

สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของบ้านประหยัดพลังงานที่ผ่านการประเมินแล้ว
กรณีศึกษา : บ้านเดี่ยวขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตร.ม.

จ.ชลบุรี ประเทศไทย

THERMAL COMFORT OF SAVING ENERGY HOUSE PASSED THE EVALUATION
CASE STUDY: LARGE DETACHED HOUSE WITH MORE THAN 300 SQ.M.
CHONBURI, THAILAND



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-AR-M-002-004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL COMFORT OF SAVING ENERGY HOUSE PASSED THE EVALUATION
CASE STUDY: LARGE DETACHED HOUSE WITH MORE THAN 300 SQ.M.
CHONBURI, THAILAND



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE
FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2023

KMITL-2023-AR-M-002-004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของบ้านประหยัดพลังงานที่ผ่านการประเมินแล้ว กรณีศึกษา : บ้านเดี่ยวขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตร.ม. จ.ชลบุรี ประเทศไทย
นักศึกษา	นางสาวพีรภรณ์ แก้วหนูนา
รหัสประจำตัว	63602014
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์(ร่วม)	-

บทคัดย่อ

ความร้อนเป็นปัญหาใหญ่ที่พบได้ทั่วไปในบ้านพักอาศัยเขตร้อนชื้น อันเป็นผลมาจากสภาวะโลกร้อนเมื่ออุณหภูมิภายในบ้านสูงขึ้น มนุษย์จึงเลือกใช้เครื่องกลเข้ามาช่วยในการลดช่วยอุณหภูมิไม่ว่าจะเป็นการเปิดพัดลมหรือเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้ตนเองรู้สึกเย็นสบายแต่พฤติกรรมเหล่านี้ล้วนส่งผลทำให้เกิดปัญหาการใช้พลังงานสิ้นเปลืองที่ตามมา การวิจัยในครั้งนี้จึงได้ยกบ้านกรณีศึกษาที่เคยผ่านการประเมินในการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่น ปี 2559 ที่จัดขึ้นโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินผลสภาวะน่าสบายของบ้านประหยัดพลังงานหลังนี้ว่ามีอุณหภูมิอยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบายหรือไม่ วิธีการศึกษาจะทำโดยการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการสร้างแบบจำลองและประเมินผลผ่านโปรแกรม DOE 2.1E ก่อนที่จะนำผลมาวิเคราะห์ ซึ่งจากการศึกษาจะพบว่าบ้านหลังนี้มีอุณหภูมิโดยรวมทั้งหลังอยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบาย เมื่อบ้านอยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบายก็ส่งผลให้การใช้พลังงานอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จึงทำให้บ้านหลังนี้นั้นประหยัดพลังงาน หรือสรุปได้ว่าสภาวะน่าสบายมีความสอดคล้องกับการประหยัดพลังงานของบ้าน

Thesis	Thermal Comfort Of Saving Energy House Passed The Evaluation Case Study: Large Detached House With More Than 300 Sq.m. Chonburi, Thailand
Student	Miss Peeraporn Kaewnuna
Student ID	63602014
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2023
Thesis Advisor	Associate Professor Rungroj Wongmahasiri
Thesis Co-Advisor	-

ABSTRACT

Heat is a common problem in tropical houses due to global warming. When the temperature in the house rises, humans usually use machines to help reduce the temperature, whether turning on a fan or air conditioning to make themselves feel more comfortable. But these behaviors all result in the problem of wasteful energy consumption. This research raises the case study houses that have been evaluated in the 2016 Outstanding Energy Conservation Housing Estate Competition organized by the Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE), Ministry of Energy. The purpose of this research was to study and evaluate the thermal comfort of this saving energy house whether the temperature was within the thermal comfort range or not. The study methodology was to collect data for modeling and evaluation through DOE 2.1E before the results were analyzed. From the study, it was found that the overall temperature of the house was within the thermal comfort range. When the house is in the thermal comfort range, it results in energy consumption within the specified criteria. Therefore, it can make this house save more energy. In conclusion, the thermal comfort is consistent with the house's energy savings.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตของผู้วิจัย ทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ ที่ได้เสียสละเวลาในการถ่ายทอดองค์ความรู้และประสบการณ์ ไม่ว่าจะผ่านทางทฤษฎีหรือทางปฏิบัติก็ตาม ด้วยความเอาใจใส่และความช่วยเหลือของอาจารย์มาตลอดการทำวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.สุพัฒน์ บุญยฤทธิกิจ ผู้ที่ให้ข้อเสนอแนะคำปรึกษาในการจัดสรรเวลา ระบบความคิดและการวางแผน รวมไปถึงรูปแบบการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์ คอยเคียงข้างชี้แนะให้ข้าพเจ้ามีแรงกระตุ้นในการตั้งใจทำงาน รวมไปถึงขอขอบคุณท่านคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.วิวัฒน์ ที่ได้ให้คำแนะนำชี้ถึงข้อบกพร่องเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณ คุณปริญญา เอี่ยมประดิษฐ์พันธ์ุ และบริษัท อเรย์ คอนสตรัคชั่น จำกัด ที่ได้ให้สัมภาษณ์และให้ข้อมูลเกี่ยวกับบ้านกรณีศึกษา รวมถึงบุคคลและเจ้าหน้าที่ท่านอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้า ขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้า นาย ธนา แก้วหนูนา บิดาผู้คอยสนับสนุนในทุกการตัดสินใจในชีวิตของข้าพเจ้าตั้งแต่เล็กจนโต นาง จิรารัตน์ แก้วหนูนา มารดาผู้คอยอบรมสั่งสอนข้าพเจ้า และเข้าใจในทุกอารมณ์ความเหนื่อย เครียด หรือข้อระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ คอยให้คำปรึกษาคำแนะนำและมอบกำลังใจให้ข้าพเจ้าอยู่เสมอ และน้อง ณัฐภูมิ อินทรักษา ที่ช่วยเหลือข้าพเจ้าในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ รวมไปถึงญาติ มิตรสหายท่านอื่น ๆ ที่คอยให้คำปรึกษาแก่ข้าพเจ้า

สำหรับองค์ความรู้ที่ได้มาจากการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ข้าพเจ้าจะนำไปปรับใช้ในชีวิต และต่อยอดเพื่อการพัฒนาตนเองให้ก้าวหน้าทางหน้าที่การงานต่อไป

พีรภรณ์ แก้วหนูนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 สมมติฐานในการวิจัย	5
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.7 วิธีการศึกษา	7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและกรอบความคิด	8
2.1 สภาวะน่าสบาย	8
2.1.1 สภาวะน่าสบายของมนุษย์	8
2.1.2 สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ	8
2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของมนุษย์.....	10
2.1.4 มาตรฐานวัดความสบายทางด้านอุณหภูมิ	15
2.1.5 ขอบเขตสภาวะสบายทางอุณหภูมิ	17
2.1.6 การขยายขอบเขตสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ	20
2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในอาคาร	22
2.2.1 ปัจจัยด้านกายภาพ	23
2.2.2 ปัจจัยเชิงเศรษฐศาสตร์	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ IV ึ่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 การควบคุมความร้อนภายในอาคารเขตร้อน	26
2.3.1 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร	26
2.3.2 การลดปริมาณความร้อนที่ผ่านกรอบอาคาร	27
2.3.3 หลักการพื้นฐานในการระบายอากาศ	27
2.4 โครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงาน	28
2.4.1 ความเป็นมาของโครงการ	28
2.4.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	29
2.4.3 หลักเกณฑ์การตัดสินการประเมิน	29
2.5 กรอบแนวคิดของงานวิจัย	33
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย วัตถุประสงค์ และการสร้างเครื่องมือ	34
3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	34
3.1.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร	34
3.2 ข้อมูลพื้นฐานบ้านกรณีศึกษา	35
3.3 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการวิจัย	47
3.3.1 โปรแกรม DOE2.1E ver. 121	47
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	54
บทที่ 4 การดำเนินการ และผลการวิจัย	59
4.1 รายละเอียดลักษณะทางกายภาพของแบบจำลอง	59
4.1.1 ลักษณะของแบบจำลอง	59
4.2 ข้อมูลการใช้ปริมาณไฟฟ้าภายในอาคาร	64
4.2.1 ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ที่ใช้ในอาคาร	64
4.2.2 อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ข้อมูลอุณหภูมิ	68
4.3.1 อุณหภูมิอากาศภายนอก	68
4.3.2 อุณหภูมิอากาศภายในบ้านกรณีศึกษา	73
4.3.3 ขอบเขตสภาวะนำสบายภายในอาคาร	84
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	110
5.1 สรุปผลการวิจัย	110
5.2 ข้อเสนอแนะ	110
บรรณานุกรม	111
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก ข้อมูล Input data.....	114
ประวัติผู้เขียน.....	132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าไฟจากการทดสอบเปิดแอร์ 1 ชั่วโมง 1
1.2	แสดงแผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของแต่ละสาขา 2
1.3	แสดงภาพคุณปริญญญา เอี่ยมประดิษฐ์ภัณ (ขวามือ) ประธานบริหารบริษัท อเรย์ คอนสตรัคท์ชั่น จำกัด ชั้นรับรางวัลในงานประกวดบ้านอนุรักษ์พลังงาน ปี 2559 3
1.4	แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย 7
2.1	การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกายมนุษย์กับสภาพแวดล้อม 9
2.2	แสดง Bioclimatic Chart 16
2.3	แสดง Psychrometric Chart 17
2.4	แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย 33
3.1	แสดงรายละเอียดการเก็บข้อมูลภาคสนาม 35
3.2	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นที่ 1 และมุมมองทัศนียภาพภายนอกด้านทิศตะวันออก 37
3.3	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นที่ 2 และมุมมองทัศนียภาพภายนอกด้านทิศเหนือ 37
3.4	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นที่ 3 และมุมมองจากกลางบ้าน 38
3.5	แสดงรูปด้านผังทิศเหนือ 38
3.6	แสดงรูปด้านผังทิศใต้ 38
3.7	แสดงรูปด้านผังทิศตะวันออก 38
3.8	แสดงรูปด้านผังทิศตะวันตก 39
3.9	แสดงรูปตัด A 39
3.10	แสดงรูปตัด B 39
3.11	แสดงแบบบ้าน 3 มิติ 41
3.12	ภาพถ่ายทัศนียภาพภายในห้องนั่งเล่น 1 (ชาย) และห้องนั่งเล่น 2 (ขวา) 42
3.13	ภาพถ่ายทัศนียภาพภายในห้องรับประทานอาหาร (ชาย) และห้องครัว (ขวา) 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VII ังอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.14	ภาพถ่ายทัศนียภาพภายในของห้องนอน 1 2 และ 3 ตามลำดับ 44
3.15	แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม DOE2.1E 48
4.1	แสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 1 60
4.2	แสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 2 61
4.3	แสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 3 62
4.4	แสดงลักษณะโดยรวมของแบบจำลองบ้านผ่านโปรแกรม BDL 63
4.5	แสดงลักษณะโดยรวมของแบบจำลองบ้านผ่านโปรแกรม BDL 63
4.6	แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารโซนปรับอากาศวันธรรมดา (จ-ศ) 65
4.7	แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารโซนไม่ปรับอากาศวันธรรมดา (จ-ศ) 66
4.8	แสดงแผนภูมิปริมาณปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารโซนปรับอากาศ วันหยุด (ส-อา) 67
4.9	แสดงแผนภูมิปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารโซนไม่ปรับอากาศวันหยุด (ส-อา) 67
4.10	แสดงผลวันที่มีอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด จากการประมวลผลผ่านโปรแกรม DOE 2.1E 69
4.11	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในตัวแทนฤดูร้อน (11 พฤษภาคม) 69
4.12	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในตัวแทนฤดูหนาว (18 ธันวาคม) 71
4.13	แสดงอุณหภูมิรายเดือนต่ำสุดภายในพื้นที่ปรับอากาศ 77
4.14	แสดงอุณหภูมิรายเดือนต่ำสุดภายในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 77
4.15	แสดงอุณหภูมิรายเดือนสูงสุดภายในพื้นที่ปรับอากาศ 79
4.16	แสดงอุณหภูมิรายเดือนสูงสุดภายในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 79
4.17	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิเฉลี่ยรวมรายเดือนภายในบ้านกรณีศึกษา 81
4.18	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนภายในบ้านกรณีศึกษา (แยกตามประเภทพื้นที่) 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VIII อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.19	แสดงอุณหภูมิรายชั่วโมงตลอดทั้งปี ของบ้านกรณีศึกษาในขอบเขตสภาวะนำสบาย (ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม) 84
4.20	อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอดทั้งปี ของบ้านกรณีศึกษาในขอบเขตสภาวะนำสบาย 85
4.21	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนมกราคม 86
4.22	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนกุมภาพันธ์ 88
4.23	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนมีนาคม 90
4.24	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนเมษายน 90
4.25	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนพฤษภาคม 93
4.26	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนมิถุนายน 95
4.27	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนกรกฎาคม 95
4.28	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนสิงหาคม 98
4.29	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนกันยายน 98
4.30	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนตุลาคม 101
4.31	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนพฤศจิกายน 103
4.32	แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนธันวาคม 105
4.33	แสดงอุณหภูมิรายชั่วโมงตลอดทั้งปีใน Psychrometric chart 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ IX อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แสดงค่าความต้านทานความร้อนของชุดเครื่องแต่งกายแบบต่างๆ 12
2.2	แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกายที่ระดับกิจกรรมต่างๆ 13
2.3	อุณหภูมิที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของมนุษย์ ภายใต้เงื่อนไขกิจกรรมเบาๆ 18
2.4	การเปรียบเทียบขอบเขตสภาวะน่าสบายสำหรับประเทศต่างๆ 19
2.5	แสดงมาตราวัดสภาวะน่าสบายขั้นพื้นฐาน 23
2.6	แสดงหลักเกณฑ์เบื้องต้นของการประกวด 29
2.7	แสดงหลักเกณฑ์ตัดสินของการประกวด 30
2.8	แสดงรายละเอียดหลักเกณฑ์ตัดสินของการประกวด 30
3.1	แสดงรายละเอียดโดยรวมของบ้านกรณีศึกษา 40
3.2	แสดงรายละเอียดวัสดุกรอบอาคารของบ้านกรณีศึกษา 41
3.3	แสดงรายการห้องและส่วนต่าง ๆ ของบ้าน 42
3.4	แสดงรายละเอียดผนังที่ภายนอก 44
3.5	แสดงรายละเอียดผนังที่มีช่องเปิด / ช่องแสง 44
3.6	แสดงรายละเอียดหน้าต่างและประตูภายนอกที่มีช่องแสง 45
3.7	แสดงรายละเอียดหลังคา 46
3.8	แสดงรายละเอียดเครื่องปรับอากาศ 46
3.9	แสดงรายละเอียดชนิดและขนาดหลอดไฟ 47
3.10	แสดงเครื่องมือสำหรับการกำหนดชื่อของพื้นที่ในโปรแกรม DOE2.1 E 54
3.11	แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิรายเดือนภายในบ้าน 55
3.12	แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลเฉลี่ยอุณหภูมิภายในบ้านแบบรายชั่วโมง 56
3.13	แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลสรุปอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุด ภายในบ้าน 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และขังอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.14	แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในอาคารกรณีศึกษา (แยกตามพื้นที่แต่ละโซน) 57
3.15	แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในอาคารกรณีศึกษา (แยกตามประเภทพื้นที่) 58
3.16	แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมสรุปข้อมูลสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิแบบรายเดือน 58
4.1	การกำหนดชื่อพื้นที่ในโปรแกรม DOE2.1E 59
4.2	แสดงชนิดและปริมาณไฟฟ้าในระบบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร 64
4.3	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายเดือนเป็นระยะเวลา 12 เดือน 68
4.4	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายในและภายนอก วันที่ 11 พฤษภาคม 70
4.5	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ย (แยกตามประเภทพื้นที่) วันที่ 11 พฤษภาคม 71
4.6	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายในและภายนอก วันที่ 18 ธันวาคม 72
4.7	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ย (แยกตามประเภทพื้นที่) วันที่ 18 ธันวาคม 73
4.8	แสดงข้อมูลการกำหนดชื่อของพื้นที่ในโปรแกรม DOE2.1 E 73
4.9	แสดงข้อมูลรายเดือนของอุณหภูมิภายในบ้าน 75
4.10	แสดงข้อมูลเฉลี่ยอุณหภูมิภายในบ้านแบบรายชั่วโมง 76
4.11	แสดงข้อมูลสรุปอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดภายในบ้าน 78
4.12	แสดงข้อมูลสรุปอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดภายในบ้าน 80
4.13	แสดงข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในอาคารกรณีศึกษา (แยกตามพื้นที่แต่ละโซน) 82
4.14	แสดงข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในอาคารกรณีศึกษา (แยกตามประเภทพื้นที่) 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ Xi ำงอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.15	แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนมกราคม87
4.16	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนกุมภาพันธ์ 89
4.17	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนมีนาคม 91
4.18	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนเมษายน 92
4.19	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนพฤษภาคม 94
4.20	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนมิถุนายน 96
4.21	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนกรกฎาคม 97
4.22	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนสิงหาคม 99
4.23	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนกันยายน100
4.24	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนตุลาคม102
4.25	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนพฤศจิกายน104
4.26	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนธันวาคม106
4.27	แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยในขอบเขตสภาวะนำสบายทางด้านอุณหภูมิ แบบรายเดือน107
4.28	แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายทางด้านอุณหภูมิ แบบรายเดือน108

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในบ้านพักอาศัยเขตร้อนชื้นคือความร้อน ซึ่งเป็นผลมาจากสภาวะโลกร้อน (Global warming) ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิภายในบ้านสูงขึ้น มนุษย์จึงเลือกใช้พลังงานผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น พัดลม หรือเครื่องปรับอากาศมาช่วยปรับสภาวะภายในบ้านให้ตอบสนองกับความสบาย โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศนั้นเป็นที่นิยมอย่างมากในการเลือกใช้เพื่อแก้ปัญหาความร้อน เนื่องจากสามารถทำให้ปรับเข้าสู่สภาวะน่าสบายได้รวดเร็วและยังสามารถควบคุมระดับความสบายได้ จากสาเหตุดังกล่าวส่งผลทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในที่อยู่อาศัยเพิ่มมากขึ้น

MEA หรือการไฟฟ้านครหลวง ได้ทำการทดสอบการเปิดแอร์ในช่วงหน้าร้อนพบว่าอากาศร้อนทำให้มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยจากการทดสอบด้วยเครื่องปรับอากาศที่ได้มาตรฐานขนาด 12,000 BTU ตั้งค่าอุณหภูมิภายในห้องที่ 26 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอกห้องที่ 35 องศาเซลเซียส และ 41 องศาเซลเซียส การคิดหน่วยการใช้ไฟฟ้ารายเดือนโดยสมมติให้เป็นการเปิดเครื่องปรับอากาศ 8 ชั่วโมงต่อวัน นาน 30 วัน จากการทดสอบเปิดแอร์ 1 ชั่วโมง สามารถสรุปผลการทดสอบได้ว่าอากาศร้อนขึ้น 6 องศาเซลเซียส หน่วยการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้น 14% โดยได้แสดงรายละเอียดเอาไว้ในภาพที่ 1.1

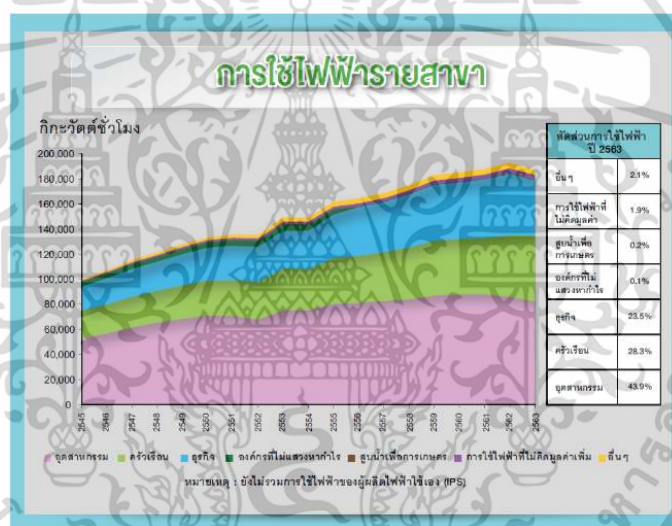


ภาพที่ 1.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าไฟจากการทดสอบเปิดแอร์ 1 ชั่วโมง

ที่มา : ข้อมูล MEA หรือการไฟฟ้านครหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้จากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิภายนอกที่เพิ่มขึ้นทุก 1 องศาเซลเซียส เครื่องปรับอากาศ จะกินไฟเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 3 ถึงแม้จะใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในระยะเวลาเท่ากัน หรือปรับตั้งค่า อุณหภูมิเท่าเดิมก็ตาม ประกอบกับในช่วงอากาศร้อนพฤติกรรมการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ เช่น การเปิดปิดตู้เย็นบ่อยครั้ง การประกอบอาหารด้วยเครื่องใช้ไฟฟ้า จนถึงการใช้น้ำอุปโภคบริโภค มากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำทำงานมากขึ้น ทั้งหมดนี้ ล้วนทำให้การใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน จากสถิติการใช้ ไฟฟ้าในประเทศไทยจะพบว่าในปี 2564 นั้น การใช้ไฟฟาลดลงเกือบทุกสาขายกเว้นสาขาครัวเรือนที่ มีการใช้เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.4 จากการที่ประชากรอยู่บ้านมากขึ้นจากมาตรการ “อยู่บ้าน หยุดเชื้อ เพื่อ ชาติ” และการทำงานที่บ้าน (Work from Home) การเรียนออนไลน์ จึงส่งผลให้มีการใช้ไฟฟ้าใน ครัวเรือนมากขึ้น (รายงานสถิติพลังงานรายปี 2564)



ภาพที่ 1.2 แสดงแผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของแต่ละสาขา

นอกจากนี้ ปัจจัยทางสถาปัตยกรรมยังเป็นอีกหนึ่งส่วนสำคัญสำคัญที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน ในบ้านพักอาศัยโดยตรง บ้านพักอาศัยที่มีการออกแบบโดยไม่ได้คำนึงถึงการป้องกันปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ภายในอาคารจนทำให้อุณหภูมิภายในอาคารยังสูงอยู่ ความต้องการสบายทางด้าน อุณหภูมิของมนุษย์จึงยังผลักดันพฤติกรรมที่พึ่งพาระบบปรับอากาศในการแก้ไขปัญหาความร้อน การใช้พลังงานภายในบ้านจึงมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกิดวิกฤต การณ์ด้านพลังงาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อในวงกว้างทั้งในระดับชาติ และระดับโลก จนกลายเป็นเรื่องเร่งรัด ให้หลายภาคส่วนต้องคิดหาหนทางในการประหยัดพลังงาน และร่วมกันอนุรักษ์พลังงานให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ผ่านมาภาครัฐได้พยายามแก้ไขปัญหาวิกฤตการณ์ดังกล่าวด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในบ้านพักอาศัย อาทิเช่น ส่งเสริมให้มีการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (ฉลากเบอร์ 5) การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน การปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้ไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส การปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน เป็นต้น และในปี 2548 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (พพ.) ได้จัดทำโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นขึ้นในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ได้กระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวในกลุ่มผู้ประกอบการบ้านจัดสรรและกลุ่มผู้บริโภคให้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการออกแบบบ้านจัดสรร โดยเน้นแนวคิดเรื่องการประหยัดพลังงาน และการเพิ่มสภาวะอยู่สบาย (Thermal comfort) ส่งผลให้ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจและเลือกซื้อบ้านตามแนวคิดดังกล่าวมากขึ้น จากผลสำเร็จที่เกิดขึ้นได้นำไปสู่การดำเนินโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นในปี 2550 ทั้งขยายขอบเขตผู้เข้าร่วมการประกวดให้กว้างขวางออกไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งในการตัดสินการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นนั้นได้มีเกณฑ์ในการตัดสินขั้นต้นโดยดูที่ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาบ้าน (RTTV) ไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตร การถ่ายเทความร้อนของผนังบ้าน (OTTV) ไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร ในขณะที่การให้แสงสว่างต้องมีจำนวนโคมที่ประหยัดไฟคิดเป็นสัดส่วนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และมีพื้นที่ช่องระบายอากาศคิดเป็นสัดส่วนไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด นอกจากนี้ยังกำหนดหลักเกณฑ์การพิจารณาตัดสินอีก 3 ด้าน ได้แก่ ด้านสภาพแวดล้อม ด้านสถาปัตยกรรม และด้านวิศวกรรมไว้อีกด้วย

งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยกบ้านกรณีศึกษาคือ บ้านเดี่ยวขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตร.ม. แบบบ้าน AR-002 ออกแบบโดยบริษัท อเรย์ คอนสตรัคชั่น จำกัด ที่ได้รับรางวัลบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นด้านสถาปัตยกรรม ในการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่น ปี 2559 (ประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานดีเด่น ปี ๒๕๕๙)



ภาพที่ 1.3 แสดงภาพคุณภาพปริญญา เอี่ยมประดิษฐ์ภักดิ์ (ขวามือ) ประธานบริหารบริษัท อเรย์

คอนสตรัคชั่น จำกัด ขึ้นรับรางวัลในงานประกวดบ้านอนุรักษ์พลังงาน ปี 2559 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยบ้านหลังนี้ได้สร้างแล้วเสร็จ และมีการอยู่อาศัยจริงมาเป็นระยะเวลามากกว่า 6 ปี จากเกณฑ์การประเมินในการประกวดขั้นต้นจะเห็นว่าได้มีการพูดถึงการถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคาร รวมไปถึงการศึกษาเบื้องต้นที่สามารถสรุปได้ว่า ความร้อนเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญส่งผลต่อการใช้พลังงานภายในบ้าน หากเป็นเช่นนั้นจริงก็มีความน่าสนใจในประเด็นที่ว่า บ้านที่ประหยัดพลังงานนั้นมีค่าอุณหภูมิภายในเป็นอย่างไรอยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบาย (Thermal comfort) หรือไม่ จึงเป็นที่มาของวิจัยเรื่อง “การประเมินสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของบ้านประหยัดพลังงานที่ผ่านการประเมินแล้ว กรณีศึกษา : บ้านเดี่ยวขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตร.ม. จ.ชลบุรี ประเทศไทย”

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อประเมินสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal comfort) ของบ้านประหยัดพลังงานที่ผ่านการประเมินแล้ว

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของบ้านประหยัดพลังงานที่ผ่านการประเมินแล้ว ซึ่งเป็นบ้านที่สร้างแล้วเสร็จแล้วมีการอยู่อาศัยจริงเป็นเวลามากกว่า 6 ปี โดยจะทำการเก็บข้อมูลตามพื้นฐานความเป็นจริงที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้านกรอกแบบ หรือการใช้พลังงานภายในบ้านพักอาศัยของผู้ใช้งานจริง

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. ศึกษานิยาม ทฤษฎี ความหมายที่เกี่ยวกับสภาวะน่าสบาย เพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับผลการประเมินของการทดลอง
2. ข้อมูลพื้นฐานของบ้านที่จะทำการวัดและประเมินผล ไม่ว่าจะเป็นแบบก่อสร้างแบบจำลอง 3 มิติ และอื่นๆ ที่นำมาใช้ในประกอบก่อนทำการทดลองและประเมินผล
3. ศึกษาเฉพาะตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ ฐานข้อมูลสภาพอากาศจังหวัดชลบุรีจากกรมอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

สถานที่ที่ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามคือ บ้านเดี่ยวขนาดใหญ่ ที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตร.ม ตั้งอยู่ที่ ต.โป่ง อ.บางละมุง จ.ชลบุรี ออกแบบโดยบริษัท อเรย์คอนสตรัคชั่น จำกัด

1.3.3 ขอบเขตด้านการทดลอง

ข้อมูลทั้งหมดที่ทำการเก็บรวบรวมจะนำไปสร้างแบบจำลองอาคารผ่าน Draw BDL และจำลองสถานะการใช้พลังงานผ่านโปรแกรม DOE2.1E ver.121

1.4 สมมติฐานในการวิจัย

บ้านกรณีศึกษาเป็นบ้านที่ได้รับรางวัลดีเด่นทางด้านสถาปัตยกรรม จึงคาดว่ามีค่าอุณหภูมิที่อยู่ในขอบเขตน่าสบาย

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

1.5.1 ศึกษาข้อมูลสถานะน่าสบายจากทฤษฎี เอกสารอ้างอิง รายงานการวิจัยและการทดลองที่เกี่ยวข้องทั้งที่มีอยู่ของประเทศไทยและต่างประเทศ

1.5.2 ศึกษาเกณฑ์การประเมินโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานที่บ้านได้รับการประเมินแล้วเสร็จ โดยอ้างอิงจากคู่มือการสมัคร โครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นประเภทบ้าน

1.5.3 วิธีการเก็บข้อมูล

1. รวบรวมตัวแปรที่ต้องทำการวัดและประเมินผล
2. วิธีการใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล
3. วิธีการวัดและประเมินผลบ้านกรณีศึกษาผ่านโปรแกรม DOE2.1E
4. รวบรวมข้อมูลและสรุปผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล เพื่อหาข้อสรุป และคำตอบของสมมติฐานที่ตั้งไว้

1.5.5 สรุปผลจากการศึกษา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 มีความรู้ และเข้าใจเกี่ยวกับสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ

1.6.2 สามารถเขียนแบบจำลอง และมีความเข้าใจในการใช้โปรแกรม DOE 2.1E ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 วิธีการศึกษา



ภาพที่ 1.4 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมและกรอบความคิด

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาวะน่าสบาย พิจารณาควบคู่ไปกับการประเมินผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประเมินสภาวะน่าสบายของอาคารกรณีศึกษา โดยมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 สภาวะน่าสบาย

สภาวะน่าสบาย หมายถึง สภาวะที่มีอุณหภูมิอากาศ ความชื้นในอากาศ และความเร็วลมที่เหมาะสมกับการที่จะทำให้มนุษย์รู้สึกสบาย ไม่ร้อนหรือไม่หนาวจนเกินไป ร่างกายไม่มีเหงื่อ ใอน้ำในอากาศไม่มากหรือน้อยเกินไป และมีความเร็วลมที่ไม่รบกวนจนรู้สึกได้ โดยปกติอุณหภูมิในร่างกายมนุษย์จะอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ผิวหนังจะอยู่ที่ประมาณ 31-34 องศาเซลเซียส และมนุษย์ต้องการรักษาสมดุลของอุณหภูมิในร่างกายเพื่อให้อยู่ในสภาวะปกติ

2.1.1 สภาวะน่าสบายของมนุษย์ (Human Comfort)

Bradshaw กล่าวว่า ความรู้สึกสบายหรือไม่สบายของมนุษย์ ขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของอวัยวะที่รับรู้ความรู้สึก เช่น หู ตา จมูก โดยรู้สึกจากการสัมผัส ดังนั้นความสบายของมนุษย์นั้น จึงตั้งอยู่บนพื้นฐานความสบายจากทางด้านกรมองเห็น ความสบายทางการได้ยิน รวมถึงความสบายทางด้านอุณหภูมิหรือแม้แต่ว่าระดับคุณภาพอากาศ โดยมีนักวิจัยและนักวิชาการหลายท่านได้พยายามค้นหามาตรวัดความสบายขึ้นจากการทดลองวัดความรู้สึกของบุคคล และประเมินค่าออกมาโดยระเบียบวิธีทางสถิติ

2.1.2 สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort)

ASHRAE ได้ให้จำกัดความของ สภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort) ไว้ว่า เงื่อนไขทางด้านจิตใจที่แสดงออกถึงความพึงพอใจต่อสภาวะแวดล้อมทางความร้อนของมนุษย์ หรือหมายถึงสภาวะแวดล้อมที่คนเรารู้สึกถึงความน่าสบายสบาย หรือเป็นสภาวะสมดุลทางอุณหภูมิระหว่างร่างกายกับสภาวะแวดล้อม กล่าวคือรู้สึกไม่หนาวหรือร้อนเกินไป (ASHRAE Standard 55, 1992)

Givoni ได้ให้คำจำกัดความของสภาวะน่าสบายไว้ว่า ช่วงสภาพที่คนเรานั้นจะรู้สึกถึงความน่าสบายภายในอาคาร และสามารถยอมรับได้ โดยไม่รู้สึกถึงความไม่สบายจากความร้อนหรือความหนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

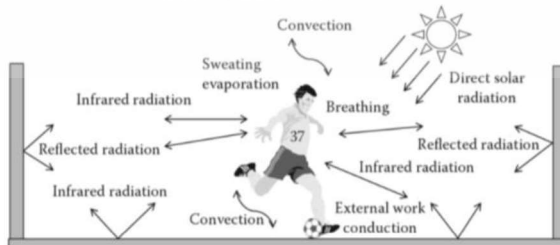
ใด ๆ ซึ่งสภาวะแวดล้อมนั้น จากการประเมินจากประสาทสัมผัสของมนุษย์สามารถบ่งบอกได้ว่ามีความน่าสบายหรือไม่ โดยที่แต่ละคนนั้นจะมีความพึงพอใจกับความรู้สึกร้อนหรือหนาวที่แตกต่างกันไป ถึงแม้คนๆนั้นว่าจะอยู่ในสถานที่หรือห้องเดียวกันก็ตาม (Givoni, 1998)

องค์การอนามัยโลก ได้กล่าวไว้ว่า สภาวะน่าสบายยังเกี่ยวข้องกับสุขภาพของมนุษย์โดยตรง ไม่ใช่แค่ไม่มีโรค แต่ยังรวมถึงในแง่ของความรู้สึกรองทั้งทางร่างกาย จิตใจ และสภาพสังคมความเป็นอยู่ที่ดีอีกด้วย (WHO, 1946)

อุณหภูมิกับร่างกายมนุษย์ เป็นเรื่องพื้นฐานที่ควรทำความเข้าใจเพื่อการปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้มนุษย์เกิดความรู้สึกรสบาย โดยปกติมนุษย์จะมีการถ่ายเทความร้อนจากร่างกายไปสู่สภาพแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา เป็นกระบวนการที่ร่างกายถ่ายโอนความร้อนที่เกิดขึ้นจากอัตราการเผาผลาญของพลังงานและสารอาหารที่ร่างกายได้รับออกไป เพื่อช่วยในการรักษาสมดุลของอุณหภูมิร่างกาย เพื่อการรักษาสมดุลอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ที่ 37 องศาเซลเซียส (98.6 °F) โดยพลังงานในร่างกายจะถูกใช้ไปกับการทำกิจกรรมต่างๆ เพียงร้อยละ 20 จากพลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมด ส่วนอีกร้อยละ 80 จะอยู่ในรูปแบบพลังงานความร้อนในร่างกายและจะถูกขับออกจากร่างกายเป็นการถ่ายเทความร้อนระหว่างมนุษย์และสภาพแวดล้อม การถ่ายเทความร้อนของร่างกายมนุษย์ แบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

1. การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนกับวัตถุรอบ ๆ ตัว เช่น การสัมผัสวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวหนัง
2. การพาความร้อน (Convection) เป็นพาความร้อนออกไป เมื่ออุณหภูมิกอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิผิวของร่างกาย โดยการอาศัยโมเลกุลของอากาศผ่านผิวร่างกาย เช่น การหายใจในอากาศ
3. การแผ่รังสี (Radiation) เมื่อผิวของร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิกอากาศโดยรอบ ผิวของร่างกายจะถ่ายเทความร้อนไปยังที่ที่เย็นกว่า โดยไร้การสัมผัส
4. การระเหย (Evaporation) เป็นการระเหยของน้ำในร่างกาย เช่น การขับเหงื่อ

ความรู้สึกรสบายและควรนำมาใช้พิจารณาในกระบวนการออกแบบ โดยแสดงให้เห็นในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกายมนุษย์กับสภาพแวดล้อม

ที่มา : Human Thermal Environment : the Effects of Hot, Moderate and cold

Environments on Human Health, Comfort, and Performance, p.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปความสบายของมนุษย์จะปรากฏก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆ ของอุณหภูมิในร่างกาย และมีความเปียกชื้นของผิวหนังต่ำและความพยายามปรับอุณหภูมิทางสรีรวิทยาเป็นปกติ นอกจากนี้ความสบายยังรวมไปถึงพฤติกรรมที่มาจากปฏิกิริยาในการรู้สึกถึงความร้อนและความชื้น เพื่อลดสภาวะไม่น่าสบาย เช่น การเปลี่ยนท่าทางหรือกิจกรรมที่ทำอยู่ การเปลี่ยนเครื่องแต่งกาย การย้ายสถานที่ การเปิดประตูหรือหน้าต่าง รวมไปถึงการพึ่งพาระบบเครื่องกลที่ใช้ในการควบคุมสภาพอากาศ เช่น เครื่องปรับอากาศ หรือพัดลม พฤติกรรมเหล่านี้ถือเป็นความเป็นไปได้ในการลดสภาวะไม่น่าสบาย (ASHRAE,1997:8.1)

2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของมนุษย์

Fanger (1970) ในการวิจัยเรื่องสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิ (Thermal comfort) ได้ค้นพบตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ทั้งหมด 6 ตัวแปร แบ่งออกเป็นตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม 4 ตัวแปร และตัวแปรด้านบุคคล 2 ตัวแปร นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)
2. อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)
3. ความเร็วลม (Wind Speed)
4. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ปัจจัยทางด้านบุคคล ได้แก่

5. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo Value)
6. อัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย (Metabolism)

ปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยในที่นี้ยกมา 2 ตัวแปร (Auticiems and Szokolay 1997 : 8)

1. เพศ และอายุ
2. ความเคยชินกับสภาพอากาศ และสภาพแวดล้อม

1. อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)

เป็นปัจจัยสำคัญในการบ่งบอกถึงสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort) โดยอุณหภูมิอากาศ เป็นสิ่งช่วยบอกถึงลักษณะสภาพอากาศภายในห้อง และความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ โดยที่ค่าอุณหภูมิต่ำมากเกินไปจะทำให้รู้สึกหนาว แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปก็จะทำให้รู้สึกร้อน และส่งผลต่อสภาวะน่าสบาย ทำให้ต้องมีการปรับสภาวะแวดล้อมให้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ การวัดอุณหภูมิของอากาศและสภาพแวดล้อมสามารถทำได้ 2 วิธี คือการใช้ประสาทสัมผัสของร่างกาย โดยที่อุณหภูมิเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 37 องศาเซลเซียส จะเป็นอุณหภูมิปกติของร่างกายของมนุษย์ ถ้าอุณหภูมิร่างกายนั้นมีค่าต่ำกว่าอากาศและสภาพแวดล้อมนั้น ร่างกายมนุษย์จะได้รับความร้อนที่ถ่ายโอนมา จนทำให้รู้สึกร้อนได้

2. อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)

อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบหรือ MRT เป็นการวัดค่าเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งรวมถึงแสงแดดโดยตรงด้วย MRT นั้นสามารถคำนวณจากอุณหภูมิพื้นผิวของด้านต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อม และตำแหน่งที่วัด MRT นั้นโดยใช้มุมกระทำ (Solid Angle) ที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดและขอบเขตของแต่ละพื้นผิวโดยการหาค่าเฉลี่ย MRT มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายถึงร้อยละ 40 สามารถอธิบายได้ว่าถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น 1.4 องศาเซลเซียส และ MRT ลดลง 1 องศาเซลเซียส ความรู้สึกร้อนหนาวยังคงไม่รู้สึกรู้สึถึงเปลี่ยนแปลงแต่ในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิห้อง 26 องศาเซลเซียส แต่ MRT สูงถึง 32 องศาเซลเซียส จะเกิดการแผ่รังสีทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยภายในรู้สึกร้อนกว่า 26 องศาเซลเซียส

3. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) คือสัดส่วนของมวลไอน้ำในอากาศที่อุณหภูมิหนึ่งต่อไอน้ำสูงสุดที่อากาศสามารถรับได้ ความชื้นจะมีความสำคัญต่อการระเหยตัวของเหงื่อในร่างกาย ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 60-70 ในฤดูหนาวจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ การระเหยตัวสูงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกาย จะรู้สึกไม่สบายตัวและผิวแห้ง ส่วนในฤดูร้อนเราจะรู้สึกร้อนอบอ้าวและมีความชื้นในอากาศมาก

4. ความเร็วลม (Wind Speed)

ลมเป็นปัจจัยที่ช่วยในการเพิ่มขอบเขตของความสบาย เนื่องจากเมื่อความเร็วลมพัดผ่านผิวร่างกายมนุษย์จะช่วยพัดพาความร้อนออกไปจากร่างกาย โดยการเพิ่มอัตราการระเหยของเหงื่อ ทำให้ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดี ดังนั้นความเร็วลมที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญ หากความเร็วลมน้อยเกินไปก็ไม่ช่วยในการระเหยของเหงื่อ แต่หากลมแรงเกินไปจะทำให้เกิดความรำคาญรบกวนการทำงานได้

5. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo Value)

เสื้อผ้าที่สวมใส่นั้นทำหน้าที่เหมือนฉนวน และช่วยในการป้องกันความร้อนจากภายนอกได้อย่างดี ซึ่งความร้อนที่ออกมาจากร่างกายกับสภาพแวดล้อมภายนอก ผู้ที่สวมใส่เสื้อผ้าหนาๆ หลายชั้นเหมือนเมืองหนาวจะรู้สึกร้อน ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิพื้นผิวรอบตัวสูง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเสื้อผ้าที่สวมใส่เป็นตัวป้องกันการระเหยของเหงื่อออกจากร่างกาย การสวมใส่เสื้อผ้าในเมืองร้อนนั้นจึงควรมีเนื้อผ้าที่บางเบาเหมาะกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น เพราะจะทำให้อัตราการระเหยของเหงื่อดีขึ้นเมื่อเทียบกับเสื้อผ้าที่มีความหนาและจำนวนชั้นหลายชั้น ซึ่งค่าต้านทานความร้อนของเสื้อผ้า (การเป็นฉนวนของเสื้อผ้า) มีหน่วยเป็น Clo โดย $1 \text{ Clo} = 0.155 \text{ m}^2\text{K/w}$

จากกฎของ Goldman ที่ว่า บุคคลที่สวมใส่เสื้อผ้าที่มีค่าความต้านทานความร้อน 0.6 clo และมีการทำงานแบบสำนักงาน (100 – 200 kcal/hr) จะรู้สึกถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ 1°F ก็ต่อเมื่อเปลี่ยนค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายลง 0.2 clo ซึ่งคนที่สวมใส่ชุดสูทธุรกิจธรรมดา และชุดชั้นในผ้าฝ้าย (มีค่าความต้านทานความร้อน = 1clo) จะต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าคนที่ไม่สวมเสื้อผ้าประมาณ 9°C

ค่า Clo ของเสื้อผ้าที่สวมใส่จะมีความแตกต่างกันและเป็นส่วนที่สำคัญต่อความรู้สึกสบาย เพราะเป็นฉนวนที่ดีในการกันความร้อนและช่วยในการรักษาอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์อีกชั้นหนึ่ง ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของชุดเครื่องแต่งกายแบบต่างๆ

รายละเอียดชุดเครื่องแต่งกาย ^a	I_c หน่วย Clo
กางเกงขาสั้น เสื้อเชิ้ตแขนสั้น	0.36
กางเกงขายาว เสื้อเชิ้ตขาสั้น	0.57
กางเกงขายาว เสื้อเชิ้ตแขนยาว	0.61
กางเกงขายาว เสื้อเชิ้ตแขนยาวและสูท	0.96
กางเกงขายาว เสื้อเชิ้ตแขนยาวสวมเสื้อยืดข้างใน และสวมเสื้อกันหนาวแขนยาว	1.01
กระโปรงยาวถึงเข่า เสื้อเชิ้ตแขนยาว รองเท้าแตะ	0.54
กระโปรงยาวถึงเข่า เสื้อเชิ้ตแขนยาว สลิปแบบเต็มตัว รองเท้าแตะ	0.67
กระโปรงยาวถึงข้อเท้า เสื้อเชิ้ตแขนยาว สลิปแบบเต็มตัว ชุดสูท	1.10

ที่มา : American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineerings, 2002 ASHRAE Handbook of Fundamental. I-P Edition. (n.p.,2002), p.8.9

^a ค่าที่ได้นี้ รวมถึงกางเกงชั้นใน รองเท้า และถุงเท้า โดยยกเว้นชุดที่มีถุงน่องเท่านั้นที่ไม่ได้รวมถุงเท้าเข้าไปด้วย

6. อัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย (Metabolism)

ร่างกายของมนุษย์จะผลิตความร้อนออกมาตลอดอย่างต่อเนื่องในกิจวัตรประจำวันของมนุษย์ เช่น การนอน การเดิน การวิ่ง หรือการออกกำลังกาย ความต้องการพลังงานของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มนุษย์นั้นได้มาจากการย่อยอาหาร เครื่องดื่ม ที่เราได้รับประทานเข้าไป ขบวนการในการเปลี่ยนแปลงสารอาหารที่บริโภคเข้าไปให้เป็นพลังงานในร่างกาย

ซึ่งความร้อนที่มนุษย์ผลิตออกมานั้นมีหน่วยวัดเป็น Met หรือ Metabolic ซึ่ง 1 Met จะเท่ากับ 58.2 W/m^2 หรือ 18.4 Btu/h.ft^2 ขณะที่คนเรานั่งพักผ่อน พลังงานที่ผลิตต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่โดยเฉลี่ย สำหรับผู้ใหญ่ทั่วไปประมาณ 117 W หรือ 400 Btu/h โดยอัตราการเผาผลาญของร่างกายจะแสดงในแง่ของหน่วยพื้นที่ของพื้นผิวร่างกายรวม โดยขึ้นอยู่กับลักษณะของกิจกรรม เช่นการนั่ง เดิน วิ่ง นอน ออกกำลังกาย หรือทำงาน ระดับกิจกรรม 1 Met จะมีการสูญเสียความร้อนจากร่างกายประมาณ 100 วัตต์ ซึ่งได้แสดงตัวอย่างของระดับกิจกรรมและอัตราการเผาผลาญของร่างกายไว้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกายที่ระดับกิจกรรมต่างๆ

กิจกรรม	W/m^2	Met^1
กิจกรรมการพักผ่อนร่างกาย (การเผาผลาญพลังงานไม่เกิน 65 W/m^2)		
นอนหลับ	40	0.7
เอกเซนก	45	0.8
นั่ง , เงียบๆ	60	1.0
กิจกรรมที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานต่ำ (อยู่ระหว่าง $66 - 103 \text{ W/m}^2$)		
นั่งอ่านหนังสือ	55	1.0
เขียนหนังสือ	60	1.0
ยืนสบายๆ	70	1.2
ทำอาหาร	95 - 115	1.6 - 2.0
เดิน (ทางราบ) ด้วยความเร็ว 3.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (0.9 เมตรต่อวินาที)	115	2.0
ยกของเบาๆ	120	2.1
กิจกรรมที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานปานกลาง (อยู่ระหว่าง $131 - 200 \text{ W/m}^2$)		
ทำความสะอาดบ้าน	115 - 200	2.0 - 3.4
เดิน (ทางราบ) ด้วยความเร็ว 4.3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (1.2 เมตรต่อวินาที)	150	2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

กิจกรรม	W/m ²	Met ¹
กิจกรรมที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานสูง (อยู่ระหว่าง 201 – 260 W/m²)		
เดินรำ	140 - 255	2.4 – 4.4
ออกกำลังกาย	175 - 235	3.0 – 4.0
เดิน (ทางราบ) ด้วยความเร็ว 6.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (1.8 เมตรต่อวินาที)	220	3.8
แบกของหนัก 50 กิโลเมตร	235	4.0
กิจกรรมที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานสูง (มากกว่า 260 W/m²)		
เล่นเทนนิส	210 - 270	3.6 – 4.0
ทำงานสวน (ขุดดิน)	235 - 280	4.0 – 4.8
บาสเก็ตบอล	290 - 440	5.0 – 7.6

ที่มา : American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineering, 2002 ASHRAE Handbook of Fundamental. I-P Edition. (n.p.,2002), p.8.7¹ 1 met = 58.1 W/m²

นอกจากนี้ยังมีอีก 2 ปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง (Contributor Factors)

1. เพศ และอายุ

เพศและอายุนั้นมีผลต่อความรู้สึกพึงพอใจในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ผู้ที่อายุน้อยจะมีช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่าผู้สูงอายุ เนื่องจากมีเรื่องของการรับรู้ของประสาทมาเกี่ยวข้องด้วย และบ่อยครั้งที่เพศหญิงจะมีความพึงพอใจในอุณหภูมิสูงกว่าเพศชาย ซึ่งบางครั้งก็มีเรื่องของเสื้อผ้าที่สวมใส่มาเกี่ยวข้องเป็นตัวแปรร่วมได้

2. ความเคยชินกับสภาพอากาศและสภาพแวดล้อม

ความเคยชินกับสภาพอากาศและสภาพแวดล้อม เป็นเรื่องของแต่ละบุคคลที่สามารถปรับตัวได้แตกต่างกัน หากมองในภาพรวมก็ถือว่าเป็นเรื่องของเชื้อชาติและผิวพรรณก็ได้ ยกตัวอย่างเช่น คนที่อยู่ทางซีกโลกตะวันออกที่มีอากาศอบอุ่นสามารถทนกับอากาศร้อนได้มากกว่าคนที่อยู่ทางซีกโลกตะวันตกที่มีอากาศหนาว เช่นเดียวกันกับคนที่อยู่ในซีกโลกตะวันตกก็สามารถทนกับความหนาวได้มากกว่าคนทางซีกโลกตะวันออก และหากเป็นเรื่องเกี่ยวกับผิวพรรณและเม็ตสี จะพบว่าคนที่อยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีกโลกตะวันตกสามารถทนอยู่ท่ามกลางแสงแดดได้มากกว่าคนที่อยู่ซีกโลกตะวันออก อีกกรณีหนึ่งที่ น่าสนใจคือเรื่องการปรับตัวของผิวหนัง โดยสังเกตได้จากการที่ผิวหนังได้รับความร้อนหรือความเย็น เป็นเวลานานติดต่อกัน การรับรู้ความรู้สึกร้อนหนาวที่กระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ได้ผิวหนังอย่างไม่ สม่าเสมอจะถูกปรับตัวให้เคยชินกับอุณหภูมินั้นๆ เช่น การอาบน้ำในหน้าหนาว ในตอนแรกเราจะ รู้สึกว่าน้ำนั้นเย็นมากแต่หลังจากอาบน้ำไปซีกพักความรู้สึกว่าน้ำเย็นก็จะลดลง ช่วงของอุณหภูมินี้ เรียกว่า “ศูนย์สรีระ หรือช่วงอุณหภูมิที่เป็นกลาง” ซึ่งอาจแคบเพียง 0.01 องศาเซลเซียส หรือกว้าง ถึง 8 องศาเซลเซียส (รัชนี นพเกตุ 2539:29-30)

ดังนั้นความสัมพันธ์ในการรักษาสภาวะร่างกายให้เป็นปกติ จะสัมพันธ์กันในรูปแบบของการ เกิดสภาวะน่าสบายขึ้น โดยการเกิดสภาวะน่าสบายของแต่ละบุคคลก็อาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และลักษณะบุคคล เช่น เสื้อผ้าที่สวมใส่ กิจกรรม ที่ทำอยู่ เพศและวัย เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดเหล่านี้ล้วนมีผลต่อความพึงพอใจในสภาพอากาศ

2.1.4 มาตรฐานวัดความสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort Scale)

การศึกษาค้นคว้าในเรื่องมาตรฐานวัดความสบายทางด้านอุณหภูมินั้นมีการค้นคว้ามานานจนถึง ปัจจุบัน เป็นการทดลองวัดความรู้สึกของบุคคลและประเมินค่าด้วยระเบียบทางวิธีสถิติ โดย นักวิชาการหลายท่านพยายามสร้างมาตรฐานที่รวมความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสภาวะน่า สบาย โดยที่นี้จะพูดถึงมาตรฐานบางอัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. The Effective Temperature Index (ET)

เป็นมาตรฐานวัดอันแรกเริ่มที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อศึกษาความรู้สึกสบายทางสภาวะอากาศ ของมนุษย์ นิยมใช้ในการบอกอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม และเป็นแนวทางสำคัญที่ใช้กันมากใน การพิจารณาสภาวะน่าสบายของมนุษย์ โดยมีตัวแปรจากสภาพแวดล้อม 3 ชนิดคือ อุณหภูมิ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ โดยไม่พิจารณาการแผ่ของรังสีดวงอาทิตย์

ผลจากการทดลอง Haughten และ Yaglou ได้ระบุมาตรฐานอุณหภูมิประสงค์ มีเขต สบายที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 30 – 70 อุณหภูมิประสงค์มีค่า 18.9 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ ระหว่างอุณหภูมิ 17.2 – 21.7 องศาเซลเซียส

2. Corrected Effective Temperature (CET) Scale

เป็นมาตรฐานวัดที่ถูกพัฒนามาจากมาตรฐาน ET แต่มีการรวมผลกระทบของการแผ่รังสี ความร้อนเข้ามาด้วย จึงกลายเป็น 4 ตัวแปรคือ อุณหภูมิ ความชื้น การเคลื่อนไหวของอากาศ และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนถูกเรียกว่า มาตรฐานอุณหภูมิประสงค์แท้

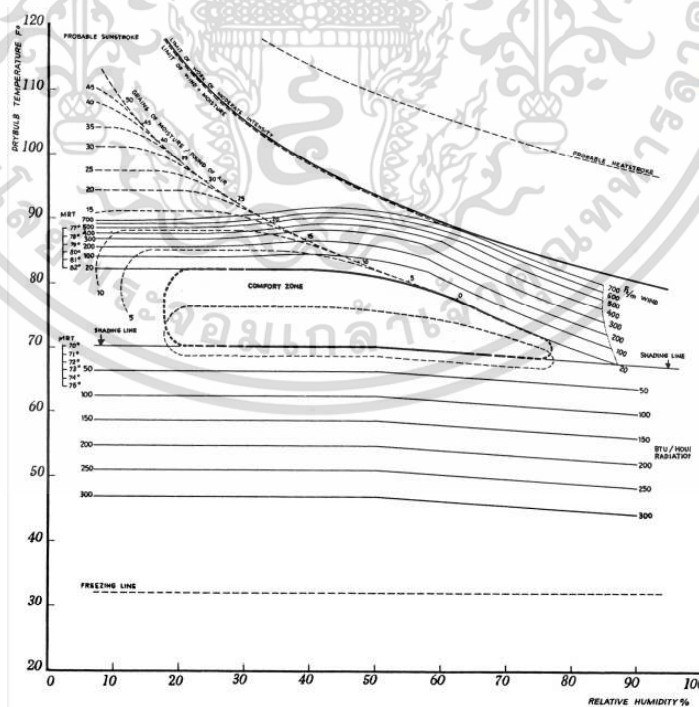
3. Resultant Temperature (RT) Scale

มีการปรับปรุงมาจากมาตรฐาน CET เล็กน้อย ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Missinard มีความน่าเชื่อถือได้ในสภาพอากาศปานกลาง แต่ไม่เหมาะสำหรับสภาพอากาศเมืองร้อน โดยมาตรฐานนี้ไม่อนุญาตให้ผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวในอากาศเกินกว่า 35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่เกินกว่าร้อยละ 80

4. Bioclimatic Chart

เป็นมาตรฐานใหม่ที่ Olgyay มีแนวคิดที่ไม่มีมาตรฐานวัดหรือดัชนีอุณหภูมิที่มีรูปลักษณะหนึ่งเดียว เนื่องจากปัจจัยทั้ง 4 ตัวแปรคือ อุณหภูมิ ความชื้น การเคลื่อนไหวของอากาศ และอุณหภูมิการแผ่รังสี ล้วนมีผลต่อระดับความสบายซึ่งถูกควบคุมด้วยวิถีทางที่ต่างกันไป

แผนภูมิ Bioclimatic ถูกสร้างให้อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) เป็นแกน X และ ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เป็นแกน Y โดยกำหนดเขตความสบายอยู่ที่ตรงกลางของแผนภูมิ รวมถึงแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมโดยการเพิ่มเส้นที่ระดับความสบายให้สูงขึ้นจากผลการเคลื่อนที่ของอากาศและถูกทำให้ต่ำลง โดยผลของการแผ่รังสีความร้อนอีกประการหนึ่ง ซึ่งมนุษย์จะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วงระหว่าง 22 – 27 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ระหว่างร้อยละ 20 - 75



ภาพที่ 2.2 แสดง Bioclimatic Chart

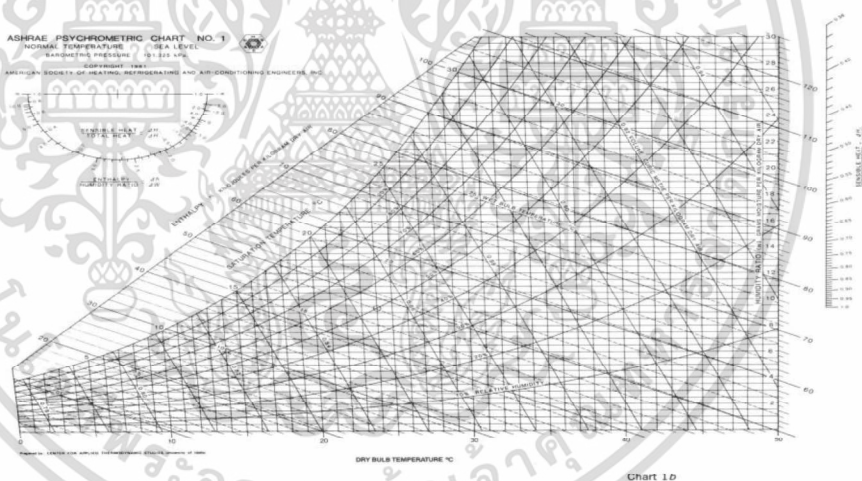
ที่มา : (Olgyay, 1973: 22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Psychrometric Chart

ได้มีการทดลองในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นขึ้นขึ้นในหลายประเทศ เพื่อให้ได้ขอบเขตสภาวะน่าสบายที่เหมาะสมสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น โดยได้มีการพัฒนามาจาก ASHRAE โดยใช้ Psychrometric Chart แสดงถึงขอบเขตน่าสบายที่แตกต่างกันออกไป

แผนภูมิ Psychrometric ได้แสดงถึงคุณสมบัติทางความร้อนของอากาศชื้น อันประกอบไปด้วยตัวแปร 6 ชนิดคือ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาตรอากาศแห้งต่อกิโลกรัม อุณหภูมิกระเปาะเปียก และค่าความจุความร้อนของอากาศหรือค่าเอนทัลปี ซึ่งอยู่ภายในแผนภูมิเดียวกันทำให้เกิดความคล่องตัวในการศึกษาสภาวะน่าสบาย โดยมีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพความกดอากาศ และช่วงอุณหภูมิที่ต่างกันตั้งแต่ -40 – 200 องศาเซลเซียส ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 แผนภูมิที่มีลักษณะคล้ายกัน โดยมีภาพแผนภูมิที่เหมาะสมกับประเทศไทยในภาพที่ 2.3 เป็น Psychrometric Chart no.1 ที่มีช่วงอุณหภูมิปกติ อยู่ที่ 0 – 50 องศาเซลเซียส ที่ความกดอากาศ 101 – 325 kPa ที่ระดับน้ำทะเล (ASHRAE.1997:6.12)



ภาพที่ 2.3 แสดง Psychrometric Chart

ที่มา : (ASHRAE.1997:6.12)

2.1.5 ขอบเขตสภาวะสบายทางอุณหภูมิ (Thermal Comfort Zone)

ในปี 1966 ASHRAE ได้ใช้แผนภูมิ Psychrometric อธิบายขอบเขตสภาวะน่าสบายของมนุษย์ด้วยเส้นกราฟความชื้น (RH) และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DB) ต่อมาในปี ค.ศ.1974 มีการปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากเส้นกราฟอุณหภูมิกระเปาะแห้งเป็นอุณหภูมิประสงค์ (ET) และเปลี่ยนจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นสัมพัทธ์เป็นค่าความดันไอของบรรยากาศ (Pa) แทน ทั้งนี้เนื่องจากความดันไอน้ำในบรรยากาศที่ผิวแทบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในขอบเขตสภาวะน่าสบาย

ต่อมาในปี 1988 มาตรฐานนี้มีการแบ่งแยกสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิในฤดูร้อนและฤดูหนาวเป็น 2 ส่วนครั้งแรก และในปี 1992 มีการปรับข้อมูลโดยอุณหภูมิโดยที่ขีดของความชื้นต่ำสุดยังคงเดิม (23 – 26 องศาเซลเซียสในฤดูร้อน และ 20 – 24 องศาเซลเซียสในฤดูหนาว โดยที่ความชื้นต่ำสุดร้อยละ 30) แต่ได้มีการปรับเปลี่ยนความชื้นที่เหมาะสมต่อสภาวะน่าสบายให้มีค่าความชื้นสูงสุดที่ร้อยละ 60 (จากเดิมร้อยละ 70) โดยมีการถกเถียงเกี่ยวกับประเด็นความชื้นที่มากขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ จะไม่ส่งผลกระทบต่อทางอุณหภูมิ และในปี 1995 ขอบเขตความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในสภาวะน่าสบายได้ถูกเปลี่ยนเป็นเส้นกราฟคู่ของอุณหภูมิกะเปาะเปียกแทน เหตุผลคือมาตรฐานทางอุณหภูมิไม่ควรรวมผลกระทบของตัวแปรที่ไม่เกี่ยวกับอุณหภูมิเข้าไว้ แต่ยังคงถูกจำกัดการปรับเย็นด้วยการระเหยด้วย อย่างไรก็ตามขอบเขตความชื้นที่สูงสุดที่ยังอยู่ในสภาวะน่าสบาย ยังคงเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจ และยังคงถกเถียงกันเพื่อจะค้นหาคำตอบให้ได้จนมาถึงปัจจุบัน

ตามมาตรฐานสากลเกี่ยวกับสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิได้รับการยอมรับ ได้แก่ ASHRAE Standard 55 (1992) ซึ่งได้อธิบายเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิที่ยอมรับได้ว่าเป็น “สภาพแวดล้อมที่ผู้ใช้อาคารอย่างน้อยร้อยละ 80 ยอมรับและกำหนดช่วงที่ยอมรับได้ในรูปแบบของอุณหภูมิยังผล (operative temperature) สำหรับผู้ทำกิจกรรมกิจกรรมพื้นฐานเบาๆ ที่ระดับ 1.2 met ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 50 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.15 m/s อุณหภูมิที่อยู่ในสภาวะน่าสบายฤดูร้อนที่ 23 – 26 องศาเซลเซียส (0.5 clo) และในฤดูหนาวที่ 20 – 23 องศาเซลเซียส (0.9 clo) และโดยมนุษย์จะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 อุณหภูมิที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของมนุษย์ ภายใต้เงื่อนไขกิจกรรมเบาๆ (1.2 met) ความชื้น สัมพัทธ์ร้อยละ 50 และความเร็วลม 0.15 m/s

ฤดู	เครื่องแต่งกาย	ความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (Clo)	อุณหภูมิอากาศที่เหมาะสม	ช่วงอุณหภูมิอากาศ (ที่ความไม่พอใจร้อยละ 10)
ฤดูร้อน	กางเกงหลวมเนื้อบาง เสื้อเชิ้ตแขนสั้น	0.5	24.5 °C 76 °F	23 – 26 °C 73 – 79 °F
ฤดูหนาว	กางเกงหลวมเนื้อหนา เสื้อเชิ้ตแขนยาว เสื้อคลุม	0.9	22 °C 71 °F	20 – 23.5 °C 66 – 75 °F
	แต่งกายน้อยที่สุด	0.05	27 °C 81 °F	26 – 29 °C 79 – 84 °F

ที่มา : Hassani, V. Hauser, S. and T.Agami Reddy: 2 – 103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมินั้นเป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่าไม่สามารถกำหนดเป็นค่าคงที่ใดๆ ได้ และยังสามารถแปรผันไปตามความรู้สึกส่วนตัวจากเครื่องแต่งกายที่ต่างกัน กิจกรรมที่ทำ ในสถานที่ที่หนึ่ง รวมถึงความแตกต่างของสภาพอากาศในแต่ละบริเวณ ในปี 1973 Koenigsberger และทีมิวิจัย ได้เปรียบเทียบขอบเขตสภาวะน่าสบายของมนุษย์จากที่ต่างๆ ตามเอกสารงานวิจัยที่ปรากฏ พบว่ามีความแตกต่างระหว่างขอบเขตสภาวะน่าสบาย ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบขอบเขตสภาวะน่าสบายสำหรับประเทศต่างๆ Koenigsberger และทีมิวิจัย

Location : Source	Comfort Temperature (°C)		
	minimum	optimum	maximum
US			
- winter : Yahlou (1927)	15	20	23
- summer : Yahlou (1927)	18	22	26
UK			
- winter : Bedford (1936)	14	17	20
- summer : Hickish (1955)	-	18	22
Sydney			
- summer : Weiss (1959)	-	22	27
Singapore			
- summer : Weiss (1959)	24	-	27
Limits probably valid for most tropical regions	22	25	27

ที่มา : (Koenigsberger , 1973 cited in Kitchai, 1999:70)

จากการศึกษาข้างต้นจะพบว่ามีข้อกำหนดมาตรฐานสากลมากมายที่นำไปใช้กับทั่วโลก แต่เป็นการศึกษาที่ทำในชั้นในเขตพื้นที่ทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือ ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นตามลักษณะธรรมชาติ ประชากร และปัจจัยอื่นๆ ของในแต่ละพื้นที่ได้ จนเป็นที่ศึกษากันมาถึงในปัจจุบัน โดยการนำมาตรฐานดังกล่าวมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งเป็นการหาสภาวะน่าสบายของบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อการประเมินอุณหภูมิภายในว่าอยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบายหรือไม่ อาจยังไม่ค่อยเหมาะสมนักเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมของบ้านกรณีศึกษาที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น จึงอาจทำให้ขอบเขตสภาวะน่าสบายเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีงานวิจัยฉบับหนึ่งได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะน่าสบายของคนไทยโดยตรง ได้แก่ งานวิจัยของ John F. Busch นักวิจัยด้านพลังงานของ Lawrence Berkeley Laboratory ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะน่าสบายที่เหมาะสมกับประเทศร้อนชื้น โดยมีรายละเอียดดังหัวข้อถัดไป

John Franklin Busch เป็นผู้ศึกษาสภาวะน่าสบายในประเทศไทย โดยทำการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 1,146 คน ที่อยู่ในสำนักงานทั้งพื้นที่ปรับและไม่ปรับอากาศ และทำกิจกรรมการทำงานอยู่ โดยมีค่าการต้านทานความร้อนของเสื้อผ้าเป็นไปตามจริงคือ 0.24 – 1.19 clo ค่าเฉลี่ยที่ 0.53 clo ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุดในห้องปรับอากาศที่ 19.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดในห้องไม่ปรับอากาศที่ 34.2 องศาเซลเซียส เฉลี่ยที่ 26 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นได้แปลงเป็นค่าอุณหภูมิประสมค์ได้ค่าเฉลี่ยที่ 27 องศาเซลเซียส สูงสุดที่ 36 องศาเซลเซียส และต่ำสุดที่ 20.5 องศาเซลเซียส

จากการวิเคราะห์ตามหลักการของ ASHRAE แล้วพบว่า กลุ่มตัวอย่างซึ่งทำงานในห้องไม่ปรับอากาศ สามารถยอมรับอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 26.1 – 31 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิกลางอยู่ที่ 24.5 องศาเซลเซียส แต่ทั้งหมดนี้เมื่อนำไปเทียบกับ ASHRAE Standard จะพบว่ามีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ทั้งในห้องที่มีการปรับและไม่ปรับอากาศ โดยอุณหภูมิสูงสุดของอุณหภูมิกลางในสภาพปรับอากาศของ ASHRAE คือ 26.1 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสูงสุดของอุณหภูมิกลางในสภาพไม่ปรับอากาศของ ASHRAE คือ 28 องศาเซลเซียส ซึ่งคาดว่าเกิดมาจากความเคยชินของสภาพแวดล้อม และผลมาจากการที่ภายในสถานที่ทำงานของประเทศไทย มีความสามารถในการลดความร้อนได้มากโดยไม่รบกวนต่อความรู้สึกสบาย

จากทั้งหมดที่ได้กล่าวมาได้แสดงให้เห็นว่า นอกจากปัจจัยทางสภาพอากาศที่แตกต่างจากการศึกษาในอดีตแล้ว ยังมีผลเกี่ยวเนื่องมาจากสภาพสังคมและวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้หลักการศึกษาสภาวะน่าสบายในอดีต ยังไม่สามารถนำมาพยากรณ์ความสบายสำหรับประเทศไทยได้เหมาะสมนัก นอกจากจะใช้เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินเท่านั้น

2.1.6 การขยายขอบเขตสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ได้มีผู้ศึกษาและกำหนดขอบเขตของสภาวะน่าสบายไว้หลายระดับ อาทิเช่น

Victor Olgyay, 1973 กำหนดขอบเขตสภาวะน่าสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ที่ 22-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75 เปอร์เซ็นต์ ภายในเงื่อนไขที่ลมค่อนข้างสงบ อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบของผนังเท่ากัน การแต่งกายเป็นแบบลำลอง และทำกิจกรรมปกติสบายๆ

Khedari, Yantraipat, Pratintong, and Hirunlabh (2000) ทำการศึกษาแผนภูมิสภาวะน่าสบายของคนไทย (Thailand Ventilation comfort chart) โดยพิจารณาในคนไทยกลุ่มวัยทำงาน ซึ่งได้ใช้ห้องเรียนที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และวางพัดลมไว้ทางด้านหลังเปิดความเร็วลมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าคนไทยยอมรับได้กับสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงกว่า 2-3 °C เมื่อเทียบกับสภาวะน่าสบายของ ASHRAE ความชื้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 50 – 80 % และมีค่าที่อุณหภูมิที่ต่างกันในความเร็วมวลที่ต่างกัน

วารสารณ กาญจนโรจน์, 2542 ขยายขอบเขตสภาวะน่าสบายในสภาวะไม่ปรับอากาศ เมื่ออุณหภูมิอยู่ที่ 22-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75 เปอร์เซ็นต์ ภายในเงื่อนไขที่ลมค่อนข้างสงบ อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบของผนังเท่ากัน การแต่งกายเป็นแบบลำลอง และทำกิจกรรมปกติสบายๆ

สุนทร บุญญาธิการ, 2544 ได้ขยายสภาวะน่าสบายออกเป็น 3 ระดับ เพื่อการปรับสภาพอากาศภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย ตามความเหมาะสมของกิจกรรมและการใช้พลังงาน สำหรับการออกแบบมหาวิทยาลัยชินวัตร ดังนี้

1. พื้นที่ควบคุมด้วยระบบธรรมชาติ (Passive zone) อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 20-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 30-80 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเร็วมวล 0-500 fpm เหมาะสำหรับกิจกรรมต่ำถึงปานกลางไม่เคร่งเครียดมากนัก ซึ่งใช้พลังงานน้อยมาก
2. พื้นที่กึ่งควบคุมสภาพแวดล้อม (Semi-passive zone) อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 22-28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40-70 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเร็วมวล 15-350 fpm เหมาะสำหรับกิจกรรมปานกลาง ซึ่งใช้พลังงานน้อยปานกลาง
3. พื้นที่ควบคุมสภาพแวดล้อม (Control zone) อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 24-26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45-55 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเร็วมวล 50-150 fpm เหมาะสำหรับกิจกรรมทุกประเภทโดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมที่ต้องการใช้ความคิดและต้องการรักษาความตื่นตัวของร่างกายเสมอเช่น การเรียนรู้ ซึ่งใช้พลังงานมากที่สุดและเป็นส่วนที่ต้องพึ่งพาระบบปรับอากาศ

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

ทิพย์คณิง กุลลาวัฒน์, 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 ประารถนาให้สภาพอากาศเย็นลง จึงได้เสนอแผนภูมิสบายขึ้นมาใหม่และเสนอแนะให้ ในสถานออกกำลังกายแบบปรับอากาศปรับให้มีอุณหภูมิเป็น 20.0-29.0 °C ในสถานออกกำลังกายแบบไม่ปรับอากาศมีอุณหภูมิเป็น 27.3-32.7 °C ในโรงยิมมีอุณหภูมิเป็น 26.7-31.8 °C

สุตาภรณ์ สุดประเสริฐ, 2559 ได้ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาในห้องทดลองไม่ปรับอากาศ ในก่อนและหลังที่มีการปรับตัว ด้วยการปรับสภาพแวดล้อมและการยอมรับต่อการไม่เอ็กซเรย์เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับอากาศ ผลการศึกษาพบว่าจากเดิมมีความรู้สึกร้อน เมื่อปรับสภาวะแวดล้อมในห้องด้วยวิธีเปิดพัดลม เปิดพัดลมไอนเย็น และเปิดหน้าต่างรวมกัน จะทำให้ผู้เข้าร่วมซึ่งแต่งกายด้วยชุดนักศึกษาและชุดกึ่งทางการรู้สึกสบายพอที่ได้ ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมร้อยละ 81 ให้ความคาดหวังให้มีการปรับอากาศ

สุจินต์ กุ้ยรัตน์, 2560 ได้ศึกษาสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิอากาศของกลุ่มคนในโรงงานสิ่งทอ โดยได้ทำการประเมินอุณหภูมิภาวะสบายในรูปแบบของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT หรือ T_a) และอุณหภูมิโอเปอเรทีฟ (T_o) ของกลุ่มตัวอย่างในโรงงานสิ่งทอเครื่องนุ่งห่มในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การศึกษาพบว่าหากประเมินตามแนวทางของ ASHRAE Standard 55 จะได้ผลของค่าทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนเฉลี่ยต่ำกว่าที่คนในโรงงานสิ่งทอได้ลงคะแนนความรู้สึกเชิงร้อนจริงที่ 0.91-0.94 °C พบว่าในการประเมิน สามารถใช้ T_a หรือ T_o เป็นตัวชี้วัดก็ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบาย ได้แก่ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย และการอยู่ในพื้นที่ปรับและไม่ปรับอากาศ

หากอ้างอิงการศึกษาของ Olgyay ร่วมกับการศึกษาอื่นๆ ทำให้ได้ข้อสรุปเป็นช่วงกว้างๆ ของขอบเขตสบายของประเทศไทยอยู่ที่อุณหภูมิ 22 – 29 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 20 – 75 ความเร็วลมค่อนข้างสงบ อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบเท่ากัน การแต่งกายเป็นแบบลำลองและกิจกรรมเบาๆ แต่ตราบดีที่สภาวะน่าสบายทางอุณหภูมียังถูกจำกัดความให้เป็นสภาวะทางจิตใจที่แสดงถึงความพึงพอใจกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิ อันเป็นผลมาจากการประเมินทางความรู้สึกส่วนบุคคล ซึ่งเป็นที่แน่ชัดว่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้

ในการทำการประเมินผลในงานวิจัยในครั้งนี้จึงยึดหลักการอ้างอิงขอบเขตสภาวะน่าสบายของ Victor Olgyay มาเป็นตัวกำหนดในงานวิจัย โดยมุ่งศึกษาไปที่ประเด็นของอุณหภูมิ โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนดอยู่ที่ 22 – 27 องศาเซลเซียส เพราะต่อให้การประเมินออกมาแล้วสภาพอากาศอยู่นอกขอบเขตน่าสบาย โดยมีความชื้นหรืออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดก็ยังสามารถใช้กระแสลมที่มีความเร็วที่เหมาะสม มาช่วยให้สภาวะอากาศภายในอยู่ในขอบเขตที่สบายได้ (คมกฤช ชูเกียรติมัน 2544 : 1-6)

2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในอาคาร ไม่ว่าจะเป็นสภาวะน่าสบายของมนุษย์ รวมไปถึงความรู้สึกร้อน-หนาว มีผลมาจากการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร ได้แก่ ปัจจัยด้านกายภาพ และเศรษฐศาสตร์

2.2.1 ปัจจัยด้านกายภาพ ได้แก่ ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน โดยมีรายละเอียด มีดังนี้

ปัจจัยภายนอก

1. อุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิอากาศนั้นเป็นปัจจัยหลักสำคัญที่ใช้วัดสภาวะน่าสบายขั้นพื้นฐาน โดยข้อมูลเบื้องต้นที่ควรคำนึง ได้แก่

ตารางที่ 2.5 แสดงมาตราวัดสภาวะน่าสบายขั้นพื้นฐาน

ปัจจัยที่ควรคำนึง	รายละเอียด
1. annual curve	- อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือน - ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงและต่ำสุดของวัน - อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดที่บันทึก
2. diurnal temperature swing	ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิช่วงเวลากลางวันและกลางคืน
3. heat-cooling degree days	บอกระยะเวลาของ Ambient Temperature ที่อยู่นอกสภาวะน่าสบาย และช่วยประมาณภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศได้
4. bin data	ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ความเร็วและทิศทางลม โดยสรุปเป็นชั่วโมงเฉลี่ยที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในทุกๆ 5 องศา

ที่มา : Energy in Design Technique , 1982

2. ปริมาณความชื้น

ความชื้น คือ ปริมาณความชื้นที่อยู่ในอากาศ สามารถวัดออกมาเป็น 2 รูปแบบ คือ

- Absolute humidity ปริมาณของน้ำที่อยู่ในอากาศโดยคิดจากอัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในอากาศต่อน้ำหนักของอากาศ (ปอนด์)
- Relative humidity อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำในอากาศขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำอิ่มตัว ปริมาณสัดส่วนสูงสุดของไอน้ำที่สามารถคงอยู่ได้ในอากาศที่อุณหภูมิหนึ่งๆ ก่อนจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำจะถือมีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 100ความชื้น มีผลกระทบต่อสภาวะน่าสบายโดยตรง เนื่องจากความชื้นในอากาศมีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาว เมื่อค่าความชื้นสูงมากๆ จะทำให้ร่างกายไม่สามารถระบายความร้อนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระเหยเหงื่อได้ ทำให้เกิดสภาวะไม่สบาย อีกทั้งยังช่วยในการเจริญเติบโตของราและตะไคร่ เป็นต้น ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมอยู่ในช่วงร้อยละ 20-80 (ธนิต จินดาวณิก, 2540)

3. ปริมาณรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์มีผลกระทบต่ออาคารและที่ตั้ง 2 ประการ คือ พลังงานดวงอาทิตย์ที่ตกลงมาบนพื้นที่ตั้ง และทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ในที่ตั้งโครงการ

- รังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งการแผ่รังสีโดยตรงที่มากนั้น ร่มเงาบังแดดก็จะมากเช่นกัน
- รังสีที่กระจายมาจากท้องฟ้าที่สะท้อนจากเมฆและฝุ่นละอองในอากาศ มีปริมาณสูง ร้อยละ 0-90 ของปริมาณพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยรวมที่เข้ามาภายในอาคาร
- รังสีสะท้อนจากพื้นดินและอาคารรอบข้าง จะมีค่ามากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับ ทิศทาง สี ลักษณะพื้นผิว ฯลฯ

4. ทิศทางและความเร็วลม

ผู้ออกแบบสามารถใช้ลมเพื่อช่วยในการปรับและควบคุมสภาวะน่าสบายได้ โดยอาศัยทิศทางของกระแสลมที่เกิดขึ้น ความเร็วลมและความถี่ในการพัดผ่าน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะแสดงใน wind rose ซึ่งจะทำให้ผู้ออกแบบเห็นภาพรวมของการใช้ประโยชน์จากกระแสลม โดยกำหนดความเร็วลมที่ใช้ในการปรับเข้าสู่สภาวะน่าสบายต้องไม่น้อยกว่า 8 กิโลเมตร/ชั่วโมง

5. ลักษณะรูปร่างที่ตั้งโครงการ

ลักษณะรูปร่างของที่ตั้งของโครงการนั้นมีผลต่อ microclimate เนื่องจากอุณหภูมิอากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับความสูงของที่ตั้งจากระดับน้ำทะเล และมีผลต่อการเคลื่อนตัวของอากาศที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของกระแสลมท้องถิ่นนั่นเอง

6. ต้นไม้ และพืชพันธุ์ต่างๆ

- ช่วยลดอุณหภูมิโดยการดูดซับปริมาณแสงของดวงอาทิตย์ และอุณหภูมิของผิวอาคารได้ เนื่องจากเงาที่เกิดขึ้นจากการบดบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มวลของต้นไม้ขนาดใหญ่สามารถเปลี่ยนทิศทางของกระแสลมได้ อีกทั้งยังช่วยลด-เพิ่มความเร็วม
- การควบคุมผลกระทบด้านความร้อนที่ได้รับจากแสงแดด

7. แหล่งน้ำ

เนื่องจากน้ำมีค่า specific heat สูง จึงทำให้บริเวณรอบๆแหล่งน้ำมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าปกติ และช่วยลดการแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิที่ขึ้นสูงสุดและต่ำสุด ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Evaporative cooling

ปัจจัยภายใน

ตัวอาคารและระบบอาคาร (building and systems) หมายถึง กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอาคารและระบบของอาคาร ตัวแปรในกลุ่มนี้ ได้แก่ ระบบเปลือกอาคาร ระบบโครงสร้าง ระบบเครื่องกล ฯลฯ ในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานนั้น ผู้ออกแบบต้องแสวงหารูปแบบอาคารและงานระบบต่างๆ ที่สอดคล้องกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งอาคารที่ประหยัดพลังงานในทุกๆด้าน

การพิจารณาความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร มีดังนี้

- การนำความร้อนของผนังทึบ และการแผ่รังสีความร้อนของผนังกระจก
- ผู้ใช้อาคาร และการใช้งาน (user and operation) หมายถึง กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้อาคารและการควบคุมอาคาร ตัวแปรในกลุ่มนี้ ได้แก่ ประเภทของผู้ใช้อาคาร รูปแบบการใช้งานหรือลักษณะกิจกรรมต่างๆ กิจกรรมของผู้ใช้อาคาร เช่น ความต้องการด้านการระบายอากาศ ความต้องการระดับการส่องสว่าง ความเป็นไปได้ในการจัดกลุ่มกิจกรรม เป็นต้น รวมไปถึงตารางการใช้งาน และการควบคุมระบบต่างในอาคาร
- ระบบการส่องสว่างจากแสงธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์
- อุปกรณ์ประกอบอาคารประเภทต่างๆ เช่น มอเตอร์ HVAC ปัมป์ชนิดต่างๆ เป็นต้น
- การระบายอากาศ และการรั่วซึมของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ปัจจัยเชิงเศรษฐศาสตร์

การศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปรับปรุงอาคารในแต่ละแนวทาง ประกอบด้วย ความเหมาะสมในการลงทุน เพื่อหาทางเลือกที่ให้ผลประโยชน์สูงสุดในการลงทุน โดยควร ทำการศึกษาในเรื่องของ cost effective และระยะเวลาคืนทุน

2.3 การควบคุมความร้อนภายในอาคารเขตร้อน

2.3.1 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

การแลกเปลี่ยนความร้อนโดยทั่วไป มีอยู่ 3 วิธี คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

1. การนำความร้อน (conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลางหรือ มวลวัตถุ หรือการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลสู่มอเลกุลเช่น การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังหรือ กำแพง เป็นต้น คุณสมบัติในการนำความร้อนขึ้นอยู่กับ ลักษณะของเนื้อวัสดุ ความชื้นในเนื้อ วัสดุ ความแน่นของเนื้อวัสดุปริมาณโพรงอากาศในเนื้อวัสดุ

2. การพาความร้อน (convection) เป็นการอาศัยการเคลื่อนตัวของอากาศเป็น สื่อกลางเพื่อการถ่ายเทความร้อน เช่น ความร้อนภายในอาคารจะผ่านผนังเข้ามาโดยการนำ จากนั้นผิวของผนังด้านในจะร้อนขึ้น ทำให้อากาศรอบๆ กำแพงด้านในร้อนขึ้น อากาศที่ร้อน จะมีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา ก็จะลอยตัวสูงขึ้น อากาศภายในห้องที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะ หมุนเวียนไปแทนที่จนเกิดเป็นการพาความร้อน

3. การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เป็นการแผ่รังสีผ่านอากาศ หรือสุญญากาศใน การถ่ายเทความร้อนรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์ถ่ายเทผ่าน สุญญากาศมายังโลก เป็นต้น อาคารต่างๆ จะได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีตรงและรังสี กระจาย ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และจากรังสีความร้อนคลื่นยาวที่แผ่มาจากวัตถุ หรืออาคารอื่นรอบๆ คุณสมบัติในการแผ่รังสีความร้อนขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติการดูดกลืนรังสี ของวัสดุ ความมันวาวของวัสดุ สี และลักษณะผิวของวัสดุ มวลและความเอียงของผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การลดปริมาณความร้อนที่ผ่านกรอบอาคาร

วัสดุต่างชนิดกันจะมีคุณภาพในการดูดกลืนและแผ่รังสีความร้อนที่ไม่เท่ากัน เราไม่สามารถหยุดการถ่ายเทความร้อนได้ ทางที่ดีที่สุด คือ การทำให้ความร้อนผ่านได้ช้าลง และน้อยลง ซึ่งสามารถทำได้ ดังนี้

- ลดพื้นที่เส้นรอบรูปของอาคาร
- วางอาคารให้ถูกทิศทาง เช่น ให้ด้านแคบของอาคารหันไปทางทิศที่รับแดดบ่าย คือ ทิศตะวันตกหรือ ทิศตะวันตกเฉียงใต้
- ให้กรอบอาคารได้รับร่มเงา ทั้งจากแผงบังแดด ส่วนยื่นของอาคาร และต้นไม้ใหญ่
- ใช้วัสดุที่ไม่สะสมความร้อน และป้องกันความร้อนได้ดี หรือระหว่างผนัง และหลังคา กับฝ้าเพดานมีฉนวนความร้อนกรอยู่
- เพิ่มมวลหรือความหนาของวัสดุซึ่งจะทำให้ความร้อนผ่านสู่ภายในได้ช้าลง และทำให้อุณหภูมิในที่เดียวกันแตกต่างกันได้
- ใช้วัสดุที่มีผิวสะท้อนความร้อน หรือผิวที่มีสีอ่อน
- ในด้านที่รับแดดควรลดปริมาณการใช้กระจก และใช้แสงธรรมชาติช่วยในการส่องสว่างแทน สำหรับการส่องสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ ควรจำกัดส่วนโปร่งใสของผนัง หรือหลังคา ให้แสงอาทิตย์เข้าได้เท่าที่จำเป็น
- ใช้ที่ว่างให้อากาศโดยอาจจะทำหลังคาหรือผนังสองชั้น ซึ่งมีช่องว่างตรงกลางให้อากาศช่วยดักความร้อน เป็นตัวป้องกันความร้อนหรือพาความร้อนออกไป ทำให้มีการระบายอากาศโดยรอบฝ้าชายคาบ้านทำช่องลมระบายอากาศร้อนออกทางหน้าจั่ว หรือการตีระแนงไม้โปร่ง
- หลีกเลี่ยงวัสดุที่เป็นพื้นดาดแข็ง เช่น คอนกรีต ในบริเวณภายนอกอาคาร

2.3.3 หลักการพื้นฐานในการระบายอากาศ

ปริมาณความร้อนที่ถูกถ่ายเทออกไป ขึ้นอยู่กับ ค่าความจุความร้อนของอากาศ อัตราการเคลื่อนที่ของอากาศ และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในกับภายนอกอาคาร ทั้งนี้การระบายอากาศหลักการพื้นฐาน คือ ความแตกต่างของความกดอากาศ และความแตกต่างของอุณหภูมิ

โดยทั่วไปปริมาณลมเข้าจะเท่ากับลมออก หากไม่เท่ากัน จะเรียกว่า compressible flow ซึ่งเป็นการพัดแบบที่ความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนไป และไม่อยู่ในขอบเขตการไหลของอากาศแบบปกติ ดังนั้นหลักการทั่วไปของอากาศ จึงหมายความว่า กระแสลมต้องมีความต่อเนื่อง และการแสดงภาพการไหลของลมจะต้องเป็นเส้นต่อเนื่อง

ลมที่พัดเข้าปะทะผนังอาคารจะถูกกดอัดทำให้เกิดความกดอากาศที่มากกว่าปกติ ซึ่งในด้านที่ตรงข้ามที่ลมพัดออกจากอาคาร ความกดอากาศจะลดลงเกิดเป็น ความดันลบ (negative pressure) ทำให้เกิดกระแสลมวน และการสะสมฝุ่นได้

การระบายอากาศที่ดีที่สุดคือ cross ventilation ประกอบไปด้วยลมเข้า และลมออก หากพื้นที่ที่ลมออกมากกว่าลมเข้า จะเกิดปรากฏการณ์ venturi effect ขึ้นภายในห้องทำให้ความเร็วลมสูงขึ้น แต่หากพื้นที่ที่ลมออกน้อยกว่าลมเข้า อากาศภายในห้องจะมีความเร็วต่ำจนไม่สบายได้

โดยในการศึกษาครั้งนี้จะพบว่า สถาปัตยกรรมเปรียบเสมือนผิวหนังอีกชั้นของมนุษย์ที่สามารถทำให้คนเราเกิดการถ่ายเทความร้อนออกจากหรือเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ (ทิพย์คะนิง กุลลาวัลย์, 2553) มนุษย์เราจะรู้สึกอยู่ในสภาวะน่าสบายหรือไม่ขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรมที่เราอาศัยอยู่ ซึ่งเปลือกอาคารนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมภายในอาคารว่าอยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบายหรือไม่ ซึ่งเปลือกอาคารเปรียบเสมือนตัวกลางระหว่างสภาพแวดล้อมภายนอกและสภาพแวดล้อมภายใน

ดังนั้น การปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้เข้าสู่สภาวะน่าสบายทางด้านความร้อนนั้น เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงสิ่งแรกได้แก่ การออกแบบสถาปัตยกรรมให้เหมาะสมกับสภาพอากาศโดยป้องกันความร้อนจากภายนอกอาคาร ติดตั้งระบบภายในอาคารให้เอื้อต่อการปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศ และมีการใช้อาคารให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่เกิดขึ้น เนื่องจากเปลือกอาคารเป็นส่วนสำคัญในการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศและความเร็วลม ซึ่งการออกแบบสถาปัตยกรรมที่คำนึงปัจจัยเหล่านี้ นอกจากช่วยควบคุมความร้อนที่เข้าสู่ภายในอาคาร ปรับอุณหภูมิภายในให้อยู่ในขอบเขตน่าสบาย และยังส่งผลดีต่อการใช้พลังงานภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้อีกด้วย

2.4 โครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงาน

เนื่องจากบ้านกรณีสึกษาที่ผู้วิจัยยกขึ้นมาเพื่อทำการทดลองนั้น เป็นบ้านที่ผ่านการประกวดในโครงการบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่น ปี 2559 และได้รับรางวัลรางวัลบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นด้านสถาปัตยกรรมในการประกวดครั้งนั้น ผู้วิจัยจึงจะพูดถึงรายละเอียดเกี่ยวกับโครงการ ซึ่งมีดังนี้

2.4.1 ความเป็นมาของโครงการ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน มีภารกิจเกี่ยวกับการส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสนองตอบตามนโยบายของรัฐ ภายใต้ภารกิจดังกล่าว พพ. ได้ดำเนินการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในบ้านพักอาศัยอย่างต่อเนื่อง โดยการส่งเสริมได้แบ่งออกเป็นสองแนวทาง คือ การส่งเสริมผู้อยู่อาศัยให้ใช้พลังงานอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประหยัดและอีกแนวทางคือส่งเสริมผู้ก่อสร้างให้หันมาสร้างบ้านให้เกิดการประหยัดพลังงาน ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบและก่อสร้าง

ที่ผ่านมา พพ. ได้ดำเนินโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่น ปี 2548 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งโครงการดังกล่าวสามารถสร้างความตื่นตัวให้แก่ผู้ประกอบการบ้านจัดสรรและกลุ่มผู้บริโภค ให้เห็นความสำคัญของการออกแบบบ้านจัดสรร โดยเน้นแนวคิดเรื่องการประหยัดพลังงานและเพิ่มสภาวะอยู่สบาย โดยจะเห็นได้จากโครงการบ้านจัดสรรต่าง ๆ มีการนำเรื่องการประหยัดพลังงานมาเป็นจุดขายของโครงการ ต่อมาในปี 2550 พพ. จึงได้ดำเนินโครงการต่อเนื่อง โดยขยายกลุ่มเป้าหมายครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศ และในปี 2551 ได้เพิ่มการประกวดประเภทโครงการบ้านจัดสรรเพื่อส่งเสริมแนวคิดในเรื่องการบริหารจัดการโครงการบ้านจัดสรรอีกด้วย

ในปี 2559 นี้ พพ. ได้ดำเนินโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นอีกครั้งเพื่อกระตุ้นให้ผู้ประกอบการบ้านจัดสรรและรับสร้างบ้านให้ความสนใจการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน รวมถึงการให้ความรู้แก่ผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้านและการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการประหยัดพลังงานในบ้านอยู่อาศัย โดยการประกวดครอบคลุมทุกภูมิภาคทั่วประเทศ (คู่มือโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นปี 2559)

2.4.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ประกอบการบ้านจัดสรรและธุรกิจรับสร้างบ้านสนใจในการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน
2. เพื่อให้ความรู้แก่ผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้าน และการเลือกใช้วัสดุ และอุปกรณ์เพื่อการประหยัดพลังงานในบ้านอยู่อาศัย

2.4.3 หลักเกณฑ์การตัดสินการประเมิน

- 1) หลักเกณฑ์เบื้องต้นของการประกวด
 - ต้องผ่านเงื่อนไขค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา (RTTV) และสัดส่วนการให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟประสิทธิภาพสูง ดังนี้

ตารางที่ 2.6 แสดงหลักเกณฑ์เบื้องต้นของการประกวด

เงื่อนไข	เกณฑ์พิจารณา
ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา (RTTV)	$\leq 10 \text{ W/m}^2$
สัดส่วนการให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟประสิทธิภาพสูง	$\geq 9 \text{ W/m}^2$

ที่มา : คู่มือโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นปี 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หลักเกณฑ์การตัดสิน แบ่งออกเป็น 3 หมวดหลักคือ

ตารางที่ 2.7 แสดงหลักเกณฑ์ตัดสินของการประกวด

หมวด ที่	รายละเอียด	คะแนนเต็ม		
		บ้านจัดสรร สร้างขาย พร้อมที่ดิน	รับสร้างบ้าน บ้านสร้างขายไม่ รวมที่ดิน	บ้านแถว (ทาว เฮาส์)
1	ด้านสภาพแวดล้อม	20	8	8
2	ด้านสถาปัตยกรรม	40	40	40
3	ด้านวิศวกรรม	40	40	40
รวมคะแนนทั้งหมด		100	88	88

ที่มา : คู่มือโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นปี 2559

โดยมีรายละเอียดเกณฑ์การตัดสินดังนี้

ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดหลักเกณฑ์ตัดสินของการประกวด

เกณฑ์การพิจารณา		คะแนน		
		บ้านจัดสรร	รับสร้างบ้าน	ทาวเฮาส์
หมวดที่ 1	ด้านสภาพแวดล้อม	20	8	8
1.1	การวางผังบริเวณ	10	6	6
1.1.1	สัดส่วนของพื้นที่เปิดโล่ง (Open space) ต่อที่ดิน	2	-	-
1.1.2	สัดส่วนของพื้นที่ที่เป็นพืชพรรณ (Soft - space) ต่อที่เปิดโล่ง	2	-	-
1.1.3	สัดส่วนพื้นที่ผนังทิศตะวันออกและตะวันตกต่อ พื้นที่ผนังทิศเหนือและทิศใต้	3	3	3
1.1.4	การจัดวางตำแหน่งสำคัญของบ้าน	3	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

เกณฑ์การพิจารณา		คะแนน		
		บ้านจัดสรร	รับสร้างบ้าน	ทาวเฮาส์
หมวดที่ 1	ด้านสภาพแวดล้อม	20	8	8
1.2	งานภูมิสถาปัตยกรรม	10	2	2
1.2.1	จำนวนต้นไม้ใหญ่ต่อพื้นที่เปิดโล่ง 50 ตารางเมตร	2	-	-
1.2.2	การปลูกพืชพรรณให้ร่มเงาแก่อาคารในระยะห่างที่เหมาะสม	3	-	-
1.2.3	การให้ร่มเงาแก่พื้นที่ลาดแข็งด้วยพืชพรรณหรือสิ่งก่อสร้าง	3	-	-
1.2.4	การให้ร่มเงาแก่คอร์เดนซิง-ยูนิต ด้วยพืชพรรณหรือสิ่งก่อสร้าง	2	2	2
หมวดที่ 2	ด้านสถาปัตยกรรม	40	40	40
2.1	ระบบเปลือกอาคาร	38	38	38
2.1.1	1) อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง (WWR)	5	5	5
	2) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (U-value)	4	4	4
	3) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (SC หรือ SHGC)	8	8	8
	4) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร (SC)	5	5	5
2.1.2	1) ค่าความต้านทานความร้อนของฉนวนฝ้าเพดาน	12	12	12
	2) ขนาดช่องแสงบนพื้นที่ผิวหลังคา	1	1	1
2.1.3	ค่าการรั่วซึมอากาศที่บานกรอบหน้าต่างและประตู	3	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

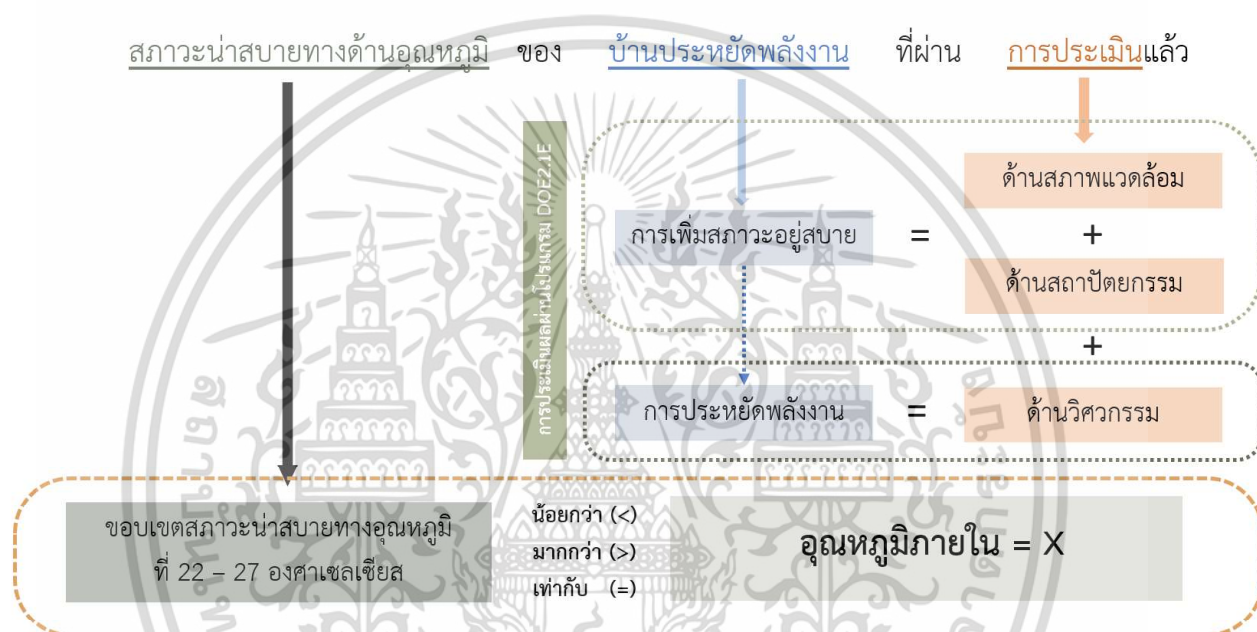
เกณฑ์การพิจารณา		คะแนน		
		บ้านจัดสรร	รับสร้างบ้าน	บ้านจัดสรร
หมวดที่ 2	ด้านสถาปัตยกรรม	40	40	40
2.2	วัสดุการก่อสร้าง	2	2	2
2.2.1	ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป	2	2	2
หมวดที่ 3	ด้านวิศวกรรม	40	40	40
3.1	ระบบปรับอากาศ	14	14	14
3.1.1	ไม่ใช่เครื่องปรับอากาศและมีระบบปรับเย็นธรรมชาติ	8	8	8
3.1.2	เลือกใช้เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 หรือดีกว่า	3	3	3
3.1.3	ขนาดของพื้นที่ปรับอากาศต่อขนาดเครื่องปรับอากาศ	3	3	3
3.3	ระบบสุขาภิบาล	4	4	4
3.3.1	การใช้โถสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	1	1	1
3.3.2	การใช้ฝักบัวและ/หรือก๊อกประหยัดน้ำ	1	1	1
3.3.3	ระบบประปาไม่ผ่านปั้มน้ำ หรือเลือกใช้ปั้มน้ำประสิทธิภาพสูง	2	2	2
3.4	ระบบธรรมชาติ พลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียน	12	12	12
3.4.1	พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน	4	4	4
3.4.2	พื้นที่ใช้สอยหลักได้รับแสงธรรมชาติ	4	4	4
3.4.3	มีการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียน	4	4	4

ที่มา : คู่มือโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นปี 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

กรอบแนวคิดของงานวิจัยสภาวะน่าสบายของบ้านประหยัดพลังงานที่ผ่านการประเมินแล้ว คือการวิเคราะห์ผลการประเมินของสภาวะน่าสบายบ้านกรณีศึกษา โดยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล พื้นฐานของบ้าน เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการสร้างแบบจำลองผ่านโปรแกรม DOE 2.1E จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงในรูป ดังนี้



ภาพที่ 2.4 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย วัตถุประสงค์ และการสร้างเครื่องมือ

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

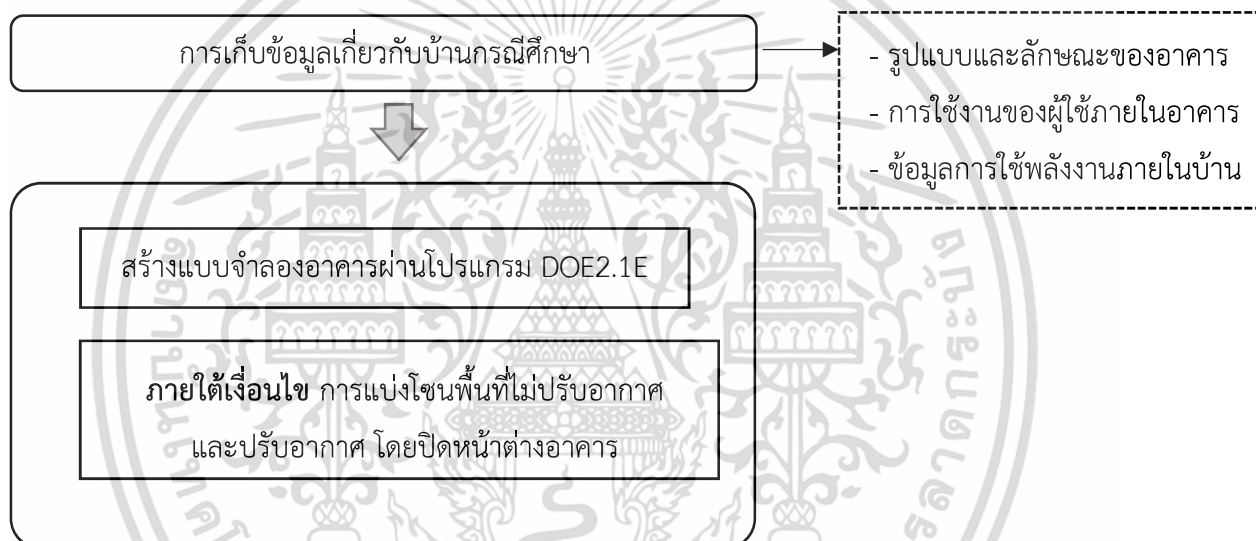
โครงการวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ - ทดลองจากสถานที่จริง (Survey and Experimental Research) เพื่อหาค่าสถานะน่าสบายของบ้านประหยัดพลังงาน โดยบ้านกรณีศึกษานั้นเป็นบ้านที่เคยผ่านการประเมินในโครงการประกวดบ้านอนุรักษ์พลังงาน ปี 2559 และได้รับรางวัลบ้านอนุรักษ์พลังงานดีเด่นด้านสถาปัตยกรรม โดยจะดำเนินงานภายใต้ทฤษฎีของสถานะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ ที่มุ่งเน้นศึกษาตัวแปรทางสภาพแวดล้อมคือ อุณหภูมิอากาศ (Ambient air temperature) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปทำการทดลอง และจำลองผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านระบบโปรแกรม DOE2.1E ver. 121 ก่อนจะนำผลไปวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงข้อสรุปสถานะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของบ้านประหยัดพลังงานหลังนี้ โดยมีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร

1. การศึกษารูปแบบและลักษณะของอาคาร ได้แก่
 - 1) การศึกษาทิศแนวแกนของอาคาร (orientation) โดยหาทิศเหนือที่แท้จริงของที่ตั้งอาคาร เพื่อที่จะทราบทิศที่แน่นอนของแนวอาคาร
 - 2) พื้นที่ใช้สอยของอาคาร โดยจำแนกออกเป็นพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ แยกตามแต่ละชั้นของอาคาร
 - 3) วัสดุก่อสร้างของอาคาร
 - 4) พื้นที่และสัดส่วนช่องเปิดต่อผนังทึบในแต่ละทิศ แยกตามชั้นของอาคาร
2. การใช้งานของผู้พักอาศัยภายในอาคาร ได้แก่
 - 1) จำนวนผู้ใช้งานในแต่ละพื้นที่
 - 2) ตารางเวลาการใช้งานของผู้พักอาศัยในแต่ละพื้นที่
3. การใช้พลังงานภายในอาคาร แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่
 - 1) ระบบปรับอากาศ ประกอบด้วย ชนิด จำนวน ประสิทธิภาพ และตารางการใช้งาน (เวลา เปิด-ปิด) ของเครื่องปรับอากาศ
 - 2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วย ชนิด จำนวน กำลังไฟฟ้า และตารางการใช้งาน (เวลา เปิด-ปิด) ของหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ประกอบด้วย ชนิด จำนวน กำลังไฟฟ้า และตารางการ
ใช้งาน (เวลา เปิด-ปิด) ของเครื่องใช้ไฟฟ้า
4. สร้างแบบจำลองอาคารผ่านโปรแกรม DOE2.1E รวมไปถึงการจำลองสภาพการ
ถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร และค่าอุณหภูมิของแต่ละพื้นที่ โดยใช้ฐานข้อมูล
สภาพอากาศจังหวัดชลบุรีจากกรมอุตุนิยมวิทยา
5. นำเสนอผลสภาพภูมิอากาศทั้งภายนอกและภายในอาคาร โดยการนำเสนอแยกแต่
ละพื้นที่
6. วิเคราะห์ผลเพื่อสรุปผลค่าสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของบ้านกรณีศึกษา
7. สรุปผลและเสนอแนะ



ภาพที่ 3.1 แสดงรายละเอียดการเก็บข้อมูลภาคสนาม

3.2 ข้อมูลพื้นฐานบ้านกรณีศึกษา

ศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดของบ้าน เพื่อเตรียมข้อมูลก่อนการทำการทดลอง โดยการเก็บข้อมูลจะทำภายใต้เงื่อนไขของโปรแกรม DOE 2.1E เนื่องจากต้องนำไปกรอกในโปรแกรมเพื่อทำการคำนวณ

ลักษณะทั่วไปของอาคาร อาคารบ้านเดี่ยว 3 ชั้น สำหรับพักอาศัย มีลักษณะอาคารดังนี้

1. อาคารโครงสร้างทั่วไปเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก
2. พื้นที่มีทั้งส่วนที่เป็นคอนกรีตหล่อในที่ และคอนกรีตสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผนังก่อด้วยอิฐมวลเบา ฉาบปูนเรียบ ยกเว้นผนังส่วนห้องน้ำและห้องครัวก่อด้วยอิฐมวลเบา ฉาบปูนเรียบ
4. หลังคามุงกระเบื้อง Prestige

งานโครงสร้าง

1. งานโครงสร้างทั้งหมด เช่น ฐานราก ตอม่อ คานคอดิน เสา คาน และพื้น เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ยกเว้นบางส่วนของอาคารที่เป็นพื้นสำเร็จรูป
2. โครงสร้างหลังคาเป็นเหล็ก

งานพื้นและผิวพื้น

1. พื้นชั้นล่าง และพื้นชั้นบน เป็นพื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรงชนิดท้องเรียบวางบนคาน
2. พื้นเฉลียง พื้นระเบียง และพื้นห้องน้ำ เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่
3. พื้นชั้นล่าง ได้แก่ ห้องรับแขก โถงบันได และห้องอาหาร ปูด้วยกระเบื้องแกรนิตโต ขนาด 60x60 ซม.
4. พื้นชั้นบนทั้งหมด ปูด้วยปาเก้รองลิ้นไม้แดงขนาด 4x14”
5. พื้นห้องครัว ห้องน้ำ เฉลียง และระเบียง ปูด้วยกระเบื้องเซรามิก ขนาด 30x30 ซม.

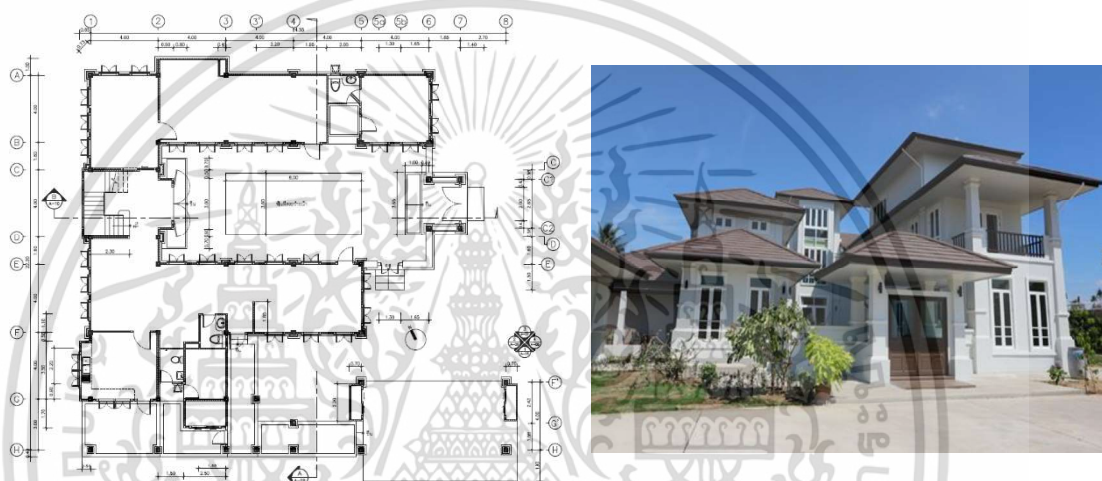
งานฝ้าเพดาน

1. ฝ้าภายนอก ได้แก่ ชายคา กันสาด และระเบียง เป็นแผ่นสำเร็จรูปหนา 5 มม. คอนวูดแบบมีร่อง 120x60 (เพิ่มระบายอากาศเฉพาะตรงมุม)
2. ฝ้าภายนอก ได้แก่ โรงรถ และเฉลียง เป็นยิปซัมบอร์ดฉาบเรียบชนิดกันชื้น หนา 9 มม. ทาสีน้ำอะครีลิคของ TOA (สีขาว) โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี
3. ฝ้าภายใน เป็นยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม. ฉาบเรียบทาสีน้ำอะครีลิคของ TOA SUPER SHIELD (สีขาว) พร้อมไม้ขอบฝ้า และทำฝ้าหลุมแบบตรง 2 จุด ขนาดไม่เกิน 3x3 ม.
4. ฉนวนกันความร้อน ติดตั้งฉนวนกันความร้อน Stay cool หนา 3” บริเวณฝ้าชั้นบน และแผ่นสะท้อนความร้อนใต้หลังคา (ปูเฉพาะฝ้าเพดานชั้นบนสุด)

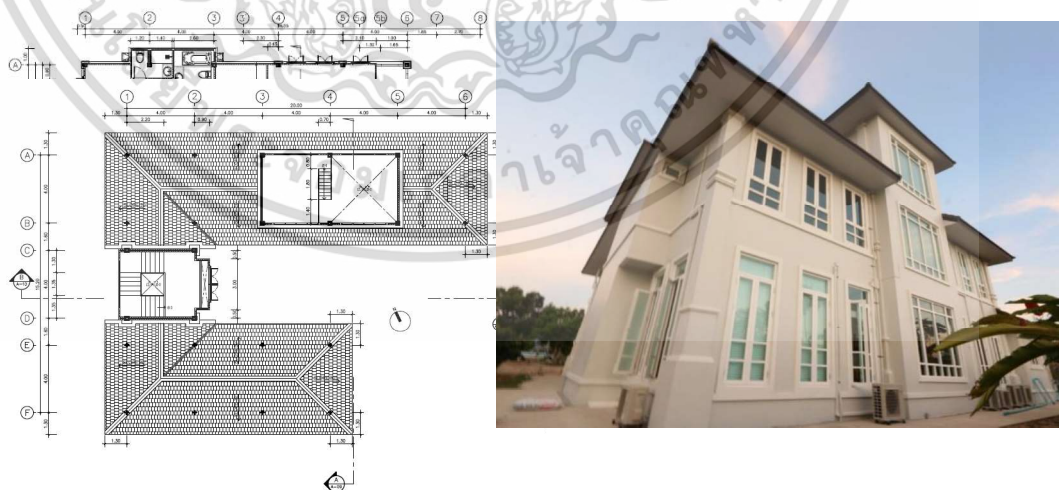
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของอาคาร

บ้านกรณีศึกษา ตั้งอยู่บนที่ดินเนื้อที่ 2 ไร่ 3 งาน 20 ตารางวา โดยด้านทิศใต้ติดกับถนนสาธารณะกว้าง 4.5 เมตร และด้านทิศตะวันตกติดกับห้วยลำรางสาธารณะประโยชน์ ตัวบ้านสูง 3 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยประกอบไปด้วย ห้องรับแขก ห้องทำงาน ห้องรับประทานอาหาร ห้องครัว และห้องน้ำ ในชั้นที่ 1 ห้องนอน และห้องน้ำ ในชั้นที่ 2 ห้องพระ และห้องเก็บของสะสมในชั้นที่ 3 โดยแสดงแบบแปลนแต่ละชั้นตามภาพที่ 3.1 – ภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.2 แสดงแปลนพื้นชั้นที่ 1 และมุมมองทัศนียภาพภายนอกด้านทิศตะวันออก

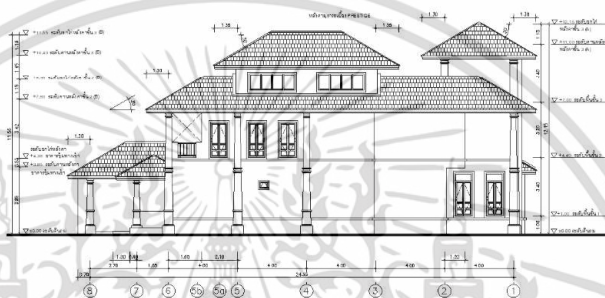


ภาพที่ 3.3 แสดงแปลนพื้นชั้นที่ 2 และมุมมองทัศนียภาพภายนอกด้านทิศเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 แสดงแปลนพื้นที่ 3 และมุมมองจากกลางบ้าน



ภาพที่ 3.5 แสดงรูปด้านฝั่งทิศเหนือ



ภาพที่ 3.6 แสดงรูปด้านฝั่งทิศใต้



ภาพที่ 3.7 แสดงรูปด้านฝั่งทิศตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 แสดงรูปด้านฝั่งทิศตะวันตก



ภาพที่ 3.9 แสดงรูปตัด A



ภาพที่ 3.10 แสดงรูปตัด B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภูมิสถาปัตยกรรม และการวางผังบริเวณ

1) พื้นที่ดิน : 4480 ตารางเมตร

พื้นที่เปิดโล่ง (Open Space) : 4020 ตารางเมตร

พื้นที่ที่เป็นพืชพรรณ (Softscape) : 3027 ตารางเมตร

สัดส่วนของพื้นที่เปิดโล่ง (Open Space) ต่อพื้นที่ดิน: ร้อยละ 90

สัดส่วนของพื้นที่ที่เป็นพืชพรรณ (Softscape) ต่อพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด: ร้อยละ 75

จำนวนต้นไม้ใหญ่เพื่อให้ร่มเงาแก่บ้าน (เมื่อโตเต็มที่แล้วสูงเกิน 7.5 ม.) มี 27 ต้น

ทิศเหนือ 3 ต้น

ทิศใต้ 14 ต้น

ทิศตะวันออก 4 ต้น

ทิศตะวันตก 6 ต้น

2) รายละเอียดบ้านพักอาศัยพื้นฐาน

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดโดยรวมของบ้านกรณีศึกษา

บ้านเดี่ยว 3 ชั้น	รายละเอียด	หมายเหตุ
ผู้พักอาศัย	3-5 คน	ผู้ใช้งานหลักในทุกวัน 3 คน
จำนวนห้อง	5 ห้องนอน 6 ห้องน้ำ	-
พื้นที่ใช้สอยรวม	266.69	ไม่รวมพื้นที่พื้นภายนอกอาคาร
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	186.77	ไม่รวมพื้นที่พื้นภายนอกอาคาร
พื้นที่ปรับอากาศ	79.92	คิดเป็นร้อยละ 29.97 ของพื้นที่ใช้สอยรวม
ค่าองศาหลังคา	30 องศา	-
ความยาวชายคาหลังคา	1.30 เมตร	-
รูปแบบหลังคา	ทรงปั้นหย่า	-
ช่องเปิด	บานเปิดขนาด	-
ความสูงวงกบบนจากระดับพื้นเฉลี่ยว	2.70 เมตร	-
ความสูงวงกบล่างจากระดับพื้นเฉลี่ยว	0.10 เมตร	-

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดวัสดุกรอบอาคารของบ้านกรณีศึกษา

ผนังทึบ	ความ หนา(ม.)	Thermal Conductivity (W/(m.°C))	Density (Kq/m ³)	Specific Heat (KJ/kg-°C)
ปูนฉาบ (ซีเมนต์ผสมทราย)	0.015	0.72	1860	0.84
อิฐมวลฉนวน	0.070	0.473	1600	0.79
ปูนฉาบ (ซีเมนต์ผสมทราย)	0.015	0.72	1860	0.84
ผนังโปร่งแสง	ความ หนา(ม.)	Glass Conductance (W/(m ² .°C))	SHGC	VT
กระจกโพลติใส ความหนา 5 มิลลิเมตร	0.005	5.83	0.83	91
หลังคา	ความ หนา(ม.)	Thermal Conductivity (W/(m.°C))	Density (Kq/m ³)	Specific Heat (KJ/kg-°C)
กระเบื้องหลังคาคอนกรีต	0.022	0.993	2400	0.79
ฉนวนใยแก้ว (ไฟเบอร์กลาส) ความหนาแน่น 12 กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร	0.0762	0.042	12	0.96
ยิปซัมบอร์ด	0.009	0.281	800	1.08

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



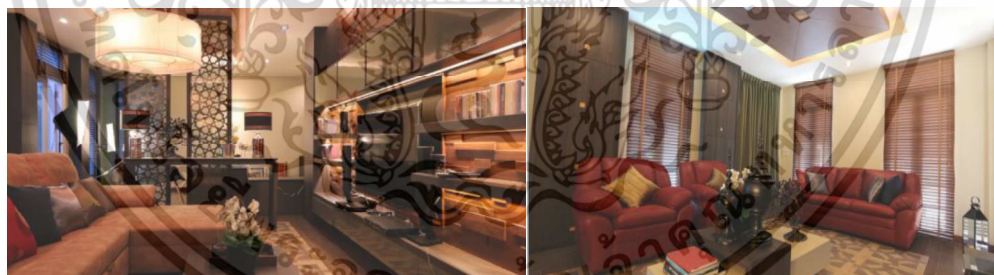
ภาพที่ 3.11 แสดงแบบบ้าน 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

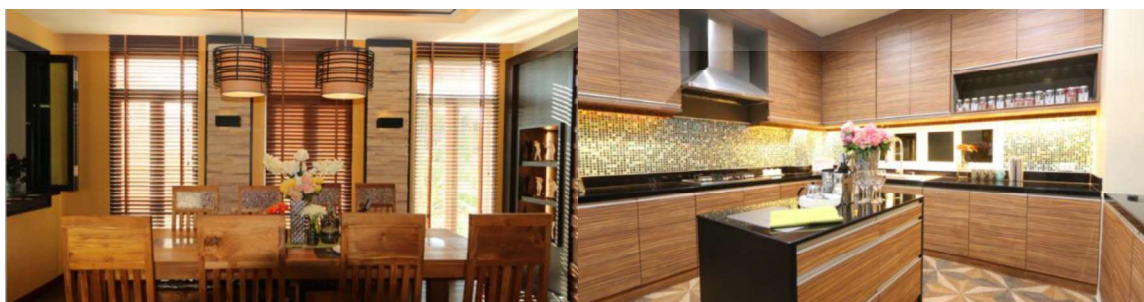
ตารางที่ 3.3 แสดงรายการห้องและส่วนต่าง ๆ ของบ้าน

รายการห้องและส่วนต่าง ๆ ภายในบ้าน	พื้นที่ปรับอากาศ (ตร.ม.)	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ (ตร.ม.)
ชั้นที่ 1		
ห้องรับแขก	-	42.41
ห้องนั่งเล่น 1	-	25.14
รวมพื้นที่ทำงาน		
ห้องนั่งเล่น 2	-	21.99
ห้องรับประทานอาหาร	-	15.59
ห้องครัว	-	17.42
ห้องน้ำ 1	-	2.83
ห้องน้ำแม่บ้าน	-	2.96
ห้องเก็บของ	-	10
รวมพื้นที่ชั้น 1	-	138.34

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 3.12 แสดงภาพถ่ายทัศนียภาพภายในห้องนั่งเล่น 1 (ซ้าย) และห้องนั่งเล่น 2 (ขวา)



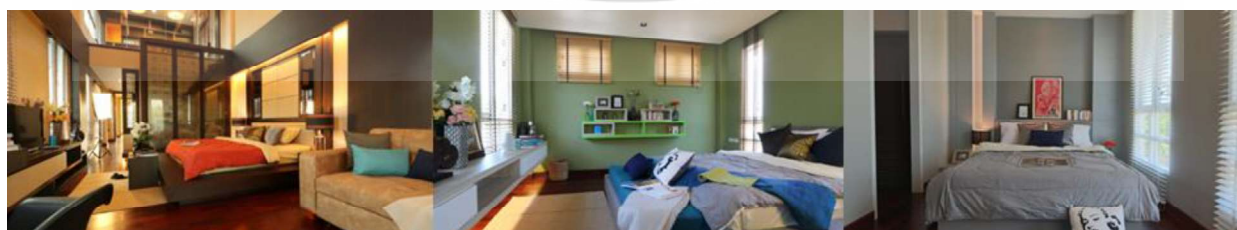
ภาพที่ 3.13 แสดงภาพถ่ายทัศนียภาพภายในห้องรับประทานอาหาร (ซ้าย) และห้องครัว (ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในสื่อออนไลน์ การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

รายการห้องและส่วนต่าง ๆ ภายในบ้าน	พื้นที่ปรับอากาศ (ตร.ม.)	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ (ตร.ม.)
ชั้นที่ 2		
ห้องนอน 1	26.55	-
ห้องนอน 2	19.56	-
ห้องนอน 3	-	15.39
ห้องนอน 4	-	18.42
ห้องน้ำ 1	-	8.47
ห้องน้ำ 2	-	4.05
ห้องน้ำ 3	-	4.06
ห้องน้ำ 4	-	4.05
โถง	-	9.08
รวมพื้นที่ชั้น 2	79.92	29.71
รวมพื้นที่ชั้น 2 ทั้งหมด	109.63	
ชั้นที่ 3		
ห้องอ่านหนังสือ	-	11.50
ห้องพระ	-	7.52
รวมพื้นที่ชั้น 3	18.72	

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 3.14 แสดงภาพถ่ายทัศนียภาพภายในของห้องนอน 1 2 และ 3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุเปลือกอาคาร

1) รายละเอียดผนังทึบภายนอก

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดผนังทึบภายนอก

ผนังทึบ				
รายการผนัง	ทิศ	รายละเอียดวัสดุ	องค์ประกอบของผนังแต่ละชั้น	ความหนา (มม.)
ชนิดที่ 1	เหนือ	ทาสีภายนอก TOA Super shield ทารองพื้น 1 รอบ	ชั้นที่ 1(นอกสุด) - สี	1
	ใต้	ทาทับหน้า 2 รอบ	ชั้นที่ 2 - ฉาบปูน	25
	ออก		ชั้นที่ 3 - อิฐมวลเบา	75
	ตก		รวมความหนาผนัง	101

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดผนังทึบที่มีช่องเปิด / ช่องแสง

ผนังทึบที่มีช่องเปิด / ช่องแสง				
รายการผนัง	ทิศ	พื้นที่ (ตร.ม.)	รายละเอียดวัสดุ	ความหนา (มม.)
ชนิดที่ 1	เหนือ	50.00	ทาสีภายนอก TOA Super shield	96
	ใต้	76.62	ทารองพื้น 1 รอบ	
	ออก	127.26	ทาทับหน้า 2 รอบ	
	ตก	100.75		

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

2) รายละเอียดหน้าต่างและประตูภายนอกที่มีช่องแสง

ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดหน้าต่างและประตูภายนอกที่มีช่องแสง

ทิศ	ลำดับ	รายการ		กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	จำนวน (ชุด)	ชนิด / แบบ	วัสดุ กรอบ
		ประตู	หน้าต่าง					
เหนือ	1	-	W1	1.00	2.50	2	บานเปิดคู่	UPVC
	2	-	W2	1.00	2.05	3	บานเปิดคู่	UPVC
	3	-	W4	0.60	0.50	1	บานกระทุ้งเดี่ยว	UPVC
	4	-	W5	2.65	1.00	2	ชุดช่องแสงกระจกติดตาย	UPVC
ใต้	1	D13	-	1.70	2.05	1	บานเลื่อนสลับ	UPVC
	2	D9	-	1.05	2.05	1	บานเปิดคู่	UPVC
	3	-	W1	1.00	2.50	5	บานเปิดคู่	UPVC
	4	-	W2	1.00	2.05	5	บานเปิดคู่	UPVC
ตะวันออก	1	D9	-	1.00	2.05	1	บานเปิดคู่	UPVC
	2	-	W1	1.00	2.50	4	บานเปิดคู่	UPVC
	3	-	W6	2.10	5.50	1	บานเปิดพร้อมชุดช่องแสง	UPVC
	4	-	W10	1.00	0.60	2	บานเปิดคู่	UPVC
ตะวันตก	1	D7	-	0.90	2.30	1	บานเปิดเดี่ยว	UPVC
	2	-	W1	1.00	2.50	6	บานเปิดคู่	UPVC
	3	-	W2	1.00	2.05	6	บานเปิดคู่	UPVC
	4	-	W7	2.80	2.30	3	ชุดช่องแสงกระจกติดตาย	UPVC

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

3) รายละเอียดหลังคา

ตารางที่ 3.7 แสดงรายละเอียดหลังคา

หลังคา				
รายการ	รายละเอียดวัสดุ	พื้นที่ (ตร.ม.)	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความหนา (มม.)
ชนิดที่ 1	หลังคาซีแพคโมเนีย	622.20	ชั้นที่ 1 (ชั้นนอกสุด) กระเบื้อง	6
			ชั้นที่ 2 แผ่นสะท้อนความร้อน	7
			ชั้นที่ 3 โครงสร้างเหล็ก	3.2
			ชั้นที่ 4 ฝ้า	9

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

งานระบบ

1) เครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดเครื่องปรับอากาศ

ฉลากแสดงระดับ ประสิทธิภาพพลังงาน	ลำดับ	ยี่ห้อ	รุ่น	ขนาดความ เย็น(Btu/h)	จำนวน (เครื่อง)	EER (Btu/h/w)
มีฉลากเบอร์ 5	1	Daikin	FTM18NV2S	18,000	1	11
	2	Daikin	FCFC24DV2S	25,000	1	13.45

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การใช้หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน

ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดชนิดและขนาดหลอดไฟ

รายละเอียด	ชนิดหลอดไฟ	ขนาดพลังไฟฟ้า(วัตต์)	จำนวน (หลอด)
หลอดไฟภายในบ้าน	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	3
	บัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์		
	หลอด LED ชนิด TUBE	5	124
หลอดไฟภายนอกบ้าน	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	11
	บัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์		
	หลอด LED ชนิด TUBE	5	18

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

3.3 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการวิจัย

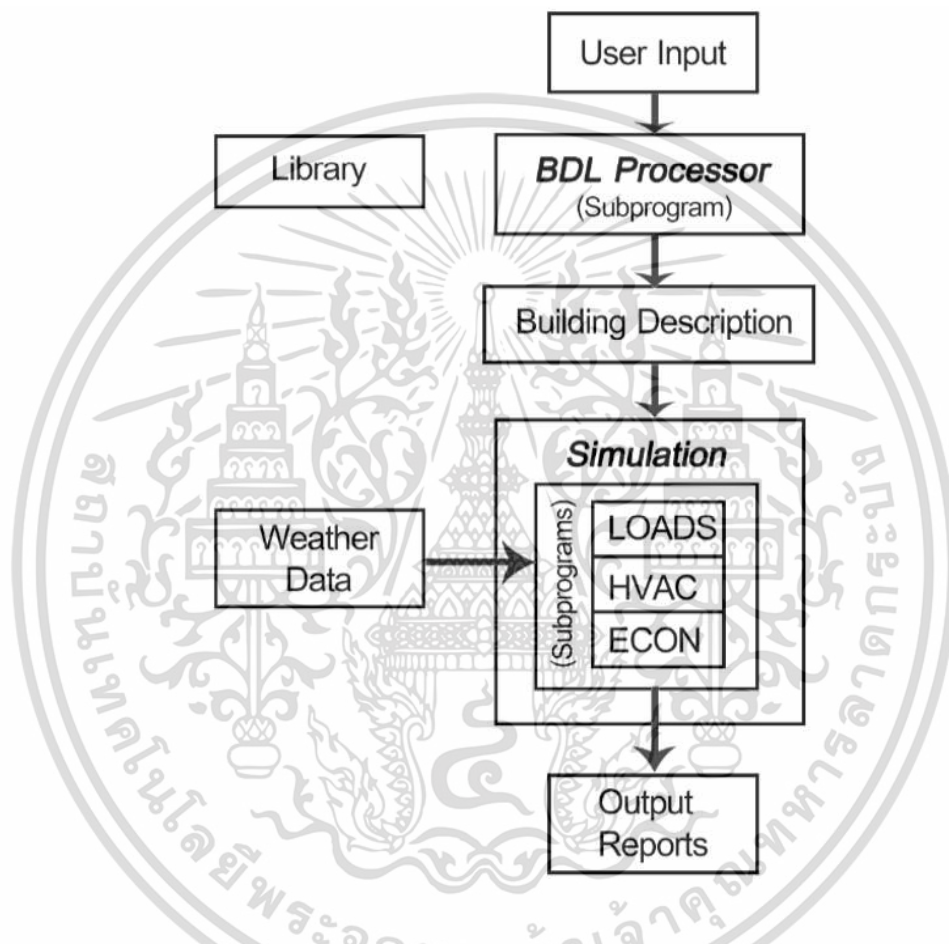
3.3.1 โปรแกรม DOE2.1E ver. 121

โปรแกรม DOE2.1E เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดย Lawrence Berkeley Laboratory University of California เพื่อใช้สำหรับการจำลองและตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารได้อย่างละเอียด สามารถคำนวณการใช้พลังงานในอาคารตลอดทั้งปีคิดเป็นรายชั่วโมง โดยอาศัยฐานข้อมูลรายชั่วโมงของสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อหาข้อบกพร่องและแก้ไขปัญหาด้านพลังงานของอาคารได้อย่างตรงเป้าหมาย องค์ประกอบของ DOE 2.1E มีทั้งสิ้น 4 ส่วน ได้แก่ LOADS , SYSTEM , PLANT และ ECONOMIC ซึ่งจะทำหน้าที่ตั้งแต่การคำนวณภาระทำความเย็น (cooling load) จนถึงคำนวณการใช้พลังงานในส่วนประกอบต่าง ๆ ในอาคารทั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้าอุปกรณ์ โปรแกรม DOE 2.1E สามารถคำนวณภาระทำความเย็นจากปัจจัยภายนอกอาคาร เช่น การนำความร้อนจากผนังภายนอก การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ผ่านช่องหน้าต่าง และการรั่วซึมของอากาศภายนอก นำมารวมกับภาระทำความเย็นภายในอาคารเช่น ความร้อนจากผู้ใช้อาคาร ความร้อนจากหลอดไฟ และความร้อนจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า การป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม DOE2.1E จะเป็นการป้อนข้อมูลไปในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการแปลรูปแบบของข้อมูลที่ใส่เข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า BDL (Building Description Language) เพื่อให้ โปรแกรมสามารถอ่านข้อมูลได้โดยการผ่านส่วนที่เรียกว่า BDL Processor โดยข้อมูลแต่ละชุดจะประกอบไปด้วย

1. ส่วนเริ่มข้อมูล (Command or Instruction)
2. ส่วนข้อมูล (Data)
3. ส่วนการหยุดข้อมูล (Stop)



ภาพที่ 3.15 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม DOE2.1E

ที่มา : The U.S. Department of Energy

Input Data เขียนด้วยตัวอักษร ประกอบด้วยส่วนหลักๆ 5 ส่วน คือ

- **BDL (the building description language processor)**

กระบวนการเป็นการอ่านข้อมูลอาคารที่ใส่เข้าไปในโปรแกรมและทำหน้าที่แปลข้อมูลนั้น ๆ เป็นรูปแบบภาษาที่โปรแกรม DOE2.1E สามารถเข้าใจได้ เพื่อใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการคำนวณตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร และ ประเมินความสำคัญของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในอาคาร

- Loads (the building simulation subprogram)

การเขียนคำสั่ง และป้อนข้อมูลอาคารเพื่อการคำนวณส่วนประกอบ ทางด้านความร้อนสัมผัส(Sensible) และความร้อนแฝง (Latent) หรือความต้องการพลังงานที่ใช้ในอาคาร ทั้งภาระการปรับความเย็น (Cooling load) หรือ ร้อน (Heating load) ในแต่ละพื้นที่ที่ผู้ใช้ต้องการคำนวณ โดยให้ถือเสมือนว่าพื้นที่ แต่ละส่วนที่พิจารณามีค่าอุณหภูมิภายในที่เท่ากันทั้งพื้นที่ ชุดคำสั่งนี้มีความสัมพันธ์ กับภูมิอากาศ ตำแหน่งและข้อมูลด้านรังสีดวงอาทิตย์ ตารางการใช้งานอาคาร พฤติกรรมของผู้ใช้อาคารชนิดและขนาดของระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ การรั่วซึมอากาศ รวมทั้งการหวนเวียนในการถ่ายเท ความร้อนผ่านวัสดุเปลือกอาคารที่มีผลต่อสภาพภายในอาคาร

- Systems (The secondary HVAC systems simulation subprogram)

ในขณะที่ Loads ประเมินหรือประมาณค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ ภายในอาคาร System จะประเมินในด้านที่เกี่ยวกับระบบที่ใช้ในอาคาร ทั้งความ ต้องการอากาศจากภายนอกที่เข้ามาทดแทนชั่วโมงการใช้งานและการควบคุมระบบ HVAC ในอาคาร (fans , coils and ducts) ผลที่ได้จาก Systems ระบุเป็นภาระ การปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศแยกตามพื้นที่ และระบบที่ใช้งาน

- Plant (The primary HVAC systems simulation subprogram)

การจำลองสภาพการใช้งานของส่วน boilers, chillers, cooling towers, storage tanks, turbine ฯลฯ ที่ทำให้เกิดภาระการปรับอากาศภายในอาคาร ซึ่ง เป็นการคำนวณอย่างต่อเนื่องตามผลที่ได้มาจาก systems, plant ใช้ในการคำนวณ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซและพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ในอาคาร

- Economics (The economic analysis subprogram)

เป็นการคำนวณอัตราค่าพลังงานที่ใช้ในอาคารเพื่อเปรียบเทียบอัตราค่า ไฟฟ้าสุทธิที่ลดลงในแต่ละแนวทางการออกแบบปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Weather Data เป็น file ที่มีนามสกุล TMY (Test Meteorological Year) หรือ TRY (Test Reference Year) ซึ่งประเทศสหรัฐอเมริกาจัดทำไว้ให้ สำหรับประเทศไทย จะต้องทำการเขียนขึ้นเองจากข้อมูล รายชั่วโมงซึ่งต้องเขียนเป็น format ให้ตรงกัน (เป็น text file ที่ระบุข้อมูลทางอากาศทุกอย่างที่ต้องการเป็นรายชั่วโมง ได้แก่ dry-bulb temperature, wet-bulb temperature, atmospheric pressure, wind speed and direction, cloud cover and solar radiation)

การป้อนข้อมูลของโปรแกรม

- 1) การป้อนข้อมูลเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้ในด้านต่างๆ เป็นอย่างดี
- 2) ลักษณะการป้อนข้อมูลที่มีความละเอียดสูง เช่น การป้องกันวัสดุกรอบอาคารต้องการทำการสร้างวัสดุขึ้นมาใหม่ เพื่อสร้างเป็นวัสดุในกรอบอาคาร แล้วจึงนำชั้นวัสดุนั้นไปสร้างเป็นกรอบอาคารเพื่อนำมาคำนวณการใช้พลังงาน

การแสดงผลของโปรแกรม

- 1) โปรแกรมสามารถแสดงการการป้อนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณได้ในทุกๆด้าน
- 2) สามารถเลือกระดับความละเอียดในการแสดงผลการคำนวณได้

การวิเคราะห์การใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ในการคำนวณ (default)

การใช้ค่าที่กำหนดไว้เป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม เพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็วในการคำนวณ และมีผลการคำนวณที่ใกล้เคียงความเป็นจริงในระดับหนึ่ง จึงมีการข้อมูลต่างๆ เป็นพื้นฐานในการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่เป็นค่าที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการคำนวณ โดยแยกประเภทได้ ดังนี้

- 1) สภาพอากาศภายนอก จะแปรเปลี่ยนไปตามสถานที่ตั้ง และสภาพแวดล้อมรอบๆ อาคาร ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ข้อมูลสภาพอากาศตลอดทั้งปีในบริเวณที่ตั้งอาคารไม่สามารถหาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสะดวก และมีค่าไม่คงที่ในแต่ละปี ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลสภาพอากาศในท้องถิ่นเป็นตัวแทน ในการประเมินการใช้พลังงานในอาคาร

- 2) **ข้อมูลกรอบอาคาร** ต้องมีการจัดฐานข้อมูลของกรอบอาคารเป็นชุด ๆ ตามชนิดของกรอบอาคาร เพื่อใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างกรอบอาคารต่างๆ ได้โดยตรง และเพื่อความสะดวกในการสร้างกรอบอาคารใหม่ ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลกรอบอาคารที่มีอยู่เดิมในฐานข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณต่อไป
- 3) การใช้งานอาคาร เช่น ช่วงเวลาในการใช้งานอาคาร จำนวนผู้ใช้อาคาร แต่ละพื้นที่ กิจกรรมของผู้ใช้อาคารในแต่ละพื้นที่อาคาร ซึ่งปกติการใช้พลังงานอาคารจะมีความหลากหลายแตกต่างกันไป และเพื่อลดขั้นตอนการป้อนข้อมูลจึงเสนอให้จัดค่าการใช้งานอาคารเป็นข้อมูลที่กำหนดไว้ในฐานข้อมูล

รายละเอียดในการป้อนข้อมูล

- 1) การป้อนข้อมูลรูปทรงอาคารในลักษณะ 3 มิติ โดยการสร้างองค์ประกอบขึ้นใหม่เพื่อใช้ในโปรแกรม และกำหนดให้องค์ประกอบที่สร้างขึ้นมีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับข้อมูลในส่วนอื่นๆ ทุกพื้นที่อาคาร ซึ่งถูกกำหนดเป็น building location (ละติจูด ลองจิจูด) building coordination (ตำแหน่งที่ตั้งอาคารที่สัมพันธ์กับ building location) และ space coordination (ตำแหน่งของ space ที่สัมพันธ์กับ building coordination)
- 2) การป้อนข้อมูลที่เป็น Load ของอาคารซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะอาคาร และการใช้งานอาคาร เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับสถาปนิกโดยตรง มีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้
 1. Header Information / Parameter
 2. Function
 3. Building Location
 4. Design Day

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Materials & Construction
6. Wall Parameter
7. Exterior Shade
8. Space Condition and Space
9. Exterior Wall (Roof)
10. Trombe Walls
11. Windows & Door
12. Interior Wall
13. Underground Wall (Floor)
14. Building Resource
15. Report & Footer Information

3) การป้อนข้อมูลส่วน Systems ของอาคาร เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศในอาคาร มีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้

16. Header Information
17. Parameter
18. Function & Sub-Function
19. Operation Schedule
20. Zone-by-type, Zone-Control, Zone-Air, Zone-Fan
และ Zone System-by-type, System-Control,
System-Air, System-Fan,
21. System-Terminal
22. System-Fluid, System-Equipment และ System
23. Plant Assignment
24. Report & Footer Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การป้อนข้อมูลส่วน Plant ของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบเครื่องจักรของระบบพลังงานในอาคาร มีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้

25. Header Information

26. Parameter

27. Operation Schedule

28. Plant-Equipment, Part-Load-Ratio และ Plant-Parameters

29. Equipment-Quad

30. Load Assignment

31. Load Management

32. Energy Resource

33. Plant Cost

34. Report & Footer Information

5) การป้อนข้อมูลส่วน Economic ของอาคาร เป็นข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ แยกข้อมูลเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้

35. Header Information

36. Parameter

37. Operation Schedule

38. Energy Cost & Component Cost

39. Charge Assignment

40. Economic Report

41. Footer Information

โดยทั่วไปสามารถแบ่งกรอบอาคารได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ข้อมูลกรอบอาคารส่วนทึบแสง

2) ข้อมูลกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของข้อมูลที่จำเป็น มีดังนี้

- ทิศทางของกรอบอาคาร
- มุมเอียงของกรอบอาคาร
- พื้นที่กรอบอาคาร
- คุณสมบัติต่างๆ ทางด้านพลังงานของวัสดุกรอบอาคาร
- ลักษณะ, ความกว้าง-ยาว, ระยะห่างจากช่องเปิดของอุปกรณ์บังแดด

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

กระบวนการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้สำหรับการรวบรวมข้อมูลจะใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลต่างๆ ของบ้านเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองผ่านโปรแกรม DOE 2.1E โดยจะจัดเรียงหัวข้อและประเด็นต่างๆ ที่สำคัญก่อนทำการรวบรวมข้อมูลและสรุป โดยจัดทำขึ้นในลักษณะของตารางและแผนภูมิเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลได้ง่ายมากขึ้น

ตารางที่ 3.10 แสดงเครื่องมือสำหรับการกำหนดชื่อของพื้นที่ในโปรแกรม DOE2.1 E

โซนปรับอากาศ	รายชื่อห้อง	โซนไม่ปรับอากาศ	รายชื่อห้อง

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 3.11 แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิรายเดือนภายในบ้าน

เดือน	โซน X ₁		โซน X ₂		โซน X ₃	
	MN(°C)	MX(°C)	MN(°C)	MX(°C)	MN(°C)	MX(°C)
มกราคม						
กุมภาพันธ์						
มีนาคม						
เมษายน						
พฤษภาคม						
มิถุนายน						
กรกฎาคม						
สิงหาคม						
กันยายน						
ตุลาคม						
พฤศจิกายน						
ธันวาคม						
ค่าเฉลี่ยรวม						

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลเฉลี่ยอุณหภูมิภายในบ้านแบบรายชั่วโมง

HOUR	MONTHS											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลสรุปอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด และสูงสุดภายในบ้าน

เดือน	อุณหภูมิ ภายนอก (°C)	พื้นที่ปรับอากาศ (°C)			พื้นที่ไม่ปรับอากาศ (°C)		
มกราคม							
กุมภาพันธ์							
มีนาคม							
เมษายน							
พฤษภาคม							
มิถุนายน							
กรกฎาคม							
สิงหาคม							
กันยายน							
ตุลาคม							
พฤศจิกายน							
ธันวาคม							
เฉลี่ย							

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 3.14 แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในอาคารกรณีศึกษา (แยกตามพื้นที่แต่ละโซน)

อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	พื้นที่ปรับอากาศ	การเปรียบเทียบ อุณหภูมิภายใน กับอุณหภูมิภายนอก		พื้นที่ไม่ปรับ อากาศ	การเปรียบเทียบกับ อุณหภูมิภายนอก	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า		ต่ำกว่า	สูงกว่า

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.15 แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายนอก และอุณหภูมิภายในอาคารกรณีศึกษา (แยกตามประเภทพื้นที่)

อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	พื้นที่ (แยกตามประเภท)	การเปรียบเทียบอุณหภูมิ ภายในกับอุณหภูมิภายนอก	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 3.16 แสดงเครื่องมือสำหรับรวบรวมสรุปข้อมูลสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิแบบรายเดือน

เดือน	อุณหภูมิ °C		อุณหภูมิเฉลี่ย °C	ช่วงอุณหภูมิที่สบาย 22.00 °C ถึง 27.00 °C ○ = อยู่ในขอบเขต ✕ = ไม่อยู่ในขอบเขต
	พื้นที่ปรับ อากาศ	พื้นที่ไม่ ปรับอากาศ		
มกราคม				
กุมภาพันธ์				
มีนาคม				
เมษายน				
พฤษภาคม				
มิถุนายน				
กรกฎาคม				
สิงหาคม				
กันยายน				
ตุลาคม				
พฤศจิกายน				
ธันวาคม				
อุณหภูมิภายในเฉลี่ยตลอดทั้งปี				

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การดำเนินการ และผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของบ้านกรณีศึกษา โดยการประเมินผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DOE 2.1 E ซึ่งสามารถทำได้โดยการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลอาคารก่อนนำมาจำลองสภาพการณ์ในโปรแกรมในลำดับต่อมา โดยการเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในโปรแกรมคำนวณ มีดังนี้

4.1 รายละเอียดลักษณะทางกายภาพของแบบจำลอง

4.1.1 ลักษณะของแบบจำลอง

การป้อนข้อมูลในโปรแกรม DOE 2.1E นั้น ต้องกรอกข้อมูลค่าสิ่งที่โปรแกรมสามารถอ่านได้ เข้าใจ ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่จะต้องบอกเป็นตัวเลข ค่ามุมมอง ความกว้างยาวหรือขนาดพื้นที่ของแต่ละโซน ผนังทุกด้านโดยเฉพาะผนังภายนอก หน้าต่าง พื้นห้อง ฝ้าเพดาน หลังคา รวมไปถึงชายคาและแผงกันแดดภายนอก การกรอกข้อมูลนั้นต้องมีความละเอียดและครบถ้วน โปรแกรมถึงจะอ่านค่าและคำนวณได้อย่างถูกต้อง ตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละองค์ประกอบต้องบอกเป็นค่า Coordinate และสามารถตรวจสอบความถูกต้องทางกายภาพของอาคารที่จำลองได้ผ่านทางโปรแกรม DOE 2.1E โดยการกำหนดชื่อและพื้นที่ของแต่ละโซนของบ้านถูกแบ่งออกเป็นดังนี้

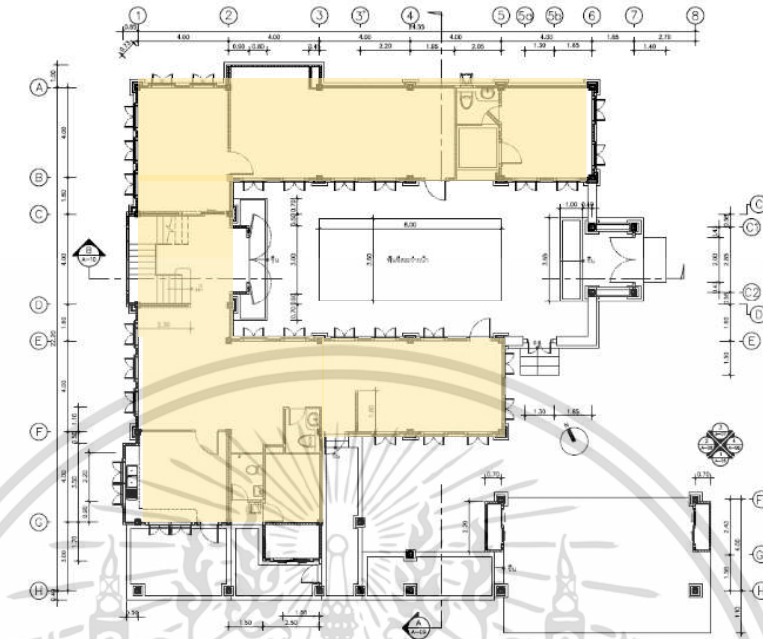
ตารางที่ 4.1 การกำหนดชื่อพื้นที่ในโปรแกรม DOE2.1E

โซนปรับอากาศ	รายชื่อห้อง	โซนไม่ปรับอากาศ	รายชื่อห้อง
FL 21	ห้องนอน 2 (ชั้น 2 ผังทิศใต้)	FL 11	พื้นที่ชั้น 1 ทั้งหมด
FL 23	ห้องนอน 1 (ชั้น 2 ผังทิศเหนือ)	FL 22	ห้องนอน 3 และ ห้องนอน 4
FL 31	ห้องนอน 1 (พื้นที่ Double volume)	FL 32	ห้องอ่านหนังสือ

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การแบ่งพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ



ภาพที่ 4.1 แสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 1

ชั้น 1 เป็นพื้นที่ไม่ปรับอากาศทั้งหมด

พื้นที่รวม 171.55 ตารางเมตร

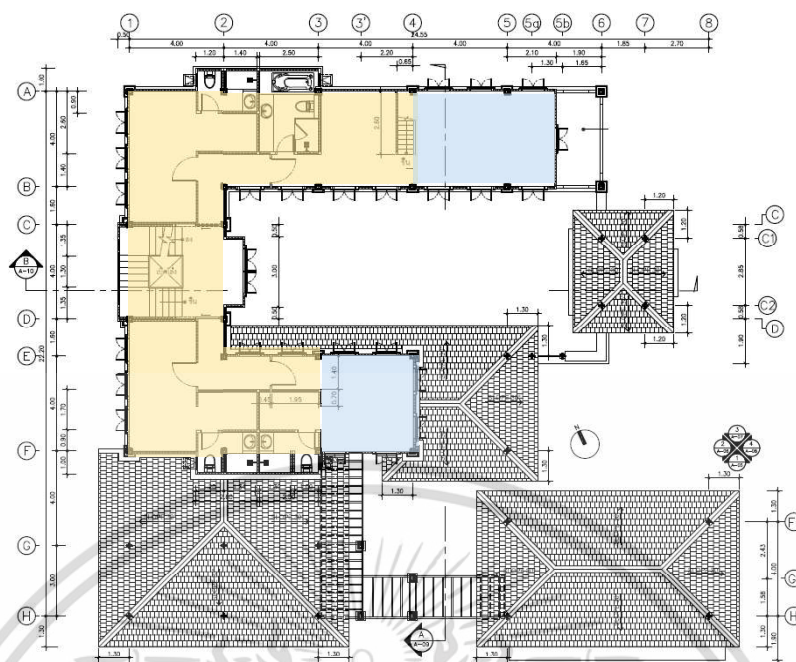
ความสูงผนังชั้น 3.40 เมตร

ปริมาตรรวม 583.27 ลูกบาศก์เมตร

■ พื้นที่ปรับอากาศ FL 11

■ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 2

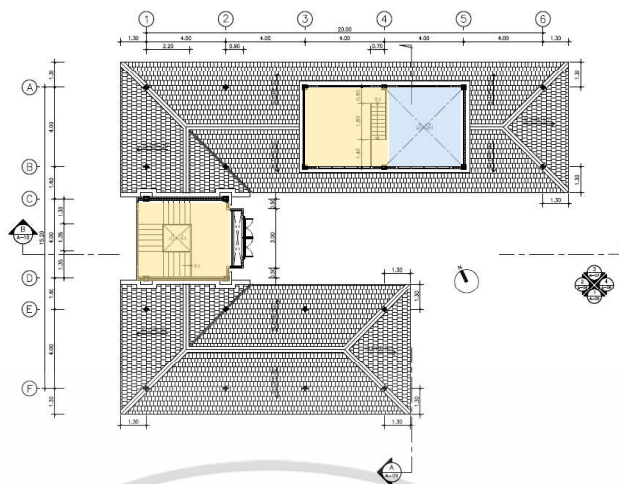
ชั้น 2 แบ่งออกเป็น 2 โซน เป็นพื้นที่ปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศ

พื้นที่ปรับอากาศ	40.40 ตารางเมตร
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	108.80 ตารางเมตร
พื้นที่รวม	149.20 ตารางเมตร
ความสูงผนังชั้น 2	3.20 เมตร
ปริมาตรรวม	477.44 ลูกบาศก์เมตร

 พื้นที่ปรับอากาศ FL 21

 พื้นที่ไม่ปรับอากาศ FL 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



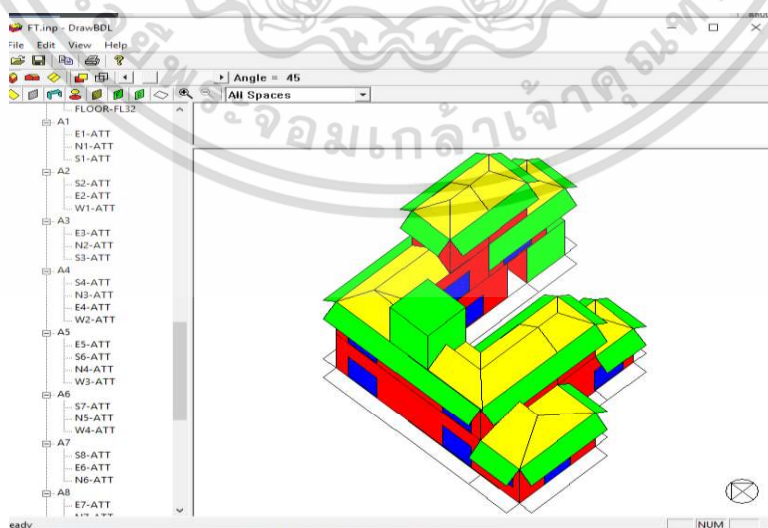
ภาพที่ 4.3 แสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 3

ชั้น 3 แบ่งออกเป็น 2 โซน เป็นพื้นที่ปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศ

พื้นที่ปรับอากาศ	16 ตารางเมตร
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	32 ตารางเมตร
พื้นที่รวม	48 ตารางเมตร
ความสูงผนังชั้น 3	3.40 เมตร
ปริมาตรรวม	163.20 ลูกบาศก์เมตร

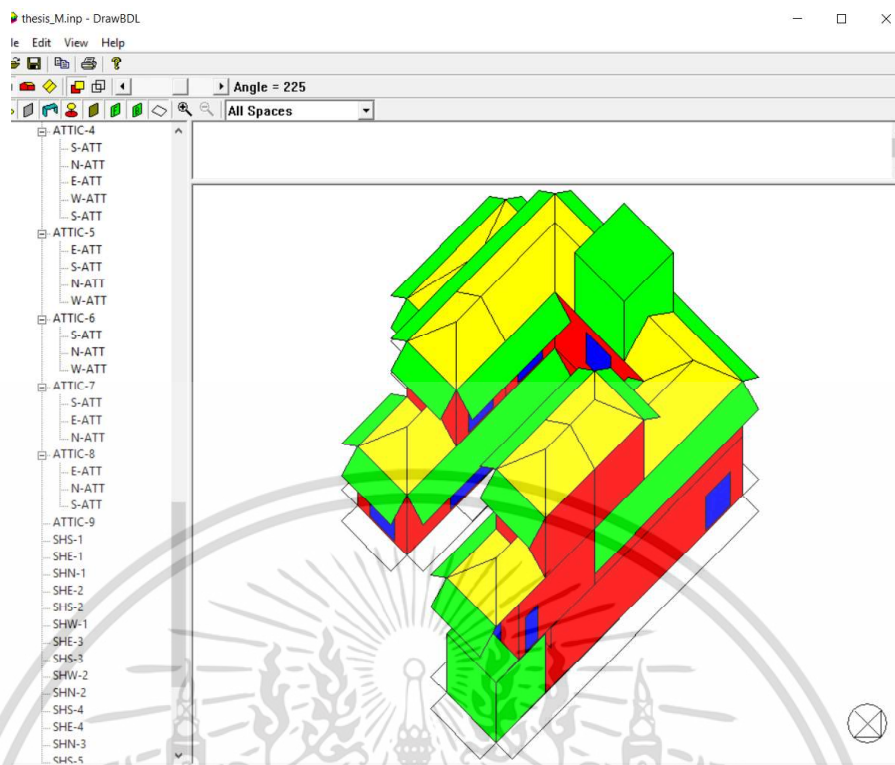
พื้นที่ปรับอากาศ FL 31

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ FL 32



ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะแบบจำลองบ้านด้านทิศใต้ผ่านโปรแกรม BDL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 แสดงลักษณะแบบจำลองบ้านด้านทิศเหนือผ่านโปรแกรม BDL

4.2 ข้อมูลการใช้ปริมาณไฟฟ้าภายในอาคาร

4.2.1 ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ที่ใช้ในอาคาร

ระบบไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ที่ใช้ในอาคารทั้งหลังแทบทั้งหมดเป็นหลอด LED ชนิด TUBE ขนาด 18 วัตต์จำนวน 124 หลอด และหลอดฟลูออเรสเซนต์ บัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 3 หลอด ซึ่งปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงประดิษฐ์รวมภายในอาคารทั้งหมดเป็น 728 วัตต์ โดยหากนำปริมาณพลังงานไฟฟ้าแสงประดิษฐ์มาคิดค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่อาคารทั้งหมดจะคิดเป็น 2.217 w/sqm^2 โดยข้อมูลของหลอดไฟได้แสดงในตารางที่ 3.7 ก่อนหน้า

4.2.2 อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร

อาคารที่ทำการศึกษาคืออาคารประเภทบ้านพักอาศัย จึงทำให้มีการใช้อุปกรณ์ค่อนข้างหลากหลายชนิด โดยในที่นี้จะเก็บรวบรวมข้อมูลเฉพาะอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการใช้งานเป็นประจำ รวมไปถึงเครื่องปรับอากาศที่จะทำการเก็บข้อมูลเฉพาะเครื่องที่มีการใช้งานเท่านั้น ส่วนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องที่ติดตั้งไว้แต่ไม่มีการเปิดใช้งานจะตัดออก เพื่อให้การคำนวณนั้นอยู่บนพื้นฐานการใช้งานจริง โดยสามารถสรุปปริมาณการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารได้ดังตารางที่ 4.2

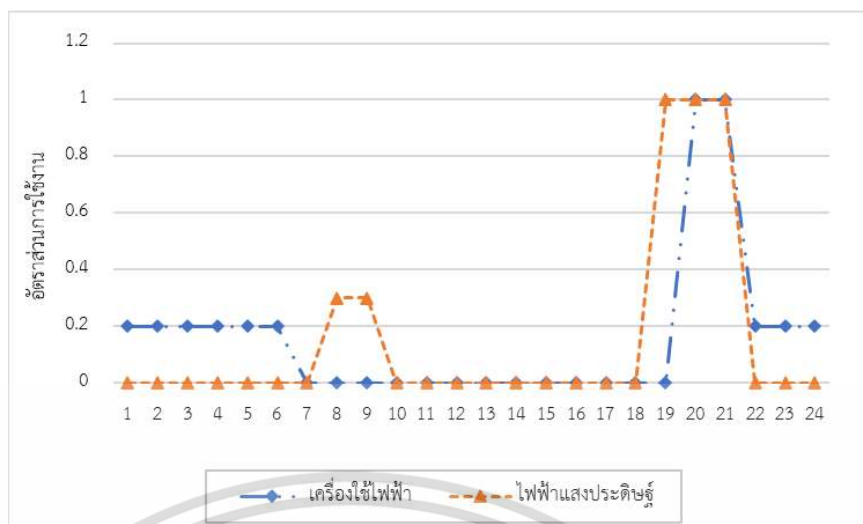
ตารางที่ 4.2 แสดงชนิดและปริมาณไฟฟ้าในระบบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร

ชนิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	จำนวนวัตต์
ตู้เย็น 1 (19.1 คิว)	1	92
ตู้เย็น 2 (21.3 คิว)	1	150
ตู้เย็นมินิบาร์	1	72
เครื่องทำกาแฟ	1	1150
เครื่องซักผ้า	1	2200
เครื่องปั่นขนมปัง	1	730
ไมโครเวฟ	1	900
หม้อทอดอบลมร้อน	1	1430
หม้อหุงข้าว	1	830
พัดลม	3	75
เตารีด	1	1100
โทรทัศน์	3	198
เครื่องฟอกอากาศ	2	50
รวม		8,977

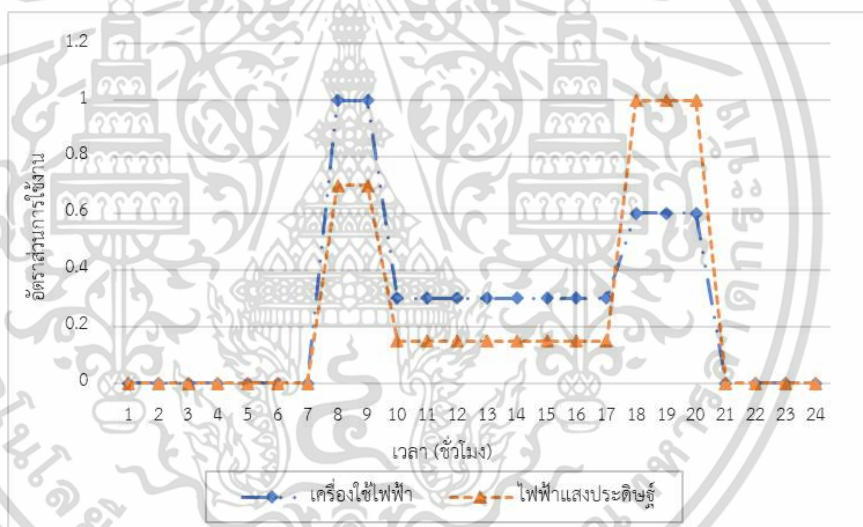
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากตารางข้างต้นเป็นการสรุปรายการอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ภายในบ้านที่ทำการกรอกข้อมูลลงในโปรแกรม DOE 2.1E และในลำดับต่อมา มีการบันทึกข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นรายชั่วโมง ภายใน 1 วัน (24 ชั่วโมง) โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงวันธรรมดา (วันจันทร์ - วันศุกร์) และช่วงวันหยุด (วันเสาร์ - วันอาทิตย์) โดยคิดเป็นอัตราส่วนจาก ร้อยละ 0 (0) คือไม่มีการใช้งานปริมาณไฟฟ้า ไปจนถึงร้อยละ 100 (1.0) คือมีการใช้งานปริมาณไฟฟ้าแบบเต็มวัน (24 ชั่วโมง) ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลที่บันทึกอัตราส่วนการใช้งานปริมาณไฟฟ้าได้ถูกแสดงในภาพที่ 4.6 - ภาพที่ 4.9 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารโซนปรับอากาศวันธรรมดา (จ-ศ)
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

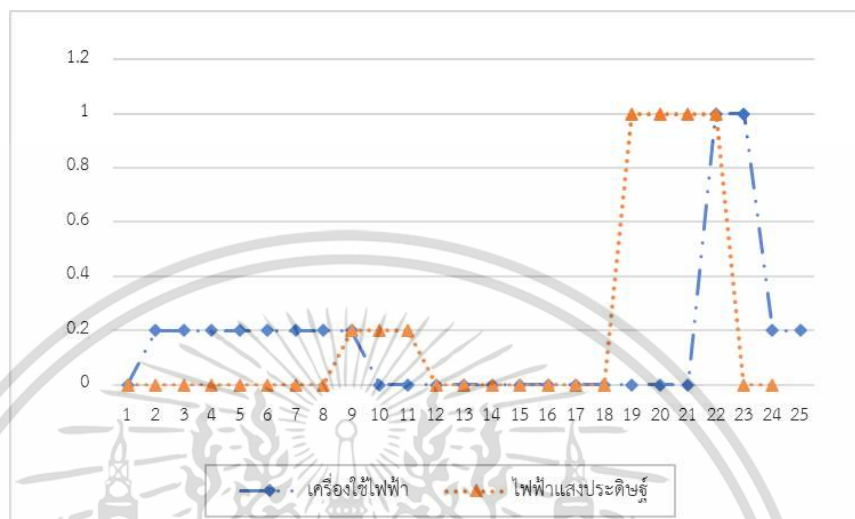


ภาพที่ 4.7 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารโซนไม่ปรับอากาศวันธรรมดา (จ-ศ)
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

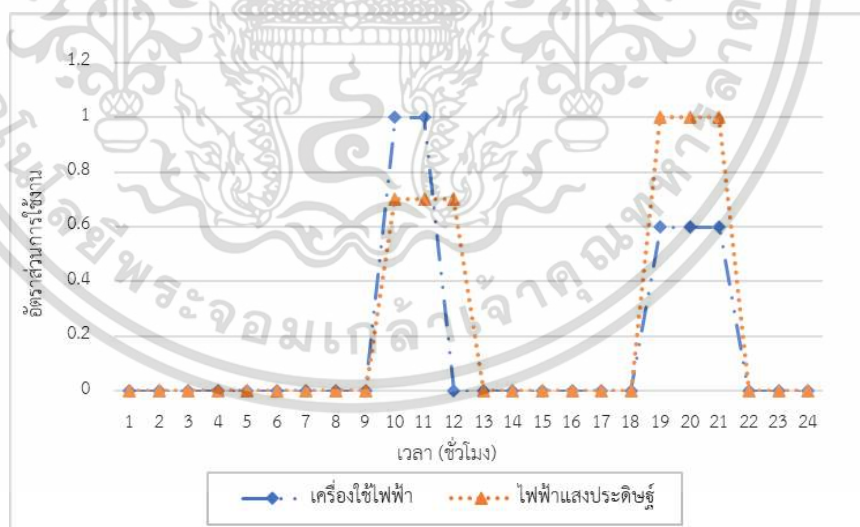
จากภาพแผนภูมิข้างต้นจะพบว่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในวันธรรมดา (วันจันทร์-วันศุกร์) ในช่วงเวลาที่ 1-7 (เวลา 1.00 น. – 7.00 น.) ของโซนปรับอากาศมีการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 2.0 (ร้อยละ 20) ซึ่งเป็นการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศเป็นหลัก ส่วนในโซนไม่ปรับอากาศนั้นไม่มีการใช้ไฟฟ้าเกิดขึ้นหรือคิดเป็น 0 ต่อมาในช่วงเวลา 7-10 (เวลา 7.00 น. – 10.00 น.) อัตราส่วนการใช้ไฟฟ้าในโซนไม่ปรับอากาศจะมีค่าสูงกว่าโซนปรับอากาศ โดยโซนไม่ปรับอากาศนั้นมีการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์สูงกว่าโซนไม่ปรับอากาศอยู่ที่ 3.0 (ร้อยละ 30) และมีการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.0 (ร้อยละ 100) ในขณะที่โซนปรับอากาศไม่มีการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลานั้น และในช่วงที่ 10 -16 (เวลา 10.00 น. – 16.00 น.) จะมีการใช้ไฟฟ้าในโซนไม่ปรับอากาศ ส่วนโซนปรับอากาศนั้นไม่มีการใช้ไฟฟ้าเกิดขึ้น หรือมีค่าเป็น 0



ภาพที่ 4.8 แสดงแผนภูมิปริมาณปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารโซนปรับอากาศวันหยุด (ส-อา)
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.9 แสดงแผนภูมิปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารโซนไม่ปรับอากาศวันหยุด (ส-อา)
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพแผนภูมิข้างต้นจะพบว่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของโซนปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ จะมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในช่วงเวลาที่ 9-13 (เวลา 9.00 น. – 13.00 น.) โดยภายในโซนไม่ปรับอากาศนั้นมีอัตราส่วนการใช้ไฟฟ้าที่สูงกว่าโซนไม่ปรับอากาศอยู่ที่ 0.8 (ร้อยละ 80) ซึ่งมาจากการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่วนการใช้ไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ในโซนไม่ปรับอากาศก็มีค่าสูงกว่าเช่นกัน โดยมีค่าอยู่ที่ 0.7 (ร้อยละ 70) ในขณะที่โซนปรับอากาศในช่วงเวลาที่ 10-12 (เวลา 10.00 น. – 12.00 น.) ไม่มีการใช้ไฟฟ้าเกิดขึ้น หรือคิดเป็นอัตราส่วน 0

4.3 ข้อมูลอุณหภูมิ

4.3.1 อุณหภูมิอากาศภายนอก

เป็นข้อมูลอุณหภูมิสภาพอากาศภายนอกของจังหวัดชลบุรี ในระยะเวลา 1 ปี

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายเดือนเป็นระยะเวลา 12 เดือน

เดือน	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
มกราคม	21.11	35.00	28.06
กุมภาพันธ์	23.89	36.67	30.28
มีนาคม	23.33	36.67	30.00
เมษายน	25.00	36.67	30.83
พฤษภาคม	25.00	37.22	31.11
มิถุนายน	25.00	35.00	30.00
กรกฎาคม	25.00	35.00	30.00
สิงหาคม	23.89	33.89	28.89
กันยายน	23.89	34.44	29.17
ตุลาคม	23.33	35.00	29.17
พฤศจิกายน	22.22	35.00	28.61
ธันวาคม	17.22	32.78	25.00
ค่าเฉลี่ยรวม	23.24	35.28	29.26

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

■	อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด
■	อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

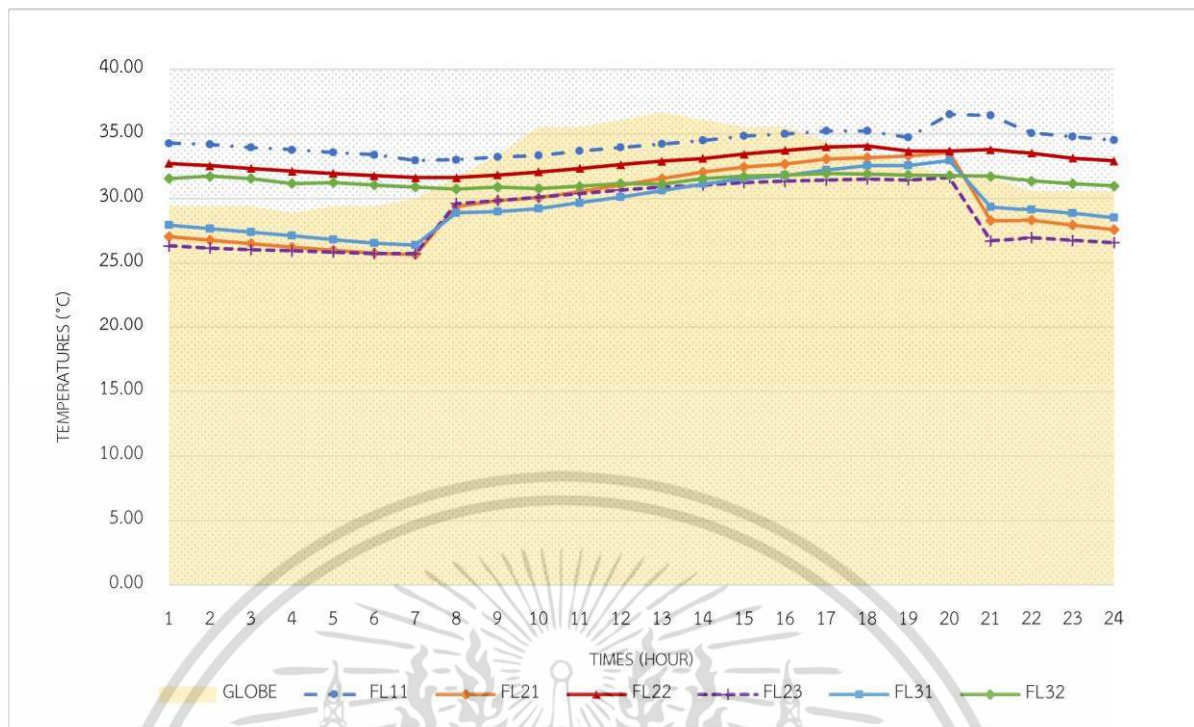
จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 31.11 องศาเซลเซียส อยู่ในเดือน พฤษภาคม และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส ในเดือนธันวาคม

จากการสรุปข้อมูลทางด้านอุณหภูมิ จะเห็นได้ว่าเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุดคือเดือนพฤษภาคม และเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดคือเดือนธันวาคม และเมื่อนำผลจากการประมวลผลผ่านโปรแกรม คอมพิวเตอร์มาวิเคราะห์ร่วมด้วยจะพบว่า วันที่มีอากาศร้อนสุดคือวันที่ 11 พฤษภาคม และวันที่มี อากาศหนาวที่สุดคือ วันที่ 18 ธันวาคม ดังภาพที่ 4.10

TIME	COOLING LOAD		HEATING LOAD	
	MAY 11	4PM	DEC 18	7AM
DRY-BULB TEMP	96 F	36 C	65 F	18 C
WET-BULB TEMP	83 F	28 C	61 F	16 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	202 BTU/H.SQFT	636 W/M2	0 BTU/H.SQFT	0 W/M2
WINDSPEED AT SPACE	1.3 KTS	0.7 M/S	1.3 KTS	0.7 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	6		0	

ภาพที่ 4.10 แสดงผลวันที่มีอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด จากการประมวลผลผ่านโปรแกรม DOE 2.1E
ที่มา : ผู้วิจัยประมวลผลผ่านโปรแกรม DOE 2.1E

โดยในขั้นตอนต่อมาผู้วิจัยจึงนำชุดข้อมูลอุณหภูมิภายในบ้านจากตัวแทนวันที่มีอุณหภูมิสูง ที่สุด และต่ำที่สุด มาทำการเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกโดยได้ผลดังแสดงในภาพที่ 4.10 และภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในตัวแทนฤดูร้อน (11 พฤษภาคม)

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.11 จะเห็นได้ว่า ในชั่วโมงที่ 1-8 (เวลา 1.00 น. – 8.00 น.) อุณหภูมิภายในบ้านของโซน FL 11, FL 22 และ FL 32 มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนในชั่วโมงที่ 9 – 17 (เวลา 9.00 น. – 17.00 น.) อุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงกว่าภายในบ้าน และชั่วโมงที่ 18 – 24 (เวลา 18.00 น. – 24.00 น.) อุณหภูมิภายในบ้านโซน FL 11, FL 22 และ FL 32 ยังคงมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอก โดยอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่มีค่า ดังนี้

- FL 11 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 34.34 องศาเซลเซียส
- FL 21 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.53 องศาเซลเซียส
- FL 22 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 32.81 องศาเซลเซียส
- FL 23 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.74 องศาเซลเซียส
- FL 31 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.50 องศาเซลเซียส
- FL 32 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 31.35 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิภายนอก มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 32.41 องศาเซลเซียส

และนำชุดข้อมูลนี้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบ จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4 และ ตารางที่

4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายในและภายนอก วันที่ 11 พฤษภาคม

อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	พื้นที่ปรับอากาศ	การเปรียบเทียบ อุณหภูมิภายใน กับอุณหภูมิ ภายนอก		พื้นที่ไม่ปรับ อากาศ	การเปรียบเทียบ กับอุณหภูมิ ภายนอก	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า		ต่ำกว่า	สูงกว่า
32.41	FL 21	●		FL 11		●
	FL 23	●		FL 22		●
	FL 31	●		FL 32	●	

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

หากพิจารณาตารางที่ 4.4 จะอุณหภูมิเฉลี่ยภายในแต่ละพื้นที่ ในวันที่ 11 พฤษภาคม ดังนี้

- พื้นที่ปรับอากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.26 องศาเซลเซียส
- พื้นที่ปรับไม่อากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 32.83 องศาเซลเซียส
- พื้นที่ทั้งหมด มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 31.04 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิภายนอก มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 32.41 องศาเซลเซียส

โดยเมื่อนำข้อมูลเปรียบเทียบจึงสรุปออกมาได้ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ดังนี้

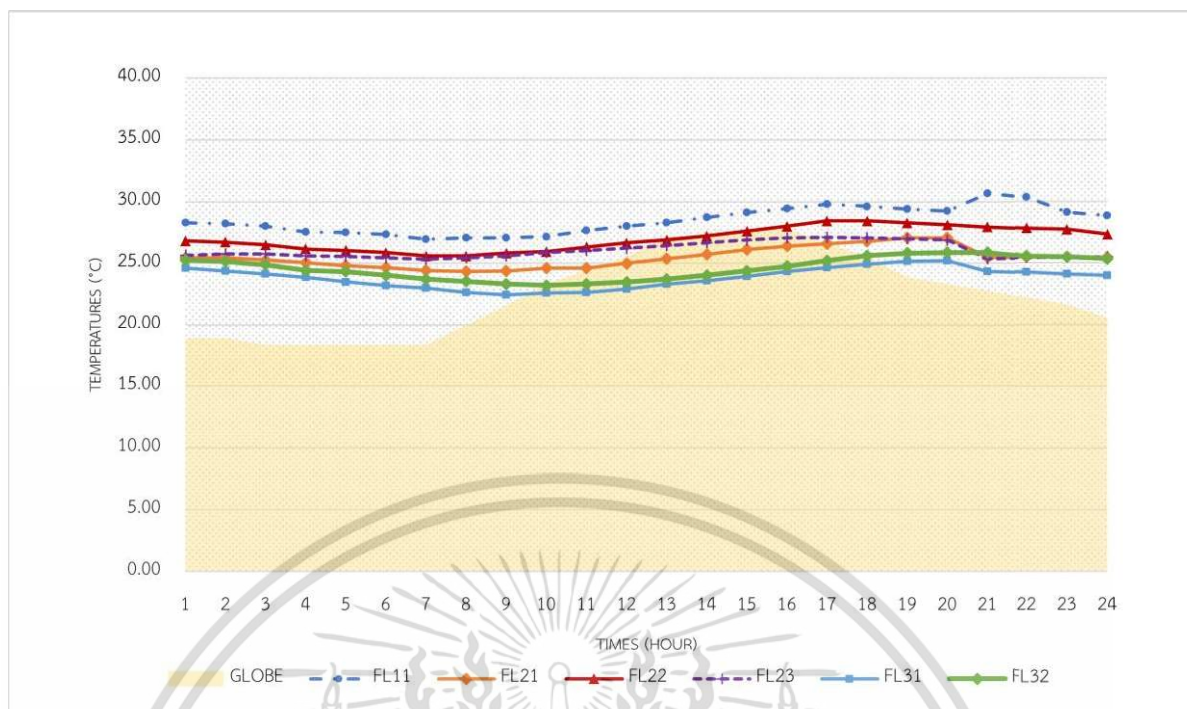
ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ย (แยกตามประเภทพื้นที่) วันที่ 11 พฤษภาคม

อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	พื้นที่ (แยกตามประเภท)	การเปรียบเทียบอุณหภูมิ ภายในกับอุณหภูมิภายนอก	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า
32.41 °C	พื้นที่ปรับอากาศ	●	
	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ		●
	พื้นที่ทั้งหมด	●	

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากตารางที่ 4.5 จะสรุปได้ว่าในวันที่อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงที่สุด อุณหภูมิภายในบ้านนั้น มีอุณหภูมิต่ำกว่า หรือกล่าวได้ว่าในวันที่ร้อนที่สุดภายในบ้านนั้นจะเย็นกว่าภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในตัวแทนฤดูหนาว (18 ธันวาคม)

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.12 จะเห็นได้ว่า ในชั่วโมงที่ 1-9 (เวลา 1.00 น. – 9.00 น.) และในชั่วโมงที่ 19 – 24 (เวลา 19.00 น. – 24.00 น.) อุณหภูมิภายในบ้านของทุกโซนมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนในชั่วโมงที่ 10 – 17 (เวลา 9.00 น. – 17.00 น.) อุณหภูมิภายในบ้านโซน FL 21, FL 31 และ FL 32 มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่มีค่า ดังนี้

- FL 11 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.47 องศาเซลเซียส
- FL 21 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 25.47 องศาเซลเซียส
- FL 22 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 27.00 องศาเซลเซียส
- FL 23 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 26.05 องศาเซลเซียส
- FL 31 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 23.84 องศาเซลเซียส
- FL 32 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 24.61 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิภายนอก มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 22.55 องศาเซลเซียส

และชุดข้อมูลนี้นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบ จะได้ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และ ตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายในและภายนอก วันที่ 18 ธันวาคม

อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	พื้นที่ปรับอากาศ	การเปรียบเทียบ อุณหภูมิภายใน กับอุณหภูมิ ภายนอก		พื้นที่ไม่ปรับ อากาศ	การเปรียบเทียบ กับอุณหภูมิ ภายนอก	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า		ต่ำกว่า	สูงกว่า
22.55	FL 21		●	FL 11		●
	FL 23		●	FL 22		●
	FL 31		●	FL 32		●

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

หากพิจารณาตารางที่ 4.6 จะอุณหภูมิเฉลี่ยภายในแต่ละพื้นที่ ในวันที่ 18 ธันวาคมได้ ดังนี้

- พื้นที่ปรับอากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 25.21 องศาเซลเซียส
- พื้นที่ปรับไม่อากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 26.69 องศาเซลเซียส
- พื้นที่ทั้งหมด มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 25.91 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิภายนอก มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 22.55 องศาเซลเซียส

โดยเมื่อนำข้อมูลเปรียบเทียบจึงสรุปออกมาได้ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ย (แยกตามประเภทพื้นที่) วันที่ 18 ธันวาคม

อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	พื้นที่ (แยกตามประเภท)	การเปรียบเทียบอุณหภูมิ ภายในกับอุณหภูมิภายนอก	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า
22.55 °C	พื้นที่ปรับอากาศ		●
	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ		●
	พื้นที่ทั้งหมด		●

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากตารางที่ 4.7 จะสรุปได้ว่าในวันที่อุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุด อุณหภูมิภายในบ้านนั้น
มีอุณหภูมิที่สูงกว่า หรือกล่าวได้ว่าในวันที่หนาวที่สุดภายในบ้านนั้นจะอุ่นกว่าภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 อุณหภูมิอากาศภายในบ้านกรณีศึกษา

ข้อมูลอุณหภูมิภายในบ้านมาจากการประมวลผลผ่านโปรแกรม DOE 2.1E การนำเสนอข้อมูลของพื้นที่ภายในบ้านจะกำหนดตามชื่อของการกรอกข้อมูลในโปรแกรมตามอ้างอิงจากตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงข้อมูลการกำหนดชื่อของพื้นที่ในโปรแกรม DOE2.1 E

โซนปรับอากาศ	รายชื่อห้อง	โซนไม่ปรับอากาศ	รายชื่อห้อง
FL 21	ห้องนอน 2 (ชั้น 2 ฝั่งทิศใต้)	FL 11	พื้นที่ชั้น 1 ทั้งหมด
FL 23	ห้องนอน 1 (ชั้น 2 ฝั่งทิศเหนือ)	FL 22	ห้องนอน 3 และ ห้องนอน 4
FL 31	ห้องนอน 1 (พื้นที่ Double volume)	FL 32	ห้องอ่านหนังสือ

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

โดยหัวข้อการนำเสนอข้อมูลอุณหภูมิภายใน มีดังนี้

- 1) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยภายในบ้านรายเดือน (จำแนกตามพื้นที่แต่ละโซน)
- 2) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยภายในบ้านแบบรายชั่วโมง (รวมทั้งอาคาร)
- 3) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดภายในบ้าน (จำแนกตามพื้นที่แต่ละโซน)
- 4) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดภายในบ้าน (จำแนกตามพื้นที่แต่ละโซน)
- 5) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรวมรายเดือนภายในบ้าน (จำแนกตามพื้นที่แต่ละโซน)
- 6) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรวมรายเดือนภายในบ้าน (รวมทั้งอาคาร)
- 7) การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายในบ้านและอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยภายในบ้านรายเดือน (จำแนกตามพื้นที่แต่ละโซน)

ตารางที่ 4.9 แสดงข้อมูลรายเดือนของอุณหภูมิภายในบ้าน

เดือน	อุณหภูมิโซนปรับอากาศ (°C)						โซนไม่ปรับอากาศ (°C)						ค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ (°C)
	FL21		FL23		FL31		FL11		FL22		FL32		
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
มกราคม	25.50	30.78	24.8	29.6	24.4	29.8	28.6	30.78	27.72	29.61	25.78	29.83	28.10
กุมภาพันธ์	25.50	31.94	24.9	29.9	25.0	31.3	29.1	31.94	28.22	29.89	26.61	31.33	28.81
มีนาคม	25.56	33.11	25.4	31.3	24.3	32.3	29.6	33.11	28.83	31.33	26.78	32.33	29.50
เมษายน	25.56	33.22	25.6	31.4	24.6	32.6	30.3	33.22	29.50	31.39	27.72	32.56	29.80
พฤษภาคม	25.61	33.56	25.7	31.7	25.6	33.2	31.6	33.56	30.50	31.67	28.94	33.22	30.40
มิถุนายน	25.56	33.17	25.7	31.4	24.8	32.3	30.5	33.17	29.44	31.39	27.83	32.33	29.80
กรกฎาคม	25.56	32.89	25.4	31.1	24.8	31.8	30.2	32.89	29.33	31.11	27.78	31.83	29.56
สิงหาคม	25.61	32.39	25.5	30.9	25.1	31.6	30.4	32.39	29.56	30.89	28.22	31.56	29.50
กันยายน	25.56	32.28	25.5	30.9	24.4	31.4	29.4	32.28	28.78	30.94	27.28	31.44	29.19
ตุลาคม	25.50	31.89	25.2	30.3	24.5	31.3	28.8	31.89	28.22	30.28	26.67	31.33	28.82
พฤศจิกายน	25.50	31.72	24.9	29.8	24.8	31.2	28.8	31.72	28.06	29.78	26.56	31.22	28.68
ธันวาคม	24.28	29.67	24.1	27.8	21.9	29.5	26.3	29.67	25.50	27.78	23.00	29.50	26.58

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

■	อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด
■	อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด

2) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยภายในบ้านแบบรายชั่วโมง (รวมทั้งอาคาร)

ตารางที่ 4.10 แสดงข้อมูลเฉลี่ยอุณหภูมิภายในบ้านแบบรายชั่วโมง

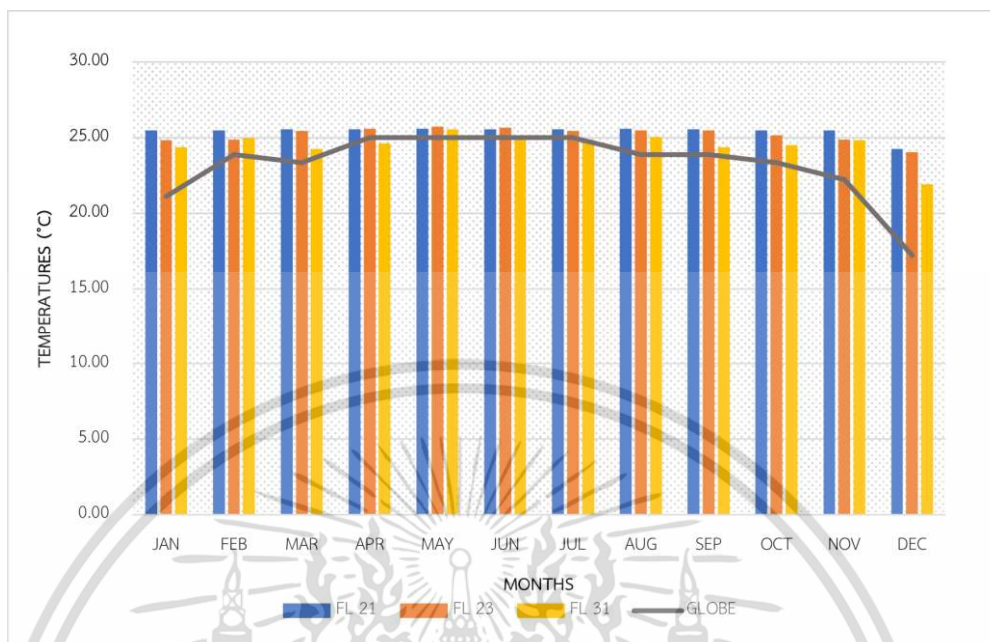
HOURS	MONTHS											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	27.61	25.62	28.84	29.07	29.64	28.81	28.60	28.62	28.30	27.99	27.89	26.48
2	27.54	25.60	28.68	28.93	29.47	28.66	28.49	28.49	28.22	27.92	27.82	26.40
3	27.44	25.59	28.54	28.76	29.27	28.51	28.38	28.37	28.14	27.84	27.73	26.29
4	27.32	25.57	28.38	28.59	29.06	28.39	28.27	28.28	28.05	27.74	27.61	26.12
5	27.25	25.55	28.30	28.48	28.92	28.31	28.20	28.21	28.00	27.67	27.55	26.03
6	27.16	25.54	28.22	28.39	28.79	28.23	28.13	28.14	27.93	27.60	27.47	25.90
7	27.01	25.53	28.09	28.26	28.63	28.11	28.03	28.03	27.82	27.46	27.29	25.67
8	27.61	26.97	29.30	29.63	30.21	29.45	29.27	29.24	28.94	28.37	28.12	25.76
9	27.66	27.10	29.41	29.77	30.38	29.60	29.39	29.37	29.05	28.46	28.22	25.78
10	27.73	27.16	29.51	29.90	30.52	29.73	29.48	29.46	29.11	28.52	28.26	25.82
11	27.96	27.40	29.78	30.17	30.80	30.00	29.71	29.73	29.36	28.76	28.52	26.04
12	28.24	27.78	30.08	30.45	31.09	30.28	29.96	30.02	29.61	29.01	28.79	26.31
13	28.47	28.14	30.29	30.64	31.28	30.45	30.10	30.19	29.78	29.21	28.98	26.58
14	28.84	28.55	30.68	31.00	31.67	30.82	30.46	30.57	30.13	29.53	29.34	26.93
15	29.17	28.92	30.99	31.29	31.97	31.08	30.70	30.85	30.39	29.80	29.64	27.28
16	29.39	29.20	31.16	31.44	32.15	31.19	30.80	30.97	30.52	29.99	29.81	27.55
17	29.70	29.48	31.51	31.76	32.46	31.44	31.07	31.26	30.76	30.25	30.10	27.83
18	29.84	29.65	31.68	31.91	32.62	31.55	31.18	31.39	30.86	30.40	30.23	27.93
19	29.87	29.94	31.69	31.92	32.59	31.57	31.19	31.36	30.87	30.44	30.21	27.98
20	30.11	30.06	31.98	32.20	32.89	31.83	31.47	31.67	31.14	30.68	30.50	28.19
21	28.31	25.80	29.91	30.10	30.72	29.77	29.47	29.62	29.16	28.81	28.64	27.12
22	28.06	25.82	29.61	29.82	30.42	29.52	29.21	29.32	28.92	28.59	28.37	26.84
23	27.83	25.66	29.34	29.53	30.12	29.23	28.95	29.05	28.65	28.32	28.13	26.69
24	27.72	25.64	28.88	29.32	29.89	29.03	28.76	28.85	28.48	28.17	28.00	26.58

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากตารางที่ 4.10 จะพบว่า เดือนที่มีอุณหภูมิภายในบ้านสูงที่สุดนั้นอยู่ในเดือน พฤษภาคม มีค่าอยู่ที่ 30.40 องศาเซลเซียส และเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดนั้นอยู่ในเดือนธันวาคม มีค่าอยู่ที่ 26.58 องศาเซลเซียส และเมื่อพิจารณาต่อมาในตารางที่ 4.6 จะพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงภายในบ้านของเดือนพฤษภาคมนั้นมีอุณหภูมิที่สูงกว่าเดือนอื่นๆ และเริ่มมีอุณหภูมิที่สูงตั้งแต่ชั่วโมงที่ 8-20 (เวลา 8.00 น. – 20.00 น.) และในเดือนธันวาคม นั้น มีอุณหภูมิต่ำตลอดทั้งวัน ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 – 24 (เวลา 1.00 น. – 24.00 น.) โดยสรุปได้ข้อมูลจากทั้ง 2 ตารางนี้มีความสอดคล้องกัน

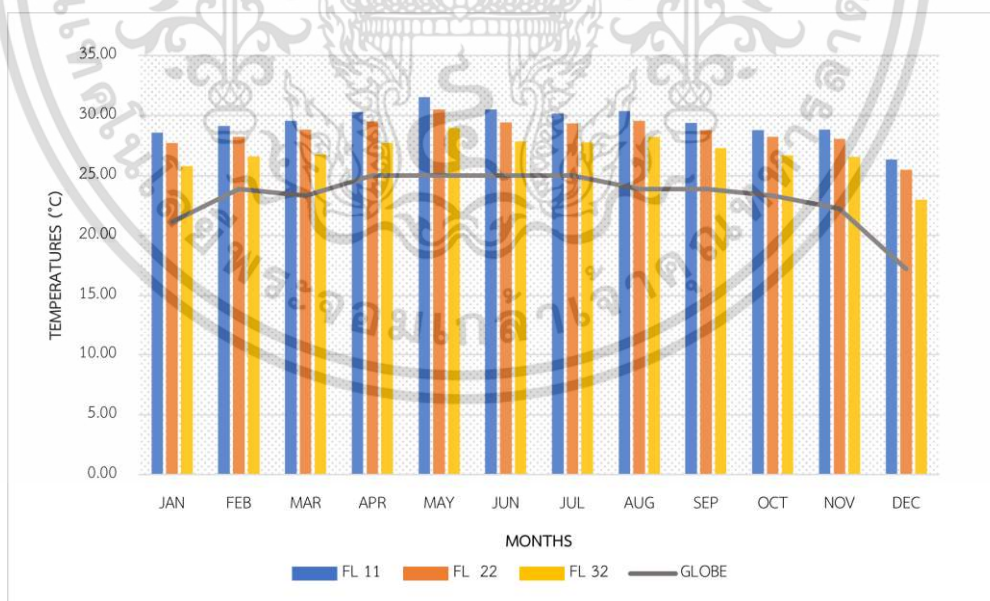
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดภายในบ้าน (จำแนกตามพื้นที่แต่ละโซน)



ภาพที่ 4.13 แสดงอุณหภูมิรายเดือนต่ำสุดภายในพื้นที่ปรับอากาศ

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.14 แสดงอุณหภูมิรายเดือนต่ำสุดภายในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการพิจารณาภาพที่ 4.13 และ ภาพที่ 4.14 จะพบว่าเมื่อเทียบระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศภายนอก และอุณหภูมิต่ำสุดภายในบ้าน พื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศทุกโซนในแต่ละเดือนจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยเฉพาะในพื้นที่ไม่ปรับอากาศจะมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิทั้งหมดเป็นค่าเฉลี่ยรวมทั้งหลังจะพบว่า

- อุณหภูมิอากาศต่ำสุดภายนอกมีค่าเฉลี่ยที่ 23.24 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิอากาศต่ำสุดภายในของพื้นที่ปรับอากาศมีค่าเฉลี่ยที่ 25.06 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิอากาศต่ำสุดภายในของพื้นที่ไม่ปรับอากาศมีค่าเฉลี่ยที่ 28.34 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบจากข้อมูลเบื้องต้นจะพบว่า อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนระหว่างบ้านกรณีศึกษา และอุณหภูมิอากาศต่ำสุดภายนอกนั้น อุณหภูมิภายในบ้านจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก หรือสรุปได้ว่าในวันที่อากาศเย็นพื้นที่แต่ละโซนภายในบ้านนั้นจะร้อนหรือมีความอบอุ่นมากกว่าภายนอกนั้นเอง โดยอุณหภูมิต่ำสุดของพื้นที่ปรับอากาศจะมีค่าต่ำกว่าพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 3.28 องศาเซลเซียส ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.11

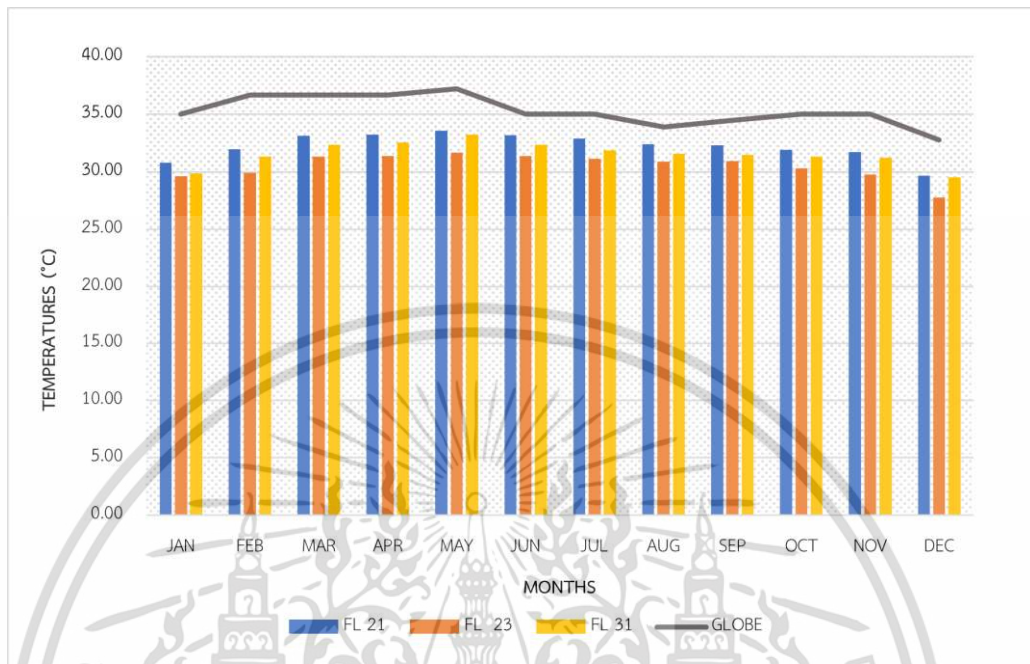
ตารางที่ 4.11 แสดงข้อมูลสรุปอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดภายในบ้าน

เดือน	อุณหภูมิต่ำสุด ภายนอก (°C)	พื้นที่ปรับอากาศ (°C)			พื้นที่ไม่ปรับอากาศ (°C)		
		FL21	FL23	FL31	FL11	FL22	FL32
มกราคม	21.11	25.50	24.83	24.39	28.56	27.72	25.78
กุมภาพันธ์	23.89	25.50	24.89	25.00	29.11	28.22	26.61
มีนาคม	23.33	25.56	25.44	24.28	29.56	28.83	26.78
เมษายน	25.00	25.56	25.61	24.61	30.28	29.50	27.72
พฤษภาคม	25.00	25.61	25.72	25.56	31.56	30.50	28.94
มิถุนายน	25.00	25.56	25.67	24.83	30.50	29.44	27.83
กรกฎาคม	25.00	25.56	25.44	24.83	30.17	29.33	27.78
สิงหาคม	23.89	25.61	25.50	25.06	30.39	29.56	28.22
กันยายน	23.89	25.56	25.50	24.39	29.39	28.78	27.28
ตุลาคม	23.33	25.50	25.17	24.50	28.78	28.22	26.67
พฤศจิกายน	22.22	25.50	24.89	24.83	28.83	28.06	26.56
ธันวาคม	17.22	24.28	24.06	21.94	26.33	25.50	23.00
เฉลี่ย	23.24	25.06			28.34		

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

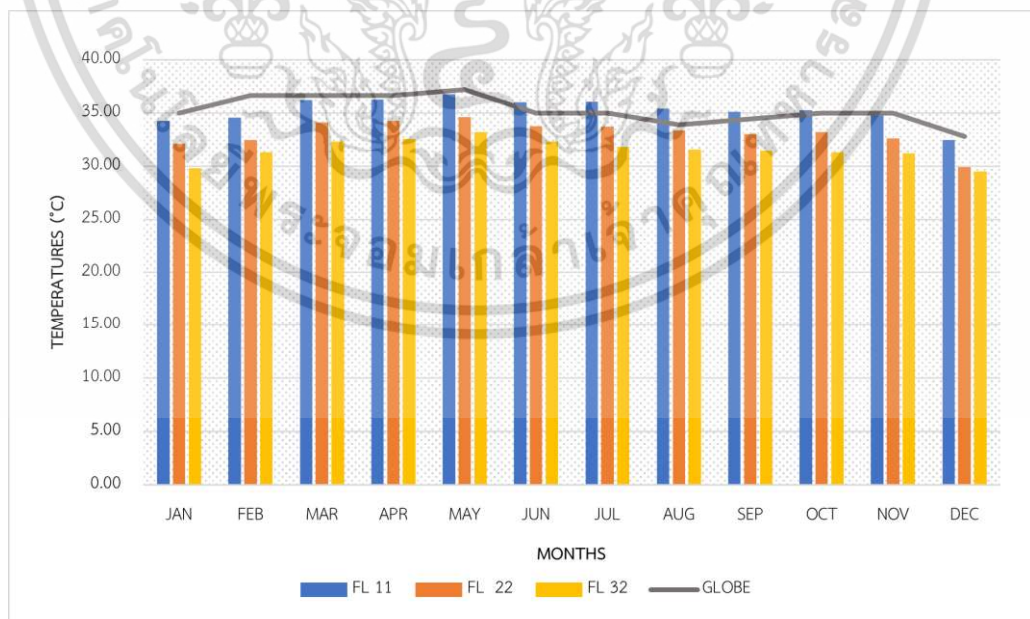
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดภายในบ้าน (จำแนกตามพื้นที่แต่ละโซน)



ภาพที่ 4.15 แสดงอุณหภูมิรายเดือนสูงสุดภายในพื้นที่ปรับอากาศ

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.16 แสดงอุณหภูมิรายเดือนสูงสุดภายในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการพิจารณาภาพที่ 4.15 และ ภาพที่ 4.16 จะพบว่าเมื่อเทียบระหว่างอุณหภูมิสูงสุดของอากาศภายนอก และอุณหภูมิสูงสุดภายในบ้าน พื้นที่ปรับอากาศทุกโซนจะมีอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละเดือนต่ำกว่าอุณหภูมิสูงสุดของอากาศภายนอก เช่นเดียวกันกับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ ยกเว้นโซน FL 11 ในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง เดือนตุลาคม จะมีอุณหภูมิสูงสุดในโซนนี้สูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดของอากาศภายนอก และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิทั้งหมดเป็นค่าเฉลี่ยรวมทั้งหลัง จะพบว่า

- อุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกมีค่าเฉลี่ยที่ 35.28 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิอากาศสูงสุดในของพื้นที่ปรับอากาศมีค่าเฉลี่ยที่ 31.42 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิอากาศสูงสุดในของพื้นที่ไม่ปรับอากาศมีค่าเฉลี่ยที่ 33.31 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบจากข้อมูลเบื้องต้นจะพบว่า อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนระหว่างบ้านกรณีศึกษา และอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกนั้น อุณหภูมิภายในบ้านจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก หรือสรุปได้ว่าในวันที่อากาศร้อน ภายในบ้านนั้นจะเย็นกว่าภายนอกนั่นเอง ยกเว้นบางเดือนของพื้นที่ไม่ปรับอากาศ ในโซน FL 11 ที่ยังมีอุณหภูมิสูงสุดในบ้านสูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอกดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.12

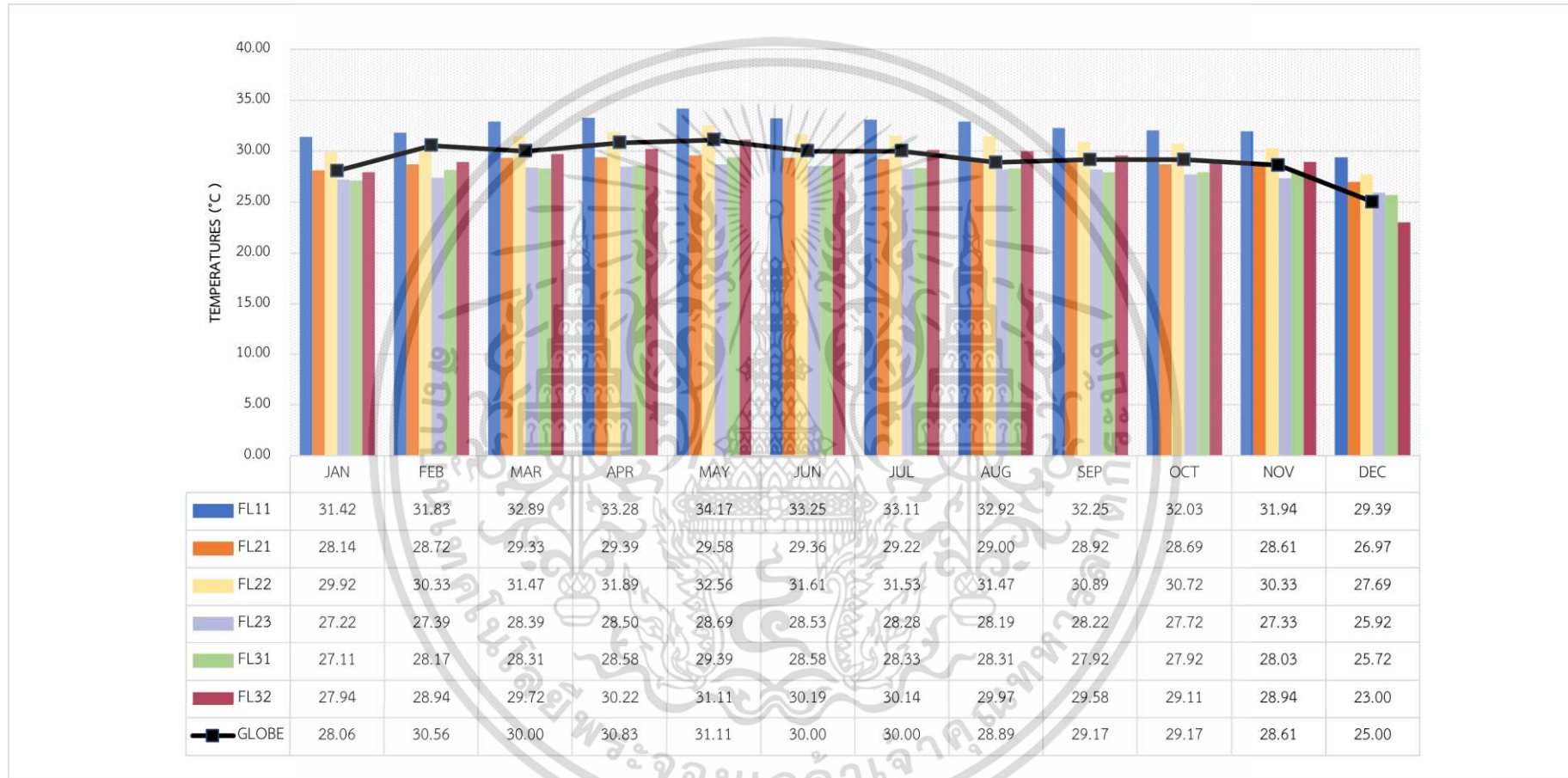
ตารางที่ 4.12 แสดงข้อมูลสรุปอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดภายในบ้าน

เดือน	อุณหภูมิสูงสุด ภายนอก (°C)	พื้นที่ปรับอากาศ (°C)			พื้นที่ไม่ปรับอากาศ (°C)		
		FL21	FL23	FL31	FL11	FL22	FL32
มกราคม	35.00	30.78	29.61	29.83	34.28	32.11	29.83
กุมภาพันธ์	36.67	31.94	29.89	31.33	34.56	32.44	31.33
มีนาคม	36.67	33.11	31.33	32.33	36.22	34.11	32.33
เมษายน	36.67	33.22	31.39	32.56	36.28	34.28	32.56
พฤษภาคม	37.22	33.56	31.67	33.22	36.78	34.61	33.22
มิถุนายน	35.00	33.17	31.39	32.33	36.00	33.78	32.33
กรกฎาคม	35.00	32.89	31.11	31.83	36.06	33.72	31.83
สิงหาคม	33.89	32.39	30.89	31.56	35.44	33.39	31.56
กันยายน	34.44	32.28	30.94	31.44	35.11	33.00	31.44
ตุลาคม	35.00	31.89	30.28	31.33	35.28	33.22	31.33
พฤศจิกายน	35.00	31.72	29.78	31.22	35.06	32.61	31.22
ธันวาคม	32.78	29.67	27.78	29.50	32.44	29.89	29.50
เฉลี่ย	35.28	31.42			33.31		

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรวมรายเดือนภายในบ้าน (จำแนกตามพื้นที่แต่ละโซน)



ภาพที่ 4.17 แสดงแผนภูมิอุณหภูมิเฉลี่ยรวมรายเดือนภายในบ้านกรณีศึกษา

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.17 สามารถสรุปข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละพื้นที่ได้ ดังนี้

- FL 11 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 32.37 องศาเซลเซียส
- FL 21 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.83 องศาเซลเซียส
- FL 22 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 30.87 องศาเซลเซียส
- FL 23 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 27.87 องศาเซลเซียส
- FL 31 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.03 องศาเซลเซียส
- FL 32 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.07 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิภายนอก มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.28 องศาเซลเซียส

และเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอก และภายในจะได้ข้อสรุปตามตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แสดงข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในอาคารกรณีศึกษา (แยกตามพื้นที่แต่ละโซน)

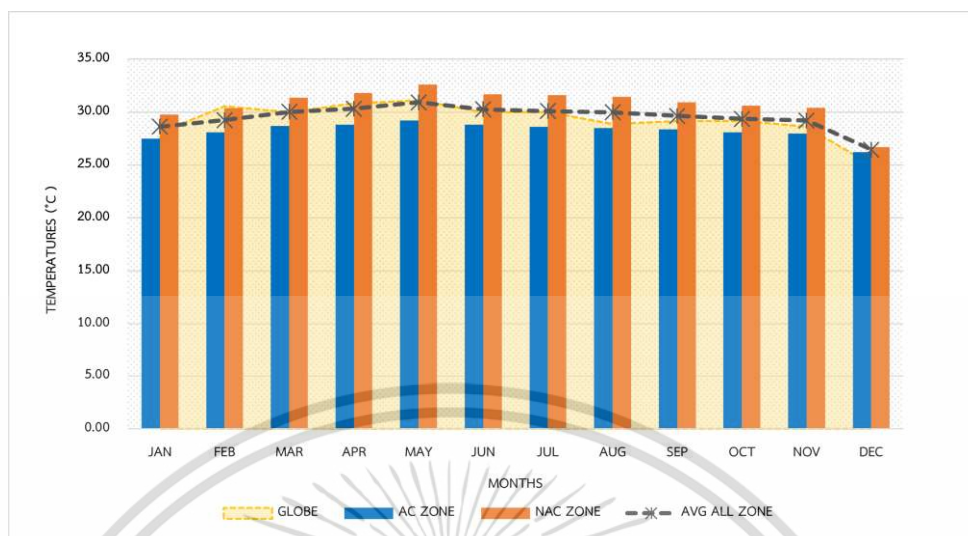
อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	พื้นที่ปรับอากาศ	การเปรียบเทียบ อุณหภูมิภายใน		พื้นที่ไม่ปรับ อากาศ	การเปรียบเทียบกับ อุณหภูมิภายนอก	
		กับอุณหภูมิภายนอก			ต่ำกว่า	สูงกว่า
		ต่ำกว่า	สูงกว่า			
29.28	FL 21	●		FL 11		●
	FL 23	●		FL 22		●
	FL 31	●		FL 32	●	

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

หากพิจารณาจากตารางที่ 4.13 จะพบว่าพื้นที่ภายในที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก จะเป็นพื้นที่ในส่วนไม่ปรับอากาศถึง 2 โซนคือ โซน FL 11 และ FL 21 หรือคิดเป็นร้อยละ 33.33 จากพื้นที่ทั้งหมดของบ้านกรณีศึกษาที่มีอุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนภายในบ้าน (รวมทั้งอาคาร)



ภาพที่ 4.18 แสดงแผนภูมิอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนภายในบ้านกรณีศึกษา (แยกตามประเภทพื้นที่)
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

หากพิจารณาภาพที่ 4.18 จะอุณหภูมิเฉลี่ยภายในแต่ละพื้นที่ได้ ดังนี้

- พื้นที่ปรับอากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.24 องศาเซลเซียส
- พื้นที่ปรับไม่อากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 30.77 องศาเซลเซียส
- พื้นที่ทั้งหมด มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.51 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิภายนอก มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.28 องศาเซลเซียส

โดยเมื่อนำข้อมูลเปรียบเทียบจึงสรุปออกมาได้ดังแสดงในตารางที่ 4.14 ดังนี้

ตารางที่ 4.14 แสดงข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในอาคาร
กรณีศึกษา (แยกตามประเภทพื้นที่)

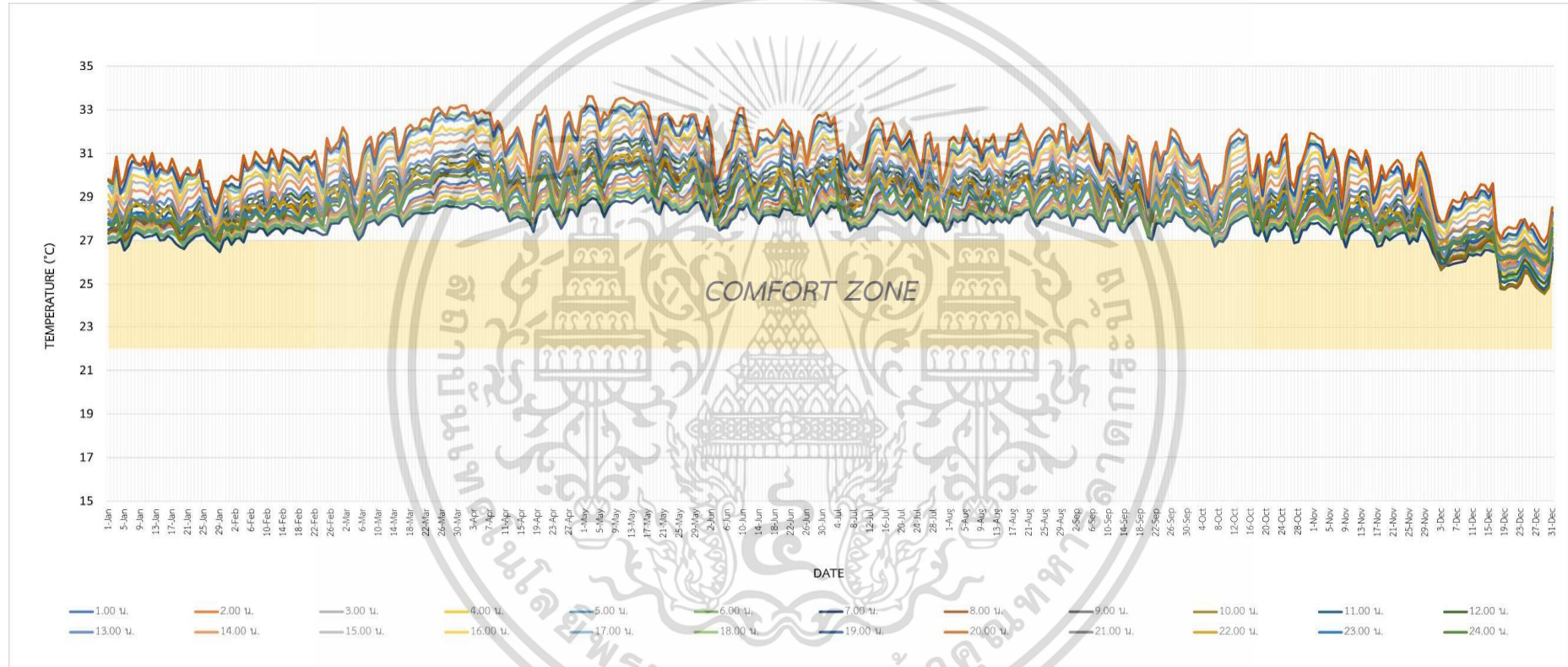
อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	พื้นที่ (แยกตามประเภท)	การเปรียบเทียบอุณหภูมิ ภายในกับอุณหภูมิภายนอก	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า
29.28 °C	พื้นที่ปรับอากาศ	●	
	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ		●
	พื้นที่ทั้งหมด		●

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ขอบเขตสภาวะนำสบายภายในอาคาร

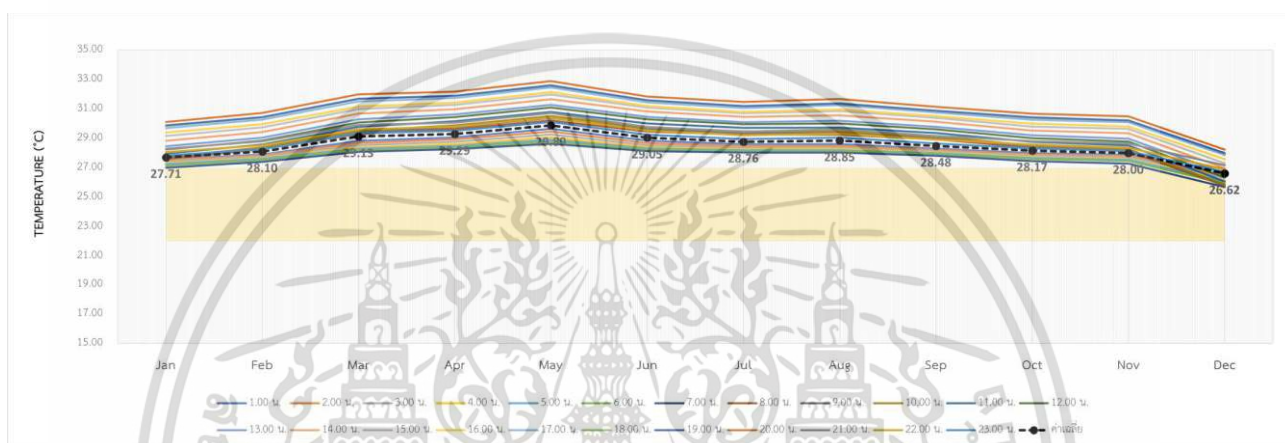
ขอบเขตนำสบายทางด้านอุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 22 – 27 องศาเซลเซียส โดยจากการประมวลผลผ่านโปรแกรม DOE 2.1 E จะได้ผลอุณหภูมิรายชั่วโมงตลอดทั้งปี ของบ้านกรณีศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 แสดงอุณหภูมิรายชั่วโมงตลอดทั้งปี ของบ้านกรณีศึกษาในขอบเขตสภาวะนำสบาย (ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม)

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.19 จะพบว่าอุณหภูมิรายชั่วโมงของบ้านกรณีศึกษานั้น ลอยอยู่นเหนือขอบเขตสภาวะน่าสบายแทบจะทั้งหมดยกเว้นในเดือนธันวาคมที่ยังมีอุณหภูมิรายชั่วโมงอยู่ในช่วงของสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ และในเดือนมกราคมกับเดือนกุมภาพันธ์ ยังมีอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงขอบเขตสภาวะน่าสบายบ้างเล็กน้อย และเมื่อได้ทำการหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายชั่วโมงของแต่ละเดือนจะพบว่า มีเพียงเดือนธันวาคมเดือนเดียวเท่านั้นที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วงขอบเขตสภาวะน่าสบาย ดังแสดงในภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอดทั้งปี ของบ้านกรณีศึกษาในขอบเขตสภาวะน่าสบาย
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

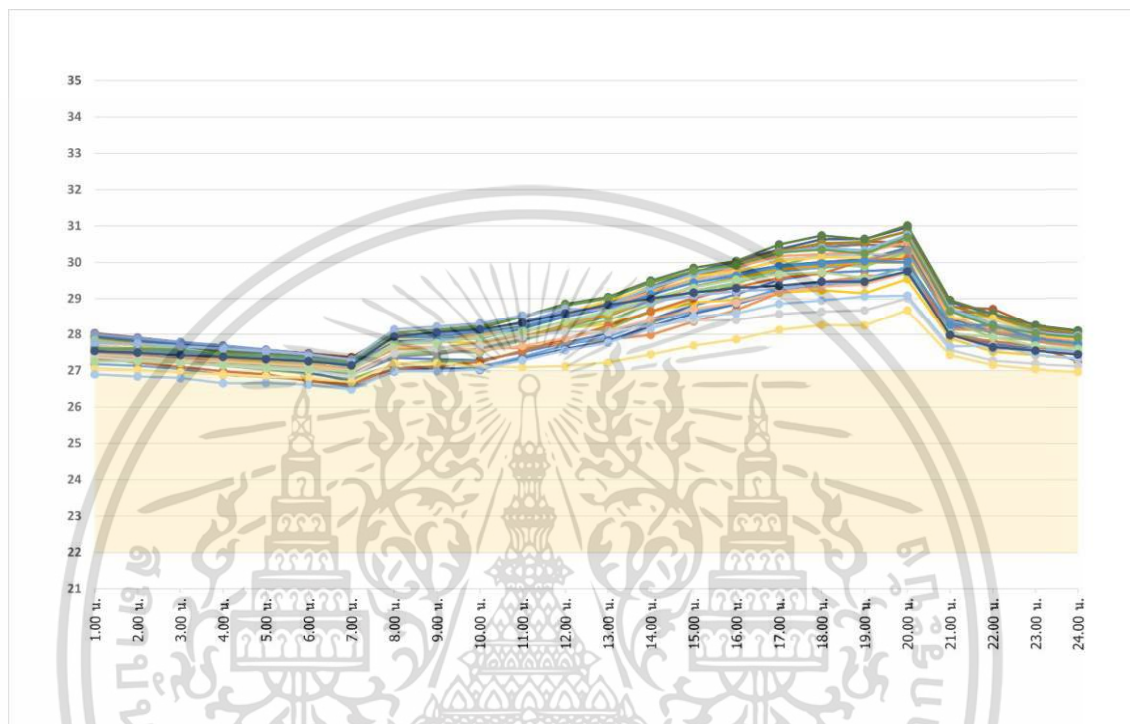
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในบ้านรายชั่วโมง 12 เดือน ในขอบเขตสภาวะน่าสบาย สรุปได้ดังนี้

- เดือนมกราคม 27.71 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย”
- เดือนกุมภาพันธ์ 28.10 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย”
- เดือนมีนาคม 29.13 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย”
- เดือนเมษายน 29.29 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย”
- เดือนพฤษภาคม 29.89 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย”
- เดือนมิถุนายน 28.76 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย”
- เดือนสิงหาคม 28.85 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย”
- เดือนกันยายน 28.48 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย”
- เดือนตุลาคม 28.17 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เดือนพฤศจิกายน 28.00 องศาเซลเซียส “ไม่อยู่ในช่วงสภาวะนำสบาย”
- เดือนธันวาคม 26.62 องศาเซลเซียส “อยู่ในช่วงสภาวะนำสบาย”

โดยรายละเอียดของอุณหภูมิรายชั่วโมงแยกแต่ละเดือนได้แสดงผลไว้ในภาพที่ 4.21 - ภาพที่ 4.32 ดังนี้



ภาพที่ 4.21 แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนมกราคม

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.21 จะพบว่าอุณหภูมิรายชั่วโมงของเดือนมกราคมที่อยู่ในขอบเขตสภาวะนำสบายนั้น มีอยู่ 36 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 4.84 จากจำนวนชั่วโมงทั้งหมด (744 ชั่วโมง) ได้แก่

- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 1 มกราคม ถึง วันที่ 3 มกราคม
- ชั่วโมงที่ 4 – 8 (เวลา 4.00 น. – 8.00 น.) ของวันที่ 5 มกราคม
- ชั่วโมงที่ 6 – 7 (เวลา 6.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 6 มกราคม
- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 18 มกราคม
- ชั่วโมงที่ 6 – 7 (เวลา 6.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 19 มกราคม
- ชั่วโมงที่ 4 – 7 (เวลา 4.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 20 มกราคม และ
- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 21 มกราคม

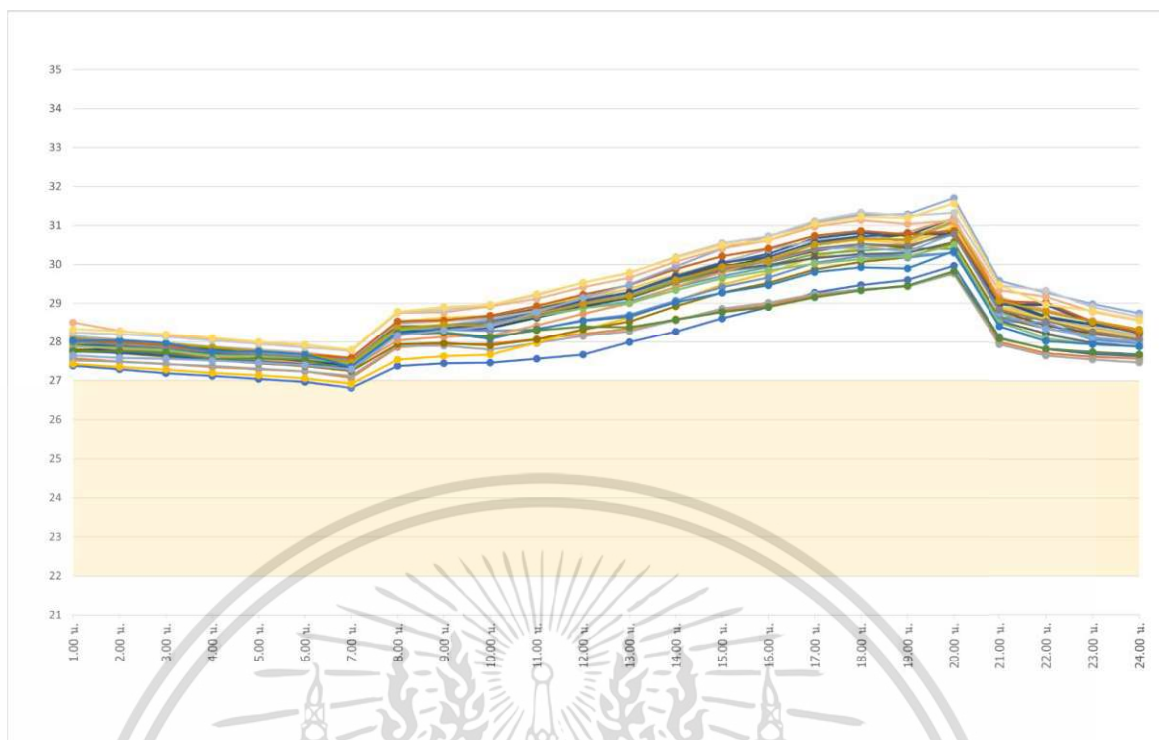
โดยได้แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิของเดือนมกราคมไว้ในตารางที่ 4.15
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนมกราคม

	1-Jan	2-Jan	3-Jan	4-Jan	5-Jan	6-Jan	7-Jan	8-Jan	9-Jan	10-Jan	11-Jan	12-Jan	13-Jan	14-Jan	15-Jan	16-Jan	17-Jan	18-Jan	19-Jan	20-Jan	21-Jan	22-Jan	23-Jan	24-Jan	25-Jan	26-Jan	27-Jan	28-Jan	29-Jan	30-Jan	31-Jan
1.00 น.	27.45	27.51	27.56	27.92	27.18	27.43	27.93	28.03	27.96	27.87	27.96	27.77	28.00	27.67	27.69	27.77	27.81	27.84	27.47	27.33	27.45	27.63	27.61	27.59	27.77	27.44	27.37	27.06	26.90	27.26	27.54
2.00 น.	27.47	27.50	27.48	27.81	27.13	27.32	27.81	27.91	27.85	27.76	27.83	27.69	27.89	27.56	27.59	27.69	27.73	27.71	27.44	27.21	27.44	27.54	27.57	27.61	27.74	27.38	27.30	27.02	26.84	27.26	27.49
3.00 น.	27.36	27.40	27.36	27.70	27.05	27.21	27.69	27.79	27.71	27.62	27.72	27.60	27.79	27.45	27.49	27.60	27.62	27.60	27.33	27.10	27.32	27.44	27.51	27.56	27.68	27.30	27.21	26.95	26.80	27.21	27.43
4.00 น.	27.14	27.21	27.16	27.59	26.89	27.13	27.59	27.69	27.60	27.50	27.62	27.53	27.69	27.37	27.28	27.41	27.44	27.34	27.15	26.98	27.22	27.33	27.43	27.44	27.60	27.24	27.14	26.90	26.65	27.16	27.38
5.00 น.	27.14	27.19	27.14	27.47	26.83	27.03	27.49	27.57	27.49	27.38	27.52	27.44	27.57	27.28	27.25	27.40	27.43	27.31	27.06	26.90	27.13	27.23	27.34	27.42	27.53	27.19	27.06	26.84	26.66	27.10	27.31
6.00 น.	27.03	27.09	27.06	27.36	26.74	26.92	27.38	27.47	27.39	27.28	27.42	27.36	27.45	27.21	27.15	27.31	27.31	27.21	26.95	26.71	27.04	27.14	27.28	27.35	27.44	27.13	26.99	26.80	26.61	27.04	27.26
7.00 น.	26.88	26.93	26.91	27.09	26.55	26.76	27.21	27.37	27.30	27.14	27.19	27.21	27.31	27.01	27.04	27.21	27.07	26.85	26.70	26.62	26.88	27.05	27.20	27.24	27.31	27.01	26.85	26.68	26.48	26.99	27.14
8.00 น.	27.35	27.46	27.43	27.78	26.97	27.18	27.81	28.01	27.93	27.74	27.85	27.94	27.95	27.69	27.57	27.86	27.76	27.44	27.03	27.06	27.38	27.60	27.93	28.05	28.14	27.65	27.47	27.20	26.99	27.73	27.94
9.00 น.	27.31	27.49	27.53	27.80	27.03	27.26	27.86	27.99	27.91	27.84	27.92	28.06	28.02	27.81	27.60	27.92	27.85	27.53	27.98	27.12	27.45	27.61	27.93	28.14	28.22	27.65	27.62	27.19	26.98	27.76	28.06
10.00 น.	27.29	27.59	27.60	27.76	27.10	27.24	27.92	28.08	28.08	27.99	27.88	28.18	28.07	27.96	27.79	28.05	27.88	27.49	27.02	27.24	27.59	27.76	28.06	28.24	28.31	27.56	27.69	27.11	27.04	27.92	28.14
11.00 น.	27.50	27.63	27.93	27.96	27.38	27.55	28.23	28.30	28.29	28.26	28.17	28.50	28.35	28.21	28.04	28.29	28.23	27.83	27.33	27.54	27.86	27.94	28.22	28.48	28.54	27.69	27.93	27.09	27.29	28.09	28.32
12.00 น.	27.77	27.75	28.28	28.18	27.70	27.87	28.57	28.58	28.60	28.56	28.50	28.85	28.68	28.53	28.36	28.60	28.57	28.15	27.59	27.86	28.19	28.24	28.49	28.81	28.72	27.89	28.07	27.12	27.56	28.35	28.59
13.00 น.	28.02	27.85	28.60	28.29	27.93	28.16	28.91	28.82	28.90	28.84	28.73	29.05	28.73	28.81	28.65	28.94	28.83	28.39	27.82	28.24	28.51	28.56	28.73	29.01	28.67	28.11	28.06	27.22	27.77	28.63	28.82
14.00 น.	28.42	27.98	29.08	28.63	28.34	28.64	29.33	29.26	29.31	29.26	29.11	29.50	28.89	29.19	29.09	29.31	29.29	28.83	28.23	28.65	28.95	28.94	29.11	29.44	28.92	28.41	28.24	27.44	28.16	29.02	29.01
15.00 น.	28.81	28.35	29.54	28.89	28.65	29.03	29.73	29.64	29.68	29.64	29.46	29.85	29.21	29.53	29.48	29.61	29.68	29.20	28.58	29.01	29.34	29.31	29.44	29.77	29.08	28.71	28.39	27.69	28.50	29.31	29.17
16.00 น.	29.12	28.69	29.83	28.97	28.92	29.40	30.03	29.96	29.90	29.86	29.71	30.04	29.44	29.87	29.73	29.76	29.93	29.42	28.84	29.31	29.57	29.56	29.63	29.93	29.20	28.89	28.40	27.86	28.59	29.53	29.30
17.00 น.	29.52	29.16	30.26	29.17	29.27	29.90	30.36	30.32	30.27	30.31	29.91	30.49	29.76	30.17	30.06	30.04	30.29	29.82	29.19	29.57	29.85	29.81	29.90	30.28	29.26	29.19	28.57	28.13	28.85	29.67	29.36
18.00 น.	29.70	29.46	30.41	29.23	29.44	30.23	30.64	30.50	30.43	30.53	30.01	30.74	29.86	30.23	30.17	30.14	30.41	29.94	29.34	29.69	29.95	29.90	29.97	30.35	29.43	29.33	28.64	28.26	28.95	29.73	29.47
19.00 น.	29.77	29.62	30.53	29.15	29.55	30.21	30.65	30.57	30.49	30.56	30.08	30.64	29.94	30.29	30.23	30.12	30.33	29.89	29.43	30.06	30.05	30.00	30.04	30.25	29.43	29.40	28.68	28.25	29.06	29.57	29.47
20.00 น.	29.81	29.68	30.84	29.54	29.88	30.69	30.95	30.56	30.43	30.85	30.40	31.02	30.28	30.56	30.21	30.19	30.76	30.29	29.73	30.10	30.34	29.99	30.01	30.69	29.72	29.72	29.01	28.68	29.08	29.69	29.76
21.00 น.	28.21	28.15	28.80	27.89	28.07	28.70	28.91	28.78	28.65	28.81	28.43	28.96	28.35	28.49	28.44	28.45	28.72	28.36	28.04	27.96	28.35	28.26	28.26	28.66	28.00	27.98	27.56	27.43	27.68	28.03	27.98
22.00 น.	28.16	28.10	28.49	27.52	27.76	28.41	28.56	28.71	28.60	28.47	28.13	28.58	28.03	28.13	28.43	28.44	28.29	27.91	27.72	27.81	28.03	28.26	28.25	28.21	27.59	27.67	27.28	27.15	27.69	27.92	27.65
23.00 น.	27.86	27.80	28.19	27.43	27.63	28.12	28.26	28.23	28.14	28.18	27.94	28.26	27.86	27.95	28.00	28.00	28.06	27.83	27.58	27.69	27.83	27.87	27.89	28.03	27.57	27.55	27.19	27.04	27.44	27.69	27.55
24.00 น.	27.72	27.68	28.03	27.34	27.53	28.03	28.12	28.08	27.99	28.06	27.84	28.12	27.76	27.84	27.88	27.88	27.97	27.72	27.48	27.27	27.73	27.75	27.77	27.93	27.51	27.46	27.13	26.97	27.34	27.60	27.45

น้อยกว่า 22 °C Comfort Zone มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.22 แสดงแผนภูมิอณูหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสถานะน่าสบายของเดือนกุมภาพันธ์
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.22 จะพบว่าอณูหภูมิรายชั่วโมงของเดือนกุมภาพันธ์ที่อยู่ในขอบเขตสถานะน่าสบายนั้น มีอยู่ 3 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 0.45 จากจำนวนชั่วโมงทั้งหมด (672 ชั่วโมง) ได้แก่

- ชั่วโมงที่ 6 – 7 (เวลา 6.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 1 กุมภาพันธ์
- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 4 กุมภาพันธ์

โดยได้แสดงข้อมูลค่าอณูหภูมิของเดือนกุมภาพันธ์ไว้ ในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนกุมภาพันธ์

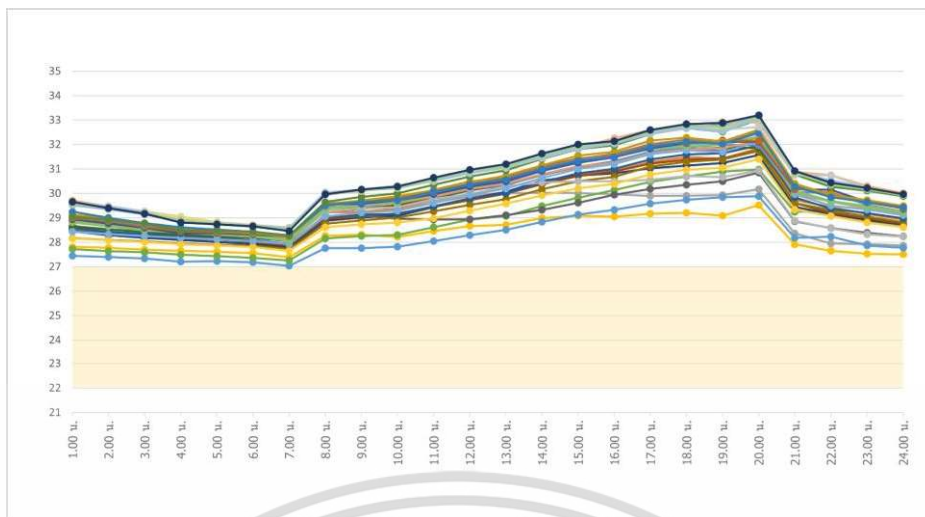
	1-Feb	2-Feb	3-Feb	4-Feb	5-Feb	6-Feb	7-Feb	8-Feb	9-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb	14-Feb	15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb	21-Feb	22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb	28-Feb
1.00 น.	27.38	27.56	27.52	27.43	27.94	27.77	27.80	28.03	27.99	27.81	27.94	28.00	28.10	27.90	28.15	27.96	28.03	27.87	27.75	27.98	27.99	28.06	28.03	27.73	27.64	28.51	28.24	28.33
2.00 น.	27.29	27.49	27.48	27.35	27.88	27.74	27.80	28.04	27.92	27.70	27.88	28.00	28.00	27.81	28.06	27.95	27.94	27.84	27.71	27.99	27.92	28.04	28.04	27.76	27.58	28.29	28.19	28.28
3.00 น.	27.19	27.43	27.42	27.28	27.80	27.69	27.72	27.96	27.84	27.61	27.80	27.91	27.90	27.72	27.97	27.88	27.85	27.78	27.65	27.91	27.83	27.94	27.96	27.72	27.56	28.16	28.13	28.19
4.00 น.	27.12	27.35	27.37	27.19	27.69	27.53	27.56	27.77	27.78	27.53	27.70	27.81	27.75	27.63	27.87	27.73	27.76	27.64	27.51	27.75	27.73	27.85	27.74	27.55	27.51	28.07	28.04	28.10
5.00 น.	27.04	27.29	27.31	27.13	27.64	27.54	27.56	27.79	27.71	27.44	27.65	27.73	27.69	27.55	27.80	27.73	27.70	27.62	27.48	27.74	27.67	27.76	27.75	27.56	27.45	27.97	27.94	28.00
6.00 น.	26.96	27.23	27.23	27.06	27.55	27.47	27.50	27.71	27.65	27.37	27.55	27.66	27.62	27.44	27.72	27.69	27.62	27.56	27.41	27.68	27.59	27.68	27.68	27.53	27.40	27.86	27.85	27.93
7.00 น.	26.81	27.07	27.12	26.92	27.45	27.40	27.39	27.57	27.53	27.24	27.41	27.56	27.53	27.31	27.56	27.58	27.47	27.43	27.34	27.58	27.47	27.46	27.35	27.26	27.29	27.77	27.79	27.79
8.00 น.	27.37	27.86	27.89	27.54	28.33	28.25	28.22	28.48	28.49	27.94	28.27	28.40	28.36	28.04	28.47	28.54	28.36	28.31	28.22	28.54	28.36	28.36	28.23	28.19	28.16	28.76	28.79	28.79
9.00 น.	27.44	27.94	27.90	27.63	28.34	28.30	28.31	28.56	28.58	27.96	28.35	28.43	28.31	28.13	28.55	28.63	28.44	28.41	28.32	28.56	28.43	28.45	28.23	28.24	28.30	28.77	28.83	28.90
10.00 น.	27.45	27.94	27.80	27.67	28.46	28.42	28.36	28.61	28.63	27.91	28.45	28.50	28.29	28.16	28.61	28.69	28.56	28.47	28.53	28.69	28.51	28.42	28.07	28.13	28.41	28.93	28.96	28.96
11.00 น.	27.56	28.06	27.96	27.97	28.64	28.66	28.63	28.78	28.86	28.06	28.68	28.69	28.32	28.43	28.81	28.93	28.73	28.67	28.74	28.94	28.69	28.73	28.33	28.30	28.77	29.12	29.21	29.24
12.00 น.	27.67	28.20	28.15	28.31	28.88	28.93	28.92	29.03	29.12	28.32	28.98	28.97	28.56	28.73	29.09	29.17	29.00	28.88	29.07	29.22	28.97	28.99	28.55	28.40	29.15	29.42	29.54	29.53
13.00 น.	27.99	28.34	28.28	28.63	29.05	29.13	29.15	29.26	29.26	28.53	29.22	29.17	28.70	29.00	29.38	29.37	29.22	29.00	29.29	29.47	29.18	29.19	28.66	28.38	29.49	29.66	29.78	29.80
14.00 น.	28.27	28.59	28.56	29.06	29.42	29.52	29.57	29.65	29.58	28.93	29.66	29.57	29.07	29.43	29.73	29.74	29.62	29.34	29.70	29.88	29.56	29.59	29.03	28.57	29.95	30.07	30.19	30.17
15.00 น.	28.61	28.81	28.86	29.48	29.70	29.81	29.94	29.97	29.85	29.28	30.02	29.92	29.42	29.81	30.06	30.04	29.89	29.64	30.05	30.21	29.88	29.94	29.27	28.78	30.41	30.42	30.56	30.50
16.00 น.	28.90	28.95	29.02	29.78	29.94	29.97	30.16	30.06	29.99	29.53	30.28	30.18	29.67	30.15	30.39	30.20	30.06	29.85	30.19	30.42	30.10	30.09	29.46	28.91	30.73	30.62	30.72	30.64
17.00 น.	29.28	29.20	29.24	30.20	30.18	30.27	30.53	30.34	30.16	29.87	30.68	30.51	30.05	30.51	30.62	30.52	30.39	30.02	30.57	30.74	30.41	30.52	29.81	29.16	31.07	30.97	31.12	31.04
18.00 น.	29.47	29.35	29.36	30.43	30.27	30.36	30.70	30.53	30.27	30.06	30.81	30.64	30.21	30.70	30.73	30.63	30.45	30.14	30.72	30.86	30.53	30.66	29.93	29.33	31.27	31.14	31.33	31.22
19.00 น.	29.60	29.45	29.44	30.56	30.22	30.43	30.61	30.44	30.30	30.19	30.74	30.77	30.18	30.82	30.62	30.56	30.33	30.20	30.80	30.77	30.49	30.65	29.90	29.45	31.29	31.04	31.25	31.19
20.00 น.	29.96	29.81	29.77	30.92	30.30	30.40	31.07	30.85	30.57	30.56	31.19	30.78	30.31	31.18	31.07	30.97	30.79	30.51	30.79	30.86	30.79	31.11	30.34	29.82	31.70	31.13	31.32	31.56
21.00 น.	28.12	28.01	27.95	28.89	28.55	28.63	29.06	28.81	28.54	28.63	29.12	28.98	28.59	29.15	29.02	28.93	28.75	28.50	28.96	29.05	28.83	29.07	28.40	28.10	29.58	29.33	29.46	29.47
22.00 น.	27.82	27.72	27.66	28.59	28.46	28.59	28.62	28.42	28.21	28.34	28.66	28.98	28.48	28.82	28.56	28.59	28.35	28.10	28.95	29.02	28.53	28.77	28.04	27.83	29.27	29.17	29.32	28.96
23.00 น.	27.69	27.63	27.56	28.33	28.06	28.13	28.44	28.22	27.99	28.13	28.45	28.50	28.09	28.55	28.58	28.31	28.14	27.95	28.48	28.52	28.26	28.52	27.95	27.75	28.98	28.78	28.90	28.80
24.00 น.	27.64	27.58	27.48	28.11	27.96	27.98	28.24	28.08	27.89	28.03	28.24	28.23	27.97	28.32	28.17	28.12	28.01	27.89	28.22	28.24	28.08	28.31	27.90	27.69	28.74	28.56	28.65	28.56

น้อยกว่า 22 °C

Comfort Zone

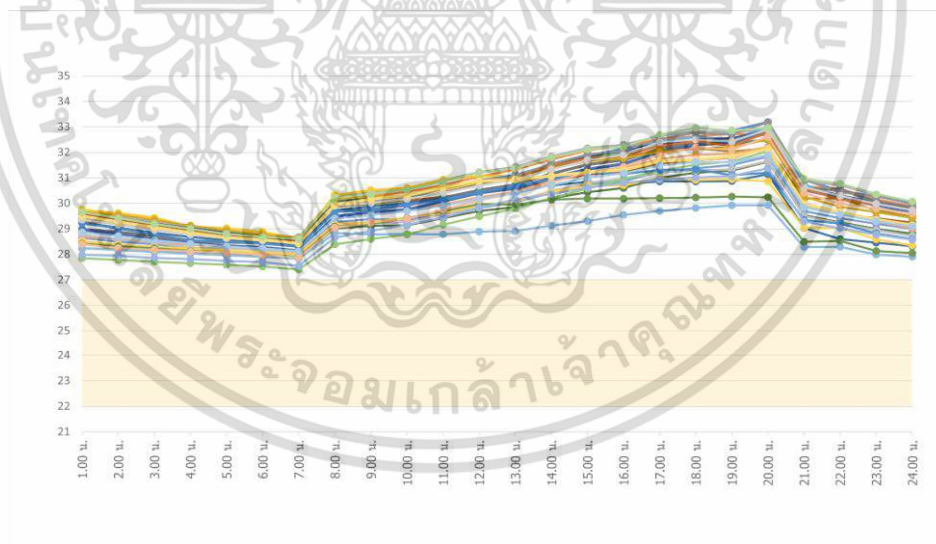
มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.23 แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนมีนาคม
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.23 พบว่าอุณหภูมิรายชั่วโมงของเดือนมีนาคม ไม่มีชั่วโมงใดที่อยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.17



ภาพที่ 4.24 แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนเมษายน
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.24 พบว่าอุณหภูมิรายชั่วโมงของเดือนเมษายน ไม่มีชั่วโมงใดที่อยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนมีนาคม

	1-Mar	2-Mar	3-Mar	4-Mar	5-Mar	6-Mar	7-Mar	8-Mar	9-Mar	10-Mar	11-Mar	12-Mar	13-Mar	14-Mar	15-Mar	16-Mar	17-Mar	18-Mar	19-Mar	20-Mar	21-Mar	22-Mar	23-Mar	24-Mar	25-Mar	26-Mar	27-Mar	28-Mar	29-Mar	30-Mar	31-Mar
1.00 น.	28.53	28.89	28.64	27.81	27.44	27.72	28.45	28.54	28.53	28.17	28.62	28.67	28.91	29.02	28.88	28.16	28.44	28.82	28.94	28.99	29.04	29.13	29.25	29.05	29.52	29.71	29.66	29.57	29.59	29.57	29.66
2.00 น.	28.44	28.67	28.51	27.77	27.40	27.64	28.29	28.35	28.39	28.10	28.43	28.53	28.69	28.79	28.66	28.08	28.33	28.67	28.78	28.86	28.90	28.98	29.00	28.94	29.35	29.47	29.49	29.42	29.43	29.40	29.40
3.00 น.	28.37	28.52	28.44	27.70	27.34	27.59	28.19	28.25	28.31	28.04	28.33	28.44	28.52	28.58	28.51	28.01	28.25	28.50	28.59	28.64	28.69	28.78	28.79	28.77	29.15	29.23	29.27	29.23	29.21	29.19	29.17
4.00 น.	28.26	28.44	28.36	27.66	27.20	27.50	28.10	28.18	28.23	27.95	28.25	28.29	28.38	28.49	28.41	27.94	28.19	28.42	28.36	28.44	28.56	28.60	28.61	28.48	28.84	29.01	29.05	29.02	28.88	28.93	28.81
5.00 น.	28.23	28.34	28.29	27.61	27.23	27.44	28.01	28.11	28.15	27.90	28.16	28.24	28.33	28.42	28.31	27.87	28.12	28.34	28.38	28.42	28.46	28.50	28.52	28.50	28.73	28.77	28.83	28.81	28.77	28.77	28.74
6.00 น.	28.18	28.24	28.19	27.56	27.19	27.36	27.94	28.01	28.07	27.85	28.07	28.17	28.27	28.32	28.23	27.81	28.06	28.26	28.31	28.35	28.37	28.40	28.44	28.44	28.64	28.67	28.71	28.71	28.69	28.69	28.66
7.00 น.	28.05	28.10	28.07	27.39	27.04	27.26	27.80	27.87	27.94	27.72	27.94	28.08	28.19	28.17	28.09	27.66	27.93	28.07	28.24	28.28	28.24	28.25	28.28	28.28	28.48	28.64	28.56	28.60	28.56	28.54	28.46
8.00 น.	29.25	29.23	29.24	28.27	27.76	28.16	28.88	28.96	29.08	28.76	29.04	29.27	29.43	29.36	29.25	28.62	29.06	29.37	29.53	29.58	29.49	29.56	29.53	29.65	29.94	29.98	30.06	30.00	29.99	29.97	29.96
9.00 น.	29.41	29.24	29.37	28.31	27.76	28.25	29.02	29.06	29.08	28.90	29.13	29.36	29.50	29.49	29.39	28.74	29.21	29.54	29.58	29.69	29.65	29.71	29.66	29.86	30.12	30.09	30.15	30.14	30.14	30.14	30.16
10.00 น.	29.50	29.38	29.45	28.22	27.82	28.31	29.09	29.19	28.97	29.01	29.16	29.52	29.69	29.60	29.44	28.81	29.29	29.65	29.71	29.81	29.72	29.88	29.74	30.01	30.20	30.31	30.23	30.25	30.30	30.20	30.28
11.00 น.	29.79	29.62	29.71	28.46	28.06	28.62	29.44	29.44	28.94	29.27	29.47	29.81	29.86	29.87	29.78	28.98	29.61	29.97	29.97	30.15	30.06	30.14	30.07	30.35	30.54	30.56	30.50	30.55	30.55	30.56	30.64
12.00 น.	30.14	29.89	29.90	28.67	28.29	28.93	29.79	29.73	28.94	29.54	29.80	30.12	30.18	30.19	29.98	29.29	29.94	30.29	30.28	30.48	30.39	30.46	30.37	30.69	30.85	30.88	30.82	30.88	30.86	30.92	30.97
13.00 น.	30.34	30.04	30.00	28.71	28.51	29.07	30.06	29.99	29.11	29.76	30.01	30.37	30.36	30.40	30.29	29.58	30.19	30.54	30.49	30.66	30.60	30.73	30.56	30.94	31.05	31.10	31.05	31.09	31.09	31.10	31.19
14.00 น.	30.77	30.46	30.03	28.99	28.83	29.48	30.52	30.38	29.32	30.17	30.46	30.75	30.76	30.79	30.45	29.92	30.63	30.94	30.92	31.10	31.06	31.15	30.99	31.42	31.50	31.53	31.45	31.55	31.50	31.56	31.63
15.00 น.	31.10	30.79	30.02	29.08	29.14	29.82	30.72	30.71	29.62	30.50	30.82	31.09	31.09	31.11	30.50	30.21	31.00	31.31	31.26	31.43	31.41	31.55	31.33	31.81	31.83	31.89	31.82	31.92	31.84	31.92	32.00
16.00 น.	31.28	30.92	29.96	29.06	29.33	30.14	30.82	30.90	29.94	30.68	31.00	31.24	31.31	31.25	30.50	30.39	31.19	31.52	31.47	31.57	31.62	31.70	31.49	31.96	32.03	32.26	32.04	32.14	32.06	32.09	32.14
17.00 น.	31.68	31.28	29.90	29.18	29.58	30.47	31.03	31.22	30.19	31.10	31.39	31.66	31.70	31.65	30.56	30.78	31.60	31.83	31.84	31.98	32.02	32.16	31.90	32.43	32.47	32.59	32.44	32.56	32.47	32.53	32.60
18.00 น.	31.84	31.48	29.91	29.21	29.74	30.69	31.14	31.38	30.35	31.30	31.59	31.81	31.89	31.80	30.71	30.96	31.76	31.94	32.06	32.07	32.19	32.28	32.11	32.67	32.71	32.80	32.66	32.79	32.70	32.77	32.83
19.00 น.	31.72	31.43	29.93	29.09	29.84	30.90	31.25	31.43	30.50	31.89	31.64	31.87	31.99	31.84	30.67	31.06	31.69	32.03	32.12	32.18	32.06	32.12	32.03	32.53	32.80	32.92	32.61	32.62	32.56	32.71	32.89
20.00 น.	32.19	31.85	30.18	29.53	29.88	30.98	31.57	31.76	30.85	31.74	31.96	31.86	31.97	32.17	30.94	31.41	32.13	32.31	32.11	32.15	32.56	32.61	32.47	33.02	33.12	32.90	32.72	33.13	33.07	33.12	33.20
21.00 น.	30.03	29.74	28.36	27.92	28.19	29.24	29.44	29.60	28.86	29.60	29.83	29.94	30.05	29.97	28.88	29.34	29.97	30.09	30.18	30.19	30.36	30.40	30.28	30.78	30.86	30.89	30.75	30.87	30.82	30.85	30.92
22.00 น.	29.69	29.44	27.95	27.65	28.23	29.31	29.16	29.19	28.58	29.31	29.37	29.70	30.03	29.67	28.57	29.07	29.50	29.67	30.15	30.02	29.91	29.94	29.84	30.27	30.54	30.75	30.74	30.42	30.50	30.35	30.44
23.00 น.	29.39	29.16	27.94	27.54	27.87	28.88	28.91	28.98	28.39	29.06	29.19	29.38	29.53	29.38	28.32	28.81	29.34	29.46	29.65	29.63	29.71	29.72	29.64	30.11	30.23	30.31	30.22	30.19	30.21	30.17	30.22
24.00 น.	29.14	28.93	27.87	27.51	27.78	28.66	28.72	28.78	28.24	28.82	28.98	29.13	29.26	29.12	28.23	28.62	29.11	29.22	29.37	29.39	29.48	29.49	29.43	29.88	29.96	30.02	29.95	29.96	29.94	29.93	29.97

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

น้อยกว่า 22 °C

Comfort Zone

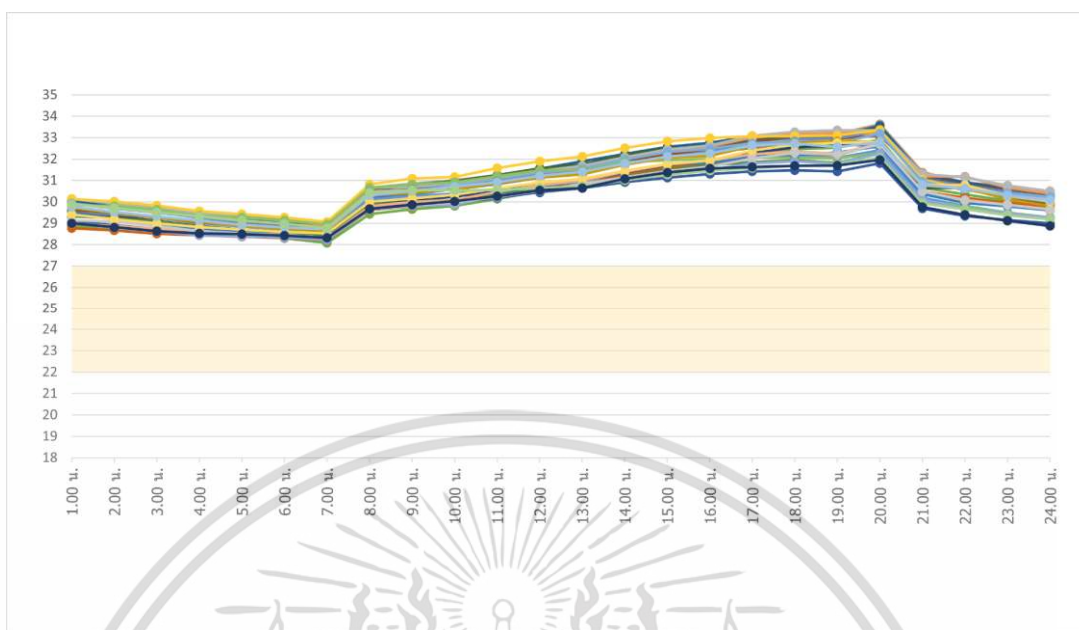
มากกว่า 27°C

ตารางที่ 4.18 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนเมษายน

	1-Apr	2-Apr	3-Apr	4-Apr	5-Apr	6-Apr	7-Apr	8-Apr	9-Apr	10-Apr	11-Apr	12-Apr	13-Apr	14-Apr	15-Apr	16-Apr	17-Apr	18-Apr	19-Apr	20-Apr	21-Apr	22-Apr	23-Apr	24-Apr	25-Apr	26-Apr	27-Apr	28-Apr	29-Apr	30-Apr
1.00 น.	29.64	29.76	29.64	29.75	29.38	29.48	29.57	29.56	28.97	29.43	29.25	28.23	28.64	28.69	28.78	28.52	28.24	27.84	28.98	29.31	29.41	29.66	29.22	28.42	27.98	28.40	29.36	29.50	28.87	29.65
2.00 น.	29.47	29.53	29.50	29.62	29.29	29.37	29.39	29.35	28.87	29.29	29.04	28.20	28.49	28.61	28.57	28.38	28.17	27.78	28.78	29.19	29.26	29.55	29.01	28.31	27.94	28.25	29.16	29.27	28.72	29.42
3.00 น.	29.26	29.30	29.31	29.44	29.11	29.19	29.20	29.16	28.70	29.06	28.84	28.15	28.40	28.47	28.46	28.30	28.09	27.70	28.58	28.99	29.06	29.34	28.79	28.23	27.86	28.18	28.95	29.06	28.56	29.19
4.00 น.	29.05	29.07	29.11	29.09	28.83	28.91	29.03	28.94	28.47	28.85	28.68	28.09	28.25	28.38	28.26	28.22	28.02	27.65	28.43	28.80	28.86	29.13	28.55	28.14	27.81	28.11	28.77	28.85	28.41	28.99
5.00 น.	28.84	28.88	28.92	29.02	28.73	28.77	28.85	28.74	28.48	28.67	28.55	28.03	28.24	28.31	28.24	28.15	27.96	27.59	28.33	28.63	28.67	28.94	28.50	28.06	27.74	28.06	28.63	28.67	28.31	28.80
6.00 น.	28.71	28.76	28.77	28.88	28.67	28.67	28.69	28.63	28.44	28.56	28.45	27.99	28.19	28.24	28.16	28.06	27.89	27.52	28.27	28.55	28.59	28.78	28.43	27.98	27.69	27.98	28.56	28.56	28.24	28.69
7.00 น.	28.52	28.68	28.67	28.60	28.48	28.54	28.55	28.51	28.36	28.47	28.33	27.88	28.01	28.10	28.02	28.01	27.82	27.41	28.14	28.42	28.44	28.63	28.30	27.91	27.55	27.87	28.44	28.43	28.11	28.60
8.00 น.	30.05	30.19	30.29	30.32	30.04	30.06	30.08	29.94	29.69	29.87	29.72	29.01	29.27	29.43	29.08	29.19	28.83	28.39	29.48	29.90	29.92	30.15	29.67	29.09	28.66	29.05	29.90	29.94	29.41	30.21
9.00 น.	30.19	30.29	30.44	30.52	30.21	30.21	30.22	30.05	29.77	29.96	29.89	29.11	29.38	29.59	29.20	29.26	28.79	28.59	29.66	30.10	30.09	30.27	29.74	29.19	28.91	29.24	30.02	30.16	29.53	30.36
10.00 น.	30.31	30.45	30.58	30.60	30.31	30.24	30.19	30.09	29.93	30.15	30.02	29.14	29.35	29.71	29.26	29.44	28.80	28.78	29.75	30.28	30.27	30.30	29.95	29.42	29.16	29.40	30.18	30.31	29.68	30.53
11.00 น.	30.61	30.72	30.91	30.94	30.60	30.59	30.56	30.26	30.20	30.44	30.21	29.42	29.58	29.94	29.57	29.63	28.79	29.16	30.08	30.57	30.55	30.56	30.14	29.70	29.45	29.75	30.41	30.64	29.90	30.86
12.00 น.	30.91	31.05	31.22	31.07	30.91	30.90	30.87	30.45	30.52	30.76	30.39	29.69	29.81	30.24	29.88	29.91	28.89	29.49	30.41	30.88	30.86	30.84	30.44	29.96	29.81	30.12	30.69	30.88	30.18	31.20
13.00 น.	31.12	31.32	31.44	31.08	31.12	31.06	31.11	30.56	30.72	31.03	30.61	29.85	30.05	30.44	30.08	30.08	28.91	29.80	30.58	31.06	31.08	30.94	30.69	29.94	30.16	30.40	30.94	30.93	30.40	31.37
14.00 น.	31.52	31.71	31.84	31.48	31.52	31.50	31.49	30.87	31.16	31.42	30.69	30.19	30.40	30.67	30.48	30.44	29.12	30.20	31.01	31.48	31.55	31.36	30.93	30.15	30.37	30.82	31.33	31.07	30.72	31.80
15.00 น.	31.85	32.07	32.17	31.78	31.86	31.82	31.81	31.13	31.52	31.72	30.85	30.44	30.76	31.20	30.80	30.69	29.31	30.57	31.33	31.76	31.92	31.66	31.20	30.19	30.61	31.21	31.69	31.21	31.01	32.11
16.00 น.	32.02	32.26	32.31	31.89	32.18	31.94	32.13	31.22	31.69	31.80	30.76	30.60	30.87	31.37	30.98	30.70	29.55	30.95	31.55	31.85	32.08	31.76	31.15	30.19	30.81	31.44	31.90	31.31	31.17	32.22
17.00 น.	32.49	32.52	32.64	32.31	32.43	32.30	32.33	31.56	32.15	32.09	30.86	31.00	31.23	31.74	31.20	30.97	29.70	31.29	32.02	32.26	32.53	32.02	31.31	30.20	30.93	31.89	32.40	31.65	31.48	32.69
18.00 น.	32.78	32.63	32.82	32.49	32.60	32.44	32.50	31.69	32.38	32.47	30.86	31.19	31.38	31.91	31.30	30.92	29.81	31.52	32.29	32.42	32.77	32.15	31.32	30.22	31.01	32.19	32.50	31.71	31.62	32.95
19.00 น.	32.85	32.72	32.78	32.37	32.51	32.53	32.56	31.79	32.33	32.03	30.87	31.28	31.50	31.94	31.33	30.94	29.93	31.64	32.39	32.26	32.70	32.19	31.11	30.26	31.06	32.11	32.44	31.82	31.60	32.85
20.00 น.	33.19	32.69	32.89	32.84	32.99	32.84	32.87	32.15	32.49	32.16	31.14	31.64	31.83	32.20	31.66	30.86	29.93	32.05	32.75	32.79	33.18	32.51	31.20	30.24	31.38	32.60	32.90	32.14	31.89	32.96
21.00 น.	30.93	30.67	30.87	30.62	30.74	30.58	30.62	29.98	30.56	30.19	29.03	29.54	29.70	30.00	29.50	29.05	28.28	29.92	30.54	30.57	30.93	30.26	29.34	28.49	29.29	30.42	30.64	29.97	29.83	30.96
22.00 น.	30.49	30.56	30.70	30.19	30.28	30.28	30.32	29.57	30.55	30.19	28.60	29.25	29.42	29.63	29.22	29.04	28.29	29.64	30.21	30.15	30.43	29.86	29.20	28.53	29.02	29.98	30.30	29.66	29.57	30.78
23.00 น.	30.27	30.16	30.32	29.98	30.08	29.99	30.02	29.42	30.06	29.72	28.45	29.00	29.19	29.29	28.94	28.58	27.99	29.39	29.93	29.97	30.28	29.65	28.82	28.13	28.77	29.80	29.98	29.36	29.29	30.36
24.00 น.	30.01	29.91	30.06	29.75	29.85	29.80	29.78	29.24	29.81	29.47	28.31	28.81	29.00	29.02	28.72	28.35	27.91	29.18	29.66	29.75	30.06	29.43	28.60	28.05	28.57	29.59	29.73	29.14	29.09	30.07

น้อยกว่า 22 °C Comfort Zone มากกว่า 27 °C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.25 แสดงแผนภูมิอณุมหุมิรายชั่วโมงในขอบเขตสถานะน่าสบายของเดือนพฤษภาคม
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.25 พบว่าอณุมหุมิรายชั่วโมงของเดือนพฤษภาคม ไม่มีชั่วโมงใดที่อยู่ในขอบเขตสถานะน่าสบายทางด้านอณุมหุมิ ซึ่งเดือนนี้เป็นเดือนที่มีอณุมหุมิสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนอื่นๆ และเป็นตัวแทนของฤดูร้อน ถึงแม้ว่าในชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 6 พฤษภาคมนั้นมีค่าอณุมหุมิรายชั่วโมงอยู่ที่ 28.08 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นชั่วโมงที่มีอณุมหุมิต่ำที่สุดสูงของเดือน แต่ยังคงถือว่ามีความสูงที่สุดเมื่อเทียบกับค่าอณุมหุมิต่ำสุดของเดือนอื่นๆ โดยได้แสดงข้อมูลค่าอณุมหุมิรายชั่วโมงของเดือนพฤษภาคมไว้ในตารางที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนพฤษภาคม

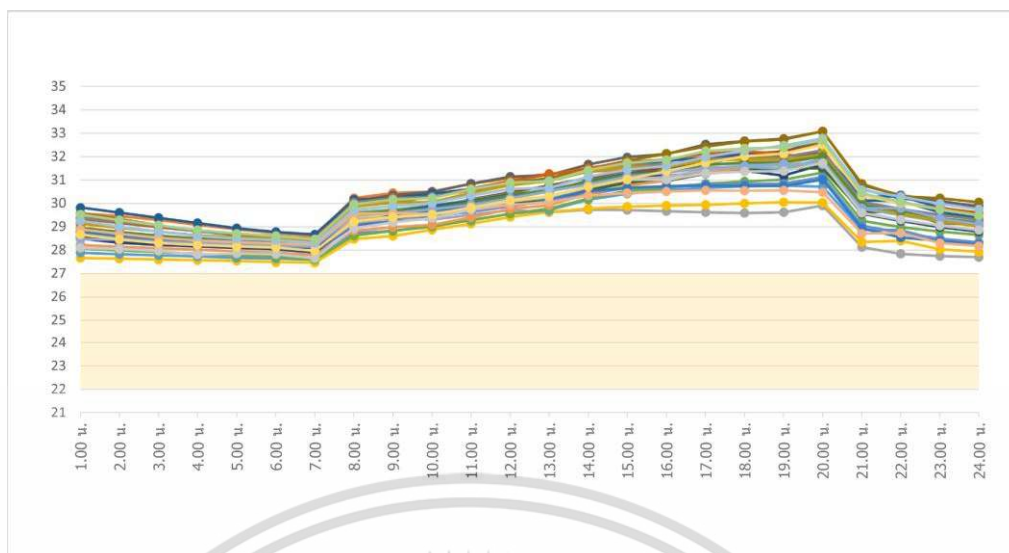
	1-May	2-May	3-May	4-May	5-May	6-May	7-May	8-May	9-May	10-May	11-May	12-May	13-May	14-May	15-May	16-May	17-May	18-May	19-May	20-May	21-May	22-May	23-May	24-May	25-May	26-May	27-May	28-May	29-May	30-May	31-May
1.00 น.	29.76	29.90	30.13	30.09	29.75	28.90	29.57	29.62	29.94	30.05	30.03	30.14	29.92	29.91	30.15	30.14	29.93	29.85	29.09	28.78	29.51	29.72	29.51	29.32	29.01	28.97	29.14	29.42	29.77	29.89	28.99
2.00 น.	29.52	29.77	29.98	29.92	29.49	28.75	29.34	29.47	29.81	29.81	29.84	29.92	29.69	29.72	29.92	30.02	29.72	29.81	28.91	28.67	29.41	29.50	29.23	29.24	28.80	28.87	29.08	29.19	29.54	29.70	28.81
3.00 น.	29.28	29.55	29.77	29.71	29.25	28.58	29.11	29.29	29.61	29.58	29.62	29.69	29.49	29.54	29.69	29.83	29.51	29.64	28.73	28.52	29.29	29.28	28.96	29.09	28.61	28.73	28.87	29.00	29.32	29.52	28.64
4.00 น.	29.06	29.25	29.44	29.49	29.02	28.49	28.87	29.04	29.41	29.37	29.41	29.41	29.28	29.33	29.47	29.57	29.31	29.36	28.57	28.44	29.14	29.06	28.75	28.86	28.44	28.59	28.63	28.81	29.13	29.33	28.54
5.00 น.	28.90	29.12	29.31	29.28	28.83	28.40	28.69	28.93	29.21	29.18	29.19	29.29	29.10	29.13	29.29	29.43	29.11	29.28	28.50	28.37	28.99	28.87	28.64	28.70	28.40	28.52	28.53	28.69	28.93	29.14	28.49
6.00 น.	28.78	28.97	29.15	29.08	28.72	28.30	28.59	28.79	29.03	28.98	29.00	29.12	28.93	28.96	29.11	29.28	28.94	29.14	28.44	28.31	28.87	28.73	28.54	28.58	28.33	28.44	28.45	28.59	28.81	28.98	28.43
7.00 น.	28.65	28.81	28.95	28.89	28.59	28.08	28.50	28.71	28.81	28.78	28.81	28.78	28.70	28.84	28.97	29.07	28.74	28.95	28.33	28.20	28.77	28.66	28.39	28.44	28.22	28.32	28.31	28.54	28.72	28.77	28.31
8.00 น.	30.18	30.44	30.67	30.55	30.10	29.44	29.98	30.35	30.52	30.50	30.48	30.58	30.39	30.48	30.66	30.82	30.43	30.66	29.71	29.62	30.45	30.31	29.73	29.86	29.64	29.79	29.67	30.01	30.31	30.44	29.67
9.00 น.	30.36	30.65	30.84	30.75	30.29	29.66	30.07	30.51	30.73	30.69	30.70	30.81	30.56	30.61	30.71	31.09	30.61	30.81	29.88	29.80	30.59	30.43	29.93	29.99	29.81	30.00	29.82	30.16	30.50	30.56	29.86
10.00 น.	30.59	30.77	31.01	30.94	30.39	29.81	30.25	30.75	30.89	30.82	30.86	30.97	30.69	30.85	30.84	31.17	30.77	30.92	29.95	29.91	30.69	30.58	30.05	30.05	29.88	30.09	29.99	30.33	30.71	30.55	30.03
11.00 น.	30.83	31.09	31.25	31.19	30.58	30.15	30.52	30.99	31.17	31.14	31.21	31.24	30.98	31.09	31.14	31.57	31.05	31.19	30.19	30.27	30.96	30.86	30.39	30.31	30.28	30.47	30.23	30.62	30.93	30.56	30.26
12.00 น.	31.13	31.38	31.51	31.48	30.88	30.51	30.78	31.31	31.45	31.45	31.55	31.56	31.28	31.44	31.44	31.90	31.34	31.47	30.44	30.62	31.24	31.13	30.73	30.58	30.55	30.79	30.52	30.90	31.21	30.64	30.54
13.00 น.	31.35	31.56	31.66	31.61	31.05	30.79	30.97	31.50	31.61	31.65	31.90	31.73	31.53	31.66	31.68	32.11	31.56	31.50	30.65	30.81	31.43	31.28	30.95	30.78	30.69	30.98	30.83	31.08	31.41	30.73	30.65
14.00 น.	31.73	31.96	32.00	32.04	31.38	31.19	31.35	31.91	32.06	32.08	32.23	32.19	31.81	32.07	32.07	32.51	31.97	31.85	30.92	31.24	31.79	31.73	31.41	31.19	31.05	31.41	31.15	31.46	31.79	31.00	31.08
15.00 น.	32.07	32.27	32.30	32.29	31.65	31.54	31.69	32.24	32.39	32.43	32.56	32.50	32.08	32.44	32.44	32.82	32.32	31.94	31.13	31.59	32.10	32.06	31.76	31.51	31.33	31.75	31.44	31.77	32.12	31.26	31.37
16.00 น.	32.30	32.52	32.44	32.48	31.77	31.75	31.92	32.40	32.51	32.69	32.75	32.57	32.35	32.58	32.64	32.98	32.48	32.01	31.31	31.81	32.31	32.15	31.81	31.72	31.50	31.92	31.65	31.94	32.27	31.45	31.56
17.00 น.	32.74	32.94	32.88	32.71	32.06	32.21	32.31	32.81	32.88	33.01	33.07	32.95	32.60	32.99	33.08	33.07	32.74	32.06	31.43	32.17	32.51	32.59	32.11	31.85	31.80	32.21	32.04	32.39	32.64	31.57	31.64
18.00 น.	33.02	33.24	33.19	32.89	32.15	32.46	32.55	33.06	33.08	33.19	33.21	33.12	32.92	33.16	33.27	33.07	32.85	32.06	31.48	32.26	32.78	32.75	32.20	31.94	31.90	32.35	32.30	32.67	32.72	31.68	31.69
19.00 น.	32.94	33.17	33.16	32.89	32.06	32.54	32.63	32.96	32.98	33.13	33.05	32.92	32.96	33.25	33.34	33.11	32.74	32.04	31.42	32.20	32.80	32.82	32.31	31.82	31.81	32.25	32.22	32.76	32.57	31.76	31.69
20.00 น.	33.10	33.62	33.61	33.19	32.41	32.89	32.67	33.11	33.45	33.54	33.56	33.41	33.33	33.24	33.35	33.37	33.19	32.30	31.80	32.69	32.79	32.79	32.60	32.26	32.26	32.73	32.69	32.79	32.78	32.06	31.96
21.00 น.	31.10	31.38	31.33	30.89	30.19	30.66	30.67	31.11	31.17	31.24	31.26	31.10	31.06	31.19	31.31	31.04	30.95	30.07	29.49	30.48	30.79	30.74	30.37	30.08	30.10	30.50	30.49	30.80	30.80	29.93	29.76
22.00 น.	30.86	30.90	30.83	30.56	29.81	30.35	30.67	30.91	30.67	30.92	30.98	30.59	30.76	31.18	31.15	30.61	30.56	29.77	29.34	30.19	30.75	30.65	29.94	29.68	29.67	30.05	30.09	30.79	30.63	29.66	29.40
23.00 น.	30.55	30.71	30.66	30.27	29.50	30.06	30.19	30.54	30.51	30.59	30.63	30.89	30.45	30.67	30.76	30.39	30.41	29.50	29.15	29.94	30.25	30.12	29.79	29.45	29.47	29.86	29.87	30.29	30.30	29.38	29.11
24.00 น.	30.28	30.48	30.43	29.99	29.25	29.82	29.92	30.29	30.27	30.34	30.37	30.16	30.22	30.38	30.51	30.17	30.23	29.28	28.99	29.77	29.97	29.81	29.61	29.22	29.28	29.63	29.66	30.03	30.09	29.19	28.87

น้อยกว่า 22 °C

Comfort Zone

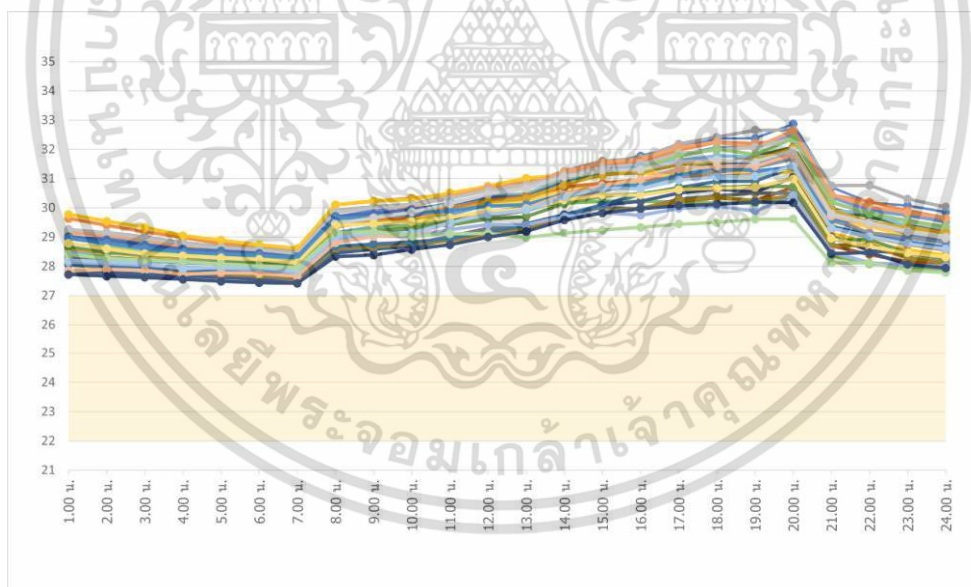
มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.26 แสดงแผนภูมิอนุกรมรายชั่วโมงในขอบเขตสถานะน่าสบายของเดือนมิถุนายน
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.26 พบว่าอนุกรมรายชั่วโมงของเดือนมิถุนายน ไม่มีชั่วโมงใดที่อยู่ใน
ขอบเขตสถานะน่าสบายทางด้านอนุกรม โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.20



ภาพที่ 4.27 แสดงแผนภูมิอนุกรมรายชั่วโมงในขอบเขตสถานะน่าสบายของเดือนกรกฎาคม
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.27 พบว่าอนุกรมรายชั่วโมงของเดือนกรกฎาคม ไม่มีชั่วโมงใดที่อยู่ใน
ขอบเขตสถานะน่าสบายทางด้านอนุกรม โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนมิถุนายน

	1-Jun	2-Jun	3-Jun	4-Jun	5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	18-Jun	19-Jun	20-Jun	21-Jun	22-Jun	23-Jun	24-Jun	25-Jun	26-Jun	27-Jun	28-Jun	29-Jun	30-Jun
1.00 น.	28.60	29.56	28.58	27.67	27.88	28.06	28.48	28.62	29.35	29.56	29.81	29.15	28.71	28.21	28.92	28.98	28.92	28.83	28.87	29.36	29.40	29.12	28.80	28.94	28.45	28.88	28.09	28.66	29.25	29.52
2.00 น.	28.40	29.46	28.41	27.63	27.82	27.98	28.31	28.44	29.16	29.33	29.60	28.99	28.52	28.14	28.70	28.78	28.73	28.66	28.66	29.18	29.21	28.94	28.63	28.78	28.44	28.69	28.05	28.45	29.00	29.28
3.00 น.	28.30	29.28	28.31	27.59	27.78	27.92	28.21	28.31	28.98	29.06	29.38	28.79	28.44	28.08	28.52	28.58	28.55	28.48	28.48	29.00	29.06	28.79	28.49	28.62	28.35	28.52	27.96	28.30	28.79	29.06
4.00 น.	28.21	29.08	28.22	27.56	27.73	27.83	28.16	28.25	28.81	28.82	29.16	28.61	28.35	28.02	28.31	28.46	28.45	28.41	28.39	28.83	28.79	28.64	28.43	28.50	28.30	28.41	27.81	28.21	28.59	28.85
5.00 น.	28.11	28.89	28.14	27.54	27.67	27.77	28.09	28.21	28.65	28.66	28.94	28.52	28.27	27.95	28.31	28.38	28.38	28.34	28.31	28.68	28.69	28.55	28.38	28.40	28.25	28.35	27.85	28.15	28.49	28.70
6.00 น.	28.03	28.72	28.06	27.48	27.63	27.70	28.04	28.16	28.56	28.55	28.77	28.43	28.19	27.89	28.24	28.31	28.31	28.29	28.24	28.59	28.61	28.49	28.32	28.33	28.20	28.29	27.82	28.10	28.43	28.60
7.00 น.	27.89	28.59	27.93	27.46	27.58	27.58	27.93	28.06	28.44	28.42	28.67	28.23	28.06	27.78	28.11	28.18	28.19	28.16	28.08	28.47	28.43	28.39	28.19	28.20	28.15	28.24	27.65	27.97	28.31	28.46
8.00 น.	29.06	30.21	29.16	28.47	28.72	28.62	29.24	29.47	30.09	29.86	30.16	29.55	29.26	28.82	29.33	29.43	29.61	29.62	29.51	30.04	30.03	29.86	29.51	29.55	29.48	29.56	28.93	29.21	29.72	29.95
9.00 น.	29.23	30.44	29.37	28.60	28.82	28.81	29.47	29.68	30.34	30.06	30.23	29.55	29.37	28.98	29.43	29.56	29.74	29.72	29.67	30.23	30.20	30.03	29.59	29.68	29.58	29.58	29.19	29.42	29.89	30.15
10.00 น.	29.41	30.50	29.31	28.87	29.04	28.99	29.68	29.83	30.49	30.27	30.41	29.65	29.45	29.08	29.59	29.68	29.88	29.92	29.88	30.25	30.28	30.06	29.68	29.77	29.75	29.54	29.36	29.52	30.02	30.22
11.00 น.	29.66	30.83	29.50	29.13	29.26	29.29	29.97	30.17	30.83	30.55	30.61	29.78	29.63	29.40	29.82	29.91	30.08	30.14	30.11	30.64	30.55	30.44	29.87	30.05	29.94	29.72	29.73	29.82	30.33	30.59
12.00 น.	29.95	31.06	29.70	29.42	29.56	29.56	30.31	30.47	31.14	30.87	30.88	30.00	29.87	29.76	30.10	30.19	30.34	30.41	30.39	30.94	30.81	30.77	30.09	30.35	30.21	29.93	30.07	30.12	30.62	30.88
13.00 น.	30.15	31.27	29.62	29.64	29.70	29.77	30.49	30.76	31.20	31.08	30.98	30.12	30.11	29.92	30.27	30.51	30.62	30.55	30.50	31.24	30.99	30.94	30.21	30.55	30.52	30.04	30.26	30.31	30.66	30.94
14.00 น.	30.56	31.35	29.73	29.77	30.15	30.20	30.97	31.09	31.67	31.47	31.39	30.54	30.40	30.42	30.69	30.81	30.91	30.97	30.96	31.51	31.39	31.36	30.51	30.94	30.81	30.33	30.71	30.71	31.14	31.42
15.00 น.	30.92	31.46	29.71	29.85	30.42	30.54	31.19	31.40	31.97	31.82	31.64	30.89	30.66	30.76	31.03	31.13	31.16	31.31	31.29	31.78	31.66	31.57	30.66	31.24	31.14	30.44	31.02	31.03	31.44	31.73
16.00 น.	31.28	31.32	29.67	29.91	30.57	30.66	31.15	31.50	32.10	32.13	31.81	30.95	30.72	30.97	31.13	31.32	31.33	31.32	31.37	31.86	31.64	31.55	30.72	31.33	31.31	30.50	31.02	31.38	31.59	31.85
17.00 น.	31.66	31.53	29.62	29.94	30.67	30.83	31.37	31.95	32.52	32.42	31.96	31.26	30.81	31.34	31.44	31.63	31.48	31.65	31.89	32.12	31.88	31.84	30.76	31.64	31.50	30.55	31.28	31.72	31.98	32.23
18.00 น.	32.06	31.54	29.58	30.00	30.73	30.94	31.40	32.10	32.67	32.64	32.02	31.41	30.82	31.50	31.63	31.72	31.56	31.71	32.08	32.22	31.95	31.87	30.75	31.74	31.58	30.54	31.36	32.01	32.25	32.35
19.00 น.	32.22	31.44	29.61	30.04	30.76	31.02	31.19	32.21	32.76	32.72	32.06	31.51	30.84	31.75	31.61	31.67	31.47	31.62	32.01	32.12	31.97	31.86	30.74	31.75	31.69	30.55	31.37	32.13	32.47	32.39
20.00 น.	32.69	31.80	29.91	30.03	30.71	31.31	31.66	32.56	33.08	33.07	32.03	31.49	31.12	32.06	32.06	32.11	31.92	31.71	32.18	32.56	32.27	32.10	31.02	32.00	31.66	30.47	31.73	32.50	32.77	32.69
21.00 น.	30.60	29.61	28.13	28.34	28.87	29.25	29.55	30.35	30.78	30.84	30.12	29.63	29.05	29.94	29.94	29.96	29.78	29.81	30.28	30.37	30.06	29.90	28.94	29.94	29.79	28.70	29.58	30.33	30.57	30.43
22.00 น.	30.20	29.28	27.83	28.40	28.86	28.98	29.25	30.04	30.35	30.31	30.09	29.64	28.75	29.64	29.56	29.53	29.49	29.71	30.30	29.99	29.76	29.55	28.54	29.68	29.80	28.73	29.30	30.02	30.28	30.06
23.00 น.	30.07	29.01	27.75	28.03	28.41	28.80	28.98	29.75	30.10	30.22	29.61	29.16	28.49	29.36	29.37	29.34	29.22	29.31	29.81	29.81	29.50	29.24	28.39	29.37	29.35	28.31	29.05	29.74	29.98	29.75
24.00 น.	29.88	28.78	27.69	27.93	28.17	28.65	28.80	29.55	29.84	30.04	29.37	29.08	28.32	29.12	29.19	29.14	29.02	29.08	29.56	29.60	29.31	29.02	28.24	29.17	29.10	28.17	28.85	29.48	29.75	29.48

น้อยกว่า 22 °C Comfort Zone มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 4.21 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนกรกฎาคม

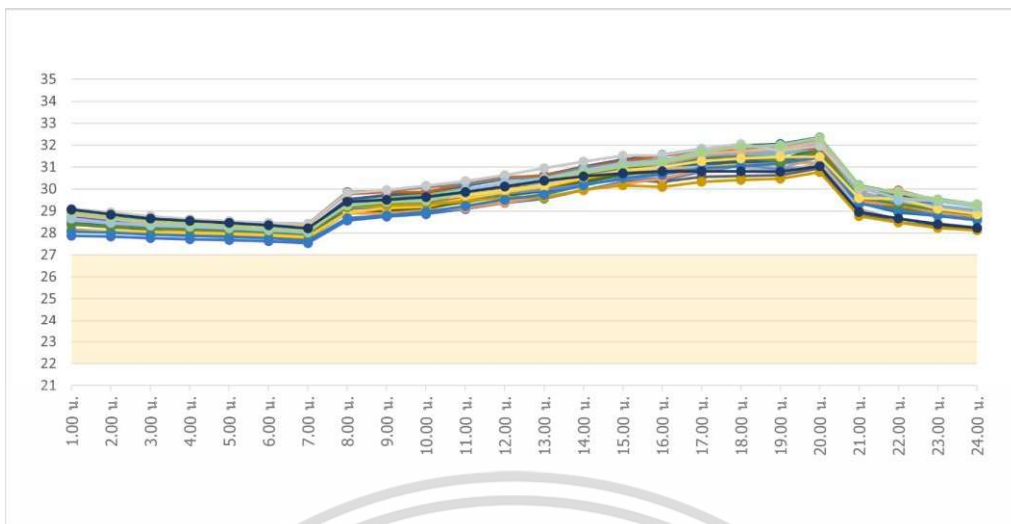
	1-Jul	2-Jul	3-Jul	4-Jul	5-Jul	6-Jul	7-Jul	8-Jul	9-Jul	10-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	14-Jul	15-Jul	16-Jul	17-Jul	18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul	24-Jul	25-Jul	26-Jul	27-Jul	28-Jul	29-Jul	30-Jul	31-Jul
1.00 น.	29.21	29.64	29.24	29.78	28.30	28.48	27.84	28.14	27.82	28.05	28.06	28.31	28.98	29.15	29.27	29.03	28.49	28.77	29.02	28.61	28.36	28.62	28.95	28.67	28.15	26-Jul	27-Jul	28-Jul	29-Jul	30-Jul	31-Jul
2.00 น.	28.98	29.41	29.16	29.55	28.24	28.31	27.79	28.08	27.89	27.96	28.01	28.29	28.76	29.06	29.15	28.80	28.51	28.67	28.91	28.46	28.28	28.47	28.79	28.49	28.09	27.90	28.59	28.60	28.16	28.28	27.67
3.00 น.	28.77	29.19	29.01	29.33	28.19	28.23	27.72	28.01	27.85	27.89	27.96	28.23	28.56	28.90	28.96	28.60	28.44	28.54	28.73	28.38	28.20	28.35	28.61	28.41	28.04	27.87	28.43	28.44	28.11	28.21	27.62
4.00 น.	28.60	28.98	28.81	29.06	28.12	28.18	27.68	27.94	27.79	27.82	27.89	28.16	28.47	28.66	28.76	28.32	28.38	28.44	28.59	28.32	28.15	28.30	28.50	28.33	27.98	27.72	28.35	28.36	27.91	28.16	27.56
5.00 น.	28.52	28.78	28.67	28.90	28.07	28.12	27.62	27.84	27.71	27.76	27.84	28.09	28.37	28.61	28.63	28.41	28.33	28.37	28.53	28.27	28.07	28.23	28.43	28.22	27.94	27.79	28.28	28.30	27.97	28.08	27.49
6.00 น.	28.43	28.67	28.59	28.74	28.01	28.05	27.56	27.80	27.67	27.69	27.78	28.04	28.28	28.54	28.56	28.36	28.28	28.30	28.44	28.20	28.00	28.19	28.36	28.13	27.88	27.76	28.23	28.24	27.95	28.02	27.44
7.00 น.	28.26	28.59	28.50	28.61	27.91	27.93	27.44	27.67	27.53	27.63	27.67	27.91	28.14	28.42	28.43	28.29	28.22	28.19	28.32	28.09	27.91	28.06	28.30	28.04	27.80	27.67	28.11	28.12	27.84	27.95	27.42
8.00 น.	29.70	30.10	29.92	30.10	29.15	29.13	28.44	28.68	28.56	28.63	28.69	29.06	29.46	29.83	29.85	29.56	29.59	29.51	29.70	29.36	29.08	29.34	29.65	29.15	28.91	28.81	29.46	29.39	29.02	29.14	28.33
9.00 น.	29.92	30.22	30.04	30.23	29.34	29.27	28.58	28.77	28.66	28.67	28.75	29.21	29.65	30.01	30.00	29.60	29.75	29.67	29.81	29.55	29.19	29.52	29.68	29.18	29.03	29.02	29.66	29.45	29.13	29.19	28.39
10.00 น.	30.09	30.32	30.12	30.29	29.43	29.41	28.68	28.83	28.76	28.77	28.81	29.30	29.69	30.04	30.11	29.76	29.88	29.82	29.95	29.70	29.28	29.55	29.79	29.29	29.02	29.08	29.85	29.53	29.14	29.03	28.57
11.00 น.	30.35	30.45	30.43	30.51	29.77	29.61	28.92	28.94	29.02	28.88	28.95	29.54	30.08	30.38	30.31	29.89	30.17	30.07	30.12	29.98	29.45	29.89	29.90	29.42	29.26	29.48	30.14	29.68	29.49	29.11	28.74
12.00 น.	30.63	30.72	30.72	30.74	30.10	29.85	29.15	29.11	29.30	29.06	29.18	29.79	30.40	30.69	30.58	30.11	30.44	30.36	30.36	30.25	29.70	30.20	30.06	29.61	29.43	29.84	30.46	29.90	29.78	29.13	29.00
13.00 น.	30.74	30.87	30.79	31.02	30.34	30.04	29.45	29.35	29.42	29.31	29.40	30.02	30.48	30.78	30.76	30.23	30.67	30.46	30.40	30.37	29.90	30.31	30.11	29.70	29.42	29.98	30.67	29.94	29.93	28.98	29.19
14.00 น.	31.17	31.19	31.26	31.12	30.68	30.15	29.77	29.61	29.77	29.58	29.75	30.39	30.94	31.23	31.10	30.62	31.00	30.93	30.88	30.71	30.28	30.80	30.48	30.14	29.69	30.45	31.06	30.27	30.37	29.14	29.58
15.00 น.	31.46	31.45	31.60	31.19	30.83	30.22	30.09	29.84	30.02	29.86	30.11	30.70	31.26	31.55	31.39	30.84	31.28	31.23	31.14	30.84	30.60	31.12	30.75	30.40	29.83	30.76	31.28	30.44	30.68	29.24	29.82
16.00 น.	31.78	31.53	31.69	31.19	30.86	30.22	30.22	29.96	29.97	29.99	30.45	30.93	31.34	31.66	31.49	30.90	31.40	31.33	31.22	30.96	30.78	31.24	30.79	30.48	29.75	30.97	31.31	30.44	30.66	29.33	29.97
17.00 น.	32.08	31.98	32.19	31.15	31.05	30.20	30.51	30.22	30.90	30.25	30.69	31.28	31.80	32.07	31.86	31.20	31.62	31.78	31.48	31.03	31.09	31.48	31.12	30.67	29.98	31.32	31.56	30.62	30.95	29.44	30.07
18.00 น.	32.37	32.24	32.42	31.08	31.07	30.17	30.64	30.34	30.41	30.35	30.90	31.50	32.06	32.25	31.97	31.27	31.78	32.01	31.53	31.06	31.21	31.57	31.37	30.70	30.06	31.42	31.64	30.67	31.06	29.50	30.12
19.00 น.	32.38	32.20	32.66	31.05	31.16	30.15	30.54	30.25	30.51	30.26	30.91	31.77	32.06	32.07	32.07	31.17	31.74	31.82	31.56	31.14	31.38	31.64	31.27	30.74	29.89	31.43	31.57	30.70	31.08	29.61	30.20
20.00 น.	32.87	32.33	32.67	31.26	31.44	30.41	31.05	30.70	30.49	30.42	31.39	32.07	32.51	32.63	32.37	31.33	31.78	32.37	31.81	31.40	31.68	32.04	31.39	30.72	30.43	31.83	31.96	30.99	31.42	29.62	30.18
21.00 น.	30.70	30.44	30.76	29.13	29.37	28.57	29.02	28.70	28.72	28.69	29.35	29.97	30.36	30.45	30.18	29.51	29.88	30.20	29.66	29.30	29.58	29.93	29.59	28.90	28.49	29.72	29.80	28.95	29.31	28.11	28.44
22.00 น.	30.19	30.21	30.77	28.81	29.10	28.08	28.53	28.41	28.74	28.72	29.06	29.69	29.91	30.04	29.84	29.36	29.85	29.80	29.13	29.01	29.15	29.51	29.51	28.92	28.12	29.43	29.49	28.68	29.02	28.12	28.47
23.00 น.	30.07	29.90	30.31	28.56	28.85	27.95	28.44	28.16	28.31	28.29	28.81	29.40	29.75	29.84	29.54	29.04	29.36	29.56	28.98	28.75	29.00	29.32	29.11	28.44	28.04	29.18	29.21	28.46	28.78	27.86	28.06
24.00 น.	29.85	29.65	30.03	28.38	28.67	27.90	28.28	28.06	28.12	28.11	28.62	29.19	29.53	29.64	29.27	28.85	29.12	29.35	28.81	28.56	28.81	29.14	28.89	28.24	28.00	28.96	29.00	28.31	28.59	27.79	27.94

น้อยกว่า 22 °C

Comfort Zone

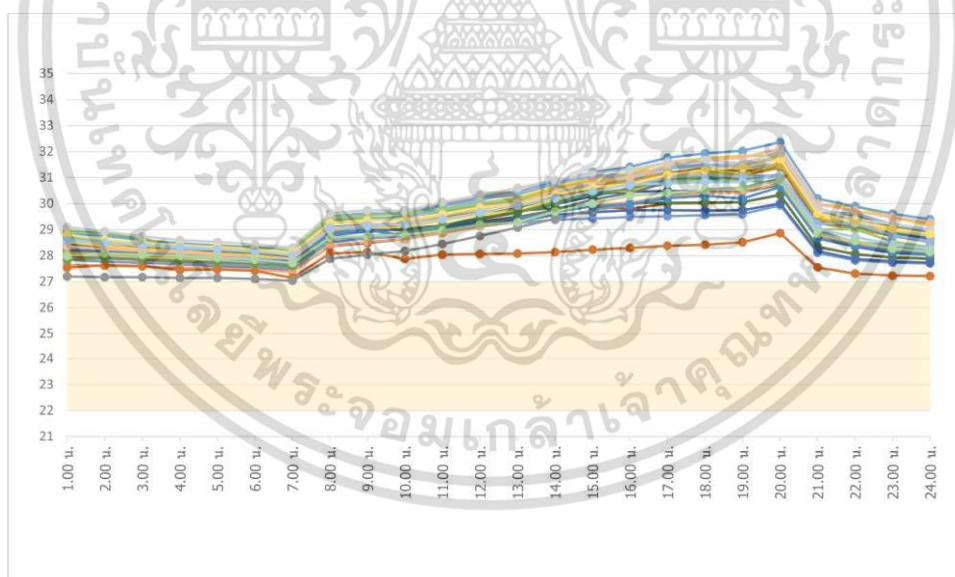
มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.28 แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสถานะน้ำสบายของเดือนสิงหาคม
 ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.28 พบว่าอุณหภูมิรายชั่วโมงของเดือนสิงหาคม ไม่มีชั่วโมงใดที่อยู่ในขอบเขตสถานะน้ำสบายทางด้านอุณหภูมิ โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.22



ภาพที่ 4.29 แสดงแผนภูมิอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสถานะน้ำสบายของเดือนกันยายน
 ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.29 พบว่าอุณหภูมิรายชั่วโมงของเดือนกันยายน ไม่มีชั่วโมงใดที่อยู่ในขอบเขตสถานะน้ำสบายทางด้านอุณหภูมิ โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนสิงหาคม

	1-Aug	2-Aug	3-Aug	4-Aug	5-Aug	6-Aug	7-Aug	8-Aug	9-Aug	10-Aug	11-Aug	12-Aug	13-Aug	14-Aug	15-Aug	16-Aug	17-Aug	18-Aug	19-Aug	20-Aug	21-Aug	22-Aug	23-Aug	24-Aug	25-Aug	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug	31-Aug	
1.00 น.	27.88	28.63	28.50	28.37	28.46	29.02	28.81	28.68	28.56	28.14	28.55	28.39	28.76	28.38	28.56	28.09	28.77	28.72	28.67	28.94	29.05	28.65	28.06	28.40	28.66	28.83	29.10	28.94	28.65	28.94	29.06	
2.00 น.	27.83	28.44	28.35	28.32	28.31	28.78	28.74	28.60	28.41	28.09	28.36	28.26	28.55	28.30	28.44	28.10	28.58	28.57	28.61	28.89	28.92	28.46	28.02	28.29	28.47	28.64	28.94	28.83	28.45	28.69	28.84	
3.00 น.	27.77	28.32	28.25	28.27	28.24	28.59	28.56	28.47	28.31	28.04	28.31	28.18	28.42	28.20	28.36	28.06	28.43	28.44	28.46	28.73	28.76	28.37	27.94	28.20	28.38	28.45	28.77	28.65	28.34	28.52	28.66	
4.00 น.	27.71	28.17	28.15	28.16	28.19	28.50	28.44	28.36	28.25	27.98	28.24	28.11	28.30	28.09	28.29	28.00	28.33	28.38	28.41	28.56	28.62	28.30	27.88	28.16	28.31	28.38	28.62	28.52	28.44	28.20	28.31	28.45
5.00 น.	27.68	28.19	28.06	28.14	28.12	28.40	28.34	28.28	28.18	27.93	28.18	28.02	28.19	28.00	28.22	27.95	28.27	28.33	28.34	28.48	28.53	28.22	27.81	28.10	28.25	28.30	28.53	28.44	28.20	28.31	28.45	
6.00 น.	27.63	28.12	27.97	28.07	28.04	28.31	28.26	28.19	28.10	27.87	28.10	27.95	28.10	27.93	28.13	27.90	28.19	28.28	28.29	28.43	28.46	28.15	27.76	28.05	28.19	28.23	28.46	28.33	28.12	28.21	28.36	
7.00 น.	27.53	28.00	27.84	27.96	27.91	28.23	28.19	28.05	27.96	27.77	27.98	27.82	28.02	27.84	28.01	27.80	28.07	28.16	28.19	28.37	28.42	28.02	27.65	27.94	28.07	28.08	28.39	28.24	28.01	28.08	28.21	
8.00 น.	28.57	29.24	28.92	29.19	29.08	29.46	29.44	29.23	29.11	28.90	29.23	28.94	29.16	28.90	29.22	28.93	29.36	29.50	29.52	29.78	29.86	29.17	28.67	29.19	29.34	29.39	29.81	29.39	29.34	29.24	29.42	
9.00 น.	28.74	29.41	29.08	29.31	29.25	29.55	29.50	29.37	29.19	29.03	29.43	29.03	29.21	28.89	29.35	29.13	29.50	29.67	29.72	29.86	29.93	29.25	28.81	29.36	29.50	29.55	29.95	29.42	29.53	29.41	29.51	
10.00 น.	28.86	29.52	29.16	29.31	29.43	29.74	29.61	29.40	29.29	29.10	29.48	29.18	29.24	29.04	29.45	29.21	29.66	29.80	29.85	29.87	30.07	29.30	28.96	29.43	29.52	29.53	30.16	29.55	29.56	29.46	29.63	
11.00 น.	29.09	29.81	29.49	29.63	29.69	29.94	29.86	29.69	29.49	29.44	29.84	29.41	29.56	29.14	29.73	29.56	29.91	30.01	30.15	30.22	30.22	29.44	29.22	29.77	29.87	29.87	30.37	29.70	29.97	29.81	29.87	
12.00 น.	29.37	30.11	29.81	29.90	29.98	30.20	30.10	29.98	29.77	29.75	30.18	29.69	29.80	29.39	30.03	29.87	30.18	30.26	30.44	30.52	30.47	29.64	29.52	30.10	30.15	30.17	30.64	29.96	30.30	30.12	30.12	
13.00 น.	29.56	30.25	29.92	30.00	30.21	30.37	30.20	30.20	29.88	29.97	30.31	29.93	29.97	29.66	30.19	30.11	30.36	30.44	30.63	30.62	30.52	29.60	29.75	30.22	30.30	30.39	30.94	30.19	30.49	30.44	30.39	
14.00 น.	29.96	30.69	30.37	30.42	30.58	30.75	30.63	30.56	30.21	30.36	30.76	30.31	30.20	29.94	30.58	30.50	30.75	30.82	31.03	30.98	30.96	29.97	30.17	30.69	30.71	30.72	31.25	30.54	30.86	30.75	30.58	
15.00 น.	30.31	30.82	30.69	30.73	30.91	31.06	30.92	30.90	30.44	30.66	31.06	30.66	30.46	30.24	30.82	30.83	31.05	31.12	31.34	31.27	31.19	30.17	30.50	30.95	31.03	31.04	31.52	30.84	31.18	31.06	30.72	
16.00 น.	30.42	31.06	30.71	30.83	31.14	31.25	30.98	30.95	30.32	30.79	30.94	30.95	30.49	30.46	30.93	30.96	31.11	31.18	31.56	31.53	31.35	30.10	30.66	30.99	31.19	31.19	31.55	31.00	31.31	31.21	30.81	
17.00 น.	30.79	31.38	31.04	31.05	31.50	31.62	31.33	31.22	30.56	31.08	31.16	31.30	30.84	30.87	31.02	31.23	31.39	31.45	31.84	31.69	31.49	30.32	30.94	31.37	31.53	31.58	31.83	31.28	31.74	31.69	30.81	
18.00 น.	31.08	31.47	31.12	31.16	31.79	31.75	31.44	31.32	30.60	31.30	31.24	31.49	31.04	31.07	31.00	31.47	31.53	31.56	31.99	31.75	31.49	30.42	31.05	31.44	31.65	31.74	32.05	31.39	31.91	31.94	30.81	
19.00 น.	31.17	31.14	30.94	31.10	31.96	31.71	31.30	31.30	30.63	31.13	31.24	31.33	30.90	31.18	30.76	31.56	31.56	31.66	32.03	31.84	31.40	30.46	31.16	31.28	31.71	31.84	31.76	31.46	32.01	31.98	30.80	
20.00 น.	31.59	31.76	31.47	31.49	32.28	31.84	31.50	31.68	30.94	31.62	31.52	31.88	31.07	31.19	31.19	31.89	31.87	31.94	32.36	31.84	31.45	30.77	31.44	31.75	32.04	32.17	31.96	31.46	32.32	32.33	31.05	
21.00 น.	29.55	29.62	29.38	29.39	30.13	29.97	29.69	29.57	28.88	29.54	29.36	29.81	29.30	29.42	29.09	29.72	29.69	29.81	30.17	29.94	29.57	28.76	29.34	29.61	29.87	30.03	30.06	29.57	30.13	30.15	28.96	
22.00 น.	29.28	29.26	29.09	29.00	29.81	29.78	29.70	29.09	28.52	29.12	28.94	29.52	29.31	29.30	28.59	29.29	29.32	29.37	29.82	29.94	29.56	28.48	29.04	29.31	29.45	29.60	29.89	29.56	29.54	29.81	28.66	
23.00 น.	29.02	28.97	28.84	28.81	29.49	29.46	29.25	28.97	28.36	28.93	28.78	29.24	28.84	28.94	28.44	29.14	29.09	29.21	29.54	29.49	29.09	28.23	28.78	29.05	29.25	29.44	29.53	29.10	29.44	29.53	28.40	
24.00 น.	28.82	28.71	28.66	28.64	29.26	29.24	29.02	28.76	28.21	28.73	28.59	29.00	28.59	28.76	28.25	28.95	28.91	29.02	29.31	29.29	28.85	28.13	28.58	28.83	29.06	29.30	29.31	28.86	29.19	29.29	28.23	

น้อยกว่า 22 °C Comfort Zone มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 4.23 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนกันยายน

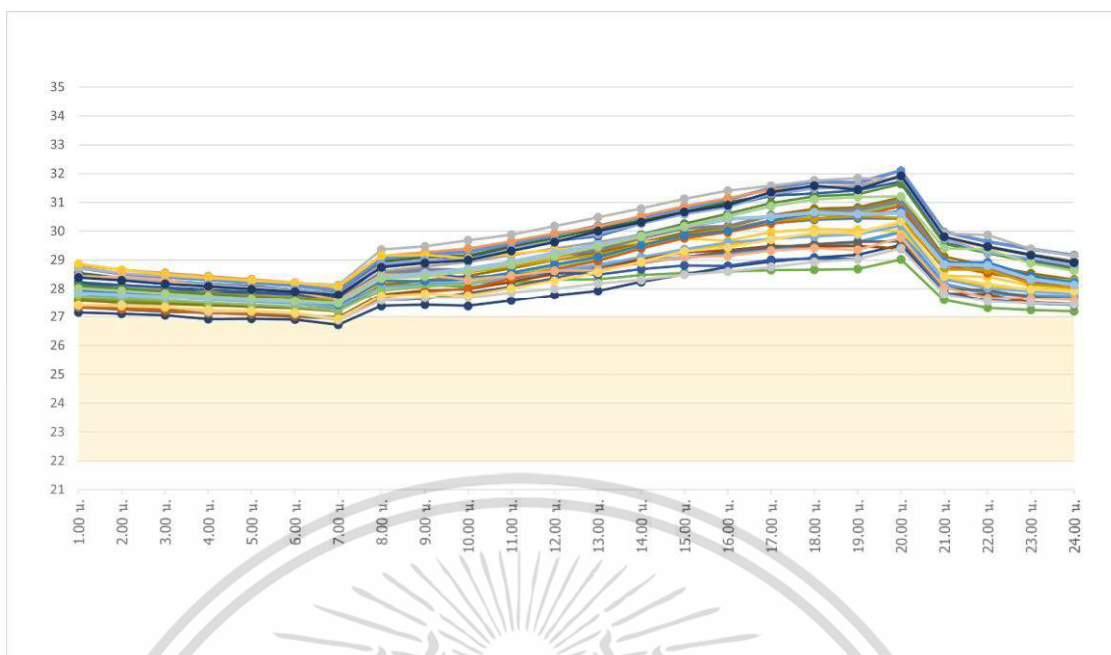
	1-Sep	2-Sep	3-Sep	4-Sep	5-Sep	6-Sep	7-Sep	8-Sep	9-Sep	10-Sep	11-Sep	12-Sep	13-Sep	14-Sep	15-Sep	16-Sep	17-Sep	18-Sep	19-Sep	20-Sep	21-Sep	22-Sep	23-Sep	24-Sep	25-Sep	26-Sep	27-Sep	28-Sep	29-Sep	30-Sep
1.00 น.	28.15	28.58	28.45	28.57	28.85	28.95	28.51	27.97	27.84	28.40	28.44	28.49	27.84	27.65	28.04	28.52	28.68	28.76	28.22	27.54	27.20	28.11	28.34	27.83	28.33	28.36	29.09	28.81	28.57	27.99
2.00 น.	28.08	28.49	28.31	28.37	28.76	28.86	28.36	27.90	27.77	28.26	28.36	28.36	27.78	27.60	28.00	28.36	28.51	28.58	28.16	27.63	27.18	28.07	28.23	27.92	28.24	28.25	28.93	28.60	28.49	28.09
3.00 น.	28.01	28.38	28.26	28.28	28.59	28.66	28.28	27.83	27.72	28.19	28.28	28.28	27.72	27.57	27.97	28.26	28.44	28.45	28.08	27.60	27.18	28.00	28.15	27.86	28.17	28.19	28.74	28.49	28.41	28.04
4.00 น.	27.95	28.32	28.20	28.20	28.47	28.31	28.20	27.78	27.67	28.12	28.18	28.20	27.69	27.54	27.94	28.17	28.22	28.38	28.02	27.44	27.15	27.95	28.06	27.81	28.11	28.12	28.59	28.41	28.33	27.99
5.00 น.	27.88	28.25	28.15	28.14	28.39	28.38	28.11	27.71	27.60	28.04	28.08	28.14	27.65	27.51	27.89	28.08	28.26	28.32	27.96	27.47	27.14	27.91	27.99	27.75	28.01	28.04	28.52	28.32	28.24	27.92
6.00 น.	27.81	28.19	28.09	28.06	28.32	28.29	28.04	27.65	27.53	27.97	27.98	28.06	27.61	27.46	27.84	28.01	28.19	28.26	27.91	27.42	27.10	27.86	27.92	27.69	27.94	27.98	28.43	28.24	28.16	27.84
7.00 น.	27.68	28.06	28.04	27.99	28.20	28.15	27.93	27.52	27.40	27.91	27.90	27.94	27.50	27.37	27.73	27.88	28.11	28.19	27.80	27.15	27.04	27.78	27.80	27.61	27.87	27.87	28.30	28.10	28.01	27.71
8.00 น.	28.75	29.35	29.38	29.24	29.51	29.33	29.07	28.51	28.35	29.06	28.90	29.09	28.52	28.36	28.94	28.95	29.28	29.52	28.88	28.08	27.87	28.94	28.87	28.65	29.00	29.02	29.62	29.26	29.06	28.69
9.00 น.	28.94	29.55	29.53	29.31	29.62	29.42	29.19	28.68	28.49	29.12	28.92	29.19	28.66	28.53	29.09	29.06	29.98	29.55	28.98	28.13	28.04	29.14	28.97	28.75	29.11	29.18	29.74	29.35	29.17	28.76
10.00 น.	29.08	29.71	29.73	29.50	29.59	29.50	29.25	28.80	28.64	29.24	29.03	29.20	28.74	28.63	29.12	29.09	29.44	29.62	28.99	27.88	28.18	29.19	28.79	28.85	29.26	29.26	29.72	29.37	29.20	28.81
11.00 น.	29.38	30.01	29.90	29.74	29.93	29.69	29.44	29.04	28.89	29.41	29.16	29.41	28.97	28.87	29.52	29.33	29.77	29.77	29.12	28.04	28.44	29.52	29.03	29.17	29.56	29.57	30.06	29.58	29.41	28.96
12.00 น.	29.68	30.31	30.19	30.03	30.22	29.96	29.68	29.31	29.18	29.67	29.41	29.59	29.18	29.12	29.84	29.59	30.12	30.00	29.28	28.06	28.75	29.81	29.22	29.46	29.87	29.87	30.32	29.83	29.65	29.19
13.00 น.	29.87	30.46	30.34	30.20	30.44	30.07	29.84	29.48	29.37	29.85	29.67	29.72	29.26	29.29	29.97	29.70	30.44	30.17	29.31	28.07	29.08	29.97	29.44	29.67	30.04	30.03	30.59	29.98	29.92	29.29
14.00 น.	30.27	30.84	30.74	30.62	30.85	30.55	30.24	29.75	29.78	30.22	29.98	29.82	29.38	29.66	30.45	30.16	30.77	30.50	29.57	28.14	29.42	30.37	29.68	30.06	30.43	30.49	30.90	30.34	30.20	29.69
15.00 น.	30.58	30.99	31.06	30.96	31.19	30.87	30.36	29.90	30.15	30.58	30.28	29.95	29.43	29.95	30.81	30.46	31.06	30.70	29.67	28.22	29.74	30.70	29.90	30.39	30.69	30.85	31.17	30.63	30.46	30.00
16.00 น.	30.92	31.06	31.15	31.19	31.42	30.83	30.45	29.80	30.41	30.73	30.60	30.01	29.48	30.04	30.97	30.49	31.08	30.79	29.74	28.30	29.94	30.83	29.98	30.56	30.68	31.02	31.30	30.75	30.73	30.30
17.00 น.	31.19	31.11	31.39	31.60	31.76	31.13	30.49	30.00	30.81	31.14	30.79	30.03	29.52	30.28	31.32	30.94	31.42	30.88	29.75	28.38	30.31	31.16	30.20	30.92	31.01	31.48	31.59	31.10	30.78	30.41
18.00 น.	31.30	31.10	31.47	31.73	31.93	31.27	30.45	30.02	30.98	31.36	30.93	30.04	29.56	30.39	31.44	31.18	31.50	30.87	29.73	28.42	30.54	31.23	30.30	31.06	31.11	31.68	31.67	31.30	30.82	30.51
19.00 น.	31.41	31.09	31.53	31.83	32.03	31.10	30.44	30.06	31.09	31.24	31.06	30.06	29.60	30.45	31.54	31.07	31.39	30.89	29.74	28.51	30.61	31.09	30.19	30.92	31.04	31.77	31.56	31.38	30.83	30.60
20.00 น.	31.75	31.37	31.47	31.84	32.36	31.58	30.72	30.33	31.44	31.43	31.07	30.34	29.94	30.77	31.61	31.57	31.50	30.81	30.00	28.86	30.95	31.54	30.64	31.08	31.08	32.12	32.00	31.70	31.09	30.89
21.00 น.	29.62	29.26	29.56	29.94	30.19	29.49	28.66	28.32	29.35	29.61	29.30	28.35	28.11	28.73	29.65	29.53	29.64	29.02	28.18	27.56	28.94	29.43	28.66	29.26	29.23	29.99	29.83	29.62	29.02	28.85
22.00 น.	29.36	29.00	29.53	29.91	29.90	29.19	28.35	28.06	29.07	29.58	29.11	28.06	27.81	28.46	29.30	29.08	29.65	29.02	27.87	27.31	28.54	29.08	28.39	29.12	29.24	29.71	29.39	29.31	28.71	28.56
23.00 น.	29.09	28.77	29.06	29.45	29.61	28.93	28.10	27.92	28.81	29.09	28.84	27.94	27.73	28.25	29.00	28.98	29.19	28.54	27.78	27.23	28.38	28.78	28.16	28.75	28.78	29.47	29.22	29.05	28.44	28.27
24.00 น.	28.90	28.61	28.81	29.19	29.39	28.70	28.04	27.87	28.58	28.81	28.67	27.89	27.69	28.08	28.75	28.83	28.97	28.32	27.72	27.21	28.20	28.56	28.06	28.52	28.56	29.27	29.00	28.84	28.25	28.15

น้อยกว่า 22 °C

Comfort Zone

มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.30 แสดงแผนภูมิอุนทุมิรายชั่วโมงในขอบเขตสถานะนำสบายของเดือนตุลาคม
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.30 จะพบว่าอุนทุมิรายชั่วโมงของเดือนตุลาคมที่อยู่ในขอบเขตสถานะนำสบายนั้น มีอยู่ 10 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 1.34 จากจำนวนชั่วโมงทั้งหมด (774 ชั่วโมง) ได้แก่

- ชั่วโมงที่ 4 – 7 (เวลา 4.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 6 ตุลาคม
- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 8 ตุลาคม
- ชั่วโมงที่ 6 – 7 (เวลา 6.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 9 ตุลาคม
- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 20 ตุลาคม
- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 27 ตุลาคม
- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 28 ตุลาคม

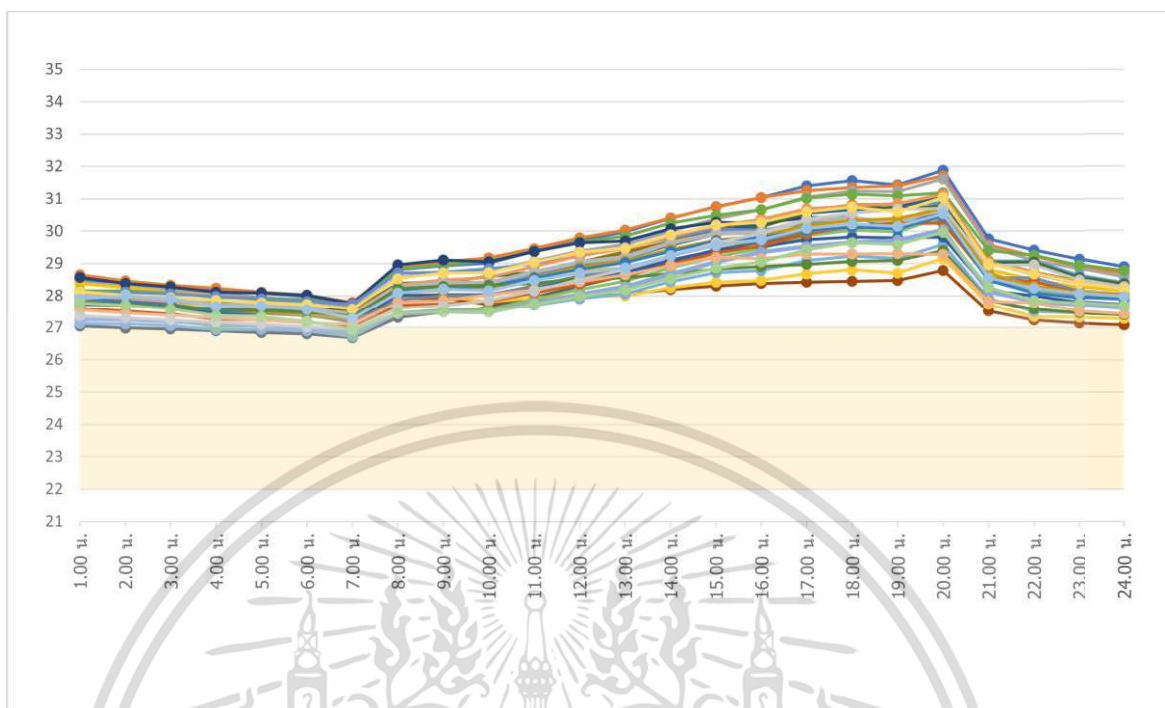
โดยได้แสดงข้อมูลค่าอุนทุมิของเดือนตุลาคมไว้ในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนตุลาคม

	1-Oct	2-Oct	3-Oct	4-Oct	5-Oct	6-Oct	7-Oct	8-Oct	9-Oct	10-Oct	11-Oct	12-Oct	13-Oct	14-Oct	15-Oct	16-Oct	17-Oct	18-Oct	19-Oct	20-Oct	21-Oct	22-Oct	23-Oct	24-Oct	25-Oct	26-Oct	27-Oct	28-Oct	29-Oct	30-Oct	31-Oct
1.00 น.	27.86	27.98	28.15	27.94	27.69	27.64	27.15	27.32	27.32	27.56	28.23	28.56	28.73	28.83	28.72	28.88	27.89	27.73	28.13	27.34	28.04	28.10	27.94	28.12	28.47	28.42	27.40	27.41	27.85	28.02	28.40
2.00 น.	27.86	27.89	28.06	27.94	27.76	27.57	27.10	27.31	27.25	27.50	28.13	28.38	28.53	28.67	28.55	28.67	27.81	27.66	28.13	27.28	27.95	28.01	27.86	28.02	28.37	28.42	27.43	27.37	27.79	27.93	28.30
3.00 น.	27.81	27.81	27.97	27.87	27.71	27.51	27.06	27.26	27.18	27.44	28.05	28.28	28.42	28.56	28.45	28.51	27.71	27.58	28.05	27.22	27.90	27.93	27.78	27.92	28.27	28.31	27.35	27.32	27.71	27.82	28.18
4.00 น.	27.66	27.73	27.91	27.77	27.63	27.46	26.92	27.16	27.14	27.40	27.97	28.19	28.32	28.44	28.37	28.40	27.63	27.49	27.84	27.12	27.81	27.84	27.69	27.81	28.17	28.04	27.18	27.25	27.65	27.73	28.08
5.00 น.	27.67	27.65	27.83	27.67	27.55	27.41	26.94	27.13	27.07	27.35	27.89	28.09	28.21	28.33	28.29	28.30	27.86	27.42	27.87	27.11	27.75	27.75	27.62	27.72	28.06	28.02	27.19	27.20	27.59	27.66	27.99
6.00 น.	27.60	27.57	27.77	27.57	27.47	27.34	26.91	27.07	27.00	27.30	27.83	27.98	28.11	28.22	28.21	28.20	27.48	27.35	27.81	27.06	27.68	27.68	27.54	27.64	27.97	27.91	27.11	27.14	27.54	27.57	27.91
7.00 น.	27.55	27.43	27.63	27.44	27.34	27.25	26.72	26.98	26.93	27.19	27.69	27.84	27.94	28.06	28.14	28.09	27.34	27.21	27.59	26.95	27.45	27.59	27.42	27.49	27.81	27.61	26.88	26.94	27.47	27.48	27.78
8.00 น.	28.46	28.39	28.61	28.19	28.08	28.07	27.38	27.80	27.58	28.14	28.79	28.94	29.06	29.15	29.36	29.16	28.06	27.94	28.56	27.69	28.52	28.51	28.28	28.40	28.86	28.49	27.58	27.74	28.43	28.35	28.75
9.00 น.	28.55	28.45	28.78	28.27	28.16	28.15	27.43	27.94	27.63	28.30	28.95	29.09	29.19	29.27	29.48	29.19	28.11	28.07	28.55	27.89	28.67	28.50	28.27	28.54	29.00	28.48	27.68	27.81	28.54	28.44	28.90
10.00 น.	28.64	28.65	28.94	28.31	28.19	28.06	27.38	27.99	27.85	28.45	29.13	29.16	29.29	29.41	29.69	29.06	28.18	28.19	28.38	28.02	28.66	28.58	28.32	28.62	29.02	28.31	27.69	27.76	28.69	28.60	29.00
11.00 น.	28.90	28.83	29.17	28.48	28.36	28.21	27.57	28.25	28.07	28.71	29.39	29.47	29.57	29.65	29.88	29.21	28.39	28.49	28.50	28.36	28.93	28.78	28.56	28.94	29.38	28.45	27.86	28.01	28.94	28.84	29.31
12.00 น.	29.16	29.11	29.41	28.69	28.56	28.32	27.77	28.52	28.38	29.00	29.67	29.76	29.87	29.93	30.18	29.35	28.63	28.81	28.56	28.69	29.19	28.99	28.85	29.23	29.68	28.63	28.00	28.28	29.25	29.14	29.63
13.00 น.	29.27	29.36	29.62	28.73	28.81	28.33	27.93	28.69	28.69	29.24	29.83	30.07	30.19	30.76	30.48	29.46	28.85	29.03	28.49	28.97	29.35	29.19	29.11	29.48	29.90	28.65	28.19	28.56	29.54	29.46	30.00
14.00 น.	29.64	29.63	29.88	29.09	28.99	28.48	28.24	29.04	28.90	29.61	30.27	30.37	30.49	30.54	30.79	29.62	29.11	29.46	28.69	29.40	29.77	29.52	29.51	29.89	30.27	28.92	28.31	28.94	29.83	29.81	30.31
15.00 น.	29.89	29.89	30.12	29.33	29.09	28.56	28.50	29.27	29.11	29.95	30.61	30.68	30.80	30.86	31.12	29.75	29.38	29.77	28.81	29.76	30.11	29.87	29.86	30.26	30.59	29.11	28.49	29.31	30.16	30.17	30.67
16.00 น.	29.98	30.08	30.40	29.54	29.24	28.60	28.77	29.34	29.30	30.15	30.86	31.00	31.11	31.15	31.41	29.68	29.61	30.02	28.80	29.96	30.18	30.07	30.02	30.61	30.83	29.15	28.60	29.44	30.44	30.51	30.90
17.00 น.	30.28	30.39	30.54	29.75	29.38	28.65	28.94	29.49	29.44	30.36	31.23	31.28	31.48	31.44	31.58	29.97	29.73	30.35	29.01	30.27	30.55	30.38	30.38	30.98	31.30	29.32	28.76	29.71	30.51	30.87	31.36
18.00 น.	30.40	30.58	30.62	29.89	29.53	28.67	29.08	29.47	29.56	30.78	31.31	31.49	31.71	31.53	31.76	30.07	29.81	30.56	29.06	30.45	30.66	30.45	30.63	31.21	31.48	29.42	28.94	29.95	30.66	31.10	31.58
19.00 น.	30.44	30.52	30.69	29.97	29.62	28.69	29.18	29.49	29.64	30.82	31.43	31.57	31.69	31.58	31.83	30.06	29.89	30.61	29.04	30.54	30.75	30.53	30.56	31.29	31.55	29.35	29.04	29.93	30.59	31.19	31.44
20.00 น.	30.44	30.63	30.96	30.31	29.97	29.02	29.53	29.40	29.65	31.18	31.73	31.91	32.10	31.91	31.81	30.01	30.19	30.95	29.42	30.87	31.06	30.46	30.69	31.64	31.87	29.77	29.42	30.35	30.62	31.21	31.93
21.00 น.	28.69	28.89	28.93	28.39	28.15	27.59	27.87	27.84	28.02	29.12	29.60	29.79	29.97	29.76	29.92	28.95	28.33	28.93	27.86	28.84	28.98	28.68	28.93	29.56	29.74	28.06	27.81	28.44	28.85	29.40	29.81
22.00 น.	28.69	28.77	28.58	28.09	27.85	27.31	27.58	27.80	27.95	28.81	29.28	29.48	29.65	29.44	29.87	28.42	28.01	28.66	27.57	28.55	28.68	28.67	28.93	29.24	29.25	27.67	27.55	28.17	28.81	29.38	29.46
23.00 น.	28.22	28.40	28.30	28.00	27.76	27.24	27.51	27.51	27.70	28.55	28.99	29.19	29.38	29.17	29.39	28.11	27.90	28.40	27.47	28.31	28.41	28.18	28.45	28.94	29.06	27.66	27.48	27.98	28.33	28.89	29.17
24.00 น.	28.06	28.24	28.17	27.94	27.71	27.19	27.44	27.41	27.63	28.32	28.78	28.96	29.17	28.92	29.13	27.97	27.81	28.28	27.42	28.10	28.18	28.04	28.22	28.70	28.81	27.59	27.44	27.92	28.14	28.63	28.91

น้อยกว่า 22 °C Comfort Zone มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.31 แสดงแผนภูมิอุนหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสถานะน่าสบายของเดือนพฤศจิกายน
ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.31 จะพบว่าอุนหภูมิรายชั่วโมงของเดือนพฤศจิกายนที่อยู่ในขอบเขตสถานะน่าสบายนั้น มีอยู่ 16 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 2.22 จากจำนวนชั่วโมงทั้งหมด (720 ชั่วโมง) ได้แก่

- ชั่วโมงที่ 2 – 7 (เวลา 2.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 9 พฤศจิกายน
- ชั่วโมงที่ 4 – 7 (เวลา 4.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 17 พฤศจิกายน
- ชั่วโมงที่ 6 – 7 (เวลา 6.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 18 พฤศจิกายน
- ชั่วโมงที่ 6 – 7 (เวลา 6.00 น. – 7.00 น.) ของวันที่ 25 พฤศจิกายน
- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 27 พฤศจิกายน
- ชั่วโมงที่ 7 (เวลา 7.00 น.) ของวันที่ 30 พฤศจิกายน

โดยได้แสดงข้อมูลค่าอุนหภูมิของเดือนพฤศจิกายนไว้ในตารางที่ 4.25

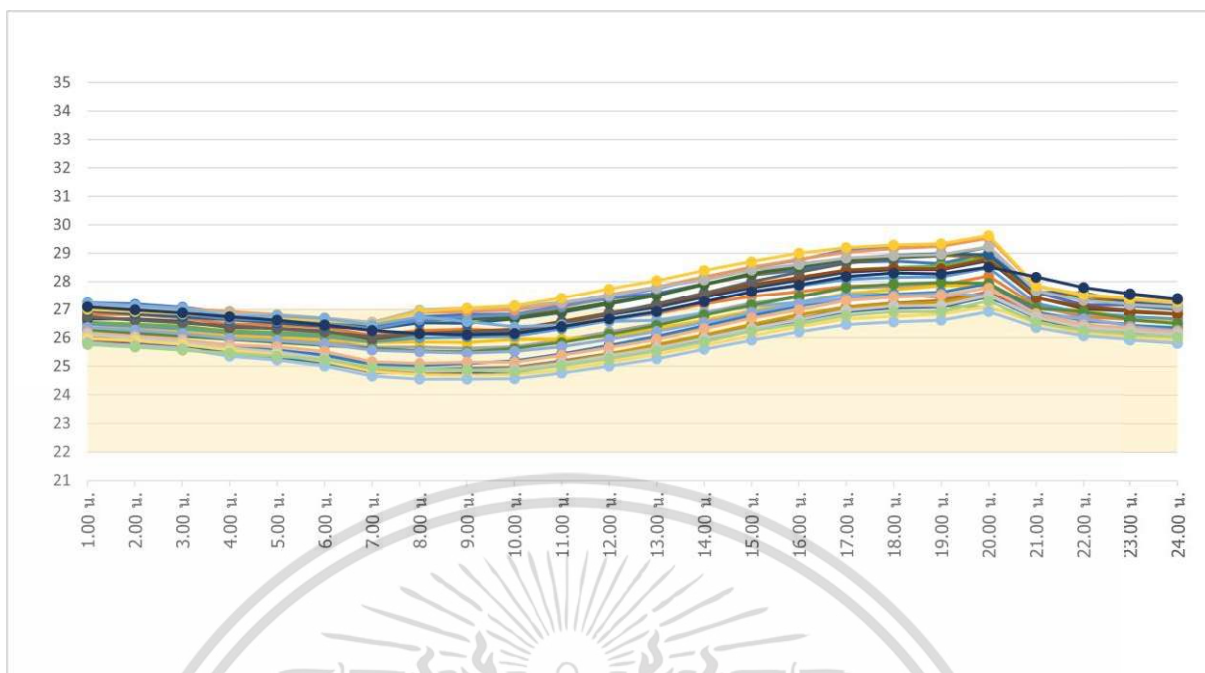
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายของเดือนพฤศจิกายน

	1-Nov	2-Nov	3-Nov	4-Nov	5-Nov	6-Nov	7-Nov	8-Nov	9-Nov	10-Nov	11-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov	15-Nov	16-Nov	17-Nov	18-Nov	19-Nov	20-Nov	21-Nov	22-Nov	23-Nov	24-Nov	25-Nov	26-Nov	27-Nov	28-Nov	29-Nov	30-Nov
1.00 น.	28.51	28.66	28.44	28.38	28.05	28.16	28.57	27.74	27.04	27.85	28.10	28.10	28.07	27.95	28.04	27.82	27.12	27.26	27.73	27.61	27.89	27.84	27.92	27.79	27.25	27.55	27.36	28.13	27.91	27.76
2.00 น.	28.41	28.46	28.29	28.26	27.93	28.16	28.39	27.70	26.98	27.77	28.01	28.00	28.12	27.88	28.00	27.80	27.11	27.26	27.69	27.51	27.79	27.75	27.81	27.72	27.25	27.46	27.30	28.02	27.99	27.70
3.00 น.	28.30	28.33	28.18	28.12	27.81	28.08	28.28	27.65	26.94	27.68	27.90	27.90	28.06	27.81	27.89	27.73	27.06	27.20	27.63	27.42	27.69	27.66	27.73	27.65	27.19	27.38	27.23	27.94	27.91	27.58
4.00 น.	28.19	28.24	28.07	27.99	27.66	27.95	28.11	27.46	26.89	27.58	27.81	27.81	27.98	27.74	27.72	27.63	26.94	27.03	27.43	27.26	27.52	27.57	27.52	27.59	27.13	27.31	27.16	27.86	27.66	27.37
5.00 น.	28.09	28.11	27.95	27.86	27.58	27.93	28.08	27.44	26.84	27.50	27.69	27.70	27.90	27.67	27.69	27.55	26.94	27.06	27.44	27.23	27.45	27.48	27.54	27.54	27.06	27.22	27.09	27.78	27.68	27.33
6.00 น.	27.98	28.02	27.85	27.73	27.49	27.89	28.02	27.38	26.80	27.41	27.58	27.60	27.81	27.58	27.61	27.47	26.89	27.00	27.37	27.17	27.39	27.40	27.48	27.47	26.98	27.14	27.02	27.72	27.56	27.19
7.00 น.	27.77	27.80	27.62	27.49	27.30	27.69	27.76	27.25	26.69	27.27	27.44	27.52	27.74	27.45	27.38	27.18	26.72	26.76	27.19	27.01	27.16	27.27	27.35	27.35	26.84	27.09	26.94	27.58	27.28	26.93
8.00 น.	28.81	28.89	28.56	28.28	28.12	28.84	28.96	27.92	27.31	28.13	28.23	28.39	28.70	28.34	28.27	27.98	27.44	27.46	28.01	27.69	27.88	28.08	28.19	28.22	27.43	27.80	27.60	28.54	28.09	27.45
9.00 น.	28.94	29.06	28.71	28.38	28.23	28.95	29.10	27.93	27.48	28.29	28.34	28.44	28.73	28.49	28.40	28.00	27.54	27.55	28.04	27.74	27.99	28.19	28.27	28.30	27.51	27.84	27.69	28.70	28.20	27.49
10.00 น.	29.02	29.18	28.75	28.37	28.37	29.07	29.06	27.73	27.62	28.43	28.42	28.60	28.84	28.57	28.41	27.81	27.54	27.56	28.04	27.82	28.01	28.25	28.31	28.32	27.48	28.03	27.85	28.71	28.16	27.49
11.00 น.	29.37	29.46	29.07	28.69	28.65	29.37	29.38	27.84	27.95	28.72	28.70	28.73	28.98	28.91	28.74	27.94	27.70	27.89	28.29	28.08	28.31	28.58	28.56	28.38	27.78	28.18	28.15	29.05	28.47	27.72
12.00 น.	29.70	29.79	29.39	28.79	28.95	29.67	29.64	27.96	28.30	29.04	29.01	28.99	29.23	29.25	29.03	28.00	27.91	28.19	28.55	28.57	28.61	28.89	28.82	28.54	28.04	28.44	28.50	29.34	28.70	27.98
13.00 น.	29.97	30.03	29.59	28.86	29.15	29.84	29.69	28.05	28.62	29.36	29.25	29.23	29.49	29.45	29.20	27.99	28.06	28.45	28.71	28.60	28.81	29.07	29.03	28.56	28.28	28.66	28.81	29.47	28.87	28.19
14.00 น.	30.40	30.41	29.99	29.24	29.56	30.24	30.07	28.19	29.04	29.69	29.63	29.57	29.79	29.83	29.64	28.25	28.44	28.87	29.10	28.97	29.23	29.43	29.37	28.69	28.68	28.94	29.24	29.89	29.24	28.54
15.00 น.	30.76	30.74	30.38	29.56	29.92	30.49	30.27	28.31	29.44	30.03	29.99	29.91	30.06	30.17	29.94	28.43	28.71	29.20	29.40	29.31	29.57	29.72	29.69	28.82	29.05	29.19	29.65	30.19	29.56	28.85
16.00 น.	31.04	31.04	30.66	29.75	30.28	30.67	30.24	28.39	29.66	30.37	30.23	30.14	30.04	30.36	29.96	28.48	28.79	29.46	29.52	29.55	29.69	29.85	29.82	28.91	29.35	29.15	29.93	30.27	29.74	29.06
17.00 น.	31.40	31.25	31.05	30.15	30.60	31.02	30.43	28.43	29.94	30.64	30.56	30.56	30.24	30.69	30.34	28.69	29.09	29.86	29.74	29.92	30.01	30.18	30.03	28.97	29.53	29.30	30.37	30.59	30.08	29.44
18.00 น.	31.56	31.35	31.24	30.38	30.77	31.14	30.42	28.45	30.12	30.81	30.66	30.78	30.32	30.78	30.41	28.81	29.22	30.03	29.82	30.16	30.11	30.32	30.14	29.06	29.65	29.30	30.56	30.74	30.22	29.65
19.00 น.	31.43	31.40	31.23	30.31	30.85	31.09	30.11	28.48	30.20	30.84	30.74	30.69	30.34	30.85	30.26	28.70	29.16	29.98	29.79	30.25	30.09	30.40	30.07	29.09	29.72	29.31	30.68	30.59	30.15	29.58
20.00 น.	31.88	31.70	31.62	30.80	30.86	31.19	30.56	28.79	30.56	31.15	31.06	30.79	30.30	31.14	30.73	29.16	29.59	30.44	29.81	30.24	30.50	30.69	30.47	29.40	30.05	29.28	30.70	31.04	30.55	29.97
21.00 น.	29.77	29.57	29.52	28.81	29.07	29.40	28.53	27.51	28.57	29.08	29.00	29.03	28.56	29.06	28.71	27.72	27.91	28.48	28.17	28.53	28.52	28.69	28.48	27.85	28.14	27.81	28.94	28.99	28.56	28.26
22.00 น.	29.42	29.22	29.09	28.51	29.07	29.25	28.18	27.23	28.31	28.73	28.68	29.04	28.56	28.71	28.21	27.33	27.50	28.19	28.00	28.44	28.23	28.30	28.09	27.57	27.82	27.78	28.95	28.69	28.23	27.84
23.00 น.	29.13	28.91	28.83	28.26	28.62	28.94	27.99	27.14	28.05	28.45	28.39	28.56	28.14	28.42	28.10	27.32	27.45	27.98	27.79	28.09	28.02	28.09	27.93	27.45	27.71	27.52	28.49	28.39	28.06	27.77
24.00 น.	28.88	28.68	28.56	28.14	28.39	28.76	27.92	27.08	27.93	28.22	28.19	28.34	28.03	28.20	28.03	27.28	27.41	27.88	27.70	27.98	27.93	28.01	27.87	27.40	27.63	27.43	28.27	28.18	27.95	27.68

น้อยกว่า 22 °C Comfort Zone มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)



ภาพที่ 4.32 แสดงแผนภูมิอณุมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะนำสบายของเดือนธันวาคม

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

จากภาพที่ 4.32 จะพบว่าอณุมิรายชั่วโมงของเดือนธันวาคมที่อยู่ในขอบเขตสภาวะนำสบายนั้น มีอยู่ 484 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 65.05 จากจำนวนชั่วโมงทั้งหมด (744 ชั่วโมง) ซึ่งเดือนนี้เป็นเดือนที่มีอณุมิต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนอื่นๆ และเป็นตัวแทนของฤดูหนาว โดยเฉพาะวันที่ 29 ธันวาคมนั้น มีค่าอณุมิรายชั่วโมงอยู่ในช่วงขอบเขตสภาวะนำสบายตลอดทั้งวัน หรือทั้ง 24 ชั่วโมง ถึงแม้ว่าในชั่วโมงที่ 20 (เวลา 20.00 น.) ของวันที่ 16 ธันวาคม ที่มีค่าอณุมิรายชั่วโมงอยู่ที่ 29.62 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นชั่วโมงที่มีอณุมิสูงที่สุดสูงของเดือน แต่ยังคงมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับค่าอณุมิสูงสุดของเดือนอื่นๆ โดยได้แสดงข้อมูลค่าอณุมิรายชั่วโมงของเดือนธันวาคมไว้ในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสถานะน่าสบายของเดือนธันวาคม

	1-Dec	2-Dec	3-Dec	4-Dec	5-Dec	6-Dec	7-Dec	8-Dec	9-Dec	10-Dec	11-Dec	12-Dec	13-Dec	14-Dec	15-Dec	16-Dec	17-Dec	18-Dec	19-Dec	20-Dec	21-Dec	22-Dec	23-Dec	24-Dec	25-Dec	26-Dec	27-Dec	28-Dec	29-Dec	30-Dec	31-Dec	
1.00 น.	27.24	26.82	26.34	26.36	26.48	26.55	26.67	26.74	26.73	27.04	26.95	27.03	27.02	27.21	27.19	27.00	27.22	26.02	25.92	25.93	26.07	26.04	25.97	26.27	26.35	26.18	26.12	25.98	25.83	25.76	27.09	
2.00 น.	27.19	26.81	26.31	26.32	26.40	26.48	26.67	26.63	26.62	26.94	26.84	26.94	26.92	27.12	27.07	26.93	27.13	25.95	25.83	25.87	25.96	25.93	25.93	26.17	26.27	26.05	25.99	25.91	25.72	25.68	26.98	
3.00 น.	27.06	26.69	26.19	26.23	26.31	26.41	26.56	26.53	26.53	26.83	26.74	26.84	26.83	27.02	26.98	26.84	27.04	25.77	25.73	25.77	25.84	25.80	25.82	26.05	26.15	25.94	25.86	25.77	25.61	25.57	26.87	
4.00 น.	26.87	26.48	26.02	26.06	26.18	26.24	26.35	26.38	26.42	26.66	26.63	26.65	26.66	26.92	26.88	26.77	26.74	25.45	25.51	25.61	25.73	25.60	25.63	25.94	25.97	25.75	25.64	25.57	25.35	25.46	26.73	
5.00 น.	26.80	26.45	25.97	26.02	26.12	26.19	26.32	26.32	26.31	26.61	26.52	26.63	26.59	26.81	26.78	26.69	26.77	25.30	25.34	25.49	25.56	25.44	25.56	25.83	25.90	25.69	25.51	25.40	25.21	25.36	26.61	
6.00 น.	26.68	26.35	25.87	25.94	26.04	26.12	26.24	26.21	26.20	26.51	26.41	26.54	26.51	26.69	26.69	26.59	26.68	25.10	25.14	25.31	25.35	25.24	25.40	25.74	25.79	25.53	25.28	25.17	25.01	25.23	26.45	
7.00 น.	26.43	26.08	25.67	25.83	25.85	25.92	25.96	25.99	26.04	26.35	26.30	26.37	26.31	26.55	26.55	26.48	26.44	24.84	24.80	24.98	24.98	24.88	25.06	25.63	25.56	25.16	24.95	24.82	24.66	24.97	26.25	
8.00 น.	26.74	26.25	25.67	25.85	25.99	26.11	26.15	26.15	26.15	26.14	26.65	26.52	26.63	26.63	26.89	26.97	26.92	26.74	24.78	24.74	24.89	24.90	24.81	25.02	25.54	25.51	25.10	24.84	24.70	24.56	24.91	26.14
9.00 น.	26.81	26.30	25.63	25.84	26.03	26.21	26.20	26.22	26.19	26.65	26.51	26.67	26.74	26.93	27.04	27.04	26.57	24.78	24.78	24.88	24.94	24.83	25.10	25.51	25.46	25.14	24.85	24.69	24.55	24.87	26.09	
10.00 น.	26.82	26.23	25.69	25.95	26.06	26.27	26.26	26.30	26.24	26.73	26.66	26.69	26.81	26.97	27.09	27.13	26.39	24.91	24.80	24.91	24.96	24.91	25.19	25.62	25.52	25.14	24.89	24.70	24.56	24.81	26.15	
11.00 น.	27.11	26.44	25.92	25.95	26.31	26.57	26.52	26.56	26.51	26.96	26.89	26.94	27.09	27.20	27.26	27.41	26.44	25.11	25.06	25.15	25.19	25.13	25.44	25.83	25.69	25.39	25.10	24.89	24.76	25.02	26.39	
12.00 น.	27.39	26.68	26.20	26.05	26.59	26.88	26.81	26.87	26.84	27.25	27.19	27.22	27.43	27.53	27.48	27.73	26.56	25.39	25.30	25.42	25.44	25.43	25.74	26.12	25.94	25.66	25.37	25.14	25.01	25.26	26.66	
13.00 น.	27.57	26.84	26.49	26.32	26.89	27.16	27.07	27.16	27.19	27.50	27.50	27.51	27.73	27.81	27.78	28.03	26.61	25.68	25.60	25.72	25.73	25.77	26.06	26.44	26.22	25.95	25.64	25.41	25.27	25.54	26.92	
14.00 น.	27.93	27.19	26.87	26.61	27.28	27.56	27.44	27.53	27.59	27.90	27.90	27.91	28.14	28.16	28.06	28.39	26.88	26.00	25.94	26.08	26.06	26.10	26.42	26.80	26.55	26.31	25.98	25.73	25.59	25.86	27.27	
15.00 น.	28.22	27.46	27.22	26.95	27.64	27.88	27.77	27.89	27.99	28.24	28.26	28.29	28.49	28.52	28.41	28.70	27.10	26.34	26.28	26.43	26.41	26.46	26.78	27.15	26.89	26.69	26.33	26.06	25.92	26.23	27.63	
16.00 น.	28.41	27.64	27.44	27.26	27.84	28.06	28.04	28.15	28.32	28.51	28.62	28.52	28.75	28.79	28.60	29.00	27.26	26.67	26.62	26.80	26.65	26.81	27.11	27.46	27.19	26.98	26.63	26.38	26.20	26.50	27.88	
17.00 น.	28.68	27.83	27.77	27.57	28.07	28.41	28.33	28.41	28.66	28.80	28.82	28.78	29.12	29.03	28.83	29.19	27.53	26.97	26.92	27.09	27.03	27.07	27.41	27.79	27.39	27.31	26.96	26.66	26.46	26.79	28.18	
18.00 น.	28.72	27.89	27.81	27.70	28.15	28.49	28.42	28.47	28.83	28.85	28.92	28.85	29.19	29.17	28.91	29.29	27.56	27.07	27.06	27.22	27.21	27.19	27.54	27.91	27.50	27.44	27.12	26.75	26.56	26.93	28.30	
19.00 น.	28.64	27.88	27.84	27.85	28.16	28.56	28.42	28.45	28.91	28.93	28.99	28.93	29.29	29.24	28.95	29.33	27.42	27.12	27.09	27.31	27.26	27.25	27.62	27.97	27.56	27.49	27.13	26.83	26.61	26.93	28.27	
20.00 น.	29.02	28.19	27.86	27.85	28.48	28.86	28.75	28.80	29.21	28.86	28.94	29.22	29.57	29.53	29.23	29.62	27.39	27.06	27.45	27.61	27.56	27.55	27.93	27.94	27.50	27.78	27.49	27.12	26.93	27.31	28.51	
21.00 น.	27.60	27.11	27.02	27.02	27.21	27.43	27.42	27.41	27.67	27.59	27.62	27.66	27.85	27.83	27.67	27.85	26.86	26.62	26.69	26.77	26.75	26.71	26.91	27.05	26.81	26.84	26.72	26.49	26.35	26.55	28.16	
22.00 น.	27.17	26.73	26.88	26.98	26.85	27.04	27.03	27.10	27.35	27.52	27.58	27.33	27.53	27.50	27.31	27.53	26.68	26.49	26.29	26.45	26.34	26.32	26.60	26.93	26.66	26.44	26.35	26.17	26.07	26.25	27.79	
23.00 น.	27.14	26.65	26.67	26.69	26.77	26.97	26.94	26.96	27.21	27.21	27.27	27.21	27.38	27.37	27.19	27.41	26.42	26.23	26.22	26.31	26.26	26.25	26.46	26.66	26.42	26.34	26.25	26.04	25.94	26.13	27.56	
24.00 น.	27.03	26.55	26.55	26.59	26.69	26.88	26.85	26.85	27.14	27.08	27.14	27.12	27.31	27.28	27.10	27.30	26.23	26.07	26.12	26.19	26.16	26.16	26.37	26.52	26.28	26.23	26.14	25.93	25.83	26.05	27.39	

น้อยกว่า 22 °C

Comfort Zone

มากกว่า 27°C

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 4.27 แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยในขอบเขตสภาวะนำสบายทางด้านอุณหภูมิแบบรายเดือน

เดือน	อุณหภูมิ °C		อุณหภูมิเฉลี่ย °C	ช่วงอุณหภูมิที่สบาย 22.00 °C ถึง 27.00 °C ○ = อยู่ในขอบเขต X = ไม่อยู่ในขอบเขต
	พื้นที่ปรับ อากาศ	พื้นที่ไม่ ปรับอากาศ		
มกราคม	27.49	29.76	28.63	X
กุมภาพันธ์	28.09	30.37	29.23	X
มีนาคม	28.68	31.36	30.02	X
เมษายน	28.82	31.80	30.31	X
พฤษภาคม	29.22	32.61	30.92	X
มิถุนายน	28.82	31.69	30.25	X
กรกฎาคม	28.61	31.59	30.10	X
สิงหาคม	28.50	31.45	29.98	X
กันยายน	28.35	30.91	29.63	X
ตุลาคม	28.11	30.62	29.37	X
พฤศจิกายน	27.99	30.41	29.20	X
ธันวาคม	26.20	26.69	26.45	○
อุณหภูมิภายในเฉลี่ยตลอดทั้งปี			29.51	X

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

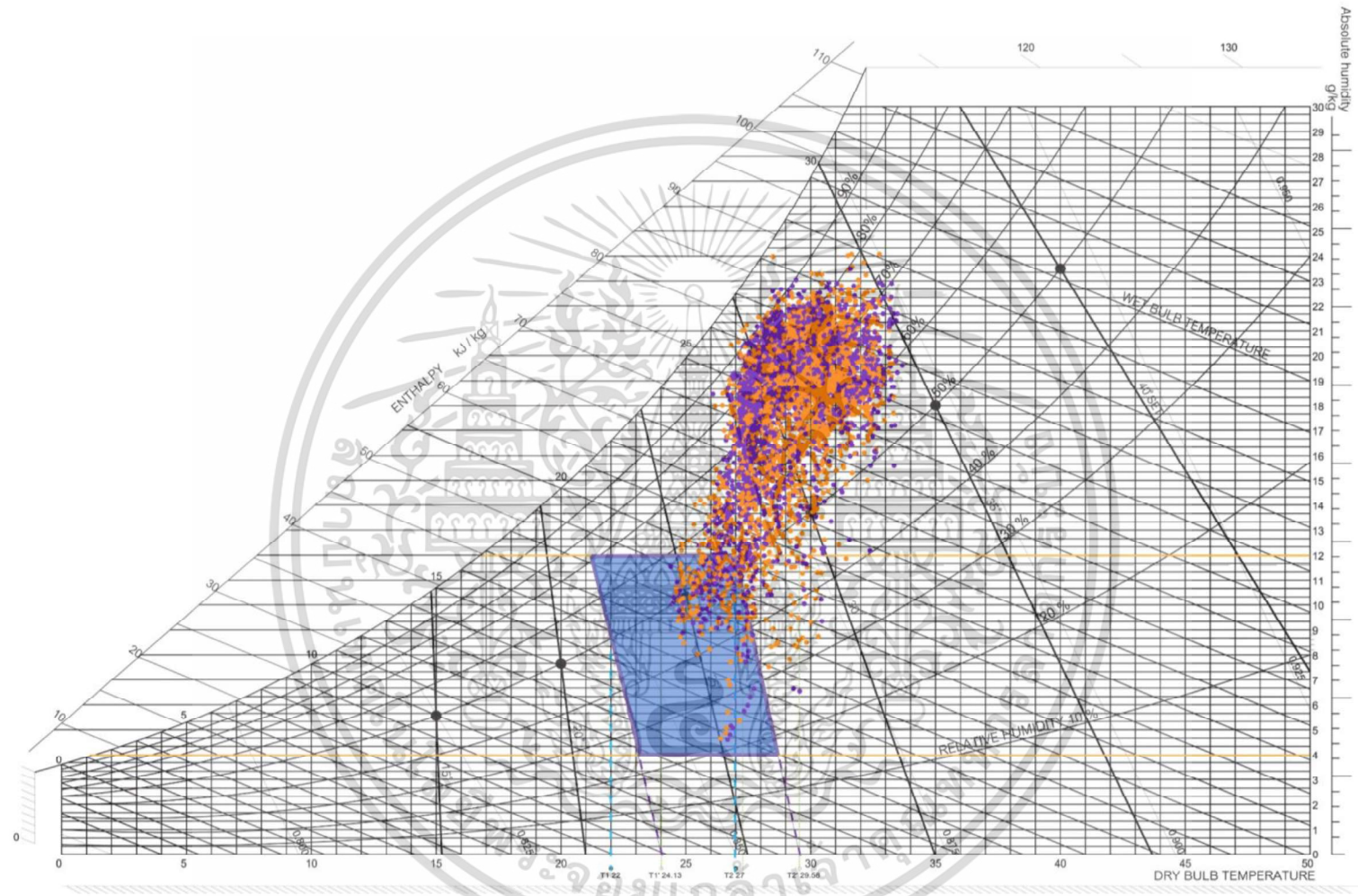
ตารางที่ 4.28 แสดงข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงในขอบเขตสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ
แบบรายเดือน

Month	Comfort Zone 22-27 °C (Hour)	Total (Hour)	% of comfort by month
Jan	36	744	4.84%
Feb	3	672	0.45%
Mar	0	744	0.00%
Apr	0	720	0.00%
May	0	744	0.00%
Jun	0	720	0.00%
Jul	0	744	0.00%
Aug	0	744	0.00%
Sep	0	720	0.00%
Oct	10	744	1.34%
Nov	16	720	2.22%
Dec	484	744	65.05%
Total	549	8760	6.27%

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

การประเมินผลสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของบ้านกรณีศึกษาตลอดทั้งปี จะเห็นว่า จาก 12 เดือนนั้น มีจำนวน 1 เดือนที่อยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบาย ได้แก่ เดือนธันวาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ย จำนวนชั่วโมงอุณหภูมิอยู่ที่ร้อยละ 65.05 ส่วนอีก 10 เดือนที่เหลือ ได้แก่ เดือนมกราคม ถึง เดือนพฤศจิกายนมีอุณหภูมิไม่อยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบาย ซึ่งเป็นช่วงเดือนที่เข้าสู่ฤดูร้อน เมื่อกลับไป ทบทวนมติฐานที่ตั้งไว้ว่าบ้านกรณีศึกษามีอุณหภูมิที่อยู่ขอบเขตสภาวะน่าสบายจึงช่วยให้บ้าน ประหยัดพลังงานนั้น ไม่เป็นจริงตามที่คาดการณ์ไว้ โดยผู้วิจัยได้นำผลการประเมินจากโปรแกรม DOE2.1E มาทำการพล็อตอุณหภูมิรายชั่วโมงตลอดทั้งปีจำนวน 8,784 ชั่วโมง ลงในแผนภูมิ Psychrometric chart เพื่อให้ดูเข้าใจง่ายมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.33 แสดงอุณหภูมิรายชั่วโมงตลอดทั้งปีใน Psychrometric chart

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาการประเมินผลสถานะน่าสบายของบ้านประหยัดพลังงานที่ผ่านการประเมินแล้ว นั้น ประกอบไปกับการศึกษาหลักๆ ได้แก่ การสำรวจ ประเมินผล และวิเคราะห์ผลของอาคารกรณีศึกษา จากการศึกษาในบทที่ผ่านมา สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

สถานะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของบ้านประหยัดพลังงานที่ผ่านการประเมินแล้ว จากผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งหลังของบ้านอยู่ที่ 29.51 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 6.27 จากจำนวนชั่วโมงตลอดทั้งปีที่อยู่ในขอบเขตสถานะน่าสบาย จึงสรุปได้ว่า อุณหภูมิภายในของบ้านนั้น ไม่อยู่ในขอบเขตสถานะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิในช่วง 22 – 27 องศาเซลเซียส จึงเป็นการยากที่จะควบคุมอุณหภูมิภายในบ้านให้อยู่ในขอบเขตสถานะน่าสบาย จึงทำให้บ้านประหยัดพลังงานยังคงต้องพึ่งพาระบบปรับอากาศในการปรับสถานะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิอยู่

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาเป็นเพียงการประเมินผลสถานะน่าสบายโดยมุ่งศึกษาทางด้านอุณหภูมิของบ้านกรณีศึกษาเท่านั้น โดยการยึดขอบเขตของ Olgay ที่อาจจะยังไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในบ้านเขตร้อนชื้นเท่าไรนัก ถ้าหากในภายภาคหน้าได้มีมาตรฐานขอบเขตสถานะน่าสบายสำหรับประเทศไทย อาจจะต้องมีการนำมาปรับการศึกษาอีกครั้ง เพื่อให้ได้คำตอบที่แม่นยำมากขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2559). **เกณฑ์การประเมินโครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงาน**. สืบค้น 14 มกราคม 2565. เข้าถึงได้จาก :

https://www.dede.go.th/download/files/h59_2.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2560). **แนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน**. สืบค้น 27 ธันวาคม 2564. เข้าถึงได้จาก

:<https://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/guidelinrBEC2017.pdf>

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2559). **ผลการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่น ปี2559**. สืบค้น 8 ธันวาคม2564. เข้าถึงได้จาก

:<https://www.dede.go.th/download/files/Part2.pdf>.

กัญญาณัฐ คงพรปรารณากุล. (2564). **การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของบ้านพักอาศัยพื้นฐาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทิพย์คณิง กุลลาวัลย์. (2553). **สาระสำคัญด้านสภาวะน่าสบายที่ส่งเสริมการใช้อาคารศูนย์กีฬาในกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นราธิป ทับทัน. (2547). **สภาวะน่าสบายของนักศึกษาในห้องฟังบรรยายแบบปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พรณินทร์ สุขเกษม. (2555). **แนวทางการออกแบบบ้านในชุมชนแออัดในเขตเมือง(บ้านมั่นคง)ให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภัทรนันท์ ทักชนนท์. (2547). **สภาวะน่าสบาย : พื้นฐานและแบบจำลองสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- รัตน์พันธ์ นันทวิจารย์. (2547). สภาวะน่าสบายของนักศึกษาในห้องฟังบรรยายแบบปรับอากาศและไม่ปรับอากาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วรรณช ฤกษ์เสริมสุข. (2547). การปรับปรุงตึกแถวพักอาศัย เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ แสงสว่างและการระบายอากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วุฒิกานต์ ปุระพรหม. (2562). การศึกษาอุณหภูมิจากการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบและปรับปรุงผนังประสิทธิภาพสูง สำหรับเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนาในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สมสิทธิ์ นิตยะ. (2545). การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สรญา ประวัติราษฎร์. (2543). อิทธิพลมวลสารผนังภายนอกที่มีต่อสภาวะน่าสบายและการปรับอากาศในการออกแบบอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2564). รายงานสถิติพลังงานของประเทศ. สืบค้น 20 ธันวาคม 2564. เข้าถึงได้จาก : <https://online.anyflip.com/qivjx/rqoo/mobile/index.html>.
- สุนทร บุญญาธิการ และธนิต จินดาวงศ์. (2536). การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย: รายงานผลการวิจัย. กรุงเทพฯ.
- อัญญา สังฆะกุล. (2553). อิทธิพลของมวลสารผนังภายนอก และทิศทางที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานและสภาวะน่าสบายของอาคารพักอาศัยในภูมิอากาศร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

อติคม วิมลวัตรเวที. (2547). แนวทางการปรับปรุงบ้านเอื้ออาทร เพื่อสภาวะน่าสบายและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

ASHRAE. (2001). **Handbook of Fundamentals 2001**. Georgia: American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineer.

Romero, R., Vazquez, E., Bojorquez, G., Valladares, R., Marincic, I., Gomez, C., Macedo, J., Poujol, F., Estrada, J. (2009). **THERMAL COMFORT AND OCCUPANT PERCEPTION IN DWELLING FOR THE LOW-INCOME SECTOR IN HOT CLIMATES OF MEICO**. Mexico, 2009.

Santamouris, M. and Asimakopoulou, D. (1996). **Passive cooling of Buildings**. London : James & James (Science Publishers).

Victor Olgyay. (1992). **Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism**. New York: Van Nostrand Reinhold Company.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูล Input data ของบ้านกรณีศึกษาที่กรอกผ่าน Notepad ก่อนนำข้อมูลไปประมวลผล
ต่อ ผ่านโปรแกรม DOE 2.1E

```

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

$ CONCRETE PRESTIGE ROOF
CON-RF          =MATERIAL
                THICKNESS = 0.089
                CONDUCTIVITY = 0.57
                DENSITY = 150
                SPECIFIC-HEAT= 0.19 ...

$ LAYERS OF ENVELOPE
BRICK-WALL = LAYERS      MATERIAL= (MORT, BR, MORT)
                INSIDE-FILM-RES = 0.68 ...
LWC-WALL   = LAYERS      MATERIAL= (MORT, BR, MORT)
                INSIDE-FILM-RES = 0.68 ...
CON-FL     = LAYERS      MATERIAL= (SLAB)
                INSIDE-FILM-RES = 0.92 ...

$ CONSTRUCTION OF ENVELOPE
$SET 1 (ROOF INSULATION 3 INCH, LIGHT WUGHT WALL, LOW-E GLASS)
$ WALL
TESTR-1      =CONSTRUCTION  LAYERS=BRICK-WALL
                ABSORPTANCE=0.3 ...
$ INTERIOR WALL
INT-TESTR-1  =CONSTRUCTION  LAYERS=LWC-WALL ...
$ GLASS 5 MM GREEN
GTSTR-1      =GLASS-TYPE    PANES= 1
                SHADING-COEF= 0.85
                GLASS-CONDUCTANCE= 1.04 ...
$ ROOF CONCRETE PRESTIGE TILE 27 MM
RTSTR-1      =CONSTRUCTION
                U-VALUE=0.72
                ABSORPTANCE=0.9 ...
$ ROOF CEILING FLOOR ONLY GYPSUM 9 MMM
CTESTR-1     =CONSTRUCTION
                U-VALUE=0.91 ...
$ ATTIC CEILING FIBERGLASS 3 INCH W GYPSUM 9MM
ATESTR-1     =CONSTRUCTION
                U-VALUE=0.09 ...
$ BETWEEN FLOOR CEILING CONCRETE SLAB 100 MM
INT-CTESTR-1 =CONSTRUCTION  LAYERS=CON-FL ...
$ UNDERGROUND FLOOR CONCRETE SLAB 100 MM
FTESTR-1     =CONSTRUCTION  LAYERS=CON-FL ...

$ OCCUPANCY SCHEDULE
OC-1         =DAY-SCHEDULE   (1,9)(1,0)(10,18)(0,2)(19,24)(1,0) ...
OC-2         =DAY-SCHEDULE   (1,10)(1,0)(11,18)(0,2)(19,24)(1,0) ...
OC-WEEK      =WEEK-SCHEDULE   (WD) OC-1 (WEH) OC-2 ...
OCCUPY-1     =SCHEDULE        THRU DEC 31 OC-WEEK ...

                DENSITY = 0.75
                SPECIFIC-HEAT= 0.23 ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FT.inp - Notepad

File Edit Format View Help

LIGHTING SCHEDULE

LT-1 =DAY-SCHEDULE (1,7)(0)(8,9)(0,3)(10,18)(0)
(19,21)(1,0)(22,24)(0)...

LT-2 =DAY-SCHEDULE (1,8)(0)(9,11)(0,2)(12,18)(0)
(19,22)(1,0)(23,24)(0)...

LT-WEEK =WEEK-SCHEDULE (WD) LT-1 (WEH) LT-2 ...
LIGHTS-AC =SCHEDULE THRU DEC 31 LT-WEEK ...

LT-3 =DAY-SCHEDULE (1,7)(0)(8,9)(0,7)(10,17)(0,15)
(18,20)(1,0)(21,24)(0)...

LT-4 =DAY-SCHEDULE (1,9)(0)(10,12)(0,7)(13,18)(0)
(19,21)(1,0)(22,24)(0,0)...

LT-WEEK1 =WEEK-SCHEDULE (WD) LT-3 (WEH) LT-4 ...
LIGHTS-NAC =SCHEDULE THRU DEC 31 LT-WEEK1 ...

EQUIPMENT SCHEDULE

EQ-1 =DAY-SCHEDULE (1,6)(0,2)(7,17)(0)(18,19)(0)
(20,21)(1,0)(22,24)(0,2)...

EQ-2 =DAY-SCHEDULE (1,8)(0,2)(9,20)(0)(21,22)(1,0)
(23,24)(0,2)...

EQ-WEEK =WEEK-SCHEDULE (WD) EQ-1 (WEH) EQ-2 ...
EQUIP-AC =SCHEDULE THRU DEC 31 EQ-WEEK ...

EQ-3 =DAY-SCHEDULE (1,7)(0)(8,9)(1)(10,17)(0,3)
(18,20)(0,6)(21,24)(0)...

EQ-4 =DAY-SCHEDULE (1,9)(0)(10,11)(1)(12,18)(0)
(19,21)(0,6)(22,24)(0)...

EQ-WEEK1 =WEEK-SCHEDULE (WD) EQ-3 (WEH) EQ-4 ...
EQUIP-NAC =SCHEDULE THRU DEC 31 EQ-WEEK ...

INFILTRATION SCHEDULE

NOVENT-T =SCHEDULE THRU DEC 31 (ALL) (1,24)(0,5) ...

SET DEFAULT VALUES

SET-DEFAULT FOR SPACE FLOOR-WEIGHT=0 ...

GENERAL SPACE DEFINITION

AIR-ZONE1 =SPACE-CONDITIONS
TEMPERATURE =(78)
PEOPLE-SCHEDULE =OCCUPY-1
PEOPLE-HEAT-GAIN =400
LIGHTING-SCHEDULE =LIGHTS-AC
LIGHTING-TYPE =REC-FLUOR-NV
§ LIGHT-TO-SPACE =1.0
LIGHTING-W/SQFT =0.114
EQUIP-SCHEDULE =EQUIP-AC
EQUIPMENT-W/SQFT =0.285
INF-METHOD =AIR-CHANGE
INF-SCHEDULE =NOVENT-T
AIR-CHANGES/HR =0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

AIR-ZONE2                =SPACE-CONDITIONS
TEMPERATURE              =(78)
PEOPLE-SCHEDULE          =OCCUPY-1
PEOPLE-HEAT-GAIN        =400
LIGHTING-SCHEDULE        =LIGHTS-AC
LIGHTING-TYPE            =REC-FLUOR-NV
$ LIGHT-TO-SPACE         =1.0
LIGHTING-W/SQFT          =0.075
EQUIP-SCHEDULE           =EQUIP-AC
EQUIPMENT-W/SQFT        =0.982
INF-METHOD              =AIR-CHANGE
INF-SCHEDULE             =NOVENT-T
AIR-CHANGES/HR         =0.5

SPECIFIC SPACE DETAILS
L11=SPACE                ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
                        VOLUME=22669.19 AREA=2073.02
                        INF-METHOD = AIR-CHANGE
                        INF-SCHEDULE = NOVENT-T
                        AIR-CHANGES/HR = 0.5
                        LIGHTING-SCHEDULE =LIGHTS-NAC
                        LIGHTING-TYPE =REC-FLUOR-NV
                        LIGHTING-W/SQFT =0.12
                        EQUIP-SCHEDULE =EQUIP-NAC
                        EQUIPMENT-W/SQFT =4.65
                        FLOOR-WEIGHT= 109 ...

FL11-S-1 =EXTERIOR-WALL AZIMUTH=180
                        X=6.6 Y=6.6
                        HEIGHT=11.22 WIDTH=26.4
                        CONSTRUCTION=TESTR-1
                        GND-REFLECTANCE=0.24
                        INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN1 = WINDOW           HEIGHT=6.435 WIDTH=9.9
                        X=12.87 Y=0.33
                        GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL11-E-1 =EXTERIOR-WALL AZIMUTH=90
                        X=33 Y=6.6
                        HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2
                        CONSTRUCTION=TESTR-1
                        GND-REFLECTANCE=0.24
                        INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN2 = WINDOW           HEIGHT=6.435 WIDTH=6.6
                        X=3.3 Y=0.33
                        GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL11-N-1 =EXTERIOR-WALL AZIMUTH=0
                        X=33 Y=19.80
                        HEIGHT=11.22 WIDTH=39.6
                        CONSTRUCTION=TESTR-1
                        GND-REFLECTANCE=0.24
                        INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN3 = WINDOW           HEIGHT=6.435 WIDTH=16.5
                        X=11.55 Y=0.33
                        GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL11-E-2 =EXTERIOR-WALL AZIMUTH=90
                        X=-6.6 Y=19.8
                        HEIGHT=11.22 WIDTH=23.76
                        CONSTRUCTION=TESTR-1
                        GND-REFLECTANCE=0.24
                        INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN4 = WINDOW           HEIGHT=6.6 WIDTH=6.93
                        X=8.085 Y=0
                        GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

FL11-S-2 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=180
                              X=-6.6 Y=43.56
                              HEIGHT=11.22 WIDTH=32.835
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

      WIN5 = WINDOW           HEIGHT=6.435 WIDTH=16.5
                              X=8.167 Y=0.33
                              GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL11-E-3 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=90
                              X=26.235 Y=43.56
                              HEIGHT=11.22 WIDTH=7.92
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FL11-S-3 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=180
                              X=26.235 Y=51.48
                              HEIGHT=11.22 WIDTH=6.765
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FL11-W-1 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=270
                              X=33 Y=51.48
                              HEIGHT=11.22 WIDTH=7.92
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FL11-N-2 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=0
                              X=33 Y=56.76
                              HEIGHT=11.22 WIDTH=52.8
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

      WIN6 = WINDOW           HEIGHT=6.435 WIDTH=6.6
                              X=42.9 Y=0.33
                              GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL11-W-2 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=270
                              X=-19.8 Y=56.76
                              HEIGHT=11.22 WIDTH=63.36
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

      WIN7 = WINDOW           HEIGHT=6.435 WIDTH=9.9
                              X=4.29 Y=0.33
                              GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

      WIN8 = WINDOW           HEIGHT=6.435 WIDTH=9.9
                              X=36.795 Y=0.33
                              GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

      WIN9 = WINDOW           HEIGHT=2.97 WIDTH=6.105
                              X=55.11 Y=3.63
                              GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL11-S-4 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=180
                              X=-19.8 Y=-6.6
                              HEIGHT=11.22 WIDTH=26.4
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FT.inp - Notepad

File Edit Format View Help

```

                WIN10 = WINDOW                HEIGHT=6.6 WIDTH=8.91
                                                X=8.745 Y=0
                                                GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL11-E-4 =EXTERIOR-WALL                    AZIMUTH=90
                                                X=6.6 Y=-6.6
                                                HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2
                                                CONSTRUCTION=TESTR-1
                                                GND-REFLECTANCE=0.24
                                                INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FLOOR-FL11=UNDERGROUND-FLOOR              AREA=2073.02 TILT=180
                                                CONSTRUCTION=FTESTR-1 ...

FL21=SPACE                                  SPACE-CONDITIONS=AIR-ZONE1
                                                VOLUME=1808.11 AREA=172.22
                                                FLOOR-WEIGHT= 40
                                                NUMBER-OF-PEOPLE=2 ...

FL21-S-1 =EXTERIOR-WALL                    AZIMUTH=180
                                                X=6.6 Y=6.6 Z=11.22
                                                HEIGHT=10.56 WIDTH=13.2
                                                CONSTRUCTION=TESTR-1
                                                GND-REFLECTANCE=0.24
                                                INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FL21-E-1 =EXTERIOR-WALL                    AZIMUTH=90
                                                X=19.8 Y=6.6 Z=11.22
                                                HEIGHT=10.56 WIDTH=13.20
                                                CONSTRUCTION=TESTR-1
                                                GND-REFLECTANCE=0.24
                                                INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FL21-N-1 =EXTERIOR-WALL                    AZIMUTH=0
                                                X=19.8 Y=19.8 Z=11.22
                                                HEIGHT=10.56 WIDTH=13.2
                                                CONSTRUCTION=TESTR-1
                                                GND-REFLECTANCE=0.24
                                                INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

                WIN11 = WINDOW                HEIGHT=6.435 WIDTH=6.6
                                                X=3.3 Y=0.33
                                                GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

INT-Z21-22=INTERIOR-WALL                   AREA=140.544
                                                INT-WALL-TYPE=STANDARD
                                                NEXT-TO = FL22
                                                CONSTRUCTION=INT-TESTR-1
                                                INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

INT-Z21-A=INTERIOR-WALL                   AREA=175.68
                                                INT-WALL-TYPE=STANDARD
                                                NEXT-TO = A3
                                                CONSTRUCTION= ATESTR-1
                                                INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FLOOR-FL21=UNDERGROUND-FLOOR              AREA=175.68 TILT=180
                                                CONSTRUCTION=FTESTR-1 ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FT.inp - Notepad

File Edit Format View Help

```

FL22=SPACE
ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
VOLUME=12534 AREA=1194.624
INF-METHOD = AIR-CHANGE
INF-SCHEDULE = NOVENT-T
AIR-CHANGES/HR = 0.5
LIGHTING-SCHEDULE =LIGHTS-NAC
LIGHTING-TYPE =REC-FLUOR-NV
LIGHTING-W/SQFT =0.12
EQUIP-SCHEDULE =EQUIP-NAC
EQUIPMENT-W/SQFT =0
FLOOR-WEIGHT= 41.65 ...

FL22-N-1 =EXTERIOR-WALL
AZIMUTH=0
X=6.6 Y=19.8 Z=11.22
HEIGHT=10.56 WIDTH=13.2
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN12 = WINDOW
HEIGHT=6.435 WIDTH=6.6
X=3.3 Y=0.33
GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL22-E-1 =EXTERIOR-WALL
AZIMUTH=90
X=-6.6 Y=19.8 Z=11.22
HEIGHT=10.56 WIDTH=23.76
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN13 = WINDOW
HEIGHT=5.94 WIDTH=6.6
X=8.25 Y=2.97
GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL22-S-1 =EXTERIOR-WALL
AZIMUTH=180
X=-6.6 Y=43.56 Z=11.22
HEIGHT=10.56 WIDTH=26.4
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN14 = WINDOW
HEIGHT=6.435 WIDTH=13.2
X=6.6 Y=0.33
GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL22-N-2 =EXTERIOR-WALL
AZIMUTH=0
X=19.8 Y=56.76 Z=11.22
HEIGHT=10.56 WIDTH=39.6
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FL22-W-1 =EXTERIOR-WALL
AZIMUTH=270
X=-19.8 Y=56.76 Z=11.22
HEIGHT=10.56 WIDTH=50.16
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN15 = WINDOW
HEIGHT=6.435 WIDTH=9.9
X=4.29 Y=0.33
GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

WIN16 = WINDOW
HEIGHT=6.435 WIDTH=9.9
X=36.96 Y=0.33
GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

FL22-S-2 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=180
                              X=-19.8 Y=6.6 Z=11.22
                              HEIGHT=10.56 WIDTH=26.4
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

INT-Z22-23=INTERIOR-WALL    AREA=140.54
                              INT-WALL-TYPE=STANDARD
                              NEXT-TO = FL23
                              CONSTRUCTION=INT-TESTR-1
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

INT-Z22-A=INTERIOR-WALL     AREA=1985.2
                              INT-WALL-TYPE=STANDARD
                              NEXT-TO = FL11
                              CONSTRUCTION=INT-CTESTR-1
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FLOOR-FL22=UNDERGROUND-FLOOR  AREA=1985.2 TILT=180
                              CONSTRUCTION=FTESTR-1 ...

FL23=SPACE                   SPACE-CONDITIONS=AIR-ZONE2
                              VOLUME=2810.9 AREA=267.91
                              FLOOR-WEIGHT= 41.24
                              NUMBER-OF-PEOPLE=2 ...

FL23-S-1 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=180
                              X=19.8 Y=43.56 Z=11.22
                              HEIGHT=10.56 WIDTH=20.13
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN17 = WINDOW               HEIGHT=6.435 WIDTH=9.9
                              X=5.115 Y=0.33
                              GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL23-E-1 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=90
                              X=39.93 Y=43.56 Z=11.22
                              HEIGHT=10.56 WIDTH=13.2
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN19 = WINDOW               HEIGHT=6.6 WIDTH=3.3
                              X=4.95 Y=0
                              GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

FL23-N-1 =EXTERIOR-WALL      AZIMUTH=0
                              X=39.93 Y=56.76 Z=11.22
                              HEIGHT=10.56 WIDTH=20.13
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

WIN20 = WINDOW               HEIGHT=6.435 WIDTH=3.3
                              X=1.65 Y=0.33
                              GLASS-TYPE= GTESTR-1 ...

INT-Z23-A=INTERIOR-WALL     AREA=1985.2
                              INT-WALL-TYPE=STANDARD
                              NEXT-TO = A4
                              CONSTRUCTION=ATESTR-1
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FLOOR-FL23=UNDERGROUND-FLOOR  AREA=1985.2 TILT=180
                              CONSTRUCTION=FTESTR-1 ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

```

FL31=SPACE                                SPACE-CONDITIONS=AIR-ZONE1
                                           VOLUME=1958.4 AREA=175.68
                                           FLOOR-WEIGHT= 72
                                           NUMBER-OF-PEOPLE=0

FL31-S-1 =EXTERIOR-WALL                   AZIMUTH=180
                                           X=19.8 Y=43.56 Z=21.78
                                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2
                                           CONSTRUCTION=TESTR-1
                                           GND-REFLECTANCE=0.24
                                           INSIDE-SURF-TEMP = NO

FL31-E-1 =EXTERIOR-WALL                   AZIMUTH=90
                                           X=33 Y=43.56 Z=21.78
                                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2
                                           CONSTRUCTION=TESTR-1
                                           GND-REFLECTANCE=0.24
                                           INSIDE-SURF-TEMP = NO

FL31-N-1 =EXTERIOR-WALL                   AZIMUTH=0
                                           X=33 Y=56.76 Z=21.78
                                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2
                                           CONSTRUCTION=TESTR-1
                                           GND-REFLECTANCE=0.24
                                           INSIDE-SURF-TEMP = NO

INT-Z31-32=INTERIOR-WALL                  AREA=149.33
                                           INT-WALL-TYPE=STANDARD
                                           NEXT-TO = FL32
                                           CONSTRUCTION=INT-TESTR-1
                                           INSIDE-SURF-TEMP = NO

INT-Z31-A=INTERIOR-WALL                   AREA=175.68
                                           INT-WALL-TYPE=STANDARD
                                           NEXT-TO = A7
                                           CONSTRUCTION=ATESTR-1
                                           INSIDE-SURF-TEMP = NO

FL32=SPACE                                ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
                                           VOLUME=1958.4 AREA=175.68
                                           INF-METHOD = AIR-CHANGE
                                           INF-SCHEDULE = NOVENT-T
                                           AIR-CHANGES/HR = 0.5
                                           LIGHTING-SCHEDULE =LIGHTS-NAC
                                           LIGHTING-TYPE =REC-FLUOR-NV
                                           LIGHTING-W/SOFT =0.014
                                           EQUIP-SCHEDULE =EQUIP-NAC
                                           EQUIPMENT-W/SOFT =0
                                           FLOOR-WEIGHT= 40.32

FL32-N-1 =EXTERIOR-WALL                   AZIMUTH=0
                                           X=19.8 Y=56.72 Z=21.78
                                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2
                                           CONSTRUCTION=TESTR-1
                                           GND-REFLECTANCE=0.24
                                           INSIDE-SURF-TEMP = NO

FL32-W-1 =EXTERIOR-WALL                   AZIMUTH=270
                                           X=6.6 Y=56.76 Z=21.78
                                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2
                                           CONSTRUCTION=TESTR-1
                                           GND-REFLECTANCE=0.24
                                           INSIDE-SURF-TEMP = NO

FL32-S-1 =EXTERIOR-WALL                   AZIMUTH=180
                                           X=6.6 Y=43.56 Z=21.78
                                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2
                                           CONSTRUCTION=TESTR-1
                                           GND-REFLECTANCE=0.24
                                           INSIDE-SURF-TEMP = NO

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

INT-Z32-A=INTERIOR-WALL      AREA=175.68
                              INT-WALL-TYPE=STANDARD
                              NEXT-TO = A6
                              CONSTRUCTION=ATESTR-1
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

FLOOR-FL32=UNDERGROUND-FLOOR  AREA=175.68 TILT=180
                              CONSTRUCTION=FTISTR-1 ...

A1=SPACE                      ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
                              VOLUME= 271.85 AREA=198.92
                              INF-METHOD = AIR-CHANGE
                              INF-SCHEDULE = NOVENT-T
                              AIR-CHANGES/HR = 0
                              FLOOR-WEIGHT= 14.5 ...

E1-ATT=ROOF                   TRIANG-1 = POLYGON
                              (0.0) (13.2,0) (6.6,7.621) ...
                              AZIMUTH=90 TILT=30
                              POLYGON =TRIANG-1
                              X=33 Y=6.6 Z=11.22
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              SSHADING-DIVISION = 40
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

N1-ATT=ROOF                   TRIANG-2 = POLYGON
                              (0.0) (13.2,0) (13.2,7.621) (6.6,7.621) ...
                              AZIMUTH=0 TILT=30
                              POLYGON =TRIANG-2
                              X=33 Y=19.8 Z=11.22
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              SSHADING-DIVISION = 40
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

S1-ATT=ROOF                   TRIANG-3 = POLYGON
                              (0.0) (13.2,0) (6.6,7.621) (0,7.621) ...
                              AZIMUTH=180 TILT=30
                              POLYGON =TRIANG-3
                              X=19.8 Y=6.6 Z=11.22
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              SSHADING-DIVISION = 40
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

A2=SPACE                      ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
                              VOLUME= 326.31 AREA=233.90
                              INF-METHOD = AIR-CHANGE
                              INF-SCHEDULE = NOVENT-T
                              AIR-CHANGES/HR = 0
                              FLOOR-WEIGHT= 17 ...

S2-ATT=ROOF                   TRIANG-4 = POLYGON
                              (0.0) (26.4,0) (13.2,7.621) ...
                              AZIMUTH=180 TILT=30
                              POLYGON =TRIANG-4
                              X=-19.8 Y=-6.6 Z=11.22
                              CONSTRUCTION=TESTR-1
                              GND-REFLECTANCE=0.24
                              SSHADING-DIVISION = 40
                              INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FT.inp - Notepad

File Edit Format View Help

```

E2-ATT=ROOF
    TRIANG-5 = POLYGON
    (0.0) (13.2,0) (13.2,13.739)
    (6.6,13.739)
    AZIMUTH=90 TILT=16.1
    POLYGON =TRIANG-5
    X=6.6 Y=-6.6 Z=11.22
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

W1-ATT=ROOF
    TRIANG-6 = POLYGON
    (0.0) (13.2,0) (6.6,13.739)
    (0.13,739)
    AZIMUTH=270 TILT=16.1
    POLYGON =TRIANG-6
    X=-19.8 Y=6.6 Z=11.22
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

A3=SPACE
    ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
    VOLUME= 271.85 AREA=198.92
    INF-METHOD = AIR-CHANGE
    INF-SCHEDULE = NOVENT-T
    AIR-CHANGES/HR = 0
    FLOOR-WEIGHT= 14.5 ...

E3-ATT=ROOF
    TRIANG-7 = POLYGON
    (0.0) (13.2,0) (6.6,7.621)
    AZIMUTH=90 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-7
    X=19.8 Y=6.6 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

N2-ATT=ROOF
    TRIANG-8 = POLYGON
    (0.0) (13.2,0) (13.2,7.621)
    (6.6,7.621)
    AZIMUTH=0 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-8
    X=19.8 Y=19.8 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

S3-ATT=ROOF
    TRIANG-9 = POLYGON
    (0.0) (13.2,0) (6.6,7.621)
    (0.7,621)
    AZIMUTH=180 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-9
    X=6.6 Y=6.6 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

A4=SPACE
    ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
    VOLUME= 837.66 AREA=437.45
    INF-METHOD = AIR-CHANGE
    INF-SCHEDULE = NOVENT-T
    AIR-CHANGES/HR = 0
    FLOOR-WEIGHT= 22 ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FT.inp - Notepad

File Edit Format View Help

```

S4-ATT=ROOF
    TRIANG-10 = POLYGON
    (0.0) (26.4,0) (26.4,7.621)
    (6.6,7.621)
    AZIMUTH=180 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-10
    X=-19.8 Y=6.6 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

N3-ATT=ROOF
    TRIANG-11 = POLYGON
    (0.0) (13.2,0) (19.8,7.621)
    (0.7,621)
    AZIMUTH=0 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-11
    X=6.6 Y=19.8 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

E4-ATT=ROOF
    TRIANG-12 = POLYGON
    (0.0) (5.28,0) (5.28,7.621)
    (-6.6,7.621)
    AZIMUTH=90 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-12
    X=-6.6 Y=19.8 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

W2-ATT=ROOF
    TRIANG-13 = POLYGON
    (0.0) (18.84,0) (11.88,7.621)
    (0.7,621)
    AZIMUTH=270 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-13
    X=-19.8 Y=25.08 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

.5=SPACE
    ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
    VOLUME= 837.66 AREA=437.45
    INF-METHOD = AIR-CHANGE
    INF-SCHEDULE = NOVENT-T
    AIR-CHANGES/HR = 0
    FLOOR-WEIGHT= 22 ...

E5-ATT=ROOF
    TRIANG-15 = POLYGON
    (0.0) (5.28,0) (11.88,7.621)
    (0.7,621)
    AZIMUTH=90 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-15
    X=-6.6 Y=38.28 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    SSHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

S6-ATT=ROOF
    TRIANG-16 = POLYGON
    (0.0) (13.2.0) (13.2.7.621)
    (-6.6.7.621) ...
    AZIMUTH=180 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-16
    X=-6.6 Y=43.56 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    $SHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

N4-ATT=ROOF
    TRIANG-17 = POLYGON
    (0.0) (26.4.0) (19.0.7.621)
    (0.7.621) ...
    AZIMUTH=0 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-17
    X=6.6 Y=56.76 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    $SHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

W3-ATT=ROOF
    TRIANG-18 = POLYGON
    (0.0) (18.48.0) (18.48.7.621)
    (6.6.7.621) ...
    AZIMUTH=270 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-18
    X=-19.8 Y=56.76 Z=21.78
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    $SHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

A6=SPACE
    ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
    VOLUME= 271.85 AREA=198.92
    INF-METHOD = AIR-CHANGE
    INF-SCHEDULE = NOVENT-T
    AIR-CHANGES/HR = 0
    FLOOR-WEIGHT= 14.5 ...

S7-ATT=ROOF
    TRIANG-19 = POLYGON
    (0.0) (13.2.0) (13.2.7.621)
    (6.6.7.621) ...
    AZIMUTH=180 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-19
    X=6.6 Y=43.56 Z=33
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    $SHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

N5-ATT=ROOF
    TRIANG-20 = POLYGON
    (0.0) (13.2.0) (6.6.7.621)
    (0.7.621) ...
    AZIMUTH=0 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-20
    X=19.8 Y=56.72 Z=33
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    $SHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

W4-ATT=ROOF
    TRIANG-21 = POLYGON
    (0.0) (13.2.0) (6.6.7.621) ...
    AZIMUTH=270 TILT=30
    POLYGON =TRIANG-21
    X=6.6 Y=56.76 Z=33
    CONSTRUCTION=TESTR-1
    GND-REFLECTANCE=0.24
    $SHADING-DIVISION = 40
    INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

```

.7=SPACE
ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
VOLUME= 271.85 AREA=198.92
INF-METHOD = AIR-CHANGE
INF-SCHEDULE = NOVENT-T
AIR-CHANGES/HR = 0
FLOOR-WEIGHT= 14.5 ...

TRIANG-22 = POLYGON
(0.0) (13.2,0) (6.6,7.621)
(0,7.621) ...
AZIMUTH=180 TILT=30
POLYGON =TRIANG-22
X=19.8 Y=43.56 Z=33
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
SSHADING-DIVISION = 40
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

S8--ATT=ROOF

TRIANG-23 = POLYGON
(0.0) (13.2,0) (6.6,7.621) ...
AZIMUTH=90 TILT=30
POLYGON =TRIANG-23
X=33 Y=43.56 Z=33
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
SSHADING-DIVISION = 40
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

E6--ATT=ROOF

TRIANG-24 = POLYGON
(0.0) (13.2,0) (13.2,7.621)
(6.6,7.621) ...
AZIMUTH=0 TILT=30
POLYGON =TRIANG-24
X=33 Y=56.76 Z=33
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
SSHADING-DIVISION = 40
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

N6--ATT=ROOF

.8=SPACE
ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
VOLUME= 271.85 AREA=198.92
INF-METHOD = AIR-CHANGE
INF-SCHEDULE = NOVENT-T
AIR-CHANGES/HR = 0
FLOOR-WEIGHT= 14.5 ...

TRIANG-25 = POLYGON
(0.0) (13.2,0) (6.6,7.621) ...
AZIMUTH=90 TILT=30
POLYGON =TRIANG-25
X=46.2 Y=43.56 Z=21.78
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
SSHADING-DIVISION = 40
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

E7--ATT=ROOF

TRIANG-26 = POLYGON
(0.0) (13.2,0) (13.2,7.621)
(6.6,7.621) ...
AZIMUTH=0 TILT=30
POLYGON =TRIANG-26
X=46.2 Y=56.76 Z=21.78
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
SSHADING-DIVISION = 40
INSIDE-SURF-TEMP = NO ...

N7--ATT=ROOF

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

S9-ATT=ROOF
TRIANG-27 = POLYGON
(0,0) (13.2,0) (6.6,7.621)
(0,7.621)
AZIMUTH=180 TILT=30
POLYGON =TRIANG-27
X=33 Y=43.56 Z=21.78
CONSTRUCTION=TESTR-1
GND-REFLECTANCE=0.24
$SHADING-DIVISION = 40
INSIDE-SURF-TEMP = NO

$BUILDING SHADE ELEMENTS
$ BUILDING SHADE 1 M

SHS-1=BUILDING-SHADE
X=19.8 Y=2.31 Z=8.742
HEIGHT=4.953 WIDTH=13.2 TILT=30
AZIMUTH=180

SHE-1=BUILDING-SHADE
X=37.29 Y=6.6 Z=8.742
HEIGHT=4.953 WIDTH=13.2 TILT=30
AZIMUTH=90

SHN-1=BUILDING-SHADE
X=33 Y=24.09 Z=8.742
HEIGHT=4.953 WIDTH=39.6 TILT=30
AZIMUTH=0

SHE-2=BUILDING-SHADE
X=10.89 Y=-6.6 Z=8.742
HEIGHT=4.953 WIDTH=13.2 TILT=30
AZIMUTH=90

SHS-2=BUILDING-SHADE
X=-19.8 Y=-10.89 Z=8.742
HEIGHT=4.953 WIDTH=26.4 TILT=30
AZIMUTH=180

SHW-1=BUILDING-SHADE
X=-24.09 Y=6.6 Z=8.742
HEIGHT=4.953 WIDTH=13.2 TILT=30
AZIMUTH=270

SHE-3=BUILDING-SHADE
X=24.09 Y=6.6 Z=19.302
HEIGHT=4.953 WIDTH=13.2 TILT=30
AZIMUTH=90

SHS-3=BUILDING-SHADE
X=-19.8 Y=2.31 Z=19.302
HEIGHT=4.953 WIDTH=39.6 TILT=30
AZIMUTH=180

SHW-2=BUILDING-SHADE
X=-24.09 Y=56.76 Z=19.302
HEIGHT=4.953 WIDTH=50.16 TILT=30
AZIMUTH=270

SHN-2=BUILDING-SHADE
X=19.8 Y=24.09 Z=19.302
HEIGHT=4.953 WIDTH=26.4 TILT=30
AZIMUTH=0

SHS-4=BUILDING-SHADE
X=-6.6 Y=39.27 Z=19.302
HEIGHT=4.953 WIDTH=52.8 TILT=30
AZIMUTH=180

SHE-4=BUILDING-SHADE
X=50.49 Y=43.56 Z=19.302
HEIGHT=4.953 WIDTH=13.2 TILT=30
AZIMUTH=90

SHN-3=BUILDING-SHADE
X=46.2 Y=61.05 Z=19.302
HEIGHT=4.953 WIDTH=66 TILT=30
AZIMUTH=0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FT.inp - Notepad

File Edit Format View Help

```

SHS-5=BUILDING-SHADE      X=6.6 Y=39.27 Z=30.522
                           HEIGHT=4.953 WIDTH=26.4 TILT=30
                           AZIMUTH=180
SHE-5=BUILDING-SHADE      X=37.29 Y=43.56 Z=30.522
                           HEIGHT=4.953 WIDTH=13.2 TILT=30
                           AZIMUTH=90
SHW-4=BUILDING-SHADE      X=2.31 Y=56.76 Z=30.522
                           HEIGHT=4.953 WIDTH=13.2 TILT=30
                           AZIMUTH=270
SHS-6=BUILDING-SHADE      X=33 Y=43.56
                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2 TILT=90
                           AZIMUTH=180
SHE-6=BUILDING-SHADE      X=46.2 Y=43.56
                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2 TILT=90
                           AZIMUTH=90
SHN-4=BUILDING-SHADE      X=46.2 Y=56.76
                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2 TILT=90
                           AZIMUTH=0
SHE-7=BUILDING-SHADE      X=39.93 Y=43.56 Z=11.22
                           HEIGHT=6.27 WIDTH=13.2 TILT=180
                           AZIMUTH=90
SHS-7=BUILDING-SHADE      X=-19.8 Y=25.08 Z=21.78
                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2 TILT=90
                           AZIMUTH=180
SHE-8=BUILDING-SHADE      X=-6.6 Y=25.08 Z=21.78
                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2 TILT=90
                           AZIMUTH=90
SHN-5=BUILDING-SHADE      X=-6.6 Y=38.28 Z=21.78
                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2 TILT=90
                           AZIMUTH=0
SHW-6=BUILDING-SHADE      X=-19.8 Y=38.28 Z=21.78
                           HEIGHT=11.22 WIDTH=13.2 TILT=90
                           AZIMUTH=270
SHN-6=BUILDING-SHADE      X=-6.6 Y=25.08 Z=33
                           HEIGHT=13.2 WIDTH=13.2 TILT=180
                           AZIMUTH=0
SHN-7=BUILDING-SHADE      X=33 Y=61.05 Z=30.522
                           HEIGHT=4.95 WIDTH=26.4 TILT=30
                           AZIMUTH=0

```

END
 COMPUTE LOADS

INPUT SYSTEMS

SYSTEMS-REPORT

SUMMARY=(SS-A,SS-B,SS-C,SS-E,SS-H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

$ SCHEDULES

HEAT-1      =SCHEDULE      THRU DEC 31 (ALL) (1,24) (45)...

COOL-1      =SCHEDULE      THRU DEC 31 (ALL) (1,7)(78)(8,20)(99)
              (21,24)(78)...

FANS-1      =SCHEDULE      THRU DEC 31 (ALL) (1,7)(1)(8,20)(0)(21,24)(1)...

COOLS-1     =SCHEDULE      THRU DEC 31 (ALL) (1,7)(1)(8,20)(0)(21,24)(1)...

HEATS-1     =SCHEDULE      THRU DEC 31 (ALL) (1,24)(0)...

NOVENT-1    =SCHEDULE      THRU DEC 31 (ALL) (1,24)(0)...

$ ZONE DATA

FL21=ZONE   DESIGN-HEAT-T=45
              DESIGN-COOL-T=78
              ZONE-TYPE=CONDITIONED
              HEAT-TEMP-SCH=HEAT-1
              COOL-TEMP-SCH=COOL-1
              THERMOSTAT-TYPE=TWO-POSITION

FL23=ZONE   DESIGN-HEAT-T=45
              DESIGN-COOL-T=78
              ZONE-TYPE=CONDITIONED
              HEAT-TEMP-SCH=HEAT-1
              COOL-TEMP-SCH=COOL-1
              THERMOSTAT-TYPE=TWO-POSITION

FL31=ZONE   DESIGN-HEAT-T=45
              DESIGN-COOL-T=78
              ZONE-TYPE=CONDITIONED
              HEAT-TEMP-SCH=HEAT-1
              COOL-TEMP-SCH=COOL-1
              THERMOSTAT-TYPE=TWO-POSITION

FL11      =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
FL22      =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
FL32      =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
A1        =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
A2        =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
A3        =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
A4        =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
A5        =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
A6        =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
A7        =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...
A8        =ZONE      ZONE-TYPE = UNCONDITIONED ...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FT.inp - Notepad
File Edit Format View Help

$ SYSTEM CONTROL
  SYSC-1 =SYSTEM-CONTROL
      MAX-SUPPLY-T=110
      MIN-SUPPLY-T=55
      COOLING-SCHEDULE=COOLS-1
      HEATING-SCHEDULE=HEATS-1

$ SYSTEM FANS
  $ SYSF-1 = SYSTEM-FANS
      $ FAN-CONTROL =CONSTANT-VOLUME
      $ FAN-SCHEDULE=FANS-1

$ SYSTEM-EQUIPMENT
  SYSE-1 =SYSTEM-EQUIPMENT
      HEATING-CAPACITY = 0
      COOLING-CAPACITY = 50000
      COOLING-EIR=0.298

$ AIR CONDITIONER
SYS-1      =SYSTEM
  ZONE-NAMES = (FL21,FL23,FL31,FL11,
               FL22,FL32,A1,A2,A3,
               A4,A5,A6,A7,A8)
  SYSTEM-EQUIPMENT = SYSE-1
  SYSTEM-CONTROL = SYSC-1
  FAN-SCHEDULE=FANS-1
  FAN-CONTROL = CYCLING
  SUPPLY-CFM = 4000
  HEAT-SOURCE=HEAT-PUMP
  SYSTEM-FANS = SYSF-1
  NATURAL-VENT-AC=0.0
  NATURAL-VENT-SCH=NOVENT-1

PLANT-1   =PLANT-ASSIGNMENT  SYSTEM-NAMES=(SYS-1)

$ SYSTEM HOURLY REPORT
HR-SCH-1  =SCHEDULE THRU DEC 31 (ALL) (1,24) (1)
$ HR-SCH-2 =SCHEDULE THRU JAN 16 (ALL) (1,24) (0)
$          THRU JAN 22 (ALL) (1,24) (1)
$          THRU DEC 31 (ALL) (1,24) (0)
SRB-1     =REPORT-BLOCK      VARIABLE-TYPE= FL21
  VARIABLE-LIST=(6,9,47,8)
  $ zone temp, thermal conductance
  $ avg temp, total zone cooling energy input
  $ MRT, OT
SRB-2     =REPORT-BLOCK      VARIABLE-TYPE= GLOBAL
  VARIABLE-LIST=(8,7,10)
SRB-3     =REPORT-BLOCK      VARIABLE-TYPE= A1
  VARIABLE-LIST=(6,9,31,8)
  $ zone temp, thermal conductance
  $ avg temp, total zone cooling energy input
  $ MRT, OT
SYS-REP-1 =HOURLY-REPORT     REPORT-SCHEDULE=HR-SCH-1
  REPORT-BLOCK=(SRB-1,SRB-2,SRB-3)

END
COMPUTE SYSTEMS
STOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

