่า U-value และค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจก (SHGC) ที่มีประสิทธิภาพ จะมีผลต่อการประหยัดพลังงานได้ ดังจะเห็นได้จากหากใช้กระจกหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพไม่สูงนัก และอยู่ในตะวันตกดังศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาที่ 1 จะก่อให้เกิดการใช้ไฟฟ้าที่มากขึ้น ดังนั้นการออกแบบปรับปรุงอาคาร จึงต้องพิจารณาในส่วนนี้ด้วย สำหรับการจัดการ ปรับปรุง ศูนย์ผู้สูงอายุให้มีสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงาน กรณีการใช้อุปกรณ์เชิงกล เช่น เครื่องปรับอากาศ พัดลม ควรมีการใช้ตามช่วงเวลาที่เหมาะสม การปรับพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศโดยการไม่ใช้ตลอดทั้งวัน ถึงแม้จะอยู่ในเวลาทำการก็ตาม จะนำมาซึ่งสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงานได้ อย่างไรก็ตามความต้องการของผู้สูงอายุ การวางตำแหน่ง ทิศทาง องค์ประกอบอาคาร และวัสดุ ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและก่อสร้าง ซึ่งงานวิจัยได้จัดทำส่วนนี้ให้เป็นมาตรฐานและข้อควรคำนึงถึงแนบท้าย โดยคาดว่าจะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่ในประเทศไทยได้

6.3 ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้เป็นไปในลักษณะเพื่อวิจัยและพัฒนาสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นภายในศูนย์ผู้สูงอายุอย่างเป็นรูปธรรม โดยมีเมืองที่ได้รับการสนับสนุนจากองค์การระหว่างประเทศให้ดำเนินโครงการด้านผู้สูงอายุเป็นกรณีศึกษา ผลที่ได้จะถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในทั่วประเทศไทยได้ต่อไป
2. ข้อแนะนำด้านแนวทางการออกแบบ ปรับปรุงอาคารเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงานนี้จะเป็นการแนะนำแนวทางปฏิบัติที่ดีแทนที่จะเป็นข้อกำหนดบังคับใช้ โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นสำคัญที่สุดสำหรับผู้สูงอายุคือ “ความปลอดภัย” การทำให้ผู้สูงอายุ ไม่รู้สึกร้อน หรือหนาวจนเกินไปจะทำให้เกิดความปลอดภัยได้
3. ผลการศึกษานี้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในพื้นที่ที่มีลักษณะอากาศท้องถิ่นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา

6.4 ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย

1. ทำให้ได้สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทย ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเปลี่ยนแปลงทางร่างกายอันส่งผลให้มีความต้องการความน่าสบายที่พิเศษ สมการนี้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุไทย และวิเคราะห์ตำแหน่งที่ผู้สูงอายุรู้สึกน่าสบายในอาคารได้ โดยการประเมินด้วยโปรแกรมพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD)

2. สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้สูงอายุไทยนี้ เมื่อนำไปใช้ในโปรแกรม CFD จะให้ผลที่แม่นยำกว่างานวิจัยอื่นๆ ที่ผ่านมา ที่ได้ใช้สมการทำนายค่าความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยมาตรฐาน (PMV) ซึ่งมีอยู่เดิมในโปรแกรมในการประเมิน การนำสมการไปใช้ใน CFD จะทำให้สามารถระบุปัญหาของศูนย์ผู้สูงอายุทุกหลังที่มีอยู่ราว 1,300 แห่ง ในทั่วประเทศได้ว่ามีปัญหาอย่างไร นำมาสู่การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เช่น ควรวางตำแหน่งหัวจ่ายลม (Supply air) อย่างไร และความเร็วลมที่นำเข้า (Inlet velocity) ควรเป็นเท่าใดจึงจะเหมาะสม หรือแม้แต่จะติดตั้งพัดลมอย่างไรให้สามารถกระจายลมได้อย่างทั่วถึง
3. จากผลการประเมินด้านพลังงานที่แสดงถึงความประหยัด จะสามารถนำไปใช้เสนอเพื่อให้ภาครัฐได้ดำเนินการจัดการศูนย์ผู้สูงอายุเพื่อให้มีความน่าสบายในทั่วประเทศได้ ผลที่ตามมานอกจากจะทำให้ประหยัดพลังงานในภาพรวมได้ ผลที่ได้ก็ยังสะท้อนได้ว่าผู้สูงอายุนั้นได้ร่วมประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม อันเป็นการสร้างคุณค่าเชิงความรู้สึกให้กับผู้สูงอายุได้
4. มาตรฐานในการสร้างสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงานสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ในการจัดการศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่ในประเทศไทยในแต่ละเดือนได้ โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถทราบเวลาในการ เปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศ และหากใช้เครื่องปรับอากาศควรจะต้องปรับอุณหภูมิ และความเร็วลมที่เท่าใด ตลอดจนทราบได้ว่าเมื่อใดควรเปิดพัดลมเพื่อให้ความสบายแก่ผู้สูงอายุ
5. หากทุกศูนย์ที่มีอยู่ประมาณ 1,300 แห่งในประเทศไทย ได้ดำเนินการตามมาตรฐานจะนำมาซึ่งการประหยัดพลังงานได้ประมาณ 3,250,000 kwh/yr คิดเป็นเงิน 16.25 ล้านบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.5 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาในครั้งต่อไป

1. การวิจัยในอนาคตควรทำการศึกษาในฤดูฝนของประเทศไทยด้วย เพราะในฤดูฝนอาจมีความชื้นและการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ที่แตกต่างจากฤดูอื่น ๆ
2. ควรทำการศึกษาขอบเขตสภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุที่เกี่ยวข้องกับการเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases, NCDs)
3. ควรมีการศึกษาในขณะที่ผู้สูงอายุได้ทำกิจกรรมที่ส่งผลให้มีค่าอัตราการเผาผลาญที่แตกต่าง เช่น การออกกำลังกาย เพื่อพัฒนาสภาวะน่าสบายให้กับอาคารที่ใช้ในลักษณะอื่นๆ ต่อไป เช่น ศูนย์นันทนาการผู้สูงอายุ เป็นต้น

บรรณานุกรม

Alfano, F. R. D., Olesen, B. W., Palella, B. I., & Riccio, G. (2014). Thermal comfort: Design and assessment for energy saving. *Building and Environment, 81*, 326-336.

Alves, C. A., Duarte, H. S. D., & Goncalves, L. T. F. (2015). Residential buildings' thermal performance and comfort the elderly under climate changes context in the city of Sao Paulo, Brazil. *Energy and Buildings, 14*, 62-71.

Andreasi, W. A., Lamberts, R., & Candido, C. (2010). Thermal acceptability assessment in buildings located in hot and humid region in Brazil. *Building and Environment, 45*(5), 1225-1232.

Anuurad, E., Shiwaku, K., Nogi, A., Kitajima, K., Enkhmaa, B., Shimomo, K., & Yamane, Y. (2003). The new BMI criteria for Asians by the Regional Office for the Western Pacific Region of WHO are suitable for screening of overweight to prevent metabolic syndrome in elder Japanese workers. *The Journal of Occupation Health, 45*(6), 335-343.

Aryal, P., & Leephakpreeda, T. (2015). *CFD Analysis on Thermal Comfort and Energy Consumption Effected by Partitions in Air-Conditioned Building.* Paper presented at the 2015 International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies.

ASHRAE. (1989). *ASHRAE Standard 62.1: Ventilation for acceptable Indoor air quality*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

ASHRAE. (1992). *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

ASHRAE. (1995). *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

ASHRAE. (2004). *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Conditioning Engineers.

ASHRAE. (2009). *ASHRAE Handbook 2009 Fundamentals*. Atlanta, USA: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

ASHRAE. (2010). *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

ASHRAE. (2013). *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

ASHRAE. (2017). *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: American Society of Heating,, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

Auliciems, A., & de Dear, R. (1995). Thermal Adaptation and Variable Indoor Climate Control. In Auliciems, A. (Ed.), *Human Bioclimatology* (Vol. 5, pp. 61-86). Berlin, Heidelberg: Springer.

Auliciems, A., & Szokolay, S. V. (2007). *Thermal comfort*. Brisbane: Department of Architecture, The University of Queensland.

Berman, A. (2003). Effects of Body Surface Area Estimates on Predicted Energy Requirements and Heat Stress. *Journal of Dairy Science, 86*, 3605-3610.

Blatteis, C. M. (2012). Age-Dependent Changes in Temperature Regulation-A Mini Review. *Gerontology, 58*, 289-295.

Brager, G., & de Dear, R. (1998). Thermal adaptation in the built environment: a literature review. *Energy and Buildings, 27*(1), 83-96.

Bunker, A., Wildenhain, J., Vandenbergh, A., Henschke, N., Rocklov, J., Hajat, S., & Sauerborn, R. (2016). Effects of Air Temperature on Climate-Sensitive Mortality and Morbidity Outcomes in the Elderly; a Systematic Review and Meta-analysis of Epidemiological Evidence. *EBioMedicine, 128*, 258-268.

Busch, J. F. (1992). A tale of two populations: thermal comfort in air-conditioned and naturally ventilated offices in Thailand. *Energy and Buildings, 18*(3-4), 235-249.

Butera, M. F., Adhikari, R., & Aste, N. (2014). *Sustainable Building Design for Tropical climates: Principles and Applications for Eastern Africa* Nairobi: UNON,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Publishing Services Section.

Cândido, C., de Dear, R., Lamberto, R., & Bittencort, L. (2008). *Natural ventilation and thermal comfort: air movement acceptability inside naturally ventilated buildings in Brazilian hot humid zone.* Paper presented at the Air Conditioning and the Low Carbon Cooling Challenge, Cumberland Lodge, Winsor, UK, 27-29 July 2008, London.

Cannon, B., & Nedergaard, J. (2004). Brown Adipose Tissue: Function and Physiological Significance. *Physiological Reviews, 84*, 277-359.

Cena, K., Spotila, J. R., & Avery, H. W. (1986). Thermal comfort of the elderly is affected by clothing, activity, and psychological adjustment *Transactions of the American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers (ASHRAE), 96*(2a), 329-342.

Center for the Built Environment (CBE). (2019). CBE Thermal Comfort Tool: ASHRAE-55. Retrieved Feb 4, 2019, from CBE https://comfort.cbe.berkeley.edu

Cheong, K. W. D., Djunaedy, E., Chu, Y. L., Tham, K. W., Sekhar, S. C., Wong, N. H., & Ullah, M. B. (2003). Thermal comfort study of an air-conditioned lecture theatre in the tropics. *Building and Environment, 38*, 63-73. doi:10.1016/S0360-1323(02)00020-3

Cheong, K. W. D., Sekhar, S. C., K.W., T., & Djunaedy, E. (1999). *Airflow pattern in air-conditioned seminar room.* Paper presented at the The 8th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Edinburgh, Scotland.

Chindapol, S. (2016). *Thermal Comfort and Heat Stress of the Elderly in Hot-Humid Summer in Thailand.* (Doctoral Dissertation), University of New South Wales, Australia.

Chyee Toe, D. H., & Kubota, T. (2013). Development of an adaptive thermal comfort equation for naturally ventilated buildings in hot-humid climates using ASHRAE RP-884 database. *Frontiers of Architectural Research, 2*(3), 278-291.

Collin, C., Wade, D. T., Davies, S., & Horne, V. (1988). The Barthel ADL Index: a reliability study. *Int Disabil Stud, 10*(2), 61-63.

Collings, K. J., & Hoinville, E. (1980). Temperature requirements in old age. *Builiding Services Engineering Research and Technology, 1*(4), 165-172.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cradle Consulting Thailand (Producer). (2020). CFD Solutions: scSTREAM. Retrieved from https://www.cradle.co.th/index.php/product/software-cradle/scstream?gclid=CjwKCAjw74b7BRA_EiwAF8yHFGAZ2lxOHaq3e2FdsQEK5mQBB_vhXFmCl5f0yHkWKDgDQduq_N88RRoC-VYQAvD_BwE

Daanen, H. A. M., & Herweijer, J. A. (2015). Effectiveness of an indoor preparation program to increase thermal resilience in elderly for heat waves. *Building and Environment, 83*, 115-119. doi:10.1016/j.buildenv.2014.04.010

Damiati, S. A., Zaki, S. A., Rijal, H. B., & Wonorahardjo, S. (2016). Field study on adaptive thermal comfort in office buildings in Malaysia, Indonesia, Singapore, and Japan during hot and humid season. *Building and Environment, 109*, 208-223.

de Dear, R. (2011). *Recent Enhancements to the Adaptive Comfort Standard in ASHRAE 55-2010.* Paper presented at the 45th Conference of the Architectural Science Association, The University of Sydney.

de Dear, R., & Brager, G. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revision to ASHRAE Standard 55. *Energy and Buildings, 34*(6), 549-561.

de Dear, R., Leow, K. G., & Foo, S. C. (1991). Thermal comfort in the humid tropics: Field experiments in air conditioned and naturally ventilated buildings in Singapore. *International Journal of Biometeorology, 34*(4), 259-265.

de Dear, R. J., & Brager, G. S. (1998). Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. *ASHRAE Transactions, 104*, 145-167.

Drubach, L. A., Palmer, E. L., Connolly, L. P., Baker, A., Zurakowski, D., & Cypess, A. M. (2011). Pediatric brown adipose tissue: detection, epidemiology, and differences from adults. *The Journal of Pediatrics, 159*(6), 939-944.

DuBois, D., & DuBois, E. F. (1916). Clinical calorimetry tenth paper: A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Archives of Internal Medicine, 17*, 863-871. doi:10.1001/archinte.1916.00080130010002

Dutt, A. J., de Dear, R., & Krishnan, P. (1992). Full scale and model investigation of natural ventilation and thermal comfort in a building. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 44*(1-3), 2599-2609.

Ebersole, P., & Hess, P. (2008). *Toward Healthy Aging: Human Needs and Nursing Response* (5th ed.). Saint Louis: Mosby.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Eglitis-media. (2019). Body size by country. Retrieved November 7, 2019, from World Data https://www.worlddata.info/average-bodyheight.php

Fang, Z., Zhang, S., Cheng, Y., Fong, A. M. L., Oladokum, M. O., & Z., L. (2018). Field study on adaptive thermal comfort in typical air-conditioned classroom. *Building and Environment, 133*, 73-82. doi:10.1016/j.buildenv.2018.02.005

Fanger, P. O. (1972). *Thermal Comfort Analysis and Applications in Environment Engineering*. United States: McGraw-Hill Book.

Fanger, P. O. (1973). Assessment of man's thermal comfort in practice. *British Journal of Industrial Medicine,, 30*, 313-324.

Fanger, P. O., Ipsen, M. B., Langkilde, B., Olesen, B. W., Christensen, N. K., & Tanabe, S. (1985). Comfort Limits for Asymmetric Thermal Radiation. *Energy and Buildings, 8*(3), 225-236.

Fanger, P. O., Melikov, A. K., Hansawa, H., & Ring, J. (1988). Air Turbulence and Sensation of Draught. *Energy and Buildings, 12*(1), 21-39.

Fanger, P. O., & Toftum, J. (2002). Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. *Energy and Buildings, 34*(6), 533-536.

Feriadi, H., & Wong, N. H. (2004). Thermal comfort for naturally ventilated houses in Indonesia. *Energy and Buildings, 36*(7), 614-626.

Fountain, M., Brager, G., & de Dear, R. (1996). Expectations of indoor climate control. *Energy and Buildings, 24*(3), 179-182.

Gegge, A. P., Herrington, L. P., & Winslow, C. E. A. (1937). Thermal interchanges between the human body and its atmosperic environment. *American Journal of Epidemiology, 26*(1), 84-102.

Geneva, I. I., Cuzzo, B., Fazili, T., & Javaid, W. (2019). Normal body temperature: A Systematic Review. *Open Forum Infectious Diseases, 6*(2), 1-7.

Givoni, B. (1969). *Man, Climate and Architecture*. London: Applied Science Publishers.

Givoni, B. (1992). Climatic aspects of urban design in tropical regions. *Atmospheric Environment, 26*(3), 397-406.

Gonzalez, R. R. (1979). Role of natural acclimatization (cold and heat) and temperature: Effect on health and acceptability in the built environment. In P. O. Fanger & O. Valbørn (Eds.), *Indoor Climate* (pp. 737-751). Copenhagen: Danish Building

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Research Institute.

Graja, A., & Schulz, T. J. (2015). Mechanisms of aging-related impairment of brown adipocyte development and function. *Gerontology, 61*, 211-217.

Grosdemouge, V., & Garde, F. (2016). *Passive design in tropical climates: Key strategies implemented in a French certified sustainable neighbourhood.* Paper presented at the PLEA 2016 Los Angeles - 36th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Cities, Buildings, People: Towards Regenerative Environments.

Guedes, M. C., Matias, L., & Santos, C. P. (2009). Thermal comfort Criteria and building design: Field work in Portugal. *Renewable Energy, 34*, 2357-2361. doi:10.1016/j.renene.2009.03.004

Gunga, H. (2015). Desert and Tropical Environment. In H. Gunga (Ed.), *Human Physiology in Extreme Environment* (pp. 161-213). Cambridge: Academic Press.

Han, H., Lee, J., Kim, J., Jang, C., & Jeong, H. (2014). Thermal comfort control based on a simplified Predicted Mean Vote index. *Energy Procedia, 61*, 970-974. doi:10.1016/j.egypro.2014.11.1006

Hess, J. L., & Smith, A. M. O. (1966). *Calculation of Potential Flow about Arbitrary Bodies*: Pergamon Press.

Hoof, J. V. (2008). Forty years of Fanger's model of thermal comfort: comfort for all? *Indoor Air, 18*, 182-201.

Hoof, J. V., & Hensen, J. (2006). Thermal comfort and older adults. *Gerontechnology, 4*(4), 223-228.

Hoof, J. V., Kort, H. S. M., Hensen, J., & Duijnstee, M. S. H. (2010). Thermal comfort and the integrated design of homes for older people with dementia. *Building and Environment, 45*(2), 358-370.

Humphreys, M. A., & Nicol, J. F. (1998). Understanding the Adaptive Approach to Thermal Comfort. *ASHRAE Transactions: Symposia, 104*(1), 991-1004.

Humphreys, M. A., & Nicol, J. F. (2002). The validity of ISO – PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. *Energy and Buildings, 34*, 667-684.

Hwang, R. L., & Chen, C. P. (2010). Field study on behaviors and adaptation of elderly people and their thermal comfort requirements in residential environments.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Indoor Air, 20, 235-245. doi:10.1111/j.1600-0668.2010.00649.x.

Inkarojrit, V., Sirirachata, V., & Sinanant, K. (2008). *Exploring the Variation of the Desired Thermal Sensation in Tropical Climate: A Pilot Study.* Paper presented at the PLEA 2008 - The 25rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, 22-24 October 2008, Dublin, Ireland.

Institute for Population and Social Research. (2014). The Population Aging in Thailand. In Pramote Prasartkul and others (Ed.), *Situation of the Thai elderly 2014*. Bangkok: Amarin Printing and Publishing.

ISO. (2005). *ISO 7730: Ergonomics of the Thermal Environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Geneva: International Organization of Standardization.

Jensen, S. T. J. (2009). Urban, suburban or rural? Understanding preferences for the residential environment. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability, 13*(2), 213-235.

Karyono, T. H. (2000). Report on thermal comfort and building energy studies in Jakarta-Indonesia. *Building and Environment, 35*(1), 77-90.

Khedari, J., Yantraipat, N., Pratintong, N., & Hirunlabh, J. (2000). Thailand ventilation comfort chart. *Energy and Buildings, 32*(3), 245-249.

Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A., & Szokolay, S. V. (1973). *Manual of Tropical Housing and Building: Climatic Design*. India: Orient Longman.

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift, 15*, 259-263. doi:10.1127/0941-2948/2006/0130

Krzysztof, C., & de Dear, R. (2001). Thermal comfort and behavioral strategies in office buildings located in a hot-arid climate. *Journal of Thermal Biology, 55*(4-5), 409-414.

Kubota, T., Zakaria, M. A., Seiji, A., & Chyee Toe, D. H. (2016). Thermal functions of internal courtyards in traditional Chinese shop houses in the hot-humid climate of Malaysia. *Building and Environment, 112*, 115-131.

Lamrhari, E. H. D., & Benhamou, B. (2018). Thermal behavior and energy saving analysis

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

of a flat with different energy efficiency measures in six climates. *Building Simulation, 11*, 1123-1144.

Lau, S. S. Y., Zhang, J., & Tao, Y. (2019). A comparative study of thermal comfort in learning spaces using three different ventilation strategies on a tropical university campus. *Building and Environment, 148*, 579-599. doi:10.1016/j.buildenv.2018.11.032

Lee, P., Swarbrick, M. M., & Ho, K. K. Y. (2013). Brown adipose tissue in adult humans: A metabolic renaissance. *Energy Policy, 84*(204-212).

Lewis, A. (2015). Designing for an imagined user: Provision for thermal comfort in energy-efficient extra-care housing. *Energy Policy, 84*, 204-212.

Li, Z., Chen, H., Lin, B., & Zhu, Y. (2018). Fast bidirectional building performance optimization at the early design stage. *Building Simulation, 11*, 647-661. doi:10.1007/s12273-018-0432-1

Lim, J. H., & Yun, G. Y. (2017). Cooling energy implications of occupant factor in buildings under climate change. *Sustainability, 9*(2039), 1-12.

Mahaketa, C. (2013). The update of brown adipose tissue in adult human: Possible target to battle obesity? *Royal Thai Army Medical Journal, 66*(2), 83-91.

Maiti, R. (2014). PMV model is insufficient to capture subjective thermal response from Indians. *International Journal of Industrial Ergonomics, 44*(3), 349-361.

Malkawi, A., Yan, B., Chen, Y., & Tong, Z. (2016). Predicting thermal and energy performance of mixed-mode ventilation using an integrated simulation approach. *Building Simulation, 9*, 335-344. doi:10.1007/s12273-016-0271-x

McCartney, K., & Nicol, J. F. (2002). Developing an adaptive control algorithm for Europe. *Energy and Buildings, 34*(6), 623-635. doi:10.1016/S0378-7788(02)00013-0

Mendes, A., Pereira, C., Mendes, D., Aguiar, L., Neves, P., Silva, S., . . . Teixeira, P. J. (2013). Indoor air quality and thermal comfort-results of a pilot study in elderly care centers in Portugal. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 76*, 333-344.

Mishra, A., Loomans, M. G. L. C., & Hensen, J. L. M. (2016). Thermal comfort of heterogeneous and dynamic indoor conditions – An overview. *Building and*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Environment, 109, 82-100.

Mishra, A., & Ramgopal, M. (2013). Field studies on human thermal comfort – An overview. *Building and Environment, 64*, 94-106.

Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings, 34*(6), 45-59.

Nicol, J. F., Humphreys, M. A., Sykes, O., & Roaf, S. (1995). *Standards for Thermal Comfort: Indoor air temperature standards for the 21st century* (1st ed.). Oxford: Taylor & Francis.

Nicol, J. F., & Raja, I. A. (1999). Climatic variations in comfort temperature: the Pakistan projects. *Energy and Buildings, 30*, 261-279.

Ninomura, P., & Cohen, M. H. (1999). IAQ in Nursing Homes. *ASHRAE Journal*, 34-38.

Nursing Home Standards Workgroup. (2014). *Enhanced Nursing Home Standards*. Singapore: Nursing Home Standards Workgroup.

Ogoli, D. W. (2007). *Thermal Comfort in a Naturally-Ventilated Educational Building.* Paper presented at the ARCC Spring Research Conference, Eugene, Oregon, April 16-18, 2007, Oregon.

Olesen, B. W. (1982). Thermal comfort. In B. Kjaer (Ed.), *Technical Review*.

Olgyay, V. (1963). *Design with Climate Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism* (1st ed.). New Jersey: Princeton University Press.

Ormandy, D., & Ezratty, V. (2012). Health and thermal comfort: From WHO guidance to housing strategies. *Energy Policy, 49*, 116-121.

Park, D., & Battaglia, F. (2015). Effect of heat loads and ambient conditions on thermal comfort for single-sided ventilation. *Building Simulation, 8*, 167-178. doi:10.1007/s12273-014-0200-9

Ransiraksa, P. (2006). *Thermal comfort in Bangkok residential buildings, Thailand.* Paper presented at the PLEA 2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, 6-8 September 2006, Geneva, Switzerland.

Rattanongphisat, W., & Rordprapat, W. (2014). Strategy for energy efficient buildings in tropical climate. *Energy Procedia, 52*, 10-17.

Rohles, F. H., & Johnson, M. A. (1972). Thermal comfort in the elderly. *ASHRAE Transactions, 78*(1), 131-137.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research, 2*, 49-60.

Saito, M., Okamatsu-Ogura, Y., Matsushita, M., Watanabe, K., Yoneshiro, T., Nio-Kobayashi, J., . . . Tsjisaki, M. (2009). High incidence of metabolically active brown adipose tissue in healthy adult humans: effects of cold exposure and adiposity. *Diabetes, 58*(7), 1526-1531.

Samiuddin, S., & Budaiwi, I. M. (2018). Assessment of thermal comfort in high-occupancy spaces with relevance to air distribution schemes: A case study of mosques. *Building Services Engineering Research and Technology, 39*, 572-589. doi:10.1177/0143624418764769

Schellen, L., Lichtenbelt, W. D. V. M., Loomans, M. G. L. C., Toftum, J., & De Wit, M. H. (2010). Differences between young adults and elderly in thermal comfort, productivity, and thermal physiology in response to moderate temperature drift and a steady-state condition. *Indoor Air, 20*, 273-283.

Schosserer, M., Grillari, J., & Wolfrum, C. (2018). Age-Induced Changes in White, Brite, and Brown Adipose Depots: A Mini-Review. *Gerontology, 64*, 229-236.

Spentzou, E., Cool, M. J., & Emmitt, S. (2018). Natural ventilation strategies for indoor thermal comfort in Mediterranean apartments. *Building Simulation, 11*, 175-191. doi:10.1007/s12273-017-0380-1

St-Onge, M. P., & Gallagher, D. (2010). Body composition changes with aging: The cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition, 26*(2), 152-155.

Stamou, A., Katsiris, I., Politis, M., & Schaelin, A. (2008). pplying a CFD Model to Evaluate Thermal Comfort in The MPC Amphitheatre of the Olympic Games "Athens 2004". *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics, 2*(1), 41-50.

Tartarini, F. (2017). *Impact of temperature and indoor environmental quality in nursing homes on thermal comfort of occupants and agitation of residents with dementia.* (Doctor of Philosphy thesis), University of Wollongong,

Toe, D. H. C., & Kubota, T. (2013). Development of an adaptive thermal comfort equation for natural ventilate buildings in hot-humid climates using ASHRAE RP-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

884 database. *Frontiers of Architectural Research, 2*, 278-291. doi:10.1016/j.foar.2013.06.003.

Tsuzuki, K., & Iwata, K. (2002). *Thermal comfort and Thermoregulation for elderly people taking light exercise.* Paper presented at the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, 30 June - 5 July, 2002, Monterey, CA, USA.

University of California, & Hirsch, J. J. (2008). *Overview of DOE-2.2*. Berkeley: University of California.

Wang, Y., Groot, R. D., Frank, B., Wörtche, H., & Leemans, R. (2016). Thermal comfort in urban green spaces: a survey on a Dutch university campus. *International Journal of Biometeorology, 61*, 87-101.

Wu, H. (1988). *The Potential Use & Application of Oscillating Fans in Extending Summer Comfort Envelope*. Arizona: Environmental Testing Laboratory, Arizona State University, Tempe.

Xerciety (Producer). (2019). TDEE และ BMR. Retrieved from https://xerciety.com/weight-stuck-2/

Yamane, T. (1967). *Elementry sampling theory* (1st Ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Yang, J., Nam, I., & Sohn, J. R. (2016). The influence of seasonal characteristics in elderly thermal comfort in Korea. *Energy and Buildings, 128*, 583-591.

Yang, L., Haiyan, Y., & Joseph, C. L. (2014). Thermal comfort and building energy consumption implications – A review. *Applied Energy, 115*, 164-173.

Yang, S., & Lin, T. (2016). An integrated outdoor space design procedure to relieve heat stress in hot and humid regions. *Building and Environment, 99*, 149-160.

Yao, R., Li, B., & Liu, J. (2009). A theoretical adaptive model of thermal comfort – Adaptive Predicted Mean Vote (aPMV). *Building and Environment, 44*, 2089-2096.

Yildiz, Y., & Arsan, Z. D. (2011). Identification of the building parameters that influence heating and cooling energy loads for apartment buildings in hot-humid climates. *Energy, 36*, 4287-4296. doi:10.1016/j.energy.2011.04.013

Yimprayoon, C. (2016). Review article: zero energy building. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies, 2*, 1-30.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Zuazua-Ros, A., Martín-Gómez, C., Bermeji-Busto, J., Vidaurre-Arbizu, M., Baquero, E., & Miranda, R. (2016). Thermal energy performance in working-spaces from biomorphic models: The tuna case in an office building. *Building Simulation, 9*, 347-357. doi:10.1007/s12273-016-0273-8

เฉลิมพล แจ่มจันทร์. (2555). ข้อพิจารณามโนทัศน์ใหม่ของ “นิยามผู้สูงอายุ” และ “อายุเกษียณ” ในประเทศไทย. วารสารประชากร, *1*, 131-149.

กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2560). แนวทางการดำเนินงาน ปี 2561 ของหน่วยงานในสังกัด พม. Retrieved 4 ตุลาคม 2560, from กรมกิจการผู้สูงอายุ http://www.roiet.m-society.go.th/?wpfb_dl=53

กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2561a). รายชื่อ ศพอส. Retrieved 15 ธันวาคม 2561, from กรมกิจการผู้สูงอายุ http://www.dop.go.th/th/formdownload/7/809

กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2561b). สถิติผู้สูงอายุของประเทศไทย 77 จังหวัด ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2561. Retrieved 7 กุมภาพันธ์ 2563, from กรมกิจการผู้สูงอายุ http://www.dop.go.th/download/knowledge/th1550973505-153_0.pdf.

กรมกิจการผู้สูงอายุ. (ม.ป.ป.). คู่มือระบบดูแลและคุ้มครองพิทักษ์สิทธิผู้สูงอายุในระดับพื้นที่. Retrieved 1 กุมภาพันธ์ 2562, from กรมกิจการผู้สูงอายุ http://www.dop.go.th/download/knowledge/th1561080125-196_0.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2559). การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน (*Passive Design for Buildings)*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2561). สถิติภูมิอากาศ พิษณุโลก. Retrieved from พิษณุโลก:

กรมุตุนิยมวิทยา. (2563). TMD AWS. Retrieved 2 มกราคม 2563, from กรมอุตุนิยมวิทยา http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/main/index.asp

กฤติณ อัศววิชัย, อภิรัฐ เนติพงศ์ไพโรจน์ และ อรรจน์ เศรษฐบุตร,. (2558). สภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย. Paper presented at the การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53, กรุงเทพมหานคร.

กฤษฎา อินทรสถิตย์. (2547). สภาวะความสบายจากการใช้พัดลมโคจรกระจายความเย็น เพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ กรณีศึกษา อาคารเรียนรวม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย. (2559). ผลกระทบต่อสุขภาพจากความร้อนสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข. กรุงเทพมหานคร: โครงการผลิตสื่อและมัลติมีเดีย สมาคมส่งเสริม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

กิจชัย จิตขจรวานิช. (2544). แนวคิดใหม่เกี่ยวกับการศึกษาวิจัยเรื่องสภาวะน่าสบาย. หน้าจั่ว, *18*, 175-181.

กิจชัย จิตขจรวานิช. (2550). สภาวะน่าสบายและการปรับตัวเพื่ออยู่สบายของคนในท้องถิ่น. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชนิกานต์ ยิ้มประยูร. (2558). แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารสำหรับประเทศไทย. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, *64*, 47-62.

ณัฐภัทร ดีทองอ่อน, และ กูสกานา กูบาฮา. (2555). อุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยของผนังกับความสบายเชิงอุณหภาพ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ณิชา สมหล่อ. (2557). การดูแลผู้ป่วยโรคอ้วนในเวชปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: หน่วยโภชนาการคลินิก ฝ่ายอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.

ตรึงใจ บูรณสมภพ. (2539). การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพมหานคร: กองทุนเพื่อส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน.

ทิพย์คนึง กุลลาวัณย์. (2553). สาระสำคัญด้านสภาวะน่าสบายที่ส่งเสริมการใช้อาคารศูนย์กีฬาในเขตกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2557). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย *SPSS* และ *AMOS*. กรุงเทพมหานคร: บิสซิเนสอาร์แอนด์ด.

บุญชม ศรีสะอาด. (2535). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ประชาสัมพันธ์กรมสุขภาพจิต (Producer). (2560, 1 พฤษภาคม 2560). ข่าวแจกกรมสุขภาพจิต. Retrieved from http://www.prdmh.com/

ภัทรนันท์ ทักขนนท์. (2548). สภาวะน่าสบาย: พื้นฐานและแบบจำลองสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. หน้าจั่ว, *21*, 133-146.

รุ่งนิรันดร์ ประดิษฐ์สุวรรณ. (2553). ผู้สูงอายุกับการดูแลสุขภาพในหน้าหนาว. Retrieved 2 พฤษภาคม 2563, from คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล https://www.si.mahidol.ac.th/Th/healthdetail.asp?aid=785#

วรรธนะ ชลายนเดชะ. (2550). พลังงานกับกิจกรรมทางกาย. หมอชาวบ้าน, *344*.

วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์. (2542). การศึกษาการเพิ่มขอบเขตสภาวะน่าสบายในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น. (วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

วิชัย เอกพลากร, หทัยชนก พรรคเจริญ, กนิษฐา ไทยกล้า, และ วราภรณ์ เสถียรนพเก้า. (2557). การ

สำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายครั้งที่ *5* พ.ศ. *2557*. นนทบุรี: สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส).

ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. (2559). ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและประเทศไทย. Retrieved 4 พฤษภาคม 2560 http://climate.tmd.go.th/content/category/11

สรชัย ศรีสุมะ. (2551). สรีรวิทยาของการควบคุมอุณหภูมิกาย (Thermoregulatory Physiology) Retrieved 5 พฤษภาคม 2559 http://www.ps.si.mahidol.ac.th/courseware/storeresources/51SS_TempPhysiol%20[Compatibility%20Mode].pdf

สฤกกา พงษ์สุวรรณ. (2553). แนวทางการใช้ฉนวนเชิงบูรณาการสำหรับอาคารในภูมิภาคร้อนชื้น. (วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2560). พระราชบัญญัติ ประกันสังคม พ.ศ. 2533. http://web.krisdika.go.th/data/law/law2/%BB11/%BB11-20-9999-update.pdf

สุดาภรณ์ สุดประเสริฐ. (2559). การสำรวจสภาวะน่าสบายเชิงความร้อนของนักศึกษาในห้องไม่ปรับอากาศ. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, *15*(2), 147-160.

สุธิมนต์ กุ้ยรัตน์. (2560). การศึกษาสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพของกลุ่มคนในโรงงานสิ่งทอ. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,

สุนทร บุญญาธิการ. (2542). เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรัตน์ อัตถจริยกุล. (2550). ความรู้สึกสบายเชิงความร้อนสำหรับการปรับอากาศในประเทศไทย. วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, *34*, 141-150.

อรรจน์ เศรษฐบุตร. (2547). สภาวะน่าสบาย. In สร้างสรรค์ อาคารสบาย. กรุงเทพมหานคร: สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก แบบสอบถาม

Participant No ☐☐☐ Data No☐☐☐☐

Part 1: Indoor and outdoor environment (สำหรับผู้วิจัยบันทึกข้อมูล)

1	Date……		
2	Times……		
3	Season		
	Hot season ☐	Rainy season ☐	Cold season ☐
4	Surveyed room name……		

5	Outdoor environment (using data from the Thai Meteorological Department)
	Outdoor air temperature [°C] ……
	Outdoor Relative humidity [%] ……
	Outdoor Air velocity [m/s]……
	Others……

6	Indoor environment (using data from measurement)
	Air temperature [°C]……
	Mean radiant temperature [°C] ……
	Relative humidity [%] ……
	Air velocity [m/s]……

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

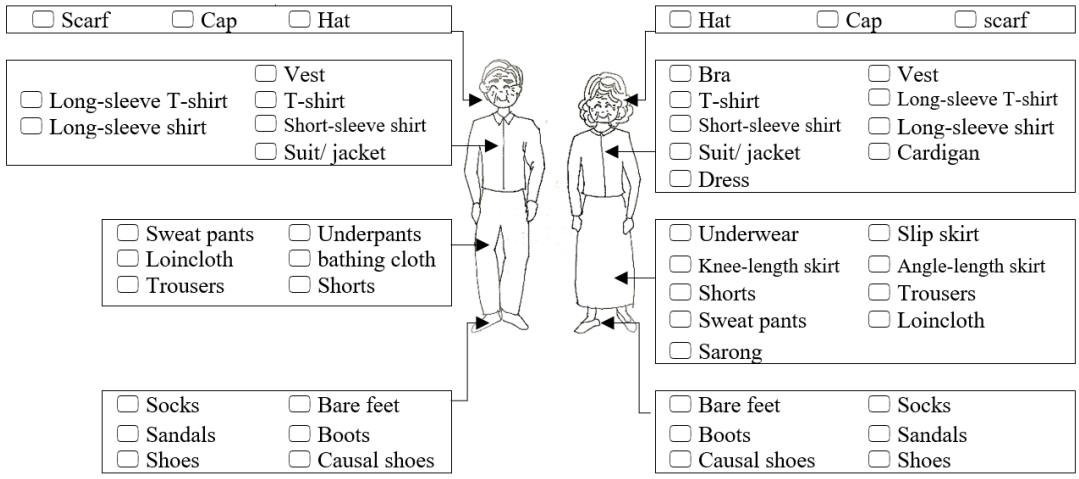
7	Surveyed point in the room……
8	Drawing surveyed point in the room in brief.

Part 2: Demographic data (ผู้วิจัยช่วยกรอกข้อมูลให้)

1	Age [year]……		
2	Weight [kg]……		
3	Height [cm]……		
4	Gender:	Male ☐	Female ☐
5	Occupant's Activity Level (Tick the one that is most suitable)		
Seat quiet / writing/ Reading seated 1.0 met ☐		Typing 1.1 met ☐	
Filling, seated/ Standing, relaxed 1.2 met ☐		Filling, standing 1.4 met ☐	

Part 3: Clothing insulation of the subjects (ผู้วิจัยช่วยกรอกข้อมูลให้)

1	Total clothing insulation value [clo]……



Note……

Part 4: Thermal sensation

4.1 ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ

1	คุณรู้สึกอย่างไรกับอุณหภูมิในห้องในขณะนี้?					
หนาว ☐	เย็น ☐	ค่อนข้างเย็น ☐	พอดี ☐	ค่อนข้างอุ่น ☐	อุ่น ☐	ร้อน ☐
2	คุณรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับความชื้นในห้องในขณะนี้?					
แห้งมาก ☐	แห้ง ☐	ค่อนข้างแห้ง ☐	พอดี ☐	ค่อนข้างชื้น ☐	ชื้น ☐	ชื้นมาก ☐
3	คุณรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับลมในห้องในขณะนี้?					
ลมเบามาก ☐	ลมเบา ☐	ลมค่อนข้างเบา ☐	พอดี ☐	ลมค่อนข้างแรง ☐	ลมแรง ☐	ลมแรงมาก ☐

4.2 ความรู้สึกโดยรวม

1	ตอนนี้โดยรวมคุณรู้สึกสบายไหม?				
ไม่สบายมาก ☐	ไม่สบายปานกลาง ☐	ไม่สบายเล็กน้อย ☐	สบายเล็กน้อย ☐	สบายปานกลาง ☐	สบายมาก ☐
2	คุณรู้สึกอย่างไรกับการมีเหงื่อที่ผิวหนังในเวลานี้?				
ไม่มีเหงื่อ ☐	มีเหงื่อเล็กน้อย ☐	มีเหงื่อปานกลาง ☐	มีเหงื่อมาก ☐		
3	คุณยอมรับกับสภาพอากาศในห้องขณะนี้หรือไม่?				
ยอมรับ ☐	ไม่ยอมรับ ☐				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3 ความต้องการปรับสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ

1	คุณต้องการปรับความร้อนแบบใด?			
ให้ร้อนขึ้นมาก ☐	ให้ร้อนขึ้นเล็กน้อย ☐	ไม่ต้องการปรับเปลี่ยน ☐	ให้เย็นลงเล็กน้อย ☐	ให้เย็นลงมาก ☐
2	คุณต้องการปรับความชื้นแบบใด?			
ให้ชื้นขึ้นมาก ☐	ให้ชื้นขึ้นเล็กน้อย ☐	ไม่ต้องปรับเปลี่ยน ☐	ให้แห้งลงเล็กน้อย ☐	ให้แห้งลงมาก ☐
3	คุณต้องการปรับลมแบบใด?			
ให้ลมแรงขึ้นมาก ☐	ให้ลมแรงขึ้นเล็กน้อย ☐	ไม่ต้องการปรับเปลี่ยน ☐	ให้ลมเบาลงเล็กน้อย ☐	ให้ลมเบาลงมาก ☐

4.4 อื่นๆ (ถ้ามี) .....

ภาคผนวก ข. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

1. ข้อมูลจากสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องด้านแนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ

ก่อนที่จะได้สร้างเป็นมาตรฐาน ในขั้นตอนแรกได้วิเคราะห์แนวทางขึ้นเพื่อนำไปสอบถามผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหากเห็นด้วยจะได้ถูกยกระดับเป็นมาตรฐานเพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญซึ่งหากผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยก็จะสามารถนำมาตรฐานไปใช้ให้เหมาะสมได้ในต่อไป

เพื่อวิเคราะห์แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้สูงอายุให้ตรงตามความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง การศึกษาจึงได้รวบรวมจากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุเชิงลึก (In-depth interviews) อย่างไม่เป็นทางการ (Informal Interviews) ขณะทำการเก็บข้อมูลทั้งในศูนย์ผู้สูงอายุและในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาการวิเคราะห์ เมื่อได้แนวทางในการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายให้กับศูนย์ผู้สูงอายุ แนวทางนี้ได้ถูกนำไปเสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (ได้แก่ ผู้บริหาร ผู้ดูแลผู้สูงอายุ สถาปนิก/วิศวกร) เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งาน โดยใช้วิธีสัมภาษณ์ ผลที่ได้จากการสัมภาษณ์จะได้ถูกใช้เป็นมาตรฐาน ซึ่งหากมีส่วนข้อคิดเห็นเพิ่มเติม ข้อคิดเห็นจะถูกจัดให้เป็นข้อควรคำนึงถึงในแนบท้ายมาตรฐาน ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินทั้งมาตรฐานและข้อควรคำนึงถึง ว่าสามารถนำไปใช้กับศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ ในประเทศไทยได้หรือไม่ ส่วนนี้จึงได้อธิบายผลการสัมภาษณ์ดังนี้

1.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษานี้ได้ทำการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุทั้งที่เข้าร่วมกิจกรรมในศูนย์และผู้เข้าสู่การทดสอบในห้องปฏิบัติการเป็นจำนวนทั้งสิ้น 11 ท่าน มีประเด็นดังต่อไปนี้

ข้อมูลจากผู้สูงอายุ: ข้อกังวลของผู้สูงอายุ

จากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายทำให้ผู้สูงอายุมีความกังวลด้านสุขภาพด้านโรคประจำตัวเป็นกังวลต่อกลุ่มผู้สูงอายุด้วยกันที่ขาดคนดูแลและอยู่ตามลำพัง กลัวการหกล้ม เป็นลม เป็นผลให้การมีข้อคิดเห็นด้านการตำแหน่งของศูนย์ผู้สูงอายุ คือ ควรอยู่ในชุมชนใกล้บ้าน ย่านที่อยู่อาศัย หากเป็นไปได้ก็อยากให้มีการจัดรถไว้บริการเพื่อมาใช้บริการที่ศูนย์ผู้สูงอายุ ต้องการการบังแดดฝนด้วยหลังคาคลุมทางเดิน และราวจับบริเวณทางเดิน แต่ผู้สูงอายุไม่ต้องการให้มีราวจับที่นำความร้อนได้ดีเพราะเป็นข้อกังวลในการจับยึด ไม่ต้องการพื้นที่สะท้อนโดยเฉพาะบริเวณบันได และไม่ต้องการทางลาดโค้งเพราะรู้สึกว่าไม่ปลอดภัยซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการทรงตัว โดยข้อกังวลของผู้สูงอายุมีรายละอียดดังต่อไปนี้

ผู้สูงอายุกล่าวว่า “กังวลเรื่องโรคประจำตัว แต่เมื่อออกมารวมกลุ่มกันก็จะสบายใจกว่า และอยากให้มีสถานที่ที่เอื้ออำนวยด้วย” (ผู้สูงอายุ 1, สัมภาษณ์, 2561)

“เห็นว่าผู้สูงอายุบางคนอยู่บ้านคนเดียวขาดคนดูแล โดยเฉพาะในตอนกลางวันอยากให้ผู้สูงอายุเหล่านั้นออกจากบ้านมาทำกิจกรรมด้วยกันได้ ถ้ามาเองไม่ได้ก็อยากให้ช่วยหารถไว้บริการ ” (ผู้สูงอายุ 2, สัมภาษณ์, 2561)

“การเดินทางทำได้ยาก ผู้สูงอายุบางคนก็ไม่มีคนไปรับส่ง อยากให้มีศูนย์ผู้สูงอายุไว้ในชุมชนใกล้ๆ บ้านจะดีกว่าที่ต้องเดินทางไปไกล ๆ” (ผู้สูงอายุ 3, สัมภาษณ์, 2561)

“ตอนนี้เริ่มรู้ตัวว่าจะเดินช้าลง เดินกลางแดดก็ไม่ค่อยได้เพราะกลัวเป็นลม ถ้ามีร่มเงาให้ไม่ร้อนเกินไปก็จะดี อยากให้ทำหลังคาคลุมทางเดินให้เพราะมันก็จะได้กันฝนให้ด้วย ” (ผู้สูงอายุ 6, สัมภาษณ์, 2561)

“ทางเดินในอาคารไม่ต้องติดแอร์ก็ใช้งานได้ขอเพียงให้มีลมผ่านมีที่นั่งพักบ้างอาจไม่ต้องมากซัก 50 – 60 เมตร มีทีก็ยังไหว ใช้วิธียืนหยุดพักได้ เพราะถ้านั่งแล้วเดี๋ยวลุกยาก แต่ทางเดินต้องสว่างๆ แล้วก็ต้องมีที่ยึดจับบ้าง กลัวล้ม” (ผู้สูงอายุ 4, สัมภาษณ์, 2561)

“ทางเดินลาดโค้งๆ นี่ไม่ชอบเลย รู้สึกว่ามันเดินยาก อย่างง่ายๆ เวลาที่นั่งรถบนทางลาดที่วน เพื่อหาที่จอดรถตอน ไปกับลูกแค่นั่งเฉยๆ ก็รู้สึกไม่ชอบแล้ว รู้สึกไม่ปลอดภัย เวียนหัว ” (ผู้สูงอายุ 11, สัมภาษณ์, 2561)

“เวลาขึ้นลงบันได บางครั้งพื้นมันสะท้อน ก็ไม่รู้ว่าอันไหนเป็นขั้นบันไดได้เหมือนกัน กลัวลื่นไม่ค่อยมั่นใจ” (ผู้สูงอายุ 1, สัมภาษณ์, 2561)

ข้อมูลจากผู้สูงอายุ: แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ

แนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษาในความคิดเห็นของผู้สูงอายุจากการสัมภาษณ์ มีหลายประเด็น ผู้สูงอายุต้องการพื้นที่สีเขียว มีดอกไม้ เพราะรู้สึกผ่อนคลาย สนุก สบายใจ มีความต้องการ ทางเดินแบบมีหลังคาคลุม พื้นที่มีหลังคาคลุมกันฝนกันแดดก่อนเข้าอาคาร พื้นที่โถงที่โล่งมีหลังคาคลุมเชื่อมต่อห้องศูนย์ผู้สูงอายุ หรืออาจกล่าวได้ว่ามีความต้องการพื้นที่เปลี่ยนผ่าน นอกจากนี้ผู้สูงอายุยังได้กล่าวถึงว่าในอดีตบ้านที่มีพื้นที่เปลี่ยนผ่านก็เป็นลักษณะหนึ่งที่พบเห็นทั่วไปในพื้นที่กรณีศึกษา และผู้สูงอายุเองก็รู้สึกว่ามันช่วยให้อยู่สบายได้ นอกจากนี้ผู้สูงอายุให้ข้อเสนอแนะว่าไม่จำเป็นต้องปรับอากาศในช่วงเวลาตอนเช้าเพราะว่าอากาศสบายและโดยปกติการใช้ชีวิตก็ไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาดังกล่าว และยังชี้ให้เห็นว่าในพื้นที่มีการใช้งานน้อยให้ใช้อุปกรณ์ปรับความน่าสบายเฉพาะบุคคลก็ได้ ส่วนในการใช้อุปกรณ์ควบคุมนั้น ผู้สูงอายุมี

ความต้องการสวิทช์ที่มองเห็นได้ง่าย ชัดเจน เอื้อมถึง ไม่อยากใช้แบบมือหมุนแต่ใช้แบบปุ่มกดจะสะดวกกว่า ส่วนเทอโมสแตทก็ต้องมีความชัดเจนปุ่มกดใหญ่เบาแรง มีสัญลักษณ์ที่ชัดเจน สิ่งเหล่านี้ได้ถูกอธิบายโดยคำสัมภาษณ์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผู้สูงอายุกล่าวว่า “อยากให้บริเวณศูนย์มีต้นไม่เยอะๆ ร่มรื่น เห็นสีเขียวๆ แล้วรู้สึกสบายใจ” (ผู้สูงอายุ 3, สัมภาษณ์, 2561)

“ศูนย์ผู้สูงอายุในตอนเช้าไม่ต้องเปิดแอร์ก็ได้เพราะอยู่บ้านก็จะไม่เปิดแอร์อยู่แล้ว ไม่แตกต่างอะไรเพราะอากาศตอนเช้าสบาย อยากอยู่โล่งๆ มากกว่า” (ผู้สูงอายุ 3, สัมภาษณ์, 2561)

“มีทางเดินนอกอาคารสะดวก เรียบสม่ำเสมอก็จะดี เพราะกลัวสะดุด กลัวล้ม ถ้าด้านนอกยิ่งมีต้นไม้ใบหญ้าเขียวๆ ดอกไม้สวยๆ ตอนเดินมันก็จะรู้สึกดี ผ่อนคลายดี เพราะเวลาลุ้นว่าดอกไม้จะออกเมื่อไร เหมือนช่อมะม่วงที่ออกเมื่อไรก็ได้กิน มันก็สนุกไปอีกแบบ” (ผู้สูงอายุ 6, สัมภาษณ์, 2561)

“ถ้าเป็นไปได้ก็อยากให้มีรถรับส่ง แล้วก็อยากให้มีทางเดินกันฝน กันแดด ให้ด้วยหากต้องเดินเข้ามาในศูนย์ อีกอย่างเวลาขึ้นลงอาคารมันมีที่ให้นั่งเก็บรองเท้า เตรียมตัวเข้าออกอาคารได้ก็จะดี อย่างทางเข้าด้านหลังศูนย์ที่ติดสนามเปตอง เข้า-ออกไม่ค่อยสะดวก ไม่มีที่นั่งพักนั่งถอดรองเท้าและหลังคาคลุม อยากให้มี” (ผู้สูงอายุ 5, สัมภาษณ์, 2561)

“การมีพื้นที่เป็นโถงโล่งมีแต่หลังคาก็ดีเพราะในช่วงที่กินข้าวกลางวัน (ที่ศูนย์พระองค์ขาว) บางคนอยากนั่งที่โล่งๆ ก็นั่งกินข้างนอก แต่ถ้าอยากเย็นๆ ก็เข้าไปนั่งกินข้างในได้แล้วแต่สะดวก” (ผู้สูงอายุ 2, สัมภาษณ์, 2561)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“อยากให้ทำทางลาดเข้าอาคารให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งนอกจากบันได้ แต่ทางลาดที่ตากแดดมันก็ไม่น่าใช้งานเลย ยิ่งถ้ามีราวจับเป็นสแตนเลส พอร้อนๆ นี้ไม่อยากจับกลัวมือพอง ถ้าเป็นราวในร่มนี่ก็จะกล้าจับหน่อยแต่ถ้าเปิดแอร์หนาวๆ ก็ไม่อยากจับนักต้องดูด้วย” (ผู้สูงอายุ 8, สัมภาษณ์, 2561)

“อยากได้ที่เก็บกระเป๋าแขวนกระเป๋าไว้ใกล้ๆ ตัว” (ผู้สูงอายุ 9, สัมภาษณ์, 2561)

“จริงเราประหยัดค่าไฟได้เหมือนกัน กับในที่ที่มีคนใช้งานน้อย อย่างตอนที่จะเข้ามาในอาคารตรงทางเดินก่อนเข้าห้อง เห็นยามเขาก็มีพัดลมเป็นของตัวเอง เขาก็ดูสบายได้” (ผู้สูงอายุ 10, สัมภาษณ์, 2561)

“รู้สึกว่าบ้านแบบโบราณมันไม่ค่อยร้อน เมื่อก่อนมีหน้าต่างหน้าต่างบานใหญ่ๆ แล้วมีลูกกรงกันตกไว้ พอเปิดทีลมมันผ่านตัวเลยรู้สึกสบายดี แต่ตอนนี้พอมีคนอยู่เยอะขึ้นก็เลยทำหน้าต่างให้

สูงขึ้นเพราะกลัวไม่ปลอดภัย กลายเป็นว่าลมก็ไม่เย็น นั่งเล่นนอนเล่นกับพื้นไม่ได้เหมือนเมื่อก่อน” (ผู้สูงอายุ 11, สัมภาษณ์, 2561)

“บ้านในพิษณุโลกในสมัยก่อนที่เห็นจะมีระเบียงเยอะๆ ออกไปดูคน ต้นไม้ใบหญ้าก็ง่าย แล้วชอบทำชายคายาวๆ ขนาดตึกแถวข้างบนก็ยังมีระเบียงเลย มันบังแดดได้เปิดหน้าต่างทิ้งไว้ได้รับลมได้เย็นสบาย เวลาลมมา ก็แขวนอะไรห้อยๆ เหมือนกระดิ่งไว้แต่เมื่อก่อนทำด้วยไม้ไผ่ พอมันชนกันได้ยินเสียงเพลินดี อันนี้คือสิ่งที่ชอบเลย” (ผู้สูงอายุ 4, สัมภาษณ์, 2561)

“สวิทช์ ปิด-เปิด อยากให้มองเห็นง่ายๆ บางที่ต้องหาสวิทช์อยู่นานเพราะตาก็มองไม่ค่อยเห็นแล้วก็ต้องให้เอื้อมถึงด้วย แต่ถ้าเป็นพัดลมเดี๋ยวนี้มีที่สวิทช์แบบบิด จะใช้งานไม่ค่อยสะดวกนัก อยากให้เป็นปุ่มกดจะใช้งานง่ายกว่า แต่อย่างที่บ้านตอนนี้ใช้พัดลมแบบมีจอบอกด้วยปุ่มกดก็ใช้งานง่ายถ้าเป็นแบบนี้ก็จะดีเพราะมีทั้งจอบอกแล้วก็มีปุ่มกด” (ผู้สูงอายุ 5, สัมภาษณ์, 2561)

“สวิทช์ควบคุมแอร์ต้องอยู่ที่มองเห็นได้ง่ายๆ อย่าให้สูงเกินไป ปุ่มกดก็น่าจะต้องใหญ่ๆ กดไม่ต้องหนักมือมากนักก็ขึ้นเห็นตัวเลขง่ายๆ” (ผู้สูงอายุ 9, สัมภาษณ์, 2561)

“จริงๆ เห็นว่าปุ่มกดมีแค่สัญลักษณ์ใหญ่ๆ ก็พอแล้ว ถึงจะมีข้อความก็มองไม่ค่อยเห็น” (ผู้สูงอายุ 8, สัมภาษณ์, 2561)

1.2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder)

ได้แก่ ผู้บริหาร 1 คน ผู้ดูแลผู้สูงอายุ 5 คน (พยาบาลวิชาชีพประจำศูนย์ผู้สูงอายุ 4 คน นักสังคมวิทยา 1 คน) สถาปนิก 2 คน และวิศวกร 1 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้บริหาร

ศูนย์ผู้สูงอายุในพื้นที่กรณีศึกษา เขตเทศบาลนครพิษณุโลก มีอยู่ 3 แห่ง ตามที่ได้กล่าวถึงในข้างต้น อยู่ในการกำกับดูแลของหน่วยงานราชการท้องถิ่น เทศบาลนครพิษณุโลก โดยมีนายกเทศมนตรีเทศบาลนครเป็นหัวหน้าคณะผู้บริหาร ส่วนราชการนี้ได้กระจายงานด้านผู้สูงอายุให้ผู้บริหารซึ่งมีความเชี่ยวชาญเป็นอย่างดีในการกำกับดูแล ซึ่งการศึกษานี้ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้บริหารซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุโดยตรง 1 ท่าน ในการเป็นตัวแทนให้การสัมภาษณ์ในครั้งนี้ โดยข้อมูลจากการสัมภาษณ์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อมูลจากผู้บริหาร: ด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ

นโยบายด้านการดูแลผู้สูงอายุในเขตเมืองพิษณุโลก ได้จัดเตรียมไว้หลากหลายด้าน เพื่อให้การกำกับดูแลเป็นไปได้อย่างยั่งยืนเทศบาลนครพิษณุโลกซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐที่ได้ดำเนินงานกรอบยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2559-2579) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดพิษณุโลกในเรื่องการรองรับสังคมสูงวัย จึงได้จัดทำยุทศาสตร์การพัฒนา 10 ปีสังคมสูงวัยขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนจากองค์กรความเร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น (JICA) ภายใต้โครงการเสริมสร้างความยั่งยืนของการพัฒนาเมืองในอนาคต (Sustainable Future City [SFC])

โดยผู้บริหารได้กล่าวว่า “เทศบาลนครพิษณุโลกเล็งเห็นความสำคัญเป็นอย่างมากกับการเตรียมความพร้อมสู่การเป็นสังคมผู้สูงอายุ เลยได้ยื่นข้อเสนอด้านนี้กับ JICA ภายใต้โครงการพัฒนาเมืองในอนาคต ซึ่งก็ได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดี...นโยบายที่เทศบาลนครพิษณุโลกได้ทำเพื่อให้เป็นแนวทางในการปฏิบัติจะกำหนดเป็นแผน 10 ปี เรียกว่า แผนยุทธศาสตร์การพัฒนา 10 ปี สังคมสูงวัย ที่วางไว้ให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติกับแผนพัฒนา และแผนของจังหวัด นโยบายอันนี้จะช่วยให้เรามีแนวทางการทำงานที่เป็นรูปธรรมได้ และในทุกขั้นตอนของการพัฒนายุทธศาสตร์ก็จะเน้นกระบวนการการมีส่วนร่วมและรับฟังปัญหาและความต้องการของประชาชนและภาคีเครือข่ายด้วย” (สุธีย์ ฮั่นตระกูล, สัมภาษณ์, 2561)

ข้อมูลจากผู้บริหาร: การวางแผนงานตามนโยบาย

การพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุที่จะเกิดขึ้นในอนาคต พื้นที่กรณีศึกษาเทศบาลนครพิษณุโลกได้กำหนดไว้ภายใต้โครงการหลัก 3 โครงการ

ซึ่งผู้บริหารกล่าวว่า “ในการทำงานเพื่อเตรียมรับมือกับสังคมสูงวัยจะมีอยู่ 3 โครงการหลัก คือ จัดทำระบบสารสนเทศ เพราะเห็นว่าข้อมูลทางด้านต่างๆ ได้ถูกเก็บไว้แล้วแต่มันไม่เชื่อมโยงกัน โครงการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานซึ่งจะเกี่ยวกับการสร้างสภาพแวดล้อม แล้วก็โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากร เพราะในการทำงาน มีความจำเป็นที่จะต้องให้ทุกฝ่ายตระหนักถึงเรื่องผู้สูงอายุอย่างจริงจังก่อน จึงได้เริ่มต้นด้วยการพัฒนาประสิทธภาพการทำงานในหน่วยงานก่อนเพื่อทำความเข้าใจด้านสังคมสูงวัยร่วมกัน และแนวทางการดำเนินงานก็จะเน้นการมีส่วนร่วม แบบบูรณาการของภาคีเครือข่ายและประชาชนด้วย” (สุธีย์ ฮั่นตระกูล, สัมภาษณ์, 2561)

ข้อมูลจากผู้บริหาร: แนวทางการพัฒนาที่เกี่ยวข้องสภาพแวดล้อม

แนวทางการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม การศึกษานี้พบว่าศูนย์ผู้สูงอายุได้กลายเป็นยุทธศาสตร์หนึ่งที่ผู้บริหารให้ความสำคัญ

โดยผู้บริหารกล่าวว่า “ด้านสภาพแวดล้อมเป็นด้านที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐาน ที่ตามยุทธศาสตร์มีแผนก็เช่น ทำพื้นที่สาธาระ สวนสาธารณะ ให้เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ และยังมีโครงการที่จะปรับปรุง อาคารสถานที่ ที่อยู่ในความรับผิดชอบของเทศบาลให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อผู้สูงอายุด้วย” (สุธีย์ ฮั่นตระกูล, สัมภาษณ์, 2561)

ข้อมูลจากผู้บริหาร: แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ

เพื่อพิจารณาแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ การศึกษาได้ดำเนินการสัมภาษณ์ถึงประเด็นนี้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกคนรวมถึงผู้บริหาร ซึ่งผู้บริหารให้ความสำคัญกับทั้งเรื่องการประหยัดพลังงานถึงแม้พื้นที่ศึกษาจะไม่ต้องจ่ายค่าไฟฟ้าก็ตาม รวมทั้งได้ตระหนักถึงด้านการรักษาอุณหภูมิของร่างกายของผู้สูงอายุการจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้ร้อนหรือหนาวจนเกินไปจึงเป็นประเด็นที่ผู้บริหารได้ให้คำแนะนำไว้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผู้บริหารกล่าวว่า “ถึงแม้ว่าเทศบาลนครพิษณุโลกจะไม่ต้องจ่ายค่าไฟฟ้าก็ตาม เพราะว่าเป็นข้อตกลงกับการไฟฟ้าเมื่อนานมาแล้ว แต่ก็ต้องคำนึงถึงการใช้ไฟฟ้าเป็นหลักด้วย ยกตัวอย่างที่บ้านการใช้แอร์จะทำให้ค่าไฟเพิ่มขึ้น สังเกตว่าผู้สูงอายุบางคนไม่ชอบอยู่กับแอร์ ถ้ามีการศึกษาว่าต้องทำอย่างไรก็จะทำให้ลดค่าไฟได้” (สุธีย์ ฮั่นตระกูล, สัมภาษณ์, 2561)

“ควรจะต้องรู้ว่าผู้สูงอายุสบายในสภาพแวดล้อมแบบไหนก่อน แล้วก็ต้องมีพื้นที่ให้เค้าปรับตัวด้านอุณหภูมิก่อนด้วยสำหรับอาคาร อย่าให้ร้อนหนาวจนเกินไป เรื่องอุณหภูมิร่างกายคนเรานี่สำคัญ กรณีอาบน้ำแร่ที่ร้อน เขาแนะนำให้ค่อยๆ แหย่เท้าลงก่อน แล้วค่อยๆ ราดขาขึ้นมาเรื่อยๆ เพื่อให้ร่างกายปรับตัว ถ้าลงแช่ทั้งตัวเลย เส้นเลือดก็จะขยายตัวมากพร้อมๆ กัน ร่างกายปรับตัวไม่ทัน ความดันเลือดจะต่ำลงมาจนช็อค หรือเกิดภาวะหัวใจวาย” (สุธีย์ ฮั่นตระกูล, สัมภาษณ์, 2561)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลจากผู้บริหาร: ความเป็นไปได้ในการนำแนวทางไปใช้

ผู้บริหารกล่าวว่า “แนวทางตามที่ได้เสนอมาสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ และน่าจะดีหากได้นำไปใช้กับศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่เพราะจะช่วยประหยัดพลังงานอย่างเห็นได้ชัด” (สุธีย์ ฮั่นตระกูล, สัมภาษณ์, 2561)

1.2.2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์สถาปนิก/วิศวกร

การศึกษาจึงได้สัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการจัดการสภาพแวดล้อมให้เอื้อกับผู้สูงอายุ ได้แก่ สถาปนิก/วิศวกร เป็นจำนวน 3 ท่าน ในประเด็นด้านแนวทางการดำเนินงานตามนโยบาย และแนวทางที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อมูลจากสถาปนิก/วิศวกร: แนวทางการดำเนินงานตามนโยบาย

จากนโยบายการตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนา 10 ปี สังคมสูงวัย ที่หน่วยราชการได้กำหนดจากการร่วมบูรณาการกับภาคประชาชนและภาคีเครือข่าย ได้นำมาสู่การนำไปใช้ขยายผลให้กับบุคลากรในหน่วยงาน

สถาปนิกได้กล่าวว่า “นโยบายที่ดำเนินการจะเป็นไปตามยุทธศาสตร์ด้านการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน และพื้นที่สาธารณะที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ โดยมีเรื่องที่ต้องจัดการทั้งด้านพื้นที่สาธารณะ รวมถึงศูนย์ผู้สูงอายุด้วย ซึ่งเกี่ยวข้องกับทางด้านกายภาพ” (วิทวัส เรือนคำ, สัมภาษณ์, 2562)

วิศวกรได้กล่าวว่า “การปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้กับผู้สูงอายุก็เพื่อความปลอดภัย เข้าถึงได้ ตอนนี้ได้ร่วมทำงานกับสถาปนิกแก้ไขปรับปรุงในหลายๆ จุด ห้องน้ำสาธาณตามสวนสาธารณะก็ปรับปรุง ศูนย์ผู้สูงอายุภายนอกก็จัดการเรื่องการระบายน้ำก่อนในเบื้องต้นตอนนี้” (ทรงเดช ไชยปกรณ์, สัมภาษณ์, 2562)

ข้อมูลจากสถาปนิก/วิศวกร: แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ

แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายตามที่ได้สัมภาษณ์ สถาปนิก/วิศวกร มีประเด็นว่าการจัดการเพื่อใช้อาคารเดิมที่มีอยู่มาทำการพัฒนาปรับปรุงให้เป็นศูนย์ผู้สูงอายุนั้นมีข้อจำกัด และถึงแม้ว่าสถาปนิกตระหนักดีเกี่ยวกับด้านการประหยัดพลังงาน งานจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกตามหลักการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล การปรับเปลี่ยนวัสดุก็ยังมีข้อจำกัดด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามมีแนวทางที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติได้เลยเช่น การปลูกต้นไม้ ซึ่งวิศวกรก็ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรจะต้องพิจารณาถึงรากต้นไม้ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซึ่งสถาปนิกได้กล่าวว่า “ตามที่ได้อบรมมาจากหลายๆ ครั้ง ก็ตระหนักดีว่าการออกแบบจะต้องให้ถูกทิศทางจะทำให้ช่วยประหยัดพลังงานได้ แต่อาคารศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่ได้ถูกปรับใช้มาจากอาคารเดิมประเภทสาธารณสุข ซึ่งมีการวางตัวอาคารไว้เดิมอยู่แล้ว ด้วยงบที่มีอยู่จึงต้องทำได้ตามความเหมาะสม หากมีการต้องทำอะไรเพิ่มเติมแต่ละครั้งก็ต้องค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งถ้าอาคาร หรือบริเวณร้อนคิดว่าวิธีจะช่วยได้ทางหนึ่งคือการปลูกต้นไม้” (ไวกูณฐ์ จันน้อย, สัมภาษณ์, 2561)

“คิดว่าต่อไปอาคารก็ต้องคำนึงถึงผู้สูงอายุที่ใช้ wheelchair ด้วยระดับก็จะต้องปรับให้เหมาะสมรองรับคนได้ทุกแบบ ตอนนี้เรารู้กันดีว่าการออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานสำหรับผู้สูงอายุก็เป็นสิ่งจำเป็นในปัจจุบัน” (วิทวัส เรือนคำ, สัมภาษณ์, 2562)

“ถึงแม้ในตอนนี้มีวัสดุอาคารมีให้เลือกมากมายรวมถึงกระจกด้วย แต่อาคารที่มีอยู่เป็นอาคารเก่าและเป็นอาคารของภาครัฐการปรับเปลี่ยนกระจกก็จะดำเนินการได้ยากเพราะเป็นสิ่งที่มีอยู่แล้ว สิ่งที่ทำได้ก็คงเป็นแค่การนำม่านมาใช้ แต่ถ้าเป็นอาคารที่สร้างขึ้นใหม่ให้พิจารณาเลือกใช้กระจกตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ” (วิทวัส เรือนคำ, สัมภาษณ์, 2562)

วิศวกรได้กล่าวว่า “ถ้าจะปลูกต้นไม้ให้ร่มเงาอาคารไม่อยากให้ปลูกใกล้อาคารมากนัก และก็ต้องเลือกชนิดของต้นไม้ด้วย เพราะกังวลเรื่องรากของต้นไม้กับโครงสร้าง” (ทรงเดช ไชยปกรณ์, สัมภาษณ์, 2562)

ข้อมูลจากสถาปนิก/วิศวกร: ความเป็นไปได้ในการนำแนวทางไปใช้

วิศวกรกล่าวว่า “ในส่วนแนวทางการใช้อาคาร ทางสถาปนิก/วิศวกร ไม่ได้ดูแลว่าจะเปิดปิดเวลากี่โมง แล้วแต่ผู้ดูแลศูนย์นั้นๆ แต่หากถามว่าแนวทางนี้สามารถใช้ได้ไหม คิดว่าได้แน่นอน และน่าจะมีประโยชน์ถ้าได้ปรับใช้” (ทรงเดช ไชยปกรณ์, สัมภาษณ์, 2562)

สถาปนิกกล่าวว่า “แนวทางนี้ควรจะต้องนำไปใช้เพราะจะเห็นได้ว่าผู้สูงอายุก็น่าจะสบายมากขึ้นและสิ่งที่ได้มาก็ยังช่วยประหยัดพลังงานได้ด้วย” (วิทวัส เรือนคำ, สัมภาษณ์, 2562)

1.2.3 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ดูแลผู้สูงอายุ (พยาบาลวิชาชีพ นักสังคมวิทยา)

เพื่อวิเคราะห์ถึงแนวทางการจัดเตรียมสภาวะน่าสบายให้ตรงกับความต้องการของผู้สูงอายุที่สามารถจัดการได้โดยผู้ดูแลผู้สูงอายุด้วย การศึกษาจึงได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ดูแลผู้สูงอายุจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ พยาบาลวิชาชีพประจำศูนย์ผู้สูงอายุจำนวน 4 ท่าน ที่ทำงานร่วมกันกับนักสังคมสงเคราะห์ด้วยอีก 1 ท่าน มีประเด็นดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลจากผู้ดูแลผู้สูงอายุ: การจัดการและดูแลผู้สูงอายุที่เป็นอยู่

การจัดการและดูแลผู้สูงอายุที่เป็นอยู่ภายในศูนย์ผู้สูงอายุกรณีศึกษา คือ มีการตรวจสุขภาพเบื้องต้น (เช่น ตรวจวัดความดันโลหิต วัดอัตราการเต้นของหัวใจ) โดยพยาบาลวิชาชีพผู้ดูแลประจำแต่ละศูนย์ กรณีศูนย์ผู้สูงอายุในแต่ละศูนย์จะมีแม่บ้านคอยช่วยเหลืออำนวยความสะดวกด้านการใช้อาคาร สถานที่ ในการดูแลนั้นนอกจากจะมีกิจกรรมต่างๆ เช่น ร้องเพลง เล่นเกมส์ ก็ยังมีการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุได้รวมกลุ่มถ่ายทอดความรู้ เพื่อสร้างคุณค่าผู้สูงอายุ โดยมีกิจกรรมสอนประดิษฐ์ สร้างความรู้ด้วย นอกจากนี้ผู้สูงอายุก็จะช่วยดูแลซึ่งกันและกันเองด้วย เช่น บริการตัดผมให้กับผู้สูงอายุท่านอื่นๆ อย่างไรก็ตามผู้สูงอายุที่เข้ามาใช้ศูนย์ผู้สูงอายุก็ยังมีจำนวนผู้สูงอายุหญิงมากกว่าชายแต่ก็ยังมีผู้สูงอายุชายเมื่อเข้ามาใช้งานภายในศูนย์ผู้สูงอายุแล้วก็ยังได้ชวนเพื่อนมาด้วย ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์ได้ให้

ข้อคิดเห็นว่าโดยส่วนใหญ่ผู้สูงอายุชายในพื้นที่ศึกษาจะชอบไปพบปะพูดคุยกันในสถานที่ต่างๆ มากกว่า เช่น ร้านกาแฟย่านตลาดริมน้ำ อันเป็นตลาดย่านเก่าแก่ของเมือง ซึ่งรายละเอียดของการให้สัมภาษณ์มีดังต่อไปนี้

พยาบาลวิชาชีพกล่าวว่า “ในการดูแล ผู้สูงอายุภายในศูนย์ ก็จะมีกิจกรรมการตรวจสุขภาพเบื้องต้น เช่น วัดความดัน ช่างน้ำหนัก ส่วนสูง ซึ่งจะช่วยให้ผู้สูงอายุรับรู้ถึงสภาพร่างกายได้ตลอด” (วรางคณา เมธาภัทร, สัมภาษณ์, 2562)

“ผู้สูงอายุชอบเข้าร่วมกิจกรรม ในการดูแลเรื่องอาหารนั้นไม่ต้องห่วงเพราะทุกคนจะทำอาหารมาแบ่งปันกันโดยปกติ และทางศูนย์ก็ได้จัดเตรียมน้ำดื่มร้อน เย็นไว้ให้บริการเสมอ” (ชนิดา ศรีศักดิ์, สัมภาษณ์, 2562)

“ภายในศูนย์ก็จะมีแม่บ้านคอยดูแลเรื่องทำความสะอาดอาคารสถานที่ เตรียมห้อง เปิดแอร์ให้กับผู้สูงอายุ” (ณัฐนิชย์ กลิ่นสุคนธ์, สัมภาษณ์, 2561)

“นอกจากทำกิจกรรมทั่วไป เช่น ร้องเพลง เล่นเกมส์ หรือบางคนก็นั่งคุยกันเฉยๆ ที่ศูนย์ก็ยังมีได้จัดให้มีการรวมกลุ่มถ่ายทอดความรู้ เพื่อสร้างคุณค่าผู้สูงอายุเองก็มีความสำคัญ การดูแลพยายามจัดทำกิจกรรมสอนประดิษฐ์ สร้างความรู้ด้วย” (ณัฐนิชย์ กลิ่นสุคนธ์, สัมภาษณ์, 2561)

“บางครั้งผู้สูงอายุก็ดูแลกันเอง อย่างวันนี้ก็นัดกันมาว่าจะตัดผมให้กันเค้าก็จะเตรียมอุปกรณ์มา ที่มีผู้สูงอายุมีฝีมือ เก่งๆ อยู่เยอะ แต่ที่ทางในการตัดผมนั้นก็หาตามมุมที่พอเหมาะเอาเอง ส่วนมากก็จะอยู่ที่พื้นที่ก่อนเข้าห้องทำกิจกรรม เพราะจะเกรงใจแม่บ้านในการทำความสะอาด” (ณัฐนิชย์ กลิ่นสุคนธ์, สัมภาษณ์, 2561)

นักสังคมสงเคราะห์กล่าวว่า “ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ที่มาส่วนมากมีแต่ผู้หญิง ผู้สูงอายุชายส่วนมากเค้าคงชอบไปนั่งพูดคุยกันแถวร้านกาแฟมากกว่า ตอนเช้าๆ แถวตลาดริมน้ำมีเยอะ แต่ก็ใช่ว่าจะไม่มาพอชวนมาก็รู้สึกสนุก แล้วก็มากันอีกเรื่อยๆ ชวนเพื่อนๆ มาด้วยก็มี” (เยาวลักษณ์ อนุพงศานุกูล, สัมภาษณ์, 2562)

ข้อมูลจากผู้ดูแลผู้สูงอายุ: แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ

จากการสัมภาษณ์ด้านแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุเมื่อถามต่อผู้ดูแล (พยาบาลวิชาชีพ และ นักสังคมสงเคราะห์) มีข้อคิดเห็น คือ พื้นที่ภายนอกและช่วงเวลาที่สอดคล้องกับสภาพอากาศมีความสำคัญต่อผู้สูงอายุในการออกกำลังกาย ผู้สูงอายุจะชอบมาเล่นเปตองที่ศูนย์ในตอนเช้าตรู่ ก่อนเข้าทำกิจกรรมต่างๆ หรือพักผ่อนภายในศูนย์ผู้สูงอายุ หากรู้สึกร้อนผู้สูงอายุก็จะเข้าภายในอาคารเอง ในส่วนนี้ควรต้องเตรียมร่มเงาให้กับผู้สูงอายุ พื้นที่ภายในศูนย์นั้นใน

การปรับอุณหภูมิจะถูกจัดการโดยแม่บ้านซึ่ง ก็จะปรับอุณหภูมิที่ 25 °C เพราะง่ายต่อการจดจำ ซึ่งหากมีข้อเสนอแนะด้านการปรับอุณหภูมิก็พร้อมที่จะดำเนินการเพื่อให้ผู้สูงอายุรู้สึกน่าสบาย นอกจากนี้ยังต้องการห้องน้ำที่แห้งสะอาด แสงแดดส่องถึง ภายในศูนย์มีที่จัดเก็บเสื้อผ้า บริเวณบันไดก็ต้องมีการระบายอากาศที่ดีแต่ก็ต้องไม่มีลูกตั้งที่เปิดโล่ง ไม่ใช้ลูกนอกที่มันวาว พื้นต้องเป็นวัสดุที่ยืดหยุ่นลดการกระแทกเมื่อหกล้มได้ กรณีในด้านการประหยัดพลังงานผู้ดูแลผู้สูงอายุเห็นว่าในพื้นที่ส่วนกลาง (สำหรับศูนย์ผู้สูงอายุพระองค์ขาว) การเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศจะถูกใช้เมื่อจำเป็น ซึ่งแนวทางที่ได้สัมภาษณ์ปรากฏดังนี้

พยาบาลวิชาชีพผู้ดูแลผู้สูงอายุกล่าวว่า “พื้นที่ในการทำกิจกรรมภายนอกก็มีความสำคัญ ผู้สูงอายุบางคนจะสรีบมาตั้งแต่เช้าตรู่ เพื่อใช้เวลาในตอนเช้าประมาณ 7-8 โมง เพื่อมาเล่นเปตองกัน เพราะรู้สึกว่าอากาศดีไม่ร้อน ก่อนเข้าทำกิจกรรมในอาคาร จึงมองว่าพื้นที่ภายนอกหากมีร่มเงา มีพื้นที่นั่งพัก ที่พูดคุยเฮฮา ให้กับผู้สูงอายุก็จะทำให้กระตุ้นให้เกิดการออกกำลังกายไปในตัว...ตอนเข้ามาในอาคารศูนย์ก็ได้เตรียมน้ำดื่มไว้ให้” (นงนุช คำสอน, สัมภาษณ์, 2562)

“การเตรียมพื้นที่เพื่อให้ทั้งผู้ดู และผู้เล่นเปตองได้อย่างปลอดภัย มีร่มเงา ก็จะสร้างกิจกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุได้ไปในตัว” (ณัฐนิชย์ กลิ่นสุคนธ์, สัมภาษณ์, 2561)

“การใช้งานพื้นที่ภายนอกต้องไม่ร้อนจนเกินไป แต่ถ้าร้อนผู้สูงอายุก็จะเลือกที่จะไม่อยู่ภายนอกโดยอัตโนมัติ” (วรางคณา เมธาภัทร, สัมภาษณ์, 2562)

“ผู้สูงอายุบางคนแข็งแรงจะขับรถมอร์เตอร์ไซด์มาเองตอนขี่มอเตอร์ไซด์ก็จะใส่เสื้อคลุมมา พอเข้ามาทำกิจกรรมก็อยากถอดเสื้อคลุมออกเพราะเกะกะ และอาจจะร้อน แต่ก็ไม่มีที่เก็บไว้ให้ มองว่าตรงนี้คงต้องเตรียมให้ในอนาคต” (นงนุช คำสอน, สัมภาษณ์, 2562)

“ในโถงส่วนกลางที่ผู้สูงอายุเข้ามาบางครั้งก็ไม่ได้เปิดแอร์เพราะผู้สูงอายุก็จะเข้ามานั่งเล่นพูดคุยในช่วงเวลาสั้นๆ ก่อนขึ้นไปยังห้องศูนย์ผู้สูงอายุ คิดว่าใช้แอร์เท่าที่จำเป็นจะช่วยในการประหยัดไฟได้มากกว่า หรือบางครั้งก็เปิดประตูให้ลมผ่านหรือเปิดพัดลมช่วยแทน” (ณัฐนิชย์ กลิ่นสุคนธ์, สัมภาษณ์, 2561)

“ด้วยอาคารของเราไม่มีลิฟต์เลยกังวลเวลาที่ผู้สูงอายุขึ้นลงบันได นอกจากบริเวณบันไดควรต้องมีลม ระบายอากาศได้แล้ว ก็ต้องหลีกเลี่ยงช่องโล่งๆ ด้วย เพราะกังวลว่าจะเกิดอันตราย” (ณัฐนิชย์ กลิ่นสุคนธ์, สัมภาษณ์, 2561)

“ถ้าอาคารที่จะได้ถูกสร้างขึ้นใหม่อยากแนะนำให้ใช้พื้นที่ยืดหยุ่นเหมือนที่บ้าน เพราะเดินสบายเท้ากว่า และยังจะช่วยกันกระแทกได้” (ชนิดา ศรีศักดิ์, สัมภาษณ์, 2562)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“อยากให้มีห้องน้ำที่แห้งสะอาด มีแดดส่องถึงเพราะคำนึงถึงการฆ่าเชื้อได้ง่าย มีราวจับให้กับผู้สูงอายุ และเผื่อให้กับผู้ช่วยเหลือด้วย” (วรางคณา เมธาภัทร, สัมภาษณ์, 2562)

“พื้นที่ภายนอกหน้าห้องศูนย์ผู้สูงอายุ (พระองค์ขาว) บางครั้งก็มีผู้สูงอายุมานั่งกินข้าวกลางวันพูดคุยกันตรงนี้ ในเวลาที่ร้อนจัดๆ ก็ต้องหาพัดลมมาเปิดช่วย แต่กตรงนี้ก็ยังไม่มีการติดตั้งพัดลมเพราะเห็นว่าเป็นบริเวณภายนอกแล้วก็มีการใช้เป็นบางครั้งเท่านั้น” (ณัฐนิชย์ กลิ่นสุคนธ์, สัมภาษณ์, 2561)

ข้อมูลจากผู้ดูแลผู้สูงอายุ: ความเป็นไปได้ในการนำแนวทางไปใช้

พยาบาลวิชาชีพกล่าวว่า “ที่ผ่านมาไม่ทราบว่าจริงแล้วผู้สูงอายุเราแต่ละคนจะสบายในอุณหภูมิที่เท่าไร เลยปรับเท่ากับตัวเลขกลมๆ ที่รับรู้กันที่ 25 °C คิดว่าแม่บ้านก็จะจำแบบนั้นมา แต่ถ้าหากมีข้อเสนอมาก็พร้อมที่จะปฏิบัติซึ่งก็คิดว่าดี” (ชนิดา ศรีศักดิ์, สัมภาษณ์, 2562)

“คิดว่าแนวทางที่เสนอนนี้มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ มีประโยชน์ในการช่วยประหยัดพลังงาน เพราะว่าเช้าๆ ก็มักเห็นว่าผู้สูงอายุตอนอยู่บ้านก็ไม่ค่อยเปิดแอร์อยู่แล้ว” (ณัฐนิชย์ กลิ่นสุคนธ์, สัมภาษณ์, 2561)

2. ข้อมูลจากสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐานการสร้างสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงานสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ

จากการเก็บข้อมูลด้านความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพในศูนย์ผู้สูงอายุและในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์และจำลองความรู้สึกของผู้สูงอายุภายในศูนย์ ฯ ด้วยโปรแกรม scSTREAM โดยพิจารณาคู่ขนานไปกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

จากการศึกษาพบว่า แนวทางการจัดการ ปรับปรุงอาคารเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงานนี้จะเป็นการแนะนำแนวทางปฏิบัติที่ดีแทนที่จะเป็นข้อกำหนดบังคับใช้ โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นสำคัญที่สุดสำหรับผู้สูงอายุคือ “ความปลอดภัย” การทำให้ผู้สูงอายุ ไม่รู้สึกร้อนหนาวจนเกินไปจะทำให้เกิดความปลอดภัยได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ได้สรุปจากผลการสัมภาษณ์และผลการวิเคราะห์ด้วยข้อมูล โดยคำนึงถึงหลัก 4 ประการ คือ เพื่อสร้างความปลอดภัย ให้การสนับสนุน (ทั้งด้านกาย และใจ) สร้างความรู้ความเข้าใจ และสร้างความเป็นอยู่ที่ดี ให้กับผู้สูงอายุ สิ่งที่การศึกษานี้ค้นพบ คือ ความจำเป็นของศูนย์ผู้สูงอายุที่รองรับการใช้งานโดยผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคม มีเป้าหมาย

สำคัญคือ ให้ผู้สูงอายุกลุ่มนี้คงสถานะแบบนี้ให้นานที่สุด (ไม่เสื่อมถอยจนกลายเป็นกลุ่มผู้สูงอายุติดบ้าน หรือผู้สูงอายุกลุ่มติดเตียง)

จากการวิเคราะห์ควรคำนึงถึงในการพัฒนาสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุที่ส่งเสริมต่อการประหยัดพลังงาน ที่ได้จากการรวบรวมผลจากการสัมภาษณ์ มีข้อพิจารณาอันเกี่ยวข้องกับ งานสถาปัตยกรรมอยู่ 12 ประเด็น ประกอบด้วย

1) เกณฑ์สภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุ (Thermal comfort criteria) 2) สภาพภูมิอากาศและการออกแบบโดยพึ่งพิงธรรมชาติ (Climate and passive design) 3) การวางผังอาคาร (Layout) 4) พื้นที่เปลี่ยนผ่าน (Transitional Space) ที่ช่วยในการปรับสภาพ (ร้อน-เย็น) ให้กับผู้สุงอายุ (พื้นที่เปลี่ยนผ่าน เช่น ชาน ระเบียง เฉลียง ทางเดินภายในอาคาร พื้นที่กึ่งภายใน-ภายนอก) 5)เวลาการใช้งานของอุปกรณ์ในเชิงกล (Operation schedule) 6)โหมดการใช้งานและอุปกรณ์ (Mode system and equipment) 7) หน้าต่างและช่องเปิด (Window and opening) 8) พื้นผิวที่สัมผัส และความรู้สึกของผู้สูงอายุ (Finishing for touch and feel) 9) สวิทช์และการควบคุม (Switch and control) 10) พื้นที่สนับสนุน (Support Space) 11) พื้นที่ภายนอก (Outdoor space) 12) สิ่งอำนวยความสะดวกและเฟอร์นิเจอร์ (Amenities and furniture)

โดยในแต่ละประเด็นมีส่วนรายละเอียดปลีกย่อยออกไป ซึ่งได้มาจากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์และการสัมภาษณ์จนนำมาสู่การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการนำไปเป็นมาตรฐานการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ ผลการศึกษาที่ได้มีการสรุปเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติได้กับศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ ในประเทศไทย การศึกษานี้จึงได้นำไปให้กับผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุได้ร่วมกันพิจารณาโดยใช้วิธีสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interviews) โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างดังนี้

2.1 รายละเอียดของแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ รายละเอียดของแบบสัมภาษณ์ มีโครงสร้าง 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1: ใช้สัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2: เสนอความเป็นมาของงานวิจัยต่อผู้เชี่ยวชาญผู้ให้สัมภาษณ์ และขอข้อคิดเห็นด้านการนำมาตรฐานที่ได้ไปใช้

ส่วนที่ 3: ใช้สัมภาษณ์ข้อคิดเห็นถึงระดับความสำคัญของข้อควรคำนึงถึงในการปรับความน่าสบายและประหยัดพลังงาน ว่าด้วยมากน้อยเพียงใดหากข้อควรคำนึงถึงเหล่านี้ได้ถูกนำเสนอให้กับศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ

2.2 ผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำการสัมภาษณ์

ผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์ในงานวิจัยชิ้นนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 9 คน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุและการจัดการสภาพแวดล้อมเชิงอุณหภาพ จากสถาบันการศึกษาจำนวน 4 คน จากหน่วยงานภาคเอกชนจำนวน 3 คน และหน่วยที่กำกับด้านการบริหารและนโยบายระดับประเทศอีกจำนวน 2 คน

2.3 ผลการศึกษาจากการสัมภาษณ์

เพื่ออธิบายภาพรวมผลที่ได้อย่างเป็นขั้นตอนการศึกษานี้จึงได้อธิบายโดยมีลำดับการนำเสนอคือ (จากส่วนที่ 2) ข้อคิดเห็นด้านการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ : ที่ได้สัมภาษณ์ด้านความแตกต่างจากการออกแบบโดยทั่วไป สิ่งที่ควรคำนึงถึงเพิ่มเติม ตลอดจนข้อจำกัดที่คาดว่าจะมี และ (จากส่วนที่ 3) ข้อคิดเห็นด้านแนวทางการจัดเตรียมสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุที่แสดงค่าระดับคะแนน

2.3.1 ผลการสัมภาษณ์ข้อคิดเห็นด้านมาตรฐาน

ผลการสัมภาษณ์ถึงมาตรฐานการจัดการ ปรับปรุงสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุแบบปรับอากาศ มีรายละเอียดต่อไปนี้

จากมาตรฐานที่ในฤดูหนาว ศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่สามารถใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติโดยใช้พัดลมโคจรเพื่อเพิ่มอัตราความเร็วลมในพื้นที่ให้เป็น 0.57-0.60 m/s ในช่วงเช้า-บ่าย (8:00 น. – 13:00น.) ได้ ส่วนช่วงบ่าย-เย็น (13:00 - 16:00 น.) ศูนย์ผู้สูงอายุควรตั้งอุณหภูมิจาก Thermostat เป็น 26.0 °C และปรับให้มีความเร็วลมในพื้นที่เฉลี่ยเป็น 0.10-0.26 m/s และในฤดูร้อนเวลาเช้า (8:00 น. - 12:00 น.) ควรใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติร่วมกับพัดลมโคจรเพื่อสร้างความเร็วลมในพื้นที่ 0.64 - 0.73 m/s และตอนเที่ยง-เย็น (12:00 น. - 16:00 น.) ควรใช้เครื่องปรับอากาศโดยตั้งอุณหภูมิ Thermostat ที่ 26.00 - 26.50 °C โดยปรับให้มีความเร็วในพื้นที่ 0.06 - 0.22 m/s

จากมาตรฐานดังกล่าว ผู้เชี่ยวชาญมีประเด็นด้านข้อคิดเห็นดังนี้

- เห็นด้วยกับมาตรฐานในการนำไปใช้และสนับสนุน หากเป็นไปได้อยากเสนอแนะให้ควรมีการศึกษาในฤดูฝนด้วยสำหรับงานวิจัยในอนาคต (กรรณิการ์ บันเทิงจิตร, สัมภาษณ์, 2563)

- ความน่าสนใจคือ สามารถนำสภาพอากาศภายนอกมาวิเคราะห์ใช้งานอย่างเป็นรูปธรรม และเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อการนำมาตรฐานไปใช้เพราะโดยพื้นฐานสังเกตได้ว่าผู้สูงอายุมักชอบอากาศในช่วงเช้า (ชุมเขต แสวงเจริญสัมภาษณ์, 2563; จิตภัส ฉอเรืองวิวัฒน์, 2563) นอกจากนี้การทำอาคารภาครัฐให้ตอบสนองต่อความน่าสบายและประหยัดพลังงานได้ก็เป็นสิ่งที่ศูนย์ผู้สูงอายุที่มีอยู่เป็นจำนวนมากควรจะต้องตระหนัก เพราะทำให้เกิดผลการประหยัดพลังงานได้อย่างเป็นรูปธรรม (ปราณี ปทุมมา, สัมภาษณ์, 2563)

2.3.2 ผลการสัมภาษณ์ข้อคิดเห็นและระดับความสำคัญของข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายมาตรฐาน

ในแบบสัมภาษณ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นำแนวทางที่ได้จากการศึกษาวิจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมและการปรับสภาพแวดล้อมไปประยุกต์ใช้สำหรับศูนย์ผู้สูงอายุอื่นๆ แต่เนื่องจากที่คาดว่าการนำไปใช้ผู้อ่านอาจเป็นคนหลากหลายกลุ่ม ดังนั้นการนำเสนอข้อมูลเพื่อการนำไปใช้จึงได้ใช้วิธีการอธิบายอย่างง่าย โดยประเด็นปลีกย่อยด้านแนวทางที่ให้ผู้เชี่ยวชาญได้ช่วยพิจารณาและค่าคะแนนที่ได้ (ในส่วนที่ 3) มีเกณฑ์สำหรับการนำไปใช้ดังรายละเอียด

1) เกณฑ์ในการพิจารณา

ผลการให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญได้ถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพร้อมกำหนดการแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์ (ธานินทร ศิลป์จารุ, 2557) โดยมีรายละเอียด คือ

ค่าเฉลี่ย		การแปลความหมาย
4.50-5.00	แปลความว่า	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.50-4.49	แปลความว่า	เห็นด้วย
2.50-3.49	แปลความว่า	ปานกลาง
1.50-2.49	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วย
1.00-1.49	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ผลที่ได้จากการสัมภาณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมลงความคิดเห็นด้านความเหมาะสมของแนวทางการจัดเตรียมสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุในการนำไปใช้กับศูนย์อื่นโดยได้แสดงรายละเอียดตามประเด็น 12 ข้อ ที่ได้จากผลการศึกษาจากกรณีศึกษาแสดงดังตาราง

ตาราง ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมลงความคิดเห็นด้านความเหมาะสมของข้อควรคำนึงถึงแนบท้ายมาตรฐานด้านการจัดเตรียมสภาวะน่าสบายที่ประหยัดพลังงานเพื่อนำไปเสนอใช้กับศูนย์อื่น

ลำดับ	ข้อเสนอแนวทางการจัดเตรียมสภาวะน่าสบาย สำหรับศูนย์ผู้สูงอายุ	N = 9		การแปลผล
		Mean	SD	
1.	**ด้านเกณฑ์สภาวะน่าสบายของผู้สูงอายุ**			
1.1	ผู้สูงอายุมีความเปลี่ยนแปลงทางร่างกายจากความชราส่งผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวที่แตกต่างจากคนวัยอื่น การทำความเข้าใจขอบเขตสภาพแวดล้อมที่น่าสบายของผู้สูงอายุเพื่อใช้ในการพัฒนาศูนย์ผู้สูงอายุจึงเป็นสิ่งจำเป็น	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.2	การสร้างสภาวะน่าสบายในพื้นที่ใช้งานสำหรับผู้สูงอายุ การควบคุมความเย็นหรือร้อน ควรมีการจัดเตรียมอย่างเหมาะสมภายใต้การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	4.89	0.33	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2.	**สภาพภูมิอากาศและการออกแบบโดยพึ่งพิงธรรมชาติ**			
2.1	ควรออกแบบสถานที่ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย การวางแนวอาคาร การระบายอากาศ การบังเงา วัสดุ และการป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ จะช่วยให้ศูนย์ผู้สูงอายุมีสภาวะน่าสบายได้	4.89	0.33	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2.2	เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายของผู้สูงอายุส่งผลให้การเคลื่อนที่ทำได้ช้าลง ในการออกแบบให้นึกถึงร่มเงาและการบังเงาเพื่อป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สำหรับพื้นที่ในทั้งกลางแจ้งและในร่ม	4.67	0.50	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.	**การวางผังอาคารให้สอดคล้องกับการใช้งานโดยผู้สูงอายุ**			
3.1	ผังบริเวณ ควรคำนึงถึงการออกแบบพื้นที่กลางแจ้ง และในร่ม เนื่องจากผู้สูงอายุต้องการที่จะใช้ประโยชน์จากพื้นที่ภายนอกอาคารเพื่อทำกิจกรรมในเวลาที่เหมาะสมตามสภาพอากาศ	4.78	0.44	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.2	การวางแผนการใช้พื้นที่ ควรใช้คุณสมบัติทาง	4.56	0.53	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

	สถาปัตยกรรมและภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อให้การป้องกันสภาพอากาศที่ทางเข้าอาคาร ตลอดจนทางเท้าภายนอกที่นำไปสู่ทางเข้าตัวอาคาร			
4.	**พื้นที่เปลี่ยนผ่าน ที่ช่วยในการปรับสภาพให้กับผู้สูงอายุ**			
4.1	พื้นที่เปลี่ยนผ่านเป็นพื้นที่สำคัญต่อการปรับสภาวะน่าสบาย ที่ควรจัดให้มีก่อนการเข้าถึงพื้นที่ใช้งานหลัก ซึ่งในบริเวณนี้ควรมีลักษณะเฉพาะให้น่าจดจำและบ่งบอกถึงฤดูกาลได้ ตลอดจนควรจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุไว้ด้วย	4.89	0.33	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.2	พื้นที่เปลี่ยนผ่านยังให้โอกาสในการประหยัดพลังงาน เนื่องจากส่งผลต่อการยอมรับสภาวะน่าสบาย หากพื้นที่เปลี่ยนผ่านนั้นถูกใช้งานในช่วงเวลาสั้นๆ	4.56	0.73	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.3	ในกรณีที่พื้นที่เปลี่ยนผ่านสามารถใช้ได้ทั้งระบบปรับอากาศ และการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ การใช้ระบบปรับอากาศเพื่อทำความเย็นในบางครั้งคราวที่จำเป็น จะช่วยลดชั่วโมงการใช้งานตามเวลาหรือตามเงื่อนไขความต้องการได้	4.11	1.17	เห็นด้วย
4.4	พื้นที่รับส่ง: ควรมีการป้องกันสภาพอากาศอย่างต่อเนื่องตั้งแต่จุดรับส่งไปจนถึงทางเข้าอาคารและควรจัดให้มีที่นั่งระหว่างรอ	4.78	0.44	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.5	ทางเข้าอาคาร: ควรมีพื้นที่ที่มีการป้องกันสภาพอากาศอย่างเพียงพอด้านนอกประตูทางเข้าเพื่อให้ผู้สูงอายุผู้ใช้งานอาคารพร้อมก่อนเข้า-ออกอาคาร และบริเวณนี้ควรติดตั้งราวจับด้วย	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.6	ทางเดิน: ในกรณีที่ไม่มีการปรับอากาศ ควรมีการระบายอากาศและความเร็วลมที่เพียงพอ เหมาะสม ต่อการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้สูงอายุ นอกจากนี้ในทางเดินทั่วไปควรมีที่นั่งในระยะไม่เกิน 50 เมตร และควรติดตั้งราวจับตลอดทางเดิน	4.44	0.73	เห็นด้วย
4.7	บันได: ควรจัดให้มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ หลีกเลี่ยงลูกตั้งบันไดแบบเปิดโล่ง พื้นผิวลูกนอนที่มันวาวเนื่องจากจะทำให้ผู้สูงอายุสับสน และบันไดต้องมีราวจับ	4.67	0.71	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	ทั้งสองด้าน			
4.8	ทางลาด: ควรเตรียมทางลาดที่มีการป้องกันสภาพอากาศในด้านการออกแบบ ผู้สูงอายุที่ต้องการความช่วยเหลือพบว่าทางลาดโค้งนั้นทำให้ยากต่อการทรงตัว ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยง	4.56	1.01	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.9	เพื่อสร้างสภาวะน่าสบายในพื้นที่เปลี่ยนผ่าน ควรประเมินช่วงอุณหภูมิสูงสุดที่ยอมรับได้ร่วมกับการเพิ่มอัตราความเร็วลมในระดับที่เหมาะสมสำหรับใช้งานในบางครั้งคราว	4.78	0.44	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.10	หากมีผู้ใช้งานประจำเพียงไม่กี่คนในพื้นที่เปลี่ยนผ่าน (เช่น เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย) การสร้างสภาวะน่าสบายส่วนบุคคล เช่น การใช้พัดลมส่วนตัว เป็นต้น ก็เป็นอีกกลยุทธ์หนึ่งที่สามารถช่วยลดพลังงานได้	4.33	0.71	เห็นด้วย
4.11	ประเมินการใช้การระบายอากาศหรือความเร็วลม และการลดความชื้น (หากจำเป็น) ในพื้นที่เปลี่ยนผ่านเพื่อลดการใช้ระบบปรับอากาศ	4.67	0.50	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5.	**เวลาการใช้งานของอุปกรณ์ในเชิงกล**			
5.1	ควรพิจารณาสภาพอากาศในช่วงเวลาที่ใช้งานเพื่อกำหนดโหมดการใช้งานทางเลือก (ได้แก่ การจะใช้ระบบปรับอากาศ หรือใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ)*	4.78	0.67	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5.2	สภาพอากาศในช่วงเช้าควรได้รับการพิจารณาใช้งาน เพื่อลดการใช้พลังงานจากการปรับอากาศ*	4.89	0.33	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5.3	การกำหนดสภาวะน่าสบายภายในอาคารควรมีความเหมาะสมกับในแต่ละกิจกรรม (เช่น ห้องเรียน กับห้องออกกำลังกายควรมีการปรับสภาวะน่าสบายที่ต่างกัน)	4.89	0.33	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6.	**โหมดการใช้งานและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ**			
6.1	ควรใช้โหมดผสม โดยใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ด้วยการเปิด-ปิดหน้าต่าง (ไม่ว่าจะควบคุมด้วยตนเอง หรือโดยอัตโนมัติ) เมื่อเป็นไปได้ ร่วมกับการใช้ระบบปรับอากาศ	4.89	0.33	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6.2	ผู้สูงอายุจะรู้สึกไม่น่าสบายเมื่อได้รับลมโดยตรงเป็น	4.56	0.73	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

	เวลานาน พัดลมแบบติดตั้งฝ้าเพดานหรือผนังที่สามารถหมุนและปรับเปลี่ยนทิศทางได้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เพราะมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน (เช่น ในกรณีการปรับปรุงอาคาร)			
6.3	หัวจ่ายลมเย็นควรติดตั้งในตำแหน่งที่ป้องกันการเป่าลมโดย ตรงใส่ศีรษะผู้สูงอายุผู้ใช้งาน เนื่องจากทำให้รู้สึกไม่น่าสบายได้	4.89	0.33	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7.	**หน้าต่างและช่องเปิดเพื่อการใช้งานโดยผู้สูงอายุ**			
7.1	ควรเปิดหน้าต่างให้มีการระบายอากาศในระดับร่างกายของผู้สูงอายุผู้ใช้งาน โดยคำนึงถึงผู้สูงอายุที่ใช้รถเก้าอี้ล้อเลื่อนด้วย	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7.2	หน้าต่างที่เปิดให้มีความยาวเต็มเพื่อให้ลมผ่านระดับร่างกายควรมีราวกันตกที่ความสูงขั้นต่ำ 1.10 เมตรเพื่อความปลอดภัย และราวกันตกจะต้องไม่บดบังทัศนียภาพในขณะนั่ง เพื่อรองรับการใช้งานโดยผู้สูงอายุผู้ใช้เก้าอี้ล้อเลื่อน	4.78	0.44	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7.3	กันสาด ชายคา จะให้การบังแดดที่ดี ทำให้เปิดหน้าต่างทิ้งไว้เพื่อใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้	4.89	0.33	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7.4	หน้าต่างควรจัดหาอุปกรณ์บังแดดภายใน (เช่น ม่าน) ที่ผู้สูงอายุปรับได้ง่าย และกระจกพิเศษเพื่อป้องกันความร้อน	4.67	0.50	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8.	**พื้นผิวที่สัมผัส และความรู้สึกของผู้สูงอายุ**			
8.1	การตกแต่งพื้นในอาคาร ควรลดการสัมผัสกับพื้นที่ร้อนหรือเย็นเกินไป การใช้พื้นผิวยืดหยุ่น เช่น ลามิเนต ไวนิล จะดีกว่าพื้นผิวแข็งเนื่องจากผู้สูงอายุจะรู้สึกสบายต่อการสัมผัสที่เท้าและพื้นผิวยังสามารถรองรับการกระแทก ลดผลกระทบจากการหกล้มได้	4.89	0.33	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8.2	ราวจับที่ทำด้วยโลหะจะส่งผลทำให้รู้สึกเย็นหรือร้อนจนเกินไป ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกไม่สบายในการที่จะจับ หากผู้สูงอายุลังเลที่จะจับราวจับที่บันไดหรือทางลาด อาจส่งผลต่อความปลอดภัยได้ ด้วยเหตุนี้ผู้ออกแบบควรพิจารณาระบุวัสดุเคลือบผิว หรือวัสดุทำราวจับ ที่มีค่าการ	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	นำความร้อนต่ำซึ่งทำให้ราวจับน่าสำผัสยิ่งขึ้น			
8.3	ราวจับมีความจำเป็นสำหรับพื้นที่เปลี่ยนผ่าน (เช่น ทางเข้าอาคาร ทางเดิน บันได ทางลาด) และต้องติดตั้งในห้องน้ำด้วย	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9.	**สวิทช์และการควบคุมที่สอดคล้องกับการใช้งานโดยผู้สูงอายุ**			
9.1	สวิทช์ควบคุม รวมถึงเทอร์โมสแตทควรใช้งานง่าย เบาแรง ความคมชัดของภาพสูง และอยู่ในระดับการใช้งานและมองเห็นที่สะดวก (0.90 - 1.20 เมตร)	4.56	0.73	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9.2	หากเป็นไปได้ ควรใช้จอแสดงผลดิจิตอลแบบโต้ตอบ โดยมีปุ่มสวิตช์ให้ใช้งานง่าย หลีกเหลี่ยงอุปกรณ์ควบคุมแบบใช้มือหมุน	4.44	0.73	เห็นด้วย
9.3	เนื่องจากผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสัญลักษณ์และไอคอนได้ดีกว่าเนื้อหาที่เป็นข้อความ การเลือกสวิทช์ควบคุมควรจะต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย	4.00	1.12	เห็นด้วย
10.	**พื้นที่สนับสนุน เพื่อช่วยส่งเสริมต่อกิจกรรมหลักของผู้สูงอายุ**			
10.1	เนื่องจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบเสื้อผ้าที่สวมใส่โดยการเพิ่มหรือลดฉนวนจากเสื้อผ้าเป็นกลยุทธ์หนึ่งในการสร้างสภาวะน่าสบาย จึงควรจัดเตรียมตู้ (locker) สำหรับเก็บของให้ผู้สูงอายุ และม้านั่งไว้ในบริเวณดังกล่าวเพื่อรองรับการใช้งาน	4.56	0.53	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
10.2	ห้องน้ำ-ห้องส้วม สำหรับผู้สูงอายุควรต้องมีการระบายอากาศที่ดี มีพื้นแห้งปราศจากน้ำขัง ไม่ลื่น ตำแหน่งห้องน้ำจึงควรอยู่ในทิศที่ได้รับลมและได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (เช่น ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศตะวันตก) ซึ่งยังช่วยกั้นความร้อนให้กับห้องอื่นๆ ที่อยู่ต่อเนื่องไม่ให้ได้รับความร้อนโดยตรง และควรจัดเตรียมห้องน้ำแบบใช้ได้ทุกเพศอย่างเพียงพอสำหรับผู้สูงอายุและผู้ช่วยเหลือ ตลอดจนมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ สำหรับผู้สูงอายุ	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11.	**พื้นที่ภายนอก สำหรับการใช้งานโดยผู้สูงอายุ**			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

11.1	ธรรมชาติภายนอกหน้าต่างส่งผลดีต่อผู้สูงอายุ ต้นไม้ที่มีความสูงเหมาะสมโดยให้ทั้งร่มเงาและไม่บังลม (เช่น อาคารชั้นเดียวอาจใช้ต้นไม้สูง 7-12 เมตร อาคารสองชั้น 10-15 เมตร) จะช่วยส่งเสริมสภาวะน่าสบาย และทำให้ผู้สูงอายุผ่อนคลายได้ ทั้งนี้ความสูงของต้นไม้ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากตัวอาคารด้วย	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11.2	พื้นที่กลางแจ้งควรจัดให้มีที่นั่งในร่มตามระยะทางที่เหมาะสม(สูงสุดไม่เกิน 50 เมตร) และควรจัดให้มีพื้นที่ว่างข้างบริเวณที่นั่งสำหรับวางรถเข็น วอล์กเกอร์ ไม้เท้า เป็นต้น	4.78	0.44	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12.	**สิ่งอำนวยความสะดวกและเฟอร์นิเจอร์สำหรับผู้สูงอายุ**			
12.1	ควรจัดให้มีอุปกรณ์แสดงผลของสภาพแวดล้อม (เช่น จอดิจิตอลแสดงอุณหภูมิ ความชื้น) ในพื้นที่ที่ผู้สูงอายุใช้งาน เพื่อให้ข้อมูลสำหรับการปรับสภาวะน่าสบาย	4.56	0.53	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12.2	ควรมีอุปกรณ์แขวน กระเป๋า ที่จัดไว้ในพื้นที่เล็กๆ ในห้องที่ผู้สูงอายุใช้งานนอกเหนือจากการมีที่แขวนเสื้อคลุม	4.33	0.87	เห็นด้วย
12.3	สิ่งอำนวยความสะดวกในสถานที่เพื่อปรับสภาวะน่าสบายในร่างกาย เช่น น้ำดื่มทั้งร้อนและเย็นควรอยู่ในทำเลที่สะดวก	4.56	0.73	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากผลการศึกษาที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นด้านความเหมาะสมของนำแนวทางการจัดเตรียมสภาวะน่าสบายสำหรับศูนย์ผู้สูงอายุไปใช้กับศูนย์อื่น พบว่า ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยด้านข้อคิดเห็นมีค่าต่ำสุดที่ 4.00 และสูงสุดที่ 5.00 แปลความหมายได้ว่า เห็นด้วย – เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง โดยส่วนใหญ่จะเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งกับแนวทางที่ได้เสนอ แต่อย่างไรก็ตามมีข้อที่เห็นด้วย (มีค่าเฉลี่ย 3.50-4.49) อยู่เป็นจำนวน 6 ข้อ (จากจำนวนทั้งสิ้น 40 ข้อ) ผลที่ได้จาก 6 ข้อดังกล่าว การศึกษาจึงได้สอบถามถึงข้อคิดเห็นเพิ่มเติมถึงถึงข้อที่ควรปรับให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อนำไปใช้ต่อไป ดังนี้

(ข้อ 4.3) ในกรณีที่พื้นที่เปลี่ยนผ่านสามารถใช้ได้ทั้งระบบปรับอากาศ และการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ มีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญว่า “พื้นที่เปลี่ยนผ่านในเริ่มต้นควรใช้ระบบแบบพึ่งพิงธรรมชาติก่อน” (กรรณิการ์ บันเทิงจิตร, สัมภาษณ์, 2563)

(ข้อ 4.6) มีข้อคิดเห็นในการปรับว่า “ทางเดินทั่วไปควรมีที่นั่งในระยะไม่เกิน 25 เมตร น่าจะเหมาะสมกว่า” (แทนการเสนอที่ 50 เมตร) (ปราณี ปทุมมา, สัมภาษณ์, 2563)

(ข้อ 4.10) มีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญว่า “การสร้างสภาวะน่าสบายส่วนบุคคล ให้เพิ่มสำหรับกรณีที่อาคารปรับปรุงมากกว่า แต่ถ้าหากออกแบบใหม่ควรต้องทำให้อยู่ในสภาวะน่าสบายในทั้งหมดก่อน” (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, สัมภาษณ์, 2563)

(ข้อ 9.2) ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมว่า “หากอนาคตมีเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เช่น การใช้สวิทช์อัตโนมัติก็จะช่วยอำนวยความสะดวกได้มากยิ่งขึ้น” (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, สัมภาษณ์, 2563)

(ข้อ 9.3) ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อคิดเห็นโดยรวมด้านกรณีการไอคอนอาจจะเหมาะสมกับเฉพาะผู้สูงอายุที่มีประสบการณ์การใช้งานดังนั้นควรมีทั้งการอธิบายและไอคอนประกอบกัน (ชุมเขต แสวงเจริญสัมภาษณ์, 2563; พิมลศิริ ประจงสาร, สัมภาษณ์, 2563)

(ข้อ 12.2) ผู้เชี่ยวชาญมีข้อคิดเห็นว่า “ควรเพิ่มเติมว่าที่โต๊ะควรมีตัวล็อค หรือแขวนไม้เท้า เพราะว่าไม้เท้าผู้สูงอายุต้องใช้ติดตัวตลอด การมีที่เก็บ แขวนไม้เท้าใกล้ๆ จะช่วยให้ผู้สูงอายุสะดวกมากยิ่งขึ้น” (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, สัมภาษณ์, 2563)

ดังนั้นโดยสรุป คือ การจัดเตรียมสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นในศูนย์ผู้สูงอายุ ควรคำหนึ่งถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญอันดับแรก การปรับสภาพแวดล้อมไม่ให้ร้อนหรือหนาวจนเกินไปเป็นสิ่งสำคัญ โดยพื้นที่เปลี่ยนผ่านหากเป็นไปได้ควรจัดให้มีการใช้ระบบแบบพึ่งพิงธรรมชาติก่อน ตลอดจนหากเป็นไปได้ให้พิจารณาเทคโนโลยีเพื่อการใช้งานไว้รองรับไว้สำหรับอาคารที่จะได้มีในอนาคตด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวช่อเพชร พานระลึก
วัน เดือน ปี เกิด	2 พฤษภาคม 2522
สถานที่เกิด	พิษณุโลก
วุฒิการศึกษา	สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (สถ.ม.) สาขาการจัดการสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (สถ.บ.) สาขาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร
ที่อยู่ปัจจุบัน	หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-962450
ผลงานตีพิมพ์	[1] Panraluk, C., and Sreshtaputra, A. (2018). Thermal Comfort of the Elderly in Public Health Service Buildings of Thailand. Applied Mechanics and Materials, 878, 173-178. [2] Panraluk, C. and Sreshtaputra, A. (2019). Developing Guidelines for Thermal Comfort and Energy Saving During Hot Season of Multipurpose Senior Centers in Thailand, Sustainability, 12(170), 1-29. [3] Panraluk, C., and Sreshtaputra, A. (2020). The Study of Thermal Comfort Zones for Developing the Government's Senior Community Centers Using Field and Laboratory Studies: A Case Study in Phitsanulok, Thailand. Humanities, Arts and Social Sciences Studies.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University