

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบาย
กับกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียน

THE RELATIONSHIP BETWEEN THERMAL COMFORT AND STUDENT
COGNITIVE PERFORMANCE.

รวินัฐ ตันวิสุทธิ
RAWINUT TUNWISUTH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2562

KMITL-2019-AR-M-003-010

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบาย
กับกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียน

THE RELATIONSHIP BETWEEN THERMAL COMFORT AND STUDENT
COGNITIVE PERFORMANCE.

รวินัฐ ต้นวิสุทธิ
RAWINUT TUNWISUTH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2562
KMITL-2019-AR-M-003-010

THE RELATIONSHIP BETWEEN THERMAL COMFORT AND STUDENT
COGNITIVE PERFORMANCE.

RAWINUT TUNWISUTH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN INTERIOR ARCHITECTURE
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2019
KMITL-2019-AR-M-003-010

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบายกับ กระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียน
นักศึกษา	นางสาวรวิณัฐ ตันวิสุทธิ
รหัสประจำตัว	57602022
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมภายใน
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. พิชะรัตน์ นันทะ

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนครสวรรค์ ห้องเดียวกันจำนวน 30 คน ผู้ทดลองได้ทำการวัดค่าสภาวะความสบายเชิงอุณหภูมิ และแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ให้อยู่ในห้องเรียนที่ปรับอากาศแบบผสมผสานระหว่างธรรมชาติและเครื่องกล (พัดลม) หนึ่งกลุ่ม มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.9 °C ส่วนอีกกลุ่มเป็นห้องที่มีระบบปรับอากาศแบบเครื่องกล (เครื่องปรับอากาศ) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.4 °C อยู่ในห้องเป็นเวลา 20 นาทีจนคุ้นชินกับสภาวะแล้วจึงให้ทำการทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อนด้วยโปรแกรม CBS Trials เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้เหตุผล การจำ และการวางแผน พบว่านักเรียนในห้องพัดลมสามารถยอมรับความรู้สึกร้อนเล็กน้อยได้ แต่ต้องการให้เย็นขึ้น ส่วนนักเรียนในห้องแอร์รู้สึกเย็นและไม่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อนำผลการทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อนมาเปรียบเทียบด้วยวิธีทางสถิติพบว่าผู้ทดสอบในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศมีผลคะแนนด้านการใช้เหตุผล ($T = 3.439$, $p = 0.002$) และการจำ ($T = 2.194$, $p = 0.040$) มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ผลคะแนนด้านการวางแผน ($T = 0.408$, $p = 0.687$) ไม่มีความแตกต่างกัน ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าสภาวะความสบายเชิงอุณหภูมิอาจส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้การสอน หรือคะแนนในการทดสอบเข้ามหาวิทยาลัยของนักเรียน

คำสำคัญ: ความสามารถในการคิดซับซ้อน สภาวะความสบายเชิงอุณหภูมิ ระบบปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม ระบบปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ ห้องเรียน

Thesis	The relationship between thermal comfort and student cognitive performance
Student Name	Miss. Rawinut Tunwisuth
Student ID	57602022
Degree	Master of Architecture
Program	Interior Architecture
Year	2019
Thesis Advisor	Assistant Professor Piyarat Nanta, Ph.D.

ABSTRACT

This experimental research investigates the relationship between thermal comfort and student cognitive performance. The sample consists of 30 high school students, in Nakhonsawan province, with similar educational proficiency and divide student into 2 groups. Controlled group stay in natural ventilation classroom with ceiling fan (Hybrid cooling) with the average temperature of 31.9 °C, the other group staying in air-condition classroom (Active cooling) with the average temperature of 25.4 °C. After 20 minutes of acclimatization, both groups are asked to play cognition games (CBS Trials) that measure memory, logical reasoning, and planning ability on the tablet. The Predicted Mean Vote sensation scale (PMV) of the controlled group show that the participants feels slightly warm but acceptable while the air-conditioning group feel cool and content with the condition. The cognitive tests indicate that air-conditioning group have significant higher score on memory and reasoning test. While there's no difference on the planning scores. This show that thermal comfort may be a confounding factors in the variation of examination score among students taking examination levels.

Keywords : Cognitive performance, Thermal Comfort, Hybrid cooling, Active cooling, Class room

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบายเชิงอุณหภูมิ กับ กระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียนฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องมาจากความอนุเคราะห์ของ บุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณผศ.ดร. พิชะรัตน์ นันทะ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของ งานวิจัยฉบับนี้ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ เป็นที่ปรึกษาในแนวทางการ ค้นคว้าข้อมูลเพื่อศึกษากรอบทฤษฎี และสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย รวมถึงตรวจสอบ และให้ คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องและปัญหาต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ออกมาเป็น รูปเล่มได้ในที่สุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.รวิช ควบประเสริฐ อาจารย์ผู้ให้คำปรึกษาในเรื่องการตรวจสอบ สภาวะความสบายภายในห้องเรียน ให้ผู้วิจัยได้มีอุปกรณ์ที่จำเป็นในการเก็บรวบรวมข้อมูลรวมถึงสอน วิธีการใช้งานเครื่องมือดังกล่าวด้วย นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ นายธีระพงษ์ อ่อนฤทธิ์ รอง ผู้อำนวยการโรงเรียนนครสวรรค์ ผู้ช่วยติดต่อประสานงานกับโรงเรียนนครสวรรค์ ครูอาจารย์ และ ผู้บริหารโรงเรียนนครสวรรค์ผู้ให้ความอนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยได้เข้าใช้สถานที่และเก็บข้อมูลจากกลุ่ม ประชากรที่อยู่ในขอบเขตของการศึกษาวิจัย

ขอขอบคุณบิดา มารดาผู้ให้กำเนิด และให้การสนับสนุนเสมอมา ตลอดจนเพื่อนๆ และ ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อการศึกษาต่อไป ในอนาคตไม่มากนัก

นางสาววิมลรัตน์ ต้นวิสุทธิ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญภาพ.....	VIII
สารบัญตาราง.....	X
บทที่ 1 บทนำ	2
1.1 ความเป็นมา.....	2
1.2 คำถามวิจัย.....	3
1.3 จุดประสงค์วิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 ขอบเขตการวิจัย	4
1.6 นิยามศัพท์	5
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	6
2.1 สภาวะความสบาย	6
2.2.1 องค์ประกอบของสภาพแวดล้อม	7
2.2.2 องค์ประกอบที่เกิดจากมนุษย์	8
2.2 ผลกระทบจากความร้อนต่อมนุษย์.....	10
2.2.1 ผลกระทบจากความร้อนต่อร่างกายมนุษย์.....	10
2.2.2 ผลกระทบจากความร้อนต่อกระบวนการคิดของมนุษย์	11

2.3 จิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม (Cognitive psychology).....	12
2.3.1. ความรู้ - ความจำ (Knowledge)	12
2.3.2 ความเข้าใจ (Comprehension)	14
2.3.3. การนำไปใช้ (Application)	14
2.3.4. การวิเคราะห์ (Analysis)	14
2.3.5 การสังเคราะห์ (Synthesis)	14
2.3.6 การประเมินค่า (Evaluation)	15
2.4 ภูมิอากาศของประเทศไทย.....	15
2.4.1. ขนาดและที่ตั้ง	15
2.4.2 ภูมิประเทศและการแบ่งภาคทางอุตุนิยมวิทยา.....	16
2.4.3 ลมมรสุมกับภูมิอากาศของประเทศไทย	17
2.4.4. ฤดูกาล	17
2.4.5 ความชื้นสัมพัทธ์	19
2.4.6 ฤดูกาล	20
2.4 จังหวัดนครสวรรค์.....	23
2.5 จังหวัดนครสวรรค์.....	23
2.5 วิธีและเทคนิควิจัย	26
2.5.1 สภาวะความสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal Comfort).....	26
2.5.2 การเก็บข้อมูลปัจจัยที่จำเป็น.....	29
2.5.3 การทดสอบกระบวนการคิด (Cognitive Test).....	29
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	31
3.1 ประเภทของงานวิจัย	31
3.2 แผนการวิจัย.....	31

สารบัญ(ต่อ)

3.3 กลุ่มประชากร และการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	32
3.4 สถานที่ทำการวิจัย.....	32
3.5 การศึกษาเบื้องต้น (Pilot Study)	34
3.5.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการศึกษาเบื้องต้น	34
3.5.2 ผลการศึกษา.....	36
3.5.2.1 ความรู้สึกเชิงความร้อน	36
3.5.2.1 ผลทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน	39
3.4 วิธีการเก็บข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	41
3.4.1 ข้อมูลพื้นฐานประชากร.....	41
3.4.2 ข้อมูลการรับรู้สภาวะแวดล้อม.....	41
3.4.3 ข้อมูลสภาพแวดล้อม	42
3.4.4 ข้อมูลผลคะแนนการวัดความสามารถในการคิดซับซ้อน	43
3.4.4.1 Memory Test: Paired Associates.....	44
3.4.4.2 Reasoning Test: Odd One Out.....	45
3.4.4.3 Planning Test: Spatial Planning Task	46
3.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล.....	47
บทที่ 4 ผลการวิจัย	48
4.2 ผลทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน.....	56
4.2.1 ผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test)	57
4.2.2 ผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test).....	59
4.2.3 ผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test).....	61

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 5_สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	64
5.1 สรุปผล.....	64
5.2 อภิปรายผล	66
5.3 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์.....	69
5.4 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	70
5.4.1. จำนวนประชากร.....	70
5.4.2 การเก็บข้อมูล	70
5.4.3.ความแตกต่างของอุณหภูมิ.....	71
5.4.4 แรงจูงใจ.....	71
5.5 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป	71
5.5.1 จำนวนประชากร.....	71
5.5.2 การเก็บข้อมูล	71
5.5.3 ช่วงเวลา.....	72
5.5.4 แรงจูงใจ.....	72
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก.....	76
ประวัติผู้เขียน.....	83

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงระดับความอันตรายของอุณหภูมิ.....	11
2.2 อุณหภูมิสูงสุดวันที่ 28 เมษายน 2559.....	22
2.3 จังหวัดนครสวรรค์.....	23
2.4 ที่ตั้งจังหวัดนครสวรรค์.....	24
2.5 ค่าอากาศร้อนสุด ประจำวันที่ 13 พฤษภาคม 2558.....	26
2.6 โปรแกรมคำนวณ.....	28
2.7 ตัวอย่างผู้ใช้บริการเครื่องมือวิจัยออนไลน์.....	30
3.1 โรงเรียนนครสวรรค์.....	33
3.2 ห้องเรียนที่ใช้ทำการทดลอง.....	34
3.3 PSYCHROMETRIC CHART (AC).....	36
3.4 PSYCHROMETRIC CHART (HC).....	37
3.5 กราฟแสดงการกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน.....	37
3.6 กราฟแสดงความรู้สึกยอมรับเชิงความร้อน.....	38
3.7 กราฟแสดงความรู้สึกอยากเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ.....	38
3.8 HOTWIRE THERMO-ANEMOMETER KIMO VT100.....	43
3.9 THERMO HYGROMETER RIXEN SERIES NO RXN 380189E.....	43
3.10 หน้าตาเว็บไซต์.....	44
3.11 โปรแกรมทดสอบความจำเทียบกับแผ่นภาพทดสอบความจำของ MARY WHITON.....	44
3.12 โปรแกรมทดสอบการใช้เหตุผลเทียบกับภาพทดสอบการใช้เหตุผลของ RAVEN.....	45
3.13 โปรแกรมทดสอบการวางแผน เปรียบเทียบกับ THE HAMPSHIRE TREE TASK.....	46
4.1 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทำการวิจัย.....	48
4.2 PSYCHROMETRIC CHART (AC).....	50
4.3 PSYCHROMETRIC CHART (HC).....	51
4.4 แผนภูมิแสดงผลการกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน.....	52
4.5 แผนภูมิแสดงการกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความชื้น (HUMID SENSATION VOTES).....	53

สารบัญภาพ(ต่อ)

4.6 แผนภูมิแสดงการยอมรับความรู้สึกลงความร้อน (THEMAL ACCEPTABILITY)	54
4.7 แผนภูมิแสดงการยอมรับความรู้สึกลงโดยรวม (OVER ALL SENSATION)	54
4.8 แผนภูมิแสดงความรู้สึกลงอยากเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (MCINTYRE PREFERENCE)	55
5.1 The Wundt Curve.....	68
5.2 คาคหมายฤดูร้อนปี 2562.....	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงค่า CLOTHING VALUES.....	8
2.2 สถิติความชื้นสัมพัทธ์ของประเทศไทยในคาบ 30 ปี รายงานข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา	20
2.3 สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี รายงานข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา	21
2.4 สถิติอุณหภูมิสูงสุดของไทยเดือน เมษายน 2559 เปรียบเทียบกับสถิติในรอบทศวรรษ	23
2.5 อุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และความชื้นสัมพัทธ์จังหวัดนครสวรรค์เฉลี่ยตลอดปี พ.ศ. 2555	25
2.6 PREDICTED MEAN VOTE SENSATION SCALE	27
3.1 ผลการทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน.....	39
4.1 เกรดเฉลี่ยนักเรียนห้อง AC และ HC.....	49
4.2 ข้อมูลอากาศภายในห้อง.....	49
4.3 คะแนนความสามารถในการคิดซับซ้อนห้องที่มีการปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ (AC).....	56
4.4 คะแนนความสามารถในการคิดซับซ้อนห้องที่มีการปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม (HC)..	57
4.5 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้เหตุผล (REASONING TEST).....	58
4.6 ผลวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้เหตุผลด้วย INDEPENDENT – SAMPLES T TEST .	58
4.7 ผลคะแนนความสามารถในการจำ (MEMORY TEST).....	60
4.8 ผลวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการจำด้วย INDEPENDENT – SAMPLES T TEST	60
4.9 ผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (PLANNING TEST).....	62
4.10 ผลวิเคราะห์คะแนนความสามารถการวางแผน INDEPENDENT – SAMPLES T TEST.....	62
5.1 ห้องที่มีผลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์มากกว่า.....	66

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาของเด็กนักเรียนนั้นถูกมองว่าเป็นช่วงเวลาที่สำคัญยิ่ง ด้วยว่าเป็นช่วงเวลาที่มีผลต่อการศึกษาต่อในอนาคต การเลือกโรงเรียนมัธยมจึงเป็นเรื่องที่ผู้ปกครองให้ความสำคัญ สภาพแวดล้อมในการเรียนก็เป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินใจของผู้ปกครองเช่นกัน การที่ห้องเรียนควรมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศหรือไม่นั้นก็ยังคงเป็นคำถามที่ผู้ปกครองหลายคนให้ความสนใจ และใช้เป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินใจเลือกสถานที่ศึกษาต่อให้กับบุตรหลาน

ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นมีอุณหภูมิเฉลี่ยราว 27 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิจะขึ้นสูงสุดราว 40 องศาเซลเซียส หรือมากกว่านั้นในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม (ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, 2016) โดยในปี 2558 อุณหภูมิเฉลี่ยในหลายพื้นที่ของประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้โดยเฉลี่ยรายเดือนปกติทุกเดือน โดยเฉพาะเดือนธันวาคมและพฤศจิกายนสูงกว่าค่าปกติ 2.1 และ 1.9 องศาเซลเซียส (สรุปสภาวะอากาศทั่วไปในรอบปี พ.ศ. 2558 ,กรมอุตุนิยมวิทยา ,2016)

ในปัจจุบันแม้กระแสนวัตกรรมพลังงานจะได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง แต่ด้วยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจนทำลายสถิติสูงสุดตลอดหลายปีที่ผ่านมา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559) ทำให้อาคารเรียนหลายแห่งมีการปรับเปลี่ยนสภาพห้องเรียน จากเดิมที่ใช้ระบบปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม (Natural ventilated classrooms with active cooling; NC) ไปสู่ห้องเรียนที่มีการปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ (Air-conditioned classrooms; AC) หากแต่ด้วยข้อจำกัดของงบประมาณทำให้โรงเรียนหลายแห่งติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้เฉพาะกับห้องเรียนของนักเรียนเรียนดี

งานวิจัยหลายฉบับพบว่าอุณหภูมิที่ร้อนจัดส่งผลกระทบต่อความสามารถในการควบคุมตัวเอง ควบคุมความคิด อารมณ์ พฤติกรรมต่างๆ (Brandon J. Schmeichel, 2007) และส่งผลกระทบต่อกระบวนการคิดซับซ้อน (Cognitive) (Hancock and Vasmatzidis, 2002) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆของมนุษย์

สภาวะความสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal comfort) ตามคำนิยามจากสมาคมวิศวกรรมการปรับอากาศอเมริกา (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, ASHRAE) ให้คำจำกัดความว่า คือสภาวะของจิตใจที่แสดงถึงความพึงพอใจต่อสภาวะอากาศแวดล้อม เนื่องจากเป็นค่าที่เกิดจากความรู้สึก ซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามแต่ละบุคคลจึงได้มีการวิจัย และกำหนดค่ามาตรฐานช่วงอุณหภูมิภายในอาคารที่มนุษย์อยู่ในสภาวะสบายที่สุด ไว้ที่ $23^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$ (ASHRAE Standard 55 –1992) โดยมีระดับความชื้นที่ 60%

โดยค่าสากลนี้เป็นค่าที่เกิดจากการทดลองและวัดกันในประเทศเขตนานาชาติ แต่เนื่องด้วยมนุษย์เป็นสัตว์เลือดอุ่น ร่างกายมีความสามารถปรับตัวให้ชินกับสภาวะแวดล้อมได้ จึงได้มีการทำการวิจัยต่อมาในประเทศเขต เช่น ฮาวาย (Kwok, 1997), อินโดนีเซีย (Karyono, 2015), และไทย (Jitkhajornwanich, 2006 และ Srivanit, 2015) พบตรงกันว่าประชากรในเขตอากาศร้อนมีค่าสภาวะความสบายเชิงอุณหภูมิที่สูงกว่าค่ามาตรฐานราว 2 -7 องศาเซลเซียส โดยในช่วงฤดูฝนนั้นจะมีขอบเขตความสบายที่ 26.2 – 31.6 องศาเซลเซียส และจากการวิจัยในไทย (Rangsiraksa, 2006 และ Taweekun, 2013) พบว่าคนไทยมีค่าสภาวะความสบายสูงกว่าค่ามาตรฐานเดิมอยู่ที่ราว $24^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ ที่ระดับความชื้น 50 - 70% และสามารถขยายเพิ่มได้เป็น $24^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$ เมื่อความเร็วลมเป็น 1.2 m/s (ASHRAE Standard 55 –2010)

หากแต่ประเทศไทยยังคงมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงเกินกว่าค่าสภาวะความสบายของประชากรในเขตร้อน โดยเฉพาะช่วงเวลากลางวัน และเวลาบ่ายที่นักเรียนมัธยมต้องอยู่ในสถานศึกษาเพื่อเข้าเรียน โดยช่วงเดือนพฤษภาคมซึ่งมักมีอุณหภูมิในเวลาบ่ายสูงที่สุดราว 40 องศาเซลเซียสนั้น เป็นช่วงเวลาที่ตรงกันกับเวลาเริ่มต้นภาคเรียนใหม่ของเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ขณะเดียวกันจากการศึกษาสภาวะความสบายในประเทศไทย พบว่าแม้ผู้ตอบแบบสอบถามจะระบุในแบบสอบถามว่าสามารถยอมรับสภาพอากาศได้ แต่ก็ระบุเช่นกันว่ารู้สึกร้อน (พงค์ตะวัน นันทศิริ และสีกการ ราษีสุทธิ, 2558) หากแต่ความสามารถของมนุษย์ที่จะอดทนต่อความรู้สึกได้นั้น ไม่ได้หมายความว่ามีความรู้สึกที่น่าพอใจ และอาจส่งผลต่อกระบวนการคิดได้เช่นกัน

ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นปัญหาที่น่าสนใจ ด้วยว่าหากการติดตั้งเครื่องปรับอากาศทำให้เกิดสภาวะความสบายที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์จริง ความแตกต่างของห้องเรียนจะยิ่งส่งผลต่อผลการเรียนในระยะยาว โดยเฉพาะกับนักเรียนในกลุ่มที่มีผลการเรียนไม่ดี

งานวิจัยฉบับนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบสภาวะความสบาย และผลกระทบต่อกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียน ระหว่างห้องสองประเภท คือห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วม ด้วยเครื่องปรับอากาศ (AC) และห้องเรียนที่มีการปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยการใช้พัดลม (HC) เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบห้องเรียนที่เหมาะสมต่อไป

1.2 คำถามวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษามีค่าสภาวะความสบายภายในห้องเรียน เหมือนหรือแตกต่างกับค่า ASHRAE Standard 55 อย่างไร
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาสามารถใช้กระบวนการคิดซับซ้อนภายในห้องที่มีการควบคุมด้วยเครื่องปรับอากาศ หรือภายในห้องที่มีการปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยการใช้พัดลม ได้ดีเท่ากัน
3. ความสามารถส่วนบุคคลด้านการเรียนส่งผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อนด้วยหรือไม่ อย่างไร

1.3 จุดประสงค์วิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าสภาวะความสบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในประเทศไทยกับค่า ASHRAE Standard 55
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบที่มีต่อกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียนชั้นมัธยม ระหว่างเข้าใช้ห้องที่มีการควบคุมด้วยเครื่องปรับอากาศ และห้องที่มีการปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบว่าความสามารถส่วนบุคคลด้านการเรียนส่งผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อนด้วยหรือไม่ อย่างไร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อระดับภาวะความสบายในชั้นเรียนของเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงการสร้างห้องเรียนที่เหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทยต่อไป
2. ทราบถึงความแตกต่างของผลกระทบที่มีต่อกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ระหว่างเข้าใช้ห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมด้วยเครื่องปรับอากาศ และภายในห้องที่มีการปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยการใช้พัดลม
3. ทราบถึงผลกระทบของความสามารถส่วนบุคคลด้านการเรียนต่อความสัมพันธ์ระหว่าง ภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อน อันสามารถเป็นข้อมูลต้นแบบในการตัดสินใจออกแบบห้องเรียนต่อไปในอนาคต

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ทำการทดสอบนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาห้อง 5 /15 ติทวิทยาสาสตร์ โรงเรียนนครสวรรค์ ตั้งอยู่ในเขต อ.เมือง จ.นครสวรรค์ ใกล้กับเทศบาลนคร นครสวรรค์ในปัจจุบัน

สถานที่ทำการทดลองคือจังหวัดนครสวรรค์ เนื่องจากมีสถิติอุณหภูมิสูงสุดในช่วงฤดูร้อนของ ประเทศไทยระหว่าง พ.ศ. 2494 – 2558 อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยสูงอย่างสม่ำเสมอ (กรมอุตุนิยมวิทยา ,2558) โดยในที่แล้ว (ปี 2558) มีอุณหภูมิสูงราว 41.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่อเนื่องกันหลายวัน ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งตรงกับช่วงเปิดภาคเรียนแรกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ทดลองที่โรงเรียนนครสวรรค์ นักเรียนทุกคนใส่เครื่องแบบชนิดเดียวกันทำให้สามารถควบคุม ค่า Clothing value ได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังเป็นโรงเรียนประจำจังหวัดที่รับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้นขึ้นไป ไม่มีนักเรียนชั้นประถมที่เรียนต่อเนื่อง นักเรียนที่เข้าเรียนในชั้นมัธยมศึกษา จึงเป็น นักเรียนที่ผ่านการสอบเข้าเพื่อวัดระดับห้องทั้งหมด นักเรียนในห้องเดียวกันจึงมีระดับความสามารถที่ ใกล้เคียงกันทำให้สามารถควบคุมระดับความสามารถของผู้ทดสอบในการทดสอบกระบวนการคิด ซับซ้อน (Cognitive) ได้อย่างแม่นยำขึ้น

ทางโรงเรียนเองมีความสนใจที่จะทำห้องเรียนที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศทั้งหมด และได้มีการสร้างหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นห้องนำร่องติดตั้งเครื่องปรับอากาศอยู่แล้ว ห้องเรียนนี้เป็นห้องที่ปรับปรุงมาจากอาคารเดิมที่ใช้ระบบปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนห้องเรียนห้องเดียวกันให้เป็นสถานที่ทดสอบทั้งสองรูปแบบได้

1.6 นิยามศัพท์

ความสามารถในการคิดซับซ้อน [Cognitive performance] คือกระบวนการด้านศักยภาพในการเรียน และการรับรู้ข้อมูลใหม่ๆ ทำการวัดได้ด้วยการใช้ผลคะแนนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมที่ออกแบบมาโดยเฉพาะจากเว็บไซต์ <http://www.cambridgebrainsciences.com>

สภาวะความสบายเชิงอุณหภูมิ [Thermal comfort] หรือสภาวะความสบายคือภาวะที่ร่างกายมนุษย์รู้สึกสบาย ตามเกณฑ์ของของ สมาคมวิศวกรการปรับอากาศ การทำความเย็นและการทำความร้อน แห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, ASHRAE) ตามมาตรฐาน ASHRAE 55-92 (ASHRAE, 1992) โดยระบุว่าช่วงอุณหภูมิภายในอาคารที่มนุษย์อยู่ในภาวะน่าสบายที่สุด คือ 23- 26 องศาเซลเซียส โดยมีระดับความชื้นที่ 60%

กลุ่มตัวอย่าง หมายถึงกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาห้อง 5 /15 โรงเรียนนครสวรรค์

AC ห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม ด้วยเครื่องปรับอากาศ (Active Cooling, Air-conditioned classrooms; AC)

HC ห้องเรียนที่มีระบบปรับอากาศแบบผสมผสานระหว่างระหว่างธรรมชาติและเครื่องกล (พัดลม) (Hybrid cooling; HC)

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

เนื้อหาในบทนี้ได้ทำการศึกษา ทบทวน และรวบรวมวรรณกรรมต่างๆทั้งจากงานวิจัย สื่อสิ่งพิมพ์ และบทความวิชาการที่มีความเกี่ยวข้อง และให้ความสนใจต่อภาวะความสบาย และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ การตัดสินใจ และการใช้สมองในการคิดวิเคราะห์อย่างซับซ้อนของมนุษย์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนของเด็กมัธยมในประเทศเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย โดยมีประเด็นที่น่าสนใจหลักๆดังนี้

2.1 สภาวะความสบาย

สภาวะความสบาย (Thermal Comfort) คือสภาวะที่ร่างกายมนุษย์รู้สึกสบาย ซึ่งเป็นสภาวะที่ยากจะวัดค่าให้ได้แน่นอน เนื่องจากเป็นสภาวะที่มีความเป็นนามธรรม นอกจากนี้จะขึ้นอยู่กับค่าที่วัดได้แน่นอนอย่างอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลมแล้ว ความรู้สึกส่วนบุคคล และประสบการณ์ของบุคคลนั้นๆยังมีส่วนเข้ามาเกี่ยวข้องในการตัดสินใจถึงสภาวะความสบายด้วย

ตามความหมายของ สมาคมวิศวกรการปรับอากาศ การทำความเย็นและการทำความร้อนแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, ASHRAE) ตามมาตรฐาน ASHRAE 55 (ASHRAE, 2012) คือขอบเขตสภาพอากาศในช่วงที่ร่างกายมนุษย์รู้สึกพึงพอใจ โดยเป็นสภาวะที่สภาวะแวดล้อมโดยรอบมีระดับอุณหภูมิ ระดับความชื้นที่เหมาะสม เป็นระดับที่ทำให้ร่างกายมนุษย์รู้สึกสบาย ไม่ร้อนหรือหนาวเกินไป ไม่เกิดการขับเหงื่อ ไม่มีไอน้ำในอากาศมากเกินไปจนชื้น หรือน้อยเกินไปจนแห้งหายใจไม่สะดวก ความเร็วลมพอเหมาะ ไม่พัดแรงจนรบกวนความรู้สึกได้

โดยร่างกายมนุษย์นั้นเปรียบเสมือนเครื่องยนต์ เมื่อร่างกายทำงานก็จะเกิดความร้อน และมีความจำเป็นต้องถ่ายเทความร้อนนั้นออกไป หากความร้อนดังกล่าวไม่สามารถระบายออกได้เนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิโดยรอบสูงเกินไป หรือมีความชื้นมากเกินไป จนทำให้เหงื่อบนผิวหนังไม่ระเหย มนุษย์ก็จะเกิดความรู้สึกไม่สบายขึ้น

โดยสภาวะความสบายจะวัดจากองค์ประกอบของสภาพแวดล้อม 4 ค่า คือ อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) การแผ่รังสีความร้อน (Mean Radiant Temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) และความเร็วลม (Wind Speed) และองค์ประกอบที่เกิดจากมนุษย์ 2 ค่า คือ กลไกทางร่างกายมนุษย์ (Metabolism) และเสื้อผ้าที่มนุษย์สวมใส่ (Clothing Values)

2.2.1 องค์ประกอบของสภาพแวดล้อม

- **อุณหภูมิอากาศ (Air temperature)** คือค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์

- **การแผ่รังสีความร้อน (Mean Radiant Temperature ,MRT)** คือค่าถ่วงเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่ทำมุม และมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อม โดยคำนวณได้จากอุณหภูมิพื้นผิวด้านต่างๆในห้อง และตำแหน่งที่วัด MRT นำมาหาค่าเฉลี่ยMRT จากมุมกระทำที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดกับขอบเขตแต่ละพื้นผิว

- **ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)** คืออัตราส่วนร้อยละของปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในอากาศต่อปริมาณความชื้นอิ่มตัวที่อากาศสามารถรองรับได้ก่อนกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่สภาวะความดันและอุณหภูมิเดียวกัน

- **ความเร็วลม (Wind Speed)**] คือการเคลื่อนไหวของอากาศ ซึ่งจะพัดความร้อนและความชื้นไปจากร่างกาย ทำให้ร่างกายรู้สึกเย็นขึ้น โดยมนุษย์จะรู้สึกเย็นลง 0.4 องศาเซนติเกรด ที่ความเร็วลมเพิ่มขึ้น 1 กม./ชั่วโมง โดยความรู้สึกต่อความเร็วลมแบ่งค่าได้ดังนี้

0.00 – 0.25	เมตร/วินาที	ไม่รู้สึกหรือสังเกตได้
0.25 - 0.50	เมตร/วินาที	รู้สึกสบาย
0.50 – 1.00	เมตร/วินาที	รู้สึกสบายสามารถรับรู้การเคลื่อนไหวของอากาศ
1.00 – 1.50	เมตร/วินาที	รู้สึกมีลมพัดเล็กน้อยและถูกรบกวนได้
>1.50	เมตร/วินาที	รู้สึกถูกรบกวน

2.2.2 องค์ประกอบที่เกิดจากมนุษย์

- กลไกทางร่างกายมนุษย์ (Metabolism) (met) คือสิ่งที่ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน เช่น การยืน ,การวิ่ง ,การออกกำลังกาย และการนอน เป็นต้น รวมถึงขึ้นอยู่กับเชื้อชาติ เผ่าพันธุ์ตามธรรมชาติของมนุษย์ เช่น สีผิว ,ความสูง และขนาดของร่างกาย เป็นต้น

- เสื้อผ้าที่มนุษย์สวมใส่ (Clothing Values) มนุษย์เป็นสัตว์ที่มีมันสมอง รู้จักการปรับสิ่งท่อนุ่มตนเองเพื่อเปลี่ยนแปลงภาวะความสบาย เสื้อผ้าที่หนาหรือบางส่งผลให้การรับรู้ภาวะอุณหภูมิโดยรอบของมนุษย์นั้นแตกต่างกัน จึงต้องมีการนำค่านี้มาคำนวณร่วมด้วย

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่า Clothing Values

Garment description	$I_{cl}(clo)$	Garment description	$I_{cl}(clo)$
Underwear		Dresses and skirts	
Bra	0.01	Skirt (thin)	0.14
Panties	0.03	Skirt (thick)	0.23
Men's briefs	0.04	Sleeveless, scoop neck (thin)	0.23
T-shirt	0.08	Sleeveless, scoop neck (thick), i.e.,	0.27
Half-slip	0.14	Short-sleeve shirtdress (thin)	0.29
Long underwear bottoms	0.15	Long-sleeve shirtdress (thin)	0.33
Full slip	0.16	Long-sleeve shirtdress (thick)	0.47
Long underwear top	0.20		
Footwear		Sweaters	
Ankle-length athletic socks	0.02	Sleeveless vest (thin)	0.13
Pantyhose/stockings	0.02	Sleeveless vest (thick)	0.22
Sandals/thongs	0.02	Long-sleeve (thin)	0.25
Shoes	0.02	Long-sleeve (thick)	0.36
Slippers (quilted, pile lined)	0.03		
Calf-length socks	0.03	Suit jackets and Waistcoats	
Knee socks (thick)	0.06	Sleeveless vest (thin)	0.10

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

Boots	0.10	Sleeveless vest (thick)	0.17
Shirts and blouses		Single-breasted (thin)	0.36
Sleeveless/scoop-neck blouse	0.12	Single-breasted (thick)	0.44
Short-sleeve knit sport shirt	0.17	Double-breasted (thin)	0.42
Short-sleeve dress shirt	0.19	Double-breasted (thick)	0.48
Long-sleeve dress shirt	0.25		
Long-sleeve flannel shirt	0.34	Sleepwear and Robes	
Long-sleeve sweatshirt	0.34	Sleeveless short gown (thin)	0.18
Trousers and coveralls		Sleeveless long gown (thin)	0.20
Short shorts	0.06	Short-sleeve hospital gown	0.31
Walking shorts	0.08	Short-sleeve short robe (thin)	0.34
Straight trousers (thin)	0.15	Short-sleeve pajamas (thin)	0.42
Straight trousers (thick)	0.24	Long-sleeve long gown (thick)	0.46
Sweatpants	0.28	Long-sleeve short wrap robe (thick)	0.48
Overalls	0.30	Long-sleeve pajamas (thick)	0.57
Coveralls	0.49	Long-sleeve long wrap robe (thick)	0.69

ASHRAE Standard 55, 2012 ได้มีข้อสรุปและระบุว่าช่วงอุณหภูมิภายในอาคารที่มนุษย์อยู่ในภาวะน่าสบายที่สุด คือ 23- 26 องศาเซลเซียส โดยมีระดับความชื้นที่ 60% แต่สภาวะความสบายนี้เป็นค่าที่เกิดจากการทดสอบในแถบพื้นที่ที่มีภูมิอากาศหนาวเย็น และสืบเนื่องจากมนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการปรับตัวสูง เมื่อร่างกายใช้เวลาชั่วระยะเวลาหนึ่งก็จะสามารถปรับตัวให้ชินกับสภาวะแวดล้อมใหม่ได้ ความสามารถในการทนทานต่ออุณหภูมิของมนุษย์ก็เช่นเดียวกัน (John E. Greenleaf, 1989)

การวิจัยโดยใช้แบบสัมภาษณ์ตามหลักการ ASHRAE SCALE พบว่า 75 เปอร์เซ็นต์ของนักเรียนในประเทศเขตร้อนอย่างฮาวาย มีระดับภาวะความสบายไม่ตรงกับ ASHRAE Standard 55 โดยพบว่านักเรียนสามารถทนต่อความร้อนภายในอาคารได้สูงกว่าค่ามาตรฐานราว 2-3 องศา (A.G. Kwok, 1989) ส่วนในประเทศไทยพบว่าระดับสภาวะความสบายสูงกว่าค่ามาตรฐานราว 2-7 องศา

เซลเซียส เซลเซียส จากการวิจัยเพื่อหาค่าภาวะความสบายของไทย(Preechaya Rangsiraksa, 2006 และ Juntakan Taweekun, 2013) พบว่ามีค่าภาวะความสบายที่ราว $24^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ โดยมีระดับความชื้นที่ 50- 70%

2.2 ผลกระทบจากความร้อนต่อมนุษย์

2.2.1 ผลกระทบจากความร้อนต่อร่างกายมนุษย์

ปรากฏการณ์การคลื่นความร้อน [Heat wave] เป็นปรากฏการณ์ที่มวลอากาศนำความร้อนเข้าปกคลุมพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งอย่างกะทันหัน ทำให้อุณหภูมิบริเวณนั้นสูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 24 ชม. การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาอันสั้นทำให้ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถปรับตัวได้ทัน ส่งผลให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการขับเหงื่อออกมามาก ส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ อาจทำให้เกิดอาการหัวใจเต้นผิดปกติ หมดสติ หัวใจวาย และเสียชีวิตได้ โดยมีรายงานผู้เสียชีวิตเฉลี่ยปีละ 688 คนในประเทศสหรัฐอเมริกา [GE Luber, PhD, 2006]

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร เป็นประเทศในเขตร้อน ทำให้มีอุณหภูมิประจำถิ่นสูงกว่าประเทศในแถบยุโรป จึงไม่เคยเกิดปรากฏการณ์การคลื่นความร้อนรุนแรง แต่ด้วยปรากฏการณ์เอลนีโญ ทำให้ปัจจุบันทั่วประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส ติดต่อกันหลายวันบ่อยครั้ง ทำให้มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดคลื่นความร้อนแบบสะสมสูงขึ้นอย่างมาก [ดร.สมิทธ ธรรมสโรช, 2011]

ดังจะเห็นได้จากในปี 2015 ได้เกิดปรากฏการณ์การคลื่นความร้อน [Heat wave] ขึ้นที่ประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นประเทศในเขตร้อนเช่นเดียวกับประเทศไทย มีรายงานการเสียชีวิตสูงถึง 2500 คน [NOAA, 2015]

NOAA's National Weather Service

Heat Index

Temperature (°F)

Relative Humidity (%)	Temperature (°F)															
	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
40	80	81	83	85	88	91	94	97	101	105	109	114	119	124	130	136
45	80	82	84	87	89	93	96	100	104	109	114	119	124	130	137	
50	81	83	85	88	91	95	99	103	108	113	118	124	131	137		
55	81	84	86	89	93	97	101	106	112	117	124	130	137			
60	82	84	88	91	95	100	105	110	116	123	129	137				
65	82	85	89	93	98	103	108	114	121	128	136					
70	83	86	90	95	100	105	112	119	126	134						
75	84	88	92	97	103	109	116	124	132							
80	84	89	94	100	106	113	121	129								
85	85	90	96	102	110	117	126	135								
90	86	91	98	105	113	122	131									
95	86	93	100	108	117	127										
100	87	95	103	112	121	132										

Likelihood of Heat Disorders with Prolonged Exposure or Strenuous Activity

Caution

Extreme Caution

Danger

Extreme Danger

ภาพที่ 2.1 ตารางแสดงระดับความอันตรายของอุณหภูมิ (ที่มา : www.nws.noaa.gov/os/heat)

2.2.2 ผลกระทบจากความร้อนต่อกระบวนการคิดของมนุษย์

ผลของความร้อนต่อพฤติกรรมมนุษย์นั้นได้มีการวิจัยอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะการวิจัยในด้านของการทหารและการอุตสาหกรรม เนื่องจากงานเหล่านี้มีความละเอียดอ่อนและความผิดพลาดของมนุษย์อาจส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงได้ จากงานวิจัยพบว่าพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญเมื่ออุณหภูมิโดยรอบเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับ 35 องศาเซลเซียส [Ramsey JD, 1983]

ทั้งนี้เนื่องมาจากว่ามนุษย์เป็นสัตว์เลือดอุ่น ร่างกายของเราจึงมีกลไกในการปรับสมดุลเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่อยู่เสมอ จากการวิจัยพบว่าการทำให้ร่างกายเราให้เย็นลงนั้นมีความจำเป็นต้องใช้พลังงานมากกว่าการทำให้ร่างกายร้อนขึ้น (P. A. Hancock, 2013) โดยร่างกาย มนุษย์นั้นจำเป็นต้องใช้พลังงานในการทำกิจกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการเดิน การนั่ง หรือแม้แต่การคิด เพราะมันสมองของมนุษย์เองก็เป็นอวัยวะที่จำเป็นต้องใช้พลังงานเช่นกัน อีกทั้งยังเป็นอวัยวะส่วนที่ใช้พลังงานมากถึง 20% ทั้งที่มีน้ำหนักเพียง 2 % ของร่างกาย (Robin I. M. Dunbar, 1998) ในวันที่อากาศร้อนจัดร่างกายมนุษย์จำเป็นต้องใช้พลังงานมากขึ้น และทำให้มีการเผาผลาญกลูโคสมากกว่า

ปรกติ สมองจึงถูกดึงเอากลุ่โคสส่วนที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการคิดซับซ้อนไป เพื่อใช้กับสิ่งที่สำคัญกว่า นั่นคือการเอาชีวิตรอดโดยการปรับอุณหภูมิของร่างกาย และรักษาสภาพร่างกายเอาไว้

2.3 จิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม (Cognitive psychology)

การรับรู้ (Cognition) เป็นคำภาษาละตินเก่าแก่ตั้งแต่สมัย ศตวรรษที่ 15 ซึ่งหมายถึงการรู้คิด และการตระหนัก เมื่อมีการรับรู้และกำหนดรู้ที่ถูกต้องก็จะทำให้เกิดเป็นพฤติกรรมที่ถูกต้องเช่นกัน Ulric Neisser, 1967 ได้ให้คำจำกัดความว่า "cognition" คือกระบวนการที่มนุษย์รับเอาข้อมูลความรู้สึกเข้ามา (sensory input) แล้วเปลี่ยนแปลง ลดทอน จับเก็บ ดึงกลับ และนำมาใช้ใหม่ มนุษย์มีกระบวนการนี้เกิดขึ้นแม้ในขณะที่ร่างกายรับสิ่งกระตุ้นที่ไม่สำคัญกับความเป็นจริง เช่น การเห็นภาพหลอน

จิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม(Cognitive Psychology) เป็นสาขาหนึ่งของจิตวิทยาที่มีแนวคิดได้รับความสนใจอย่างมากตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 ผู้นำกลุ่มที่สำคัญคือ George Mandler โดยเป็นการผสมผสานระหว่างทฤษฎีจิตวิทยา และจิตวิทยาเชิงพฤติกรรม(Behaviorism) เข้าด้วยกัน ให้ความสนใจในการศึกษากระบวนการภายในที่ไม่สามารถมองเห็นได้ของของมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทางจิตในการรับรู้ข้อมูล เก็บข้อมูล และดึงกลับมาใช้ในอนาคต เมื่อถูกสิ่งเร้าอันได้แก่ปัญหาต่างๆกระตุ้น เช่น เมื่อเราอ่านหนังสือ เราไม่ได้รับรู้แต่เพียงตัวอักษร แต่ความทรงจำของเราทำให้เราเข้าใจว่าคำนั้นๆหมายถึงอะไร เราสามารถเห็นภาพที่เชื่อมโยงกับคำนั้นๆได้ด้วย

พฤติกรรมที่กลุ่มปัญญานิยมศึกษานั้นเป็นพฤติกรรมภายใน ซึ่งไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ด้วยวิธีการวัดแบบวิทยาศาสตร์ วิธีการศึกษาของนักจิตวิทยากลุ่มนี้จะเน้นที่วิธีการทดลองเป็นส่วนใหญ่เพื่อสังเกตและทำความเข้าใจต่อกระบวนการคิด (*Mental Processes*) ของบุคคลที่ส่งผลต่อเนื่องถึงพฤติกรรม

Cognitive Domain เป็นการกระทำ ที่เกี่ยวกับ กระบวนการในการเรียนรู้ Bloom et al ได้แบ่งระดับไว้ 6 ระดับ โดยเรียงจากระดับต่ำสุด ถึง ระดับสูงสุด ดังนี้

2.3.1. ความรู้ - ความจำ (Knowledge)

2.3.1.1 ความรู้ความจำในเนื้อเรื่อง (Knowledge of specifics)

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เกี่ยวกับความหมายของศัพท์ ความหมายของสัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่าง ๆ

2. ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง (Knowledge of specific facts) เกี่ยวกับสิ่งจริงแท้ สูตร กฎ ทฤษฎี หรือสมมุติฐาน ขนาด จำนวน สถานที่ เวลา

2.3.1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (Knowledge of ways and means of dealing with specifics)

1. ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (Knowledge of conventions) ขนบธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรมที่ปฏิบัติสืบเนื่องกันต่อ ๆ มาในสังคม

2. ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (Knowledge of trends and sequences) แนวโน้มที่เกิดขึ้นในลักษณะเช่นนั้นเสมอ ๆ และขั้นตอนของการดำเนินการในเรื่องหรือสิ่งนั้น ๆ ที่ต่อเนื่องกัน

3. ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท (Knowledge of classifications and categories) เกี่ยวกับชนิด ประเภทของสิ่งของและเรื่องราวต่าง ๆ ว่าอยู่ในหมวดหมู่ประเภทใด มีสิ่งใดที่เหมือนหรือแตกต่างจากพวก โดยยึดเกณฑ์หรือวิธีการใดเป็นหลัก

4. ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Knowledge of criteria) เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินหรือตรวจสอบสรรพสิ่งต่าง ๆ ว่า ดี - เลว ถูก - ผิด ควร-ไม่ควร

5. ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of methodology) วิธีการที่ใช้สำหรับการปฏิบัติงานนั้น ๆ ตามหลักวิชาการทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

2.3.1.3 ความรู้ความจำรวบยอด (Knowledge of universals and abstractions in the field)

1. ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและขยายหลักวิชา (Knowledge of principles and generalization) หลักการหรือความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ซึ่งเคยปรากฏจนสามารถนำมากล่าวสรุปรวบรวมเป็นความจริงทั่วไป

2. ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Knowledge of theories and structures) เกี่ยวกับคติและหลักการ จากของหลายสิ่ง หลายเนื้อหาที่สัมพันธ์กัน เป็นพวกเดียวกัน เพื่อจะค้นหาทฤษฎี และโครงสร้างที่เป็นตัวร่วมของสิ่งเหล่านั้น

2.3.2 ความเข้าใจ (Comprehension)

2.3.2.1 การแปลความ (Translation) เป็นความสามารถในการแปลจากภาษาหนึ่งเป็นอีกภาษาหนึ่ง การแปลความหมายของภาพและสัญลักษณ์ การแปลความของสุภาษิตและคำพังเพย

2.3.2.2 การตีความ (Interpretation) เป็นการสรุปความจากสิ่งต่าง ๆ แล้วนำผลที่ได้มาสรุป เป็นผลลัพธ์ใหม่อีกอย่างหนึ่งที่มีลักษณะแตกต่างไปจากของเดิม

2.3.2.3 การขยายความ (Extrapolation) การขยายความเป็นการแปลความให้ไกลไปจากข้อมูลเดิม โดยมีข้อมูลหรือแนวโน้มเพียงพอ โดยการขยายความมี 4 แบบ คือ ขยายความแบบจินตนาการ แบบพยากรณ์ แบบสมมุติ และแบบอนุমান

2.3.3. การนำไปใช้ (Application) การนำไปใช้ เป็นการนำเอาความรู้ ความทรงจำ และความเข้าใจในเรื่องราวใด ๆ ก็ตามที่ตนเองมี ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ๆ

2.3.4. การวิเคราะห์ (Analysis)

2.3.4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of element) เป็นการค้นหาคุณลักษณะเด่นของเรื่องราวในแง่มุมต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ เช่น ความสำคัญของเรื่อง ความนัยของคำพูด

2.3.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) เป็นการค้นหาความเกี่ยวข้องอย่างสมเหตุสมผลระหว่างคุณลักษณะ ของเรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ

2.3.4.3 การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles) เป็นการค้นหาโครงสร้าง และระบบของเรื่องราว การกระทำต่างๆเนื่องด้วยอะไร ยึดอะไรเป็นเกณฑ์ มีสิ่งใดเชื่อมโยง

2.3.5 การสังเคราะห์ (Synthesis)

2.3.5.1 การสังเคราะห์ข้อความ (Production of unique communication) เป็นการนำเอาความรู้และประสบการณ์ต่างมารวมกัน เพื่อให้เกิดข้อความใหม่ๆ หรือการกระทำใหม่ ที่จะสามารถใช้สื่อสารความคิดและอารมณ์ ระหว่างบุคคลกับผู้อื่นได้ เช่น การวาดภาพ การแสดง การปราศรัย

2.3.5.2 การสังเคราะห์แผนงาน (Production of plan or proposed set of operation) เป็นการกำหนดแนวทางและขั้นตอนการปฏิบัติงานไว้ล่วงหน้า เพื่อให้การดำเนินการนั้นสำเร็จลุล่วงตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เช่น ท่านจะวางแผนการทำงานอย่างไรจึงจะได้เป็น

2.3.5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of set of abstract relation) เป็นการนำเอาความสำคัญและหลักการต่าง ๆ มาผสมให้เป็นเรื่องเดียวกัน ทำให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์แปลกไปจากเดิม เช่น จงอธิบายปัญหาที่แท้จริงของการคอร์ปชั่นในเมืองไทย

2.3.6 การประเมินค่า (Evaluation)

2.3.6.1 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน (Judgement in term of internal evidence) เป็นการประเมินโดยใช้ข้อเท็จจริงเท่าที่มีอยู่ในเรื่องราวนั้น มาเป็นหลักในการตัดสิน เช่น การวิเคราะห์ตัวละครในวรรณกรรม

2.3.6.2 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก (Judgement in term of external criteria) เป็นการตัดสินโดยใช้เกณฑ์อื่นๆ ที่อยู่นอกเรื่องราวนั้นแต่มีความสัมพันธ์กัน โดยเกณฑ์ภายนอกอาจจะเป็นเกณฑ์ทางสังคม จารีตทางศาสนา เช่น การที่ตัวละครทำเช่นนั้นเพราะเหตุ นั้น ท่านเห็นด้วยว่าสมควรทำหรือไม่

2.4 ภูมิอากาศของประเทศไทย

2.4.1. ขนาดและที่ตั้ง

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 5๐ 37' เหนือ กับ 20๐ 27' เหนือ และระหว่างลองจิจูด 97๐ 22' ตะวันออก กับ 105๐ 37' ตะวันออก

2.4.2 ภูมิภาคและการแบ่งภาคทางอุตุนิยมวิทยา

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีขนาดเล็ก จึงมีลักษณะภูมิประเทศและสภาพดินฟ้าอากาศส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน มีความแตกต่างกันเล็กน้อยเพียงบางส่วนเท่านั้น การแบ่งภาคของประเทศไทยในทางอุตุนิยมวิทยาจึงพิจารณารูปแบบภูมิอากาศและแบ่งประเทศไทย ออกได้เป็น 5 ภาค ดังนี้

ภาคเหนือ ประกอบด้วย 15 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา น่าน แพร่ อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก กำแพงเพชร พิษณุโลก พิจิตร และเพชรบูรณ์ ภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่ของภาคเหนือมีสภาพเป็นเนินเทือกเขา มีเทือกเขาวางตัวยาวเป็นแนวเหนือ-ใต้ สลับกับมีหุบเขากั้นอาณาเขตเป็นพรหมแดนกันประเทศไทยออกจากประเทศพม่า และมีทิวเขาเพชรบูรณ์บางส่วนแบ่งภาคเหนือออกจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย 20 จังหวัด ได้แก่ หนองคาย บึงกาฬ เลย หนองบัวลำภู อุดรธานี สกลนคร นครพนม มุกดาหาร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง มีทิวเขาเพชรบูรณ์ ทิวเขาตองพญาเย็น และทิวเขาพนมดงรัก วางตัวเป็นแนวกั้นกระแสนลมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้บริเวณทางตะวันตกของภาคซึ่งอยู่ด้านหลังของเทือกเขามีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าทางฝั่งตะวันออก

ภาคกลาง ประกอบด้วย 18 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง สระบุรี สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร ภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มลาดลงมาทางใต้จนถึงอ่าวไทย มีภูเขาบ้าง แต่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาที่ไม่สูงนัก

ภาคตะวันออก ประกอบด้วย 8 จังหวัด ได้แก่ นครนายก ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาและที่ราบ ทางตะวันออกเฉียงใต้มีทิวเขาบรรทัดกั้นพรมแดนระหว่างประเทศกัมพูชา ทางทิศตะวันตกและทิศใต้เป็นชายฝั่งทะเลติดกับอ่าวไทย ประกอบด้วยเกาะใหญ่น้อยมากมาย

ภาคใต้ เป็นคาบสมุทรขนานด้วยทะเลสองด้าน ฝั่งตะวันตกคือทะเลอันดามัน ฝั่งตะวันออกคืออ่าวไทยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทะเลจีนใต้ ทางตอนบนของภาคมีทิวเขาตะนาวศรีวางตัวยาวต่อเนื่อง

จากภาคเหนือและภาคกลางลงมาขึ้นเขตแดนจากประเทศพม่า ทางทิศใต้มีทิวเขาสันกาลาศีรีเป็นแนวกั้นพรมแดนระหว่างประเทศมาเลเซีย มีทิวเขาภูเก็ตและทิวเขานครศรีธรรมราชวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ทำให้ภาคนี้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- **ภาคใต้ฝั่งตะวันออก** คือบริเวณตอนบนของภาคต่อเนื่องถึงที่ราบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกติดกับอ่าวไทย ประกอบด้วย 10 จังหวัด ได้แก่ เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส

- **ภาคใต้ฝั่งตะวันตก** คือส่วนที่ราบด้านตะวันตกขนานกับชายฝั่งทะเลอันดามันและช่องแคบมะละกา มีพื้นที่แคบกว่าที่ราบด้านตะวันออก ประกอบด้วย 6 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล

2.4.3 ลมมรสุมกับภูมิอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมสองชนิด คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการเริ่มต้นและสิ้นสุดมรสุมทั้งสองชนิดอาจผันแปรไปจากปกติได้ในแต่ละปี

มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม โดยมี มรสุมนี้จะนำพาเอามวลอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้ช่วงที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมนี้มีเมฆมากและฝนชุกทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณชายฝั่งทะเลและเทือกเขาด้านรับลม

มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนตุลาคมจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ จึงพัดพาเอามวลอากาศเย็นจากมองโกเลียและจีนเข้าปกคลุมประเทศไทย ทำให้ท้องฟ้าโปร่ง อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป โดยเฉพาะทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้จะมีฝนชุกโดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก เนื่องจากมรสุมนี้นำเอาความชื้นจากอ่าว ไทยเข้ามาปกคลุม

2.4.4. ฤดูกาล

ประเทศไทยโดยทั่ว ๆ ไปสามารถแบ่งได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

1. **ฤดูร้อน** ช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงเปลี่ยนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นระยะที่ขั้วโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะช่วงเที่ยงวันของเดือนเมษายนที่ดวงอาทิตย์จะอยู่เกือบตรงศีรษะทำให้ได้รับความร้อนอย่างเต็มที่ สภาพอากาศโดยทั่วไปในฤดูนี้จึงร้อนอบอ้าว และแห้งแล้ง แต่บางครั้งมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนอาจแผ่ปกคลุมประเทศไทยตอนบน ทำให้เกิดการปะทะกันระหว่างมวลอากาศเย็นกับมวลอากาศร้อนก่อให้เกิดพายุฤดูร้อน มีพายุฝนฟ้าคะนอง และลมกรรโชกแรง หรืออาจเกิดลูกเห็บ โดยลักษณะอากาศในฤดูร้อนพิจารณาจากอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวัน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

อากาศร้อน คืออุณหภูมิระหว่าง 35.0 C. - 39.9

อากาศร้อนจัด อุณหภูมิตั้งแต่ 40.0 C ขึ้นไป

2. **ฤดูฝน** ช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เกิดจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าปกคลุมประเทศไทย และร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านทำให้เกิดฝนชุกขึ้นทั่วไป ร่องความกดอากาศต่ำนี้ปกติจะพาดผ่านภาคใต้ในเดือนพฤษภาคม แล้วจึงเลื่อนขึ้นไปทางเหนือจนถึงช่วงปลายเดือนมิถุนายนจะพาดผ่านอยู่บริเวณ ประเทศจีนตอนใต้ ทำให้ฝนในประเทศไทยลดลงระยะหนึ่ง เรียกว่าเป็นช่วงฝนทิ้ง ซึ่งอาจกินเวลานานประมาณ 1 - 2 สัปดาห์จนถึง 1 เดือน ในช่วงเดือนกรกฎาคมโดยปกติร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนกลับลงมาทางใต้ พาดผ่านประเทศไทยอีกครั้งทำให้มีฝนชุกต่อเนื่องจนถึงช่วงที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยแทนที่ ตอนช่วงประมาณกลางเดือนตุลาคมประเทศไทยตอนบนจะเริ่มมีอากาศเย็น และมีปริมาณฝนลดลง โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้จะยังคงมีฝนชุกต่อเนื่องไปจนถึงเดือนธันวาคม และมักมีฝนหนักถึงหนักมากจนก่อให้เกิดอุทกภัย การเริ่มต้นฤดูฝนอาจจะช้าหรือเร็วกว่ากำหนดประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ เกณฑ์การพิจารณาปริมาณฝนจะวัดในระยะเวลา 24 ชั่วโมงของแต่ละวันตั้งแต่เวลา 07.00 น. ของวันหนึ่งจนถึงช่วงเวลา 07.00 น. ของวันรุ่งขึ้น โดยแบ่งตามลักษณะของฝนที่ตกในประเทศเขตร้อนย่านมรสุมได้ดังนี้

ฝนวัดจำนวนไม่ได้ ปริมาณฝนน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร

ฝนเล็กน้อย ปริมาณฝนระหว่าง 0.1 - 10.0 มิลลิเมตร

ฝนปานกลาง ปริมาณฝนระหว่าง 10.1 - 35.0 มิลลิเมตร

ฝนหนัก ปริมาณฝนระหว่าง 35.1 - 90.0 มิลลิเมตร

ฝนหนักมาก ปริมาณฝนตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตรขึ้นไป

3. ฤดูหนาว ช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เคลื่อนเข้าปกคลุมประเทศไทย ในช่วงกลางเดือนตุลาคมนานราว 1-2 สัปดาห์จะเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู จาก ฤดูฝนเป็นฤดูหนาว อากาศแปรปรวน อาจเริ่มมีอากาศเย็นหรืออาจยังมีฝนฟ้าคะนอง โดยเฉพาะ บริเวณภาคกลางตอนล่างและภาคตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งจะหมดฝนและเริ่มมีอากาศเย็นช้ากว่าภาคเหนือ และภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะอากาศในฤดูหนาวพิจารณาจากอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละวัน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

อากาศหนาวจัด อุณหภูมิต่ำกว่า 8.0 C.

อากาศหนาว อุณหภูมิระหว่าง 8.0 C. - 15.9 C.

อากาศเย็น อุณหภูมิระหว่าง 16.0 C. - 22.9 C.

2.4.5 ความชื้นสัมพัทธ์

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรจึงมีอากาศร้อนชื้นปกคลุมเกือบตลอดปี พื้นที่ บริเวณที่อยู่ลึก เข้าไปในแผ่นดินตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไปความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงชัดเจนในช่วงฤดูหนาว และฤดูร้อน โดยเฉพาะฤดูร้อน จะเป็นช่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำสุดในรอบปี ในบริเวณดังกล่าวมี ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 73-75 % และจะลดลงเหลือ 64-69 % ในช่วงฤดูร้อน ส่วนพื้นที่ บริเวณที่ติดชายฝั่งทะเลได้แก่ ภาคตะวันออก และภาคใต้จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า โดยเฉพาะ ภาคใต้มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ตลอดปี 79-80 %

ตารางที่ 2.2 สถิติความชื้นสัมพัทธ์ของประเทศไทยในคาบ 30 ปี รายงานข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย

ภาค	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ตลอดปี
เหนือ	74	63	81	74
ตะวันออกเฉียงเหนือ	69	66	80	73
กลาง	70	68	78	73
ตะวันออก	71	75	81	76
ใต้				
- ฝั่งตะวันออก	81	78	79	79
- ฝั่งตะวันตก	78	77	84	80

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2524-2553)

2.4.6 ฤดูกาล

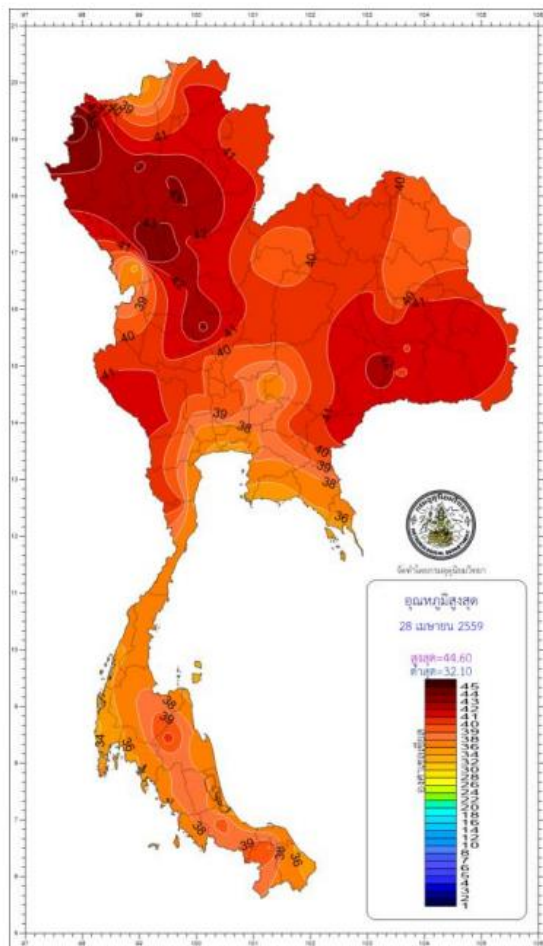
อุณหภูมิ ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน มีสภาพอากาศโดยทั่วไปร้อนอบอ้าวเกือบตลอดทั้งปี อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 27.0 C. พื้นที่บริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกตอนบนขึ้นไปจนถึงภาคเหนือจะมีอุณหภูมิ แตกต่างกันมากระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว และระหว่างกลางวันกับกลางคืน

โดยในช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิสูงสุดในตอน บ่ายปกติจะสูงถึงเกือบ 40°C. หรือมากกว่านั้นในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม โดยเฉพาะเดือนเมษายนจะเป็น เดือนที่มีอากาศร้อนจัดที่สุดในรอบปี ส่วนฤดูหนาวอุณหภูมิต่ำสุดในตอนเช้ามีดจะลดลงอยู่ในเกณฑ์หนาวถึงหนาวจัด โดยเฉพาะเดือนธันวาคมถึงมกราคม ในช่วงดังกล่าวอาจมีโอกาที่อุณหภูมิลดลงต่ำ กว่าจุดเยือกแข็งได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณพื้นที่ซึ่งเป็นเทือกเขาหรือบนยอดเขาสูง ส่วนพื้นที่ติดทะเล ได้แก่ ภาคตะวันออกตอนล่างและภาคใต้จะมีความผันแปรของอุณหภูมิในช่วงวันและฤดูกาลจะน้อยกว่า โดยอากาศไม่ร้อนจัดในฤดูร้อน และอากาศไม่หนาวจัดฤดูหนาว

ตารางที่ 2.3 สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี รายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

อุณหภูมิ	ภาค	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
เฉลี่ย	เหนือ	23.4	28.1	27.3
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	24.2	28.6	27.6
	กลาง	26.2	29.7	28.2
	ตะวันออกเฉียงใต้	26.7	29.1	28.3
	- ฝั่งตะวันออก	26.3	28.2	27.8
	- ฝั่งตะวันตก	27.0	28.4	27.5
สูงสุดเฉลี่ย	เหนือ	31.1	36.1	32.4
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	30.6	35.2	32.6
	กลาง	32.3	36.2	33.4
	ตะวันออกเฉียงใต้	32.0	34.1	32.3
	- ฝั่งตะวันออก	30.4	33.0	32.7
	- ฝั่งตะวันตก	32.0	34.1	31.6
ต่ำสุดเฉลี่ย	เหนือ	17.5	21.8	23.8
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	18.7	23.2	24.4
	กลาง	21.2	24.6	24.8
	ตะวันออกเฉียงใต้	22.3	25.2	25.2
	- ฝั่งตะวันออก	22.8	24.1	24.4
	- ฝั่งตะวันตก	23.2	24.0	24.3
หมายเหตุ	ค่าเฉลี่ยในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2524-2553)			

ในช่วงเดือนเมษายนปี พ.ศ.2559 ประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนถึงร้อนจัดทั่วไปเกือบตลอดเดือน โดยเฉพาะ บริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศร้อนจัดต่อเนื่องในช่วงกลางเดือนและในช่วงวันที่ 25-28 เมษายน ส่งผลให้อุณหภูมิสูงสุดที่ตรวจวัดได้สูงกว่าสถิติเดิมหลายพื้นที่ เฉพาะอุณหภูมิสูงสุดของประเทศไทยในเดือนเมษายนปีนี้ ที่วัดได้ 44.6 องศาเซลเซียสเมื่อวันที่ 28 นั้นสูงกว่าสถิติเดิมของประเทศไทยที่เคยวัดได้ 44.5 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2503 สาเหตุสำคัญเนื่องจากหย่อมความกดอากาศต่ำ เนื่องจากความร้อนปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบน ต่อเนื่องกับมีลมตะวันตกพัดปกคลุมภาคเหนือและภาค ตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนในวันที่ 26 และ 27 เมษายน นอกจากนั้นปรากฏการณ์เอลนีโญซึ่งปัจจุบันแม้จะมีกำลัง อ่อนลงกว่าช่วงปลายปี 2558 แต่ ยังส่งผลกระทบต่อเสริม ให้อุณหภูมิสูงขึ้นในหลายภูมิภาคของโลกรวมถึงประเทศไทยด้วย



ภาพที่ 2.2 อุณหภูมิสูงสุดวันที่ 28 เมษายน 2559 (ที่มา: <https://www.tmd.go.th>)

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในรอบหลายทศวรรษ พบว่า อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน 2559 ในภาคเหนือซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงสุดของประเทศไทยทำลายสถิติเดิมในรอบ 66 ปี (ตั้งแต่มีการบันทึก ข้อมูลในปี พ.ศ.2494) ส่วนในภาคกลางสูงกว่าสถิติเดิมในรอบ 2 ทศวรรษ ภาคตะวันออกสูงเท่ากับสถิติ เดิมในรอบ 1 ทศวรรษ และภาคใต้ฝั่งตะวันตกสูงกว่าสถิติเดิมในรอบ 1 ทศวรรษ

นอกจากอุณหภูมิสูงสุดจะทำลายสถิติเดิมของประเทศไทยแล้ว อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของปีนี้ซึ่งเท่ากับ 38.3 องศาเซลเซียส (สูงกว่าค่าปกติ 2.6 องศาเซลเซียส) ยังมีค่าสูง ที่สุดเป็นอันดับที่ 1 นับตั้งแต่เริ่มมีการบันทึกข้อมูลในปี พ.ศ. 2494 ส่วนอันดับที่ 2 มีอุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ย 37.5 องศาเซลเซียส เมื่อปี 2526 และ 2535 ส่วนอันดับที่ 3 มีอุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ย 37.3 องศาเซลเซียส เมื่อปี 2553 และอันดับ 4 มีอุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ย 37.0 องศาเซลเซียส เมื่อปี 2541 ซึ่งเป็นปีที่ เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงที่สุดเป็นประวัติการณ์

ตารางที่ 2.4 สถิติอุณหภูมิสูงสุดของไทยเดือน เมษายน 2559 เปรียบเทียบกับสถิติในรอบทศวรรษ

ภาค	พ.ศ.2559	รอบ 10 ปี ¹		รอบ 20 ปี ²		รอบ 30 ปี ³		รอบ 40 ปี ⁴		รอบ 50 ปี ⁵		รอบ 60 ปี ⁶		รอบ 66 ปี (พ.ศ.2494-2559)
		°ซ	พ.ศ.	°ซ	พ.ศ.	°ซ	พ.ศ.	°ซ	พ.ศ.	°ซ	พ.ศ.	°ซ	พ.ศ.	
เหนือ	44.6	44.0	2550	44.0	2550	44.0	2550	44.0	2550	44.0	2550	44.5	2503	44.6
ตะวันออกเฉียงเหนือ	42.7	43.0	2550	43.3	2548	43.5	2535	43.5	2535	43.5	2535	43.9	2503	43.9
กลาง	43.3	43.0	2553	43.0	2553/2541	43.5	2535	43.5	2535/2526	43.5	2535/2526	43.5	2535/2526/2501	43.5
ตะวันออก	41.4	41.4	2558	42.2	2541	42.9	2533	42.9	2533	42.9	2533	42.9	2533	42.9
ใต้ฝั่งตะวันออก	40.6	41.8	2558	41.8	2558	41.8	2558	41.8	2558	41.2	2541	41.2	2541	41.8
ใต้ฝั่งตะวันตก	40.0	38.6	2558	40.3	2541	40.3	2541/2535	40.3	2541/2535	40.3	2541/2535	40.3	2541/2535	40.3
หมายเหตุ :		¹ พ.ศ.2549 - 2558		² พ.ศ.2539 - 2558		³ พ.ศ.2529 - 2558		⁴ พ.ศ.2499 - 2558		⁵ พ.ศ.2509 - 2558		⁶ พ.ศ.2499 - 2558		

2.5 จังหวัดนครสวรรค์

จังหวัดนครสวรรค์ เป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ระหว่างภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 9,597 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่ติดต่อกับหลายจังหวัด ได้แก่ ด้านเหนือ ติดต่อกับจังหวัดพิจิตรและกำแพงเพชร ทางตะวันออกติดกับจังหวัดเพชรบูรณ์และลพบุรี ด้านใต้ติดกับจังหวัดสิงห์บุรี ชัยนาท และอุทัยธานี ส่วนด้านตะวันตกติดกับจังหวัดตาก แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 15 อำเภอ 130 ตำบล 1328 หมู่บ้าน



ภาพที่ 2.3 จังหวัดนครสวรรค์ (ที่มา: <http://rdi.nsu.ac.th/>)

จังหวัดนครสวรรค์เป็นจังหวัดที่มีความสำคัญในทางประวัติศาสตร์อีกจังหวัดหนึ่งของประเทศไทย พบว่ามีการกล่าวถึงในศิลาจารึกของสุโขทัย โดยในสมัยนั้นถูกเรียกว่า เมืองพระบาง เป็นเมืองหน้าด่านสำคัญในการสงคราม เรื่อยมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย อโยธยา ธนบุรี จนถึงรัตนโกสินทร์ ภายหลังเปลี่ยนชื่อเมืองเป็น นครสวรรค์ แต่ชาวบ้านโดยทั่วไปเรียกกันว่า เมืองปากน้ำโพ จากหลักฐานทางโบราณคดีพบว่านครสวรรค์เป็นเมืองเกษตรกรรมมาตั้งแต่ยุคทวารวดี เป็นศูนย์กลางของการคมนาคมและเป็นที่ตั้งของกลุ่มชนชาวจีนที่ทำการค้าขายระหว่างประเทศ

สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศของจังหวัดนครสวรรค์เป็นพื้นที่ราบลุ่มน้ำ เหมาะแก่การทำการเกษตร มีภูเขากระจัดกระจายตามอำเภอต่าง ๆ โดยจะเป็นพื้นที่ราบ 3 ใน 4 ของพื้นที่จังหวัด ทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดมีภูเขาสลับซับซ้อน และเป็นป่าทึบที่เชื่อมโยงติดต่อกับป่าห้วยขาแข้งของจังหวัดอุทัยธานี และเชื่อมต่อกับป่าทึบของจังหวัดตาก เชื่อมไปถึงป่าทุ่งใหญ่นเรศวรของจังหวัดกาญจนบุรี ทำให้พื้นที่มีลักษณะคล้ายแอ่งกระทะ



ภาพที่ 2.4 ที่ตั้งจังหวัดนครสวรรค์ (ที่มา: <http://rdi.nsr.u.ac.th/>)

นครสวรรค์เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำสายหลักของภาคกลาง ด้วยการไหลมาบรรจบกันของแม่น้ำสำคัญสี่สาย คือ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน เป็น จึงมีอีกชื่อเรียกว่า เมืองสี่แคว

สภาพภูมิอากาศ

มีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งที่เห็นเด่นชัด ฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อยู่ในช่วงเดือนตุลาคม ส่วนฤดูหนาวอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคมได้รับอิทธิพลความเย็นมาจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 2.5 อุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และความชื้นสัมพัทธ์จังหวัดนครสวรรค์เฉลี่ยตลอดปี พ.ศ. 2555

ลำดับที่	เดือน	พ.ศ.2555			
		อุณหภูมิ ต่ำสุด (องศา เซลเซียส)	อุณหภูมิ สูงสุด (องศา เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย (องศา เซลเซียส)	ความชื้น สัมพัทธ์ (เปอร์ เซ็นต์)
1	มกราคม	17.90	35.60	26.83	75.66
2	กุมภาพันธ์	19.50	38.60	28.74	71.31
3	มีนาคม	22.30	39.50	30.53	64.70
4	เมษายน	22.50	40.80	31.58	65.36
5	พฤษภาคม	23.70	40.40	30.04	74.58
6	มิถุนายน	24.40	36.30	29.14	77.18
7	กรกฎาคม	23.60	37.40	28.55	78.75
8	สิงหาคม	23.50	36.00	28.46	77.85
9	กันยายน	23.60	34.70	28.09	85.62
10	ตุลาคม	22.90	35.20	28.42	81.42
11	พฤศจิกายน	22.40	35.80	28.27	81.69
12	ธันวาคม	19.80	34.70	27.12	75.90

เนื่องจากเป็นบริเวณพื้นที่บริเวณภาคกลางที่มักเกิดหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุม ทำให้บริเวณนั้นไม่มีลมเคลื่อนผ่าน พื้นที่ราบขนาดใหญ่เกิดการสะสมความร้อน และทำให้เกิดอากาศร้อนสะสมอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นจังหวัดหนึ่งของภาคกลางที่มักมีอุณหภูมิประจำวันสูงที่สุด



ภาพที่ 2.5 ข่าวอากาศร้อนสุด ประจำวันที่ 13 พฤษภาคม 2558 (ที่มา: ข่าวเรื่องเล่าเช้านี้)

2.5 วิธีและเทคนิควิจัย

2.5.1 สภาวะความสบาย (Thermal Comfort)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหาสภาวะความสบาย (Thermal Comfort) จะอาศัยหลักการมาตรฐานสากลของสมาคมวิศวกรการปรับอากาศ การทำความเย็นและการทำความร้อนแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, ASHRAE) ในการคำนวณหาค่าสภาวะความสบายของกลุ่มตัวอย่าง (กิจชัย จิตขจรวานิช ,1999 ; Fu-Jen Wang, 2014 ; พงศ์ตะวัน นันทศิริ และสักการ ราษีสุทธิ, 2558)

โดยวิธีการในการหาค่าของสภาวะความสบายของแต่ละบุคคลนั้นสามารถทำได้โดยใช้ปัจจัย 6 ประการ

1. Metabolic rate (met): พลังงานที่ถูกใช้ไปจากร่างกายมนุษย์
2. Clothing insulation (clo): ปริมาณของฉนวนกันความร้อนที่มนุษย์สวมใส่อยู่
3. Air temperature(C): อุณหภูมิรอบตัวผู้ทดสอบขณะนั้น
4. Radiant temperature: อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ
5. Air velocity(m/s): ความเร็วลม
6. Relative humidity(%): ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

โดยการนำปัจจัยข้างต้นมาคำนวณร่วมกับผลความรู้สึกรู้สึกต่อสภาวะความสบายของผู้ร่วมทดสอบ ซึ่งความรู้สึกรู้สึกนี้สามารถวัดได้โดยวิธีการของ Ole Fanger ที่ถูกเรียกว่า Predicted Mean Vote (PMV) และ Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD).

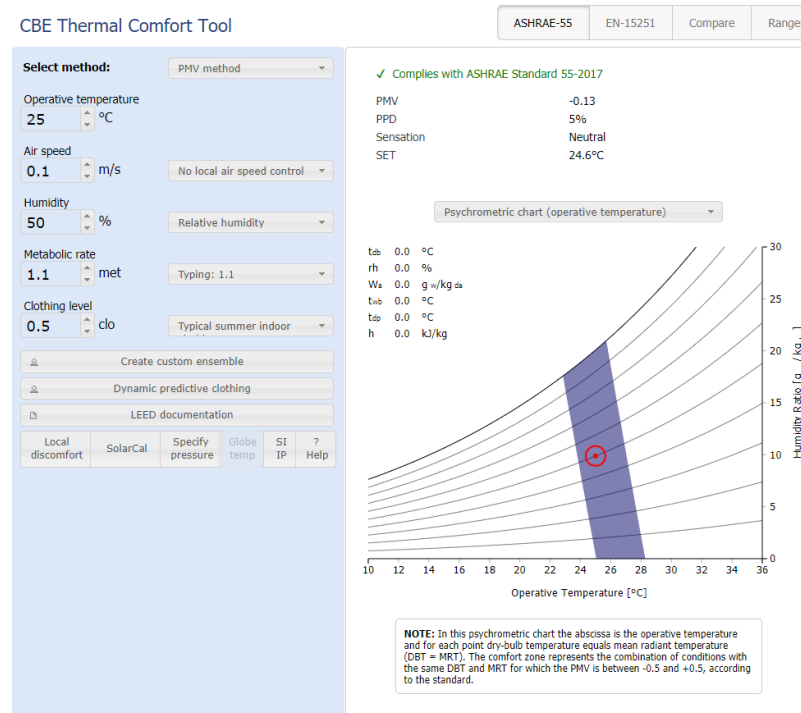
Predicted Mean Vote (PMV)

คือค่าสเกลความรู้สึกร้อนหนาวของกลุ่มตัวอย่างสำรวจ คิดค้นโดย Ole Fanger และภายหลังถูกใช้เป็นค่ามาตรฐาน ISO โดยการให้กลุ่มตัวอย่างตอบคำถามแสดงความรู้สึกร้อนหรือหนาวตามสเกลที่เริ่มตั้งแต่ -3 หนาว (Cold), -2 เย็น (Cool), -1 เย็นเล็กน้อย (Slightly cool), 0 ปกติ (Neutrality), +1 ร้อนเล็กน้อย (Slightly warm), +2 ร้อน (Warm) และ +3 ร้อนมาก (Hot)

ตารางที่ 2. 6 Predicted Mean Vote sensation scale

Value	Sensation
-3	Cold
-2	Cool
-1	Slightly cool
0	Neutral
1	Slightly warm
2	Warm
3	Hot

ค่ามาตรฐาน PMV ที่ยอมรับได้สำหรับพื้นที่ภายในอาคาร (interior space) ตามมาตรฐานของ ASHRAE 55 คือ -0.5 และ +0.5 สามารถนำมาคำนวณเป็นค่าสภาวะความสบายได้จากโปรแกรม



ภาพที่ 2.6 โปรแกรมคำนวณ (ที่มา : <http://comfort.cbe.berkeley.edu/>)

Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)

Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) คือค่าทำนายจำนวน % ของประชากรที่มีความรู้สึกไม่พึงพอใจต่ออุณหภูมิเมื่อเทียบกับจำนวนประชากรทั้งหมด ค่านี้มีความเกี่ยวข้องกับค่า PMV คือเมื่อค่า PMV ออกจาก 0 ค่านี้จะเพิ่มขึ้นด้วย ค่าสูงสุดของ PPD คือ 100% และเมื่อในความเป็นจริงนั้นเป็นไปได้เราจะสามารถทำให้ประชากรทุกคนรู้สึกพึงพอใจได้อย่างแน่นอน ASHRAE 55 จึงได้กำหนดให้เป็นที่ยอมรับได้หากค่า PPD ต่ำกว่า 10%

Adaptive Comfort

Adaptive Comfort คือรูปแบบการคำนวณที่แตกต่างจากการคำนวณแบบเดิมเล็กน้อย โดยได้มีการเพิ่มค่าพฤติกรรมของมนุษย์เข้าไปคำนวณรวมด้วย เนื่องจากทฤษฎีที่ว่าเมื่อสภาวะความสบายไม่ตรงตามความต้องการของมนุษย์ มนุษย์ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีมันสมองก็จะมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองเพื่อให้ตนเองรู้สึกสบายขึ้น โดยพฤติกรรมเหล่านี้ได้แก่ การสวมใส่เสื้อผ้าเพิ่มหรือถอดเสื้อผ้าออก การลดการกระทำกิจกรรมต่างๆลง การเปิดหน้าต่างเพื่อให้มีลมพัดผ่าน การหลบในเงาของสิ่งต่างๆ ซึ่งโมเดลนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถคำนวณรูปแบบของสภาวะความสบายได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอาคารที่ระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ซึ่งมนุษย์สามารถ

ควบคุมสภาวะโดยรอบได้มากกว่า โดยพื้นที่ๆจะถูกคำนวณด้วยวิธีการนี้ได้นั้น พื้นที่นั้นจะต้องมี หน้าต่างที่ใช้งานได้ ไม่มีเครื่องปรับอากาศ ผู้ร่วมทดสอบมีอัตราเมตาบอริซึมที่ราว 1.0 - 1.3 และผู้ ร่วมทดสอบสามารถถอดหรือสวมใส่เสื้อผ้าเพิ่มเติมได้ตลอด

2.5.2 การเก็บข้อมูลปัจจัยที่จำเป็น

ในการหาค่าของสภาวะความสบายของแต่ละบุคคลนั้นมามีค่าปัจจัยที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณ ทั้งสิ้น 6 ประการ

1. Metabolic rate (met): พลังงานที่ถูกใช้ไปจากร่างกายมนุษย์
2. Clothing insulation (clo): ปริมาณของฉนวนกันความร้อนที่มนุษย์สวมใส่อยู่
3. Air temperature(C): อุณหภูมิรอบตัวผู้ทดสอบขณะนั้น
4. Radiant temperature: อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ
5. Air velocity(m/s): ความเร็วลม
6. Relative humidity(%): ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

โดยค่าที่ 4- 6 นั้นเป็นสภาวะแวดล้อมที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศภายใน อาคาร จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการใช้งานแตกต่างกันไปหลายรุ่น (กิจชัย จิตขจรวานิช, 1999 ; Fu-Jen Wang, 2014 ; พงศ์ตะวัน นันทศิริ และสัการ ราชีสุทธิ, 2558)

2.5.3 การทดสอบกระบวนการคิด (Cognitive Test)

ทักษะทางปัญญา (Cognitive Skills) เป็นความสามารถหนึ่งที่จะบ่งชี้ในการเรียนรู้และ มาตรฐานผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาของประเทศไทย โดยกำหนดให้ เป็นผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้บัณฑิตพึงมี

โดยทักษะทางปัญญา หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการใช้ความรู้ ความเข้าใจ แนวคิด หลักการ ทฤษฎีต่างๆ ที่ตนเองสั่งสมมาจากประสบการณ์ ในการคิดวิเคราะห์ และค้นหาแนว แก้ไขในการแก้ไขปัญหาที่พบเจอได้

สามารถตรวจสอบได้ด้วยการให้ทดลองทำแบบทดสอบที่ออกแบบมาเพื่อการ Cognitive ต่างๆ มีทั้งรูปแบบข้อเขียนบนกระดาษ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายใน

การวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการตรวจสอบอาการอัลไซเมอร์ของผู้ป่วย (Plinkas et al, 2005 ; John Gunstad et al, 2012 ; Makinen et al, 2016

Cambridge Brain Sciences

เว็บไซต์ Cambridgebrainsciences.com เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการเครื่องมือออนไลน์สำหรับทำการทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน หรือ CBS Trials ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก Medical Research Council (MRC) ซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐบาลของสหรัฐอเมริกาที่ให้เงินทุนสนับสนุนการวิจัยทางการแพทย์



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างผู้ใช้บริการเครื่องมือวิจัยออนไลน์
(ที่มา: www.cambridgebrainsciences.com)

โปรแกรมสร้างขึ้นโดยอ้างอิงจากการสำรวจของ Dr. Adrian Owen , Canada Excellence Research Chair in Cognitive Neuroscience and Imaging ตัวเครื่องมือได้ให้บริการฟรีบนเว็บไซต์มีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลา 25 ปี ด้วยฐานข้อมูลจากผู้ทดสอบที่เข้าใช้บริการ 6 ล้านคน เกมสำหรับทดสอบบนเว็บไซต์ถูกแบ่งประเภทเพื่อทดสอบ 4 ประเภท ได้แก่ ความทรงจำ(memory), การใช้เหตุผล (reasoning), ความตั้งใจ (attention), การวางแผน (planning)

บทที่ 3

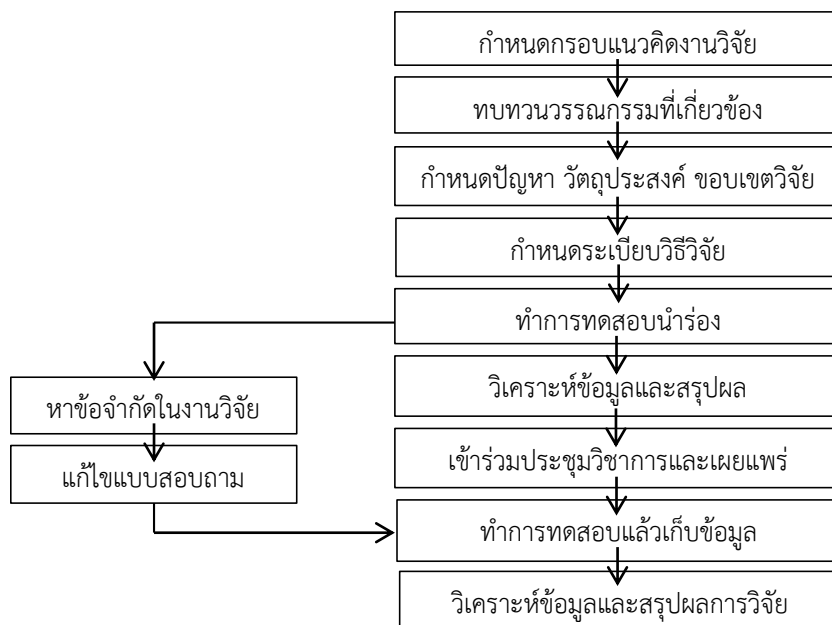
ระเบียบวิธีวิจัย

บทนี้กล่าวถึงวิธีการในการรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัย โดยจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย คือการศึกษาสภาวะความสบาย และความสามารถในการยอมรับสภาพอากาศภายในห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และทำการศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบที่มีต่อกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ระหว่างเข้าใช้ห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมด้วยเครื่องปรับอากาศ และภายในห้องที่มีการปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยการใช้พัดลม เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจออกแบบและปรับปรุงอาคารเรียนในอนาคตสืบต่อไป

3.1 ประเภทของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) มุ่งหาข้อเท็จจริงและข้อสรุปโดยการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม โปรแกรมทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบสอบถาม โดยทำการแทนค่าความรู้สึกต่างร้อน สบาย หรือหนาว ด้วยตัวเลขเชิงสถิติ ตามหลักการของ ASHRAE Standard 55

3.2 แผนการวิจัย



3.3 กลุ่มประชากร และการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดและเลือกกลุ่มตัวอย่าง เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเหมาะสมสามารถนำไปสรุปได้ตรงตามคำถามและวัตถุประสงค์ในการวิจัย ซึ่งคือการศึกษาเปรียบเทียบสภาวะความสบาย ความสามารถในการยอมรับสภาพอากาศในห้องเรียน และผลกระทบที่มีต่อกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียน

โดยได้เลือกทำการทดสอบกับนักเรียนมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาลำดับชั้นที่ 3 ต่อเนื่องมาจากระดับชั้นประถมศึกษา ผู้เรียนมีช่วงอายุระหว่าง 12 - 17 ปี โดยการศึกษาในชั้นนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ทางด้านวิชาการ และวิชาชีพที่เหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ สามารถเลือกอาชีพที่เป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคมได้ในอนาคต ผู้จบในระดับมัธยมศึกษาสามารถประกอบอาชีพที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถ หรือเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ช่วงเวลานี้จึงเป็นช่วงเวลาที่สำคัญอย่างยิ่ง และส่งผลต่ออนาคตในภายภาคหน้าของผู้เรียน

3.4 สถานที่ทำการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลสภาพอากาศรายปีของกรมอุตุนิยมวิทยา ผู้วิจัยได้เลือกจังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคกลาง มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบขนาดใหญ่ มักเกิดหอย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุม ทำให้บริเวณนั้นไม่มีลมเคลื่อนผ่านและเกิดการสะสมความร้อนอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นจังหวัดหนึ่งของภาคกลางที่มักมีอุณหภูมิประจำวันสูงที่สุด ผู้วิจัยได้เลือกโรงเรียนนครสวรรค์เป็นสถานที่ทำการทดสอบ โดยโรงเรียนนครสวรรค์เป็นโรงเรียนรัฐบาลประจำจังหวัดนครสวรรค์ เดิมอยู่บริเวณวัดนครสวรรค์ ได้ย้ายมาอยู่บริเวณเชิงเขาใกล้กับเทศบาลนครนครสวรรค์ในปัจจุบัน เปิดสอนในระดับชั้น ม.1- ม.6 เป็นโรงเรียนที่มีอัตราการแข่งขันสูงของประเทศไทย และเป็นโรงเรียนศูนย์อาเซียน (Sister School) ของประเทศไทย



ภาพที่ 3.1 โรงเรียนนครสวรรค์ (ที่มา : ผู้วิจัย)

โรงเรียนมีการกำหนดเครื่องแบบนักเรียน (dressing code) นักเรียนทุกคนต้องใส่เครื่องแบบชนิดเดียวกันทำให้ผู้วิจัยสามารถควบคุมค่า Clothing value ได้ อีกทั้งยังเป็นโรงเรียนที่เริ่มรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้นไปจึงไม่มีนักเรียนชั้นประถมที่มีการเลื่อนชั้นเรียนต่อเนื่องขึ้นมา นักเรียนที่เข้าเรียนทั้งหมดเป็นนักเรียนที่ผ่านการสอบเข้าเพื่อวัดระดับห้องด้วยข้อสอบที่ได้มาตรฐาน การเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนในห้องเดียวกันจะได้นักเรียนที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงสามารถควบคุมการทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน (Cognitive) ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ห้องเรียนที่เก่าของตึกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทางโรงเรียนได้มีการปรับปรุงห้องในอาคารเรียนเก่าดังกล่าวให้เป็นห้องปรับอากาศ โดยยังคงมีพัดลมแหละหน้าต่างเดิมที่สามารถเปิดออกรับอากาศภายนอกได้อยู่ จึงมีความเหมาะสมแก่การใช้เป็นสถานที่ในการทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบระหว่างห้องที่ปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยการใช้พัดลม และห้องที่ปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 3.2 ห้องเรียนที่ใช้ทำการทดลอง (ที่มา : ผู้วิจัย)

3.5 การศึกษาเบื้องต้น (Pilot Study)

การศึกษาเบื้องต้นถูกจัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบหาปัญหาในการทำการทดสอบ เพื่อเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับงานวิจัย และตัดตัวแปรที่ไม่จำเป็นออกไป เมื่อทำการทดสอบแล้วจึงนำไปแก้ไขวิธีการเก็บข้อมูล ปรับปรุงแบบสอบถาม เพิ่มคำถามที่จำเป็น ลดทอนคำถามที่ซ้ำหรือไม่มีความจำเป็น ก่อนทำการเก็บข้อมูลในการศึกษาหลักต่อไป โดยในการเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ใช้นักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 จำนวน 26 คน เป็นชาย 15 คน หญิง 11 คน

3.5.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการศึกษาเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2560 ช่วงเวลา 12.00 น. - 15.00 น. ณ ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นห้องเรียนที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของห้องเป็นได้ทั้งแบบ AC และ HC ทำการทดลองโดยแบ่งนักเรียนชั้น ม.5/15 ออกเป็นสองส่วนตามเลขที่ โดยให้นักเรียนที่เป็นเลขคี่ทำการทดสอบในห้อง AC ส่วนนักเรียนที่เป็นเลขคู่ทำการทดสอบในห้อง HC นักเรียนทั้งสองกลุ่มใช้เวลา 20 นาที เพื่อปรับสภาวะร่างกายให้คุ้นเคยกับอุณหภูมิและทำให้นักเรียนทั้งหมดมีรูปแบบกิจกรรมก่อนเริ่มการทดลองคล้ายคลึงกัน

ในช่วงเวลา 20 นาที ระหว่างนั้นทำการแจกแบบสอบถาม และอธิบายวิธีการใช้โปรแกรมทดสอบ CBS Trials ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับทดสอบ Cognitive ให้บริการการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยบนเว็บ cambridgebrainsciences

ตัวแบบสอบถามถูกแบ่งออกเป็นสามส่วน ส่วนแรกคือผลคะแนนทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน โดยให้นักเรียนเป็นผู้กรอกผลการทดสอบด้วยตนเอง ส่วนที่ 2 คือการลงคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้รับการทดสอบผ่านค่าสเกลความรู้สึกร้อนหนาว (Predicted Mean Vote :PMV) โดยการให้ตอบคำถามตามสเกลความรู้สึกที่เริ่มตั้งแต่ -3 หนาวมาก ไปจนถึง 3 ร้อนมา แบบสอบถามความรู้สึกยอมรับเชิงความร้อน (Thermal acceptability) ประกอบด้วย ยอมรับไม่ได้ (Unacceptable) หรือ ยอมรับได้ (Acceptable) และความรู้สึกอยากให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อสภาพอากาศ (McIntyre preference scale) คือ -1 เย็นขึ้น, 0 ไม่เปลี่ยนแปลง และ 1 ร้อนขึ้น ส่วนที่ 3 เป็นข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง เพศ

โดยระดับฉนวนของเสื้อผ้าเปรียบเทียบกับตารางตามหลักของ ASHRAE (Clothing insulation value, clo) ให้นักเรียนชายใส่กางเกงขาสั้นและเสื้อแขนสั้นไม่ใส่รองเท้ามีค่า 0.36 clo และนักเรียนหญิงใส่กระโปรงและเสื้อเชิ้ตแขนสั้นไม่ใส่รองเท้ามีค่า 0.42 clo

โปรแกรมทดสอบ CBS Trials สำหรับทดสอบ Cognitive แบ่งการทดสอบเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. Memory Test: Paired Associates โปรแกรมจะแสดงภาพในลังทุกใบให้จดจำก่อนปิด จากนั้นจึงแสดงภาพที่ต้องการให้จับคู่ขึ้นมา ผู้ทดสอบจะต้องเลือกกล่องที่มีภาพที่ถูกต้อง

2. Reasoning Test: Odd One Out โปรแกรมจะทำการแสดงภาพ 9 ภาพ ผู้ทดสอบจะต้องเลือกภาพที่แตกต่างจากภาพอื่น เมื่อคะแนนสูงขึ้นระดับของภาพจะมีความยากเพิ่มขึ้น

3. Planning Test: Spatial Planning Task ผู้ทดสอบจะต้องเรียงลูกบอลที่มีหมายเลขแสดงอยู่ทั้ง 9 ลูกให้เรียงกันตามลำดับที่ถูกต้องด้วยการเลื่อนให้น้อยครั้งที่ที่สุด

ทำการทดสอบบน tablet โรงเรียน เมื่อทดสอบเสร็จสิ้น รวบรวม และเก็บข้อมูลแบบสำรวจความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal sensation survey, TSS) เป็นจำนวนทั้งสิ้น 26 ชุด ทำการตัดแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ออกไปเป็นจำนวน 1 ชุด ทำให้เหลือแบบทดสอบทั้งสิ้น 25 ชุด แบ่งเป็นนักเรียนที่ทำแบบทดสอบในห้อง AC 13 ชุด และนักเรียนที่ทำแบบทดสอบในห้อง HC 12 ชุด

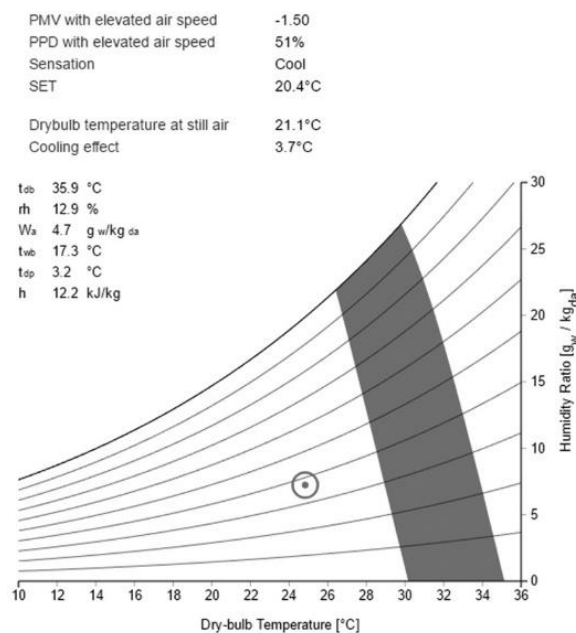
พร้อมๆกันนั้นได้ทำการเก็บข้อมูลอากาศภายในห้องตามหลักการของ ASHRAE ด้วยเครื่องมือ ดังนี้ เครื่องวัดความเร็วลม KimoVT100 N de Serie 1210 5305 และเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น Thermo – Hygrometer Series No. RXN 380189E เพื่อเก็บข้อมูล อุณหภูมิอากาศ (Air temperature), ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity), ความเร็วลม (Wind Speed) และการแผ่รังสีความร้อน (Mean Radiant Temperature)

ซึ่งจากการวิจัยพบว่าภายในห้องที่ผนังไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างอุณหภูมิอากาศกับการแผ่รังสีความร้อน (Nadine Walikewitz, 2015) และทำการเก็บข้อมูลความดังของเสียงเพื่อเปรียบเทียบระดับการรบกวนของเสียงขณะเปิดแอร์ไม่เปิดหน้าต่าง และขณะเปิดหน้าต่างไม่เปิดแอร์

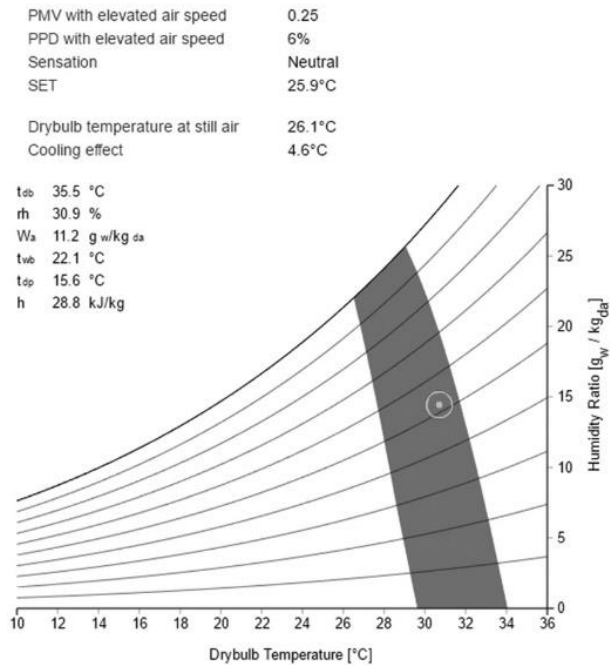
3.5.2 ผลการศึกษา

3.5.2.1 ความรู้สึกเชิงความร้อน

ภายในห้อง AC มีอุณหภูมิเฉลี่ย 24.83 °C มีความชื้นเฉลี่ยที่ 37% ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 1.05 m/s และภายในห้อง HC มีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.70 °C มีความชื้นเฉลี่ยที่ 52% ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 2.27 m/s ระดับเสียงอยู่ที่ 7 เดซิเบลสำหรับห้อง AC และ 8 เดซิเบลสำหรับห้อง HC ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และไม่จัดเป็นเสียงรบกวน

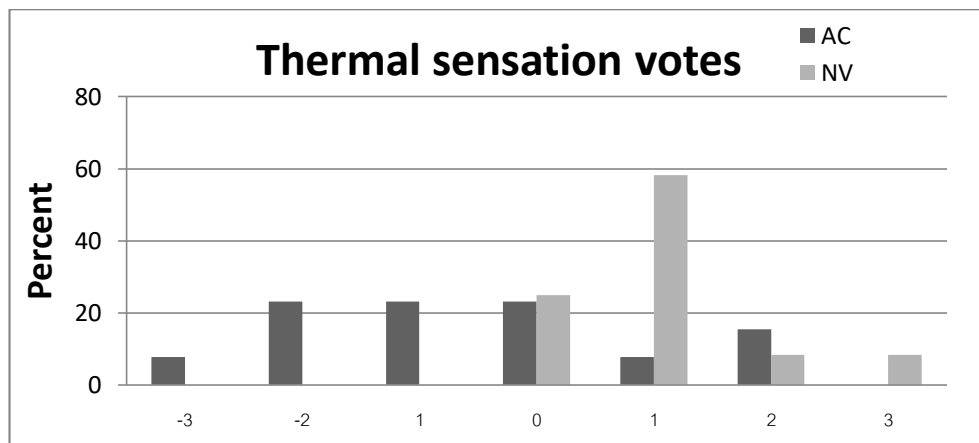


ภาพที่ 3.3 Psychrometric Chart (AC)



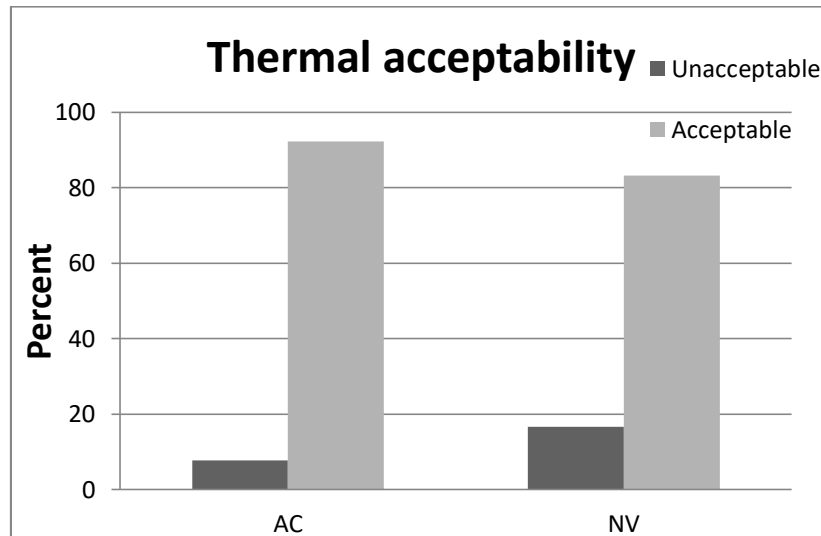
ภาพที่ 3.4 Psychrometric Chart (HC)

เมื่อนำมาทำการคำนวณค่า PMV ด้วย CBE Thermal Comfort Tool (ASHRAE Standard 55-2013) จาก ภาพที่ 3.3 Psychrometric Chart (AC) พบว่าห้อง AC มีค่า PMV ที่ -2 เย็น เมื่อเปรียบเทียบกับคำตอบของผู้ทดสอบ ภาพที่ 3.5 พบว่าภายในห้อง AC มีผู้ทดสอบที่รู้สึกเย็นตรงกับการคำนวณ 23% โดยผู้ทดสอบส่วนใหญ่ (54%) มีความรู้สึกเย็นเล็กน้อยจนถึงหนาว (TSV > 0) มีส่วนน้อย (23%) ตอบว่าร้อนเล็กน้อยจนถึงร้อน (TSV < 0)



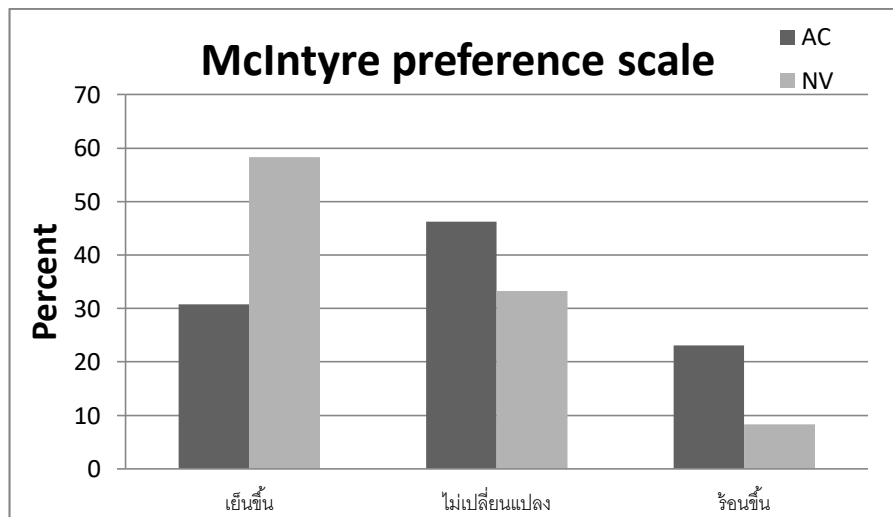
ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงการกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน

จาก ภาพที่ 3.4 Psychrometric Chart (HC) พบว่าห้อง HC มีค่า PMV ที่ 0 คือ ปกติ ซึ่งเมื่อเทียบกับคำตอบของผู้ทดสอบในห้อง HC (ภาพที่ 3.5) พบว่าผู้ทดสอบส่วนน้อย (25%) ตอบว่า รู้สึกปรกติ (TSV = 0) ส่วนผู้ทดสอบส่วนใหญ่ (75%) มีความรู้สึกร้อนเล็กน้อยจนถึงร้อนมาก (TSV < 0)



ภาพที่ 3.6 กราฟแสดงความรู้สึกยอมรับเชิงความร้อน

จาก ภาพที่ 3.6 กราฟแสดงความรู้สึกยอมรับเชิงความร้อน ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ภายในห้อง AC (92%) และผู้ทดสอบส่วนใหญ่ภายในห้อง HC (83%) สามารถยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อนได้



ภาพที่ 3.7 กราฟแสดงความรู้สึกอยากเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

จาก ภาพที่ 3.7 กราฟแสดงความรู้สึกอยากเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ พบว่าภายในห้อง AC มีการกระจายของความรู้สึกอยากให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อสภาพอากาศ โดยส่วนใหญ่ (77%) ต้องการให้เย็นขึ้นหรือไม่เปลี่ยนแปลง ขณะที่ห้อง HC ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ (58%) ต้องการให้อากาศเย็นขึ้น

3.5.2.1 ผลทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 25 คน พบว่าผลคะแนนความสามารถในการจำ(Memory Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC คือ 5.38 คะแนน (M = 5.42, SD = 0.79, n = 13) ผลคะแนนความสามารถในการจำโดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC คือ 4.33 คะแนน (M = 4.33, SD = 1.303, n = 12) เมื่อวิเคราะห์โดยIndependent – Samples T Test พบว่าคะแนน Memory Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนห้อง AC แตกต่างกับคะแนน Memory Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC อย่างมีนัยสำคัญ (T = 2.433, p = 0.026) จึงสรุปได้ว่าผลคะแนน Memory Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC สูงกว่านักเรียนห้อง HC

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน

Group Statistics					
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Memory Test	AC	13	5.38	0.768	0.213
	NV	12	4.33	1.303	0.376
Reasoning Test	AC	13	11.00	3.215	0.892
	NV	12	10.33	2.229	0.644
Planning Test	AC	13	27.85	7.358	2.041
	NV	12	18.00	8.592	2.480

จาก ตารางที่ 3.1 พบว่าผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test) โดยเฉลี่ยของห้องAC คือ 11 คะแนน (M = 11, SD = 3.21, n = 13) ผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผลโดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC คือ 10.33 คะแนน (M = 10.33, SD = 2.229, n = 12) เมื่อใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล Independent – Samples T Test พบว่าผลคะแนน Reasoning Test

โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC เท่ากับผลคะแนน Reasoning Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC ($T = 0.598$, $p = 0.556$) จึงสรุปได้ว่าผลคะแนน Reasoning Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC และ HC ไม่แตกต่างกัน

จาก ตารางที่ 3.1 พบว่าผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC คือ 27.85 คะแนน ($M = 27.85$, $SD = 7.358$, $n = 13$) ผลคะแนน Planning Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC คือ 18 คะแนน ($M = 18$, $SD = 8.592$, $n = 12$)

เมื่อใช้วิธีการ Independent – Samples T Test วิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลคะแนน Planning Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC แตกต่างกับผลคะแนน Planning Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC อย่างมีนัยสำคัญ ($T = 3.085$, $p = 0.005$) จึงสรุปได้ว่าผลคะแนน Planning Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC สูงกว่านักเรียนในห้อง HC

จากการทดสอบพบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ทั้งห้อง AC และ HC สามารถยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อนของห้องเรียนได้ ซึ่งตรงกับขอบเขตภาวะความสบายที่ $24\text{ }^{\circ}\text{C} - 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ของ ASHRAE Standard 55–2010 แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกร้อนหนาว (PMV) มีผู้ทดสอบเพียงส่วนน้อยของทั้งสองห้องที่มีความรู้สึกตรงกับค่าจากการคำนวณด้วย CBE Thermal Comfort Tool โดยผู้ทดสอบในห้อง AC มีความรู้สึกธรรมดาค่อนข้างเย็น และไม่ต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ขณะที่ผู้ทดสอบในห้อง HC รู้สึกธรรมดาค่อนข้างร้อนเล็กน้อย และต้องการให้สภาพอากาศเย็นขึ้น

แม้ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มสามารถยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อนภายในห้องของตนได้ แต่จากการทดสอบความสามารถในการคิดซับซ้อนกลับพบว่าผู้ทดสอบในห้อง AC มีผลคะแนนทดสอบความสามารถในการจดจำ และความสามารถในการวางแผน สูงกว่าผู้ทดสอบในห้อง HC แสดงให้เห็นว่าแม้ผู้ทดสอบทั้งสองจะอยู่ในขอบเขตภาวะความสบายเช่นกัน แต่ผู้ทดสอบในห้องที่รู้สึกร้อนกว่ากลับมีความสามารถในการคิดซับซ้อนต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ตรงตามทฤษฎีที่ว่าความร้อนส่งผลต่อความสามารถในการคิดซับซ้อนของ Hancock, 2003

การศึกษาเบื้องต้นเก็บข้อมูลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ที่อุณหภูมิยังค่อนข้างเย็น ในการศึกษาต่อไปจึงสมควรเลือกช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิระหว่างทั้งสองห้องมีความแตกต่างกันมาก เช่นช่วงฤดูร้อน จากผลแบบสอบถามพบว่ามีกระจายของค่าความรู้สึกร้อนหนาวที่อาจเกิดจากความแตกต่างกัน

ของความเร็วลม ณ จุดที่หนึ่งของนักเรียนแต่ละคน โดยเฉพาะห้อง HC ที่มีผู้ทดสอบบางกลุ่มไม่ได้รับลมจากพัดลมโดยตรง ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจต้องทำการวัดความเร็วลม ณ จุดที่หนึ่งของนักเรียนแต่ละคนเพื่อการเปรียบเทียบข้อมูล ส่วนระดับของเสียงในทั้งสองห้องพบว่าจะไม่มีความแตกต่างอย่างนัยยะสำคัญ และไม่อยู่ในระดับที่ถือเป็นเสียงรบกวนจึงไม่ทำการวัดอีกในการทดลองจริง

3.4 วิธีการเก็บข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการสรุปผลการวิจัย ประกอบด้วยข้อมูล 4 ประเภท ได้แก่

3.4.1 ข้อมูลพื้นฐานประชากร

เป็นการเก็บข้อมูลทั่วไปของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นกลุ่มตัวอย่างการวิจัย โดยใช้แบบสอบถาม ข้อมูลที่ต้องการได้แก่ข้อมูลเรื่อง เพศ, น้ำหนัก, ส่วนสูง, โรคประจำตัว, เกรดเฉลี่ย และกิจกรรมที่ทำก่อนเข้าห้อง เป็นต้น

3.4.2 ข้อมูลการรับรู้สภาวะแวดล้อม

เป็นการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับสภาวะความสบาย และความสามารถในการยอมรับสภาพแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างในสถานที่ทำการวิจัยจริง เนื่องจากความรู้สึกละเอียดเป็นค่าที่ไม่สามารถระบุค่าชี้วัดอย่างชัดเจนได้ จึงมีการแบ่งเกณฑ์คะแนนของความรู้สึกต่างๆตามหลักเกณฑ์ของ ASHRAE Scale , Bedford Scale และ McIntyre preference scale (Fu-Jen Wang, 2014 , Juntakan, 2013 Preechaya, 2006, พงศ์ตะวัน นันทศิริ และสัการ ราชีสุทธิ, 2558)

โดยจะเป็นการวัดความรู้สึกที่มีต่อสภาวะความสบาย โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำเครื่องหมาย ในตารางแสดงความรู้สึกที่มีต่อสภาวะความสบาย ASHRAE Scale (หนาว = -3 ; เย็น = -2 ; เย็นเล็กน้อย = -1 ; สบาย = 0 ; ร้อนเล็กน้อย = 1 ; ร้อน = 2 ; ร้อนมาก = 3) Bedford Scale (เย็นมากเกินไป = -3 ; เย็นเกินไป = -2 ; รู้สึกสบายแบบเย็นๆ = -1 ; รู้สึกสบาย = 0 ; รู้สึกสบายแบบอุ่นๆ = 1 ; ร้อนเกินไป = 2 ; ร้อนมากเกินไป = 3)

ส่วน McIntyre preference scale จะเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความต้องการให้สภาพอากาศเปลี่ยนแปลง (เย็นลง , ไม่เปลี่ยนแปลง , ร้อนขึ้น) ซึ่งคำถามนี้จะมีความสำคัญในการนำมาเปรียบเทียบ

กับค่าที่ได้จาก ASHRAE Scale และแบบสอบถามความรู้สึกยอมรับเชิงความร้อน (Thermal acceptability) ประกอบด้วย ยอมรับไม่ได้ (Unacceptable) หรือ ยอมรับได้ (Acceptable)

3.4.3 ข้อมูลสภาพแวดล้อม

เป็นการเก็บข้อมูลโดยการใช้เครื่องมือการวัดและทดสอบค่าทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาคำนวณหาสภาวะความสบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร โดยจะทำการวัดค่าด้วยเครื่องมือต่างๆดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) คือค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์
2. การแผ่รังสีความร้อน (Mean Radiant Temperature) คือค่าถ่วงเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่ทำมุม และมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อม
3. ความชื้นสัมพัทธ์(Relative Humidity) คืออัตราส่วนร้อยละของปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในอากาศต่อปริมาณความชื้นอิ่มตัวที่อากาศสามารถรองรับได้ก่อนกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่สภาวะความดันและอุณหภูมิเดียวกัน
4. ความเร็วลม(Wind Speed)] คือการเคลื่อนไหวของอากาศ ซึ่งพัดความร้อนและความชื้นไปจากร่างกาย ทำให้ร่างกายรู้สึกเย็นขึ้น
5. ความดังเสียง (decibel, dB) คือระดับความดังของเสียง ทำการวัดโดยใช้ Hotwire thermo-anemometer Kimo VT100 เครื่องวัดอุณหภูมิ และความเร็วลม และ Thermo Hygrometer Rixen series no RXN 380189E เครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้น



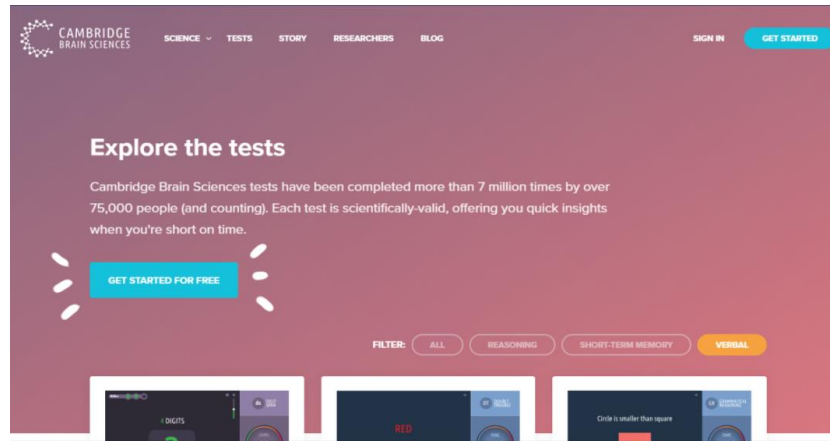
ภาพที่ 3.8 Hotwire thermo-anemometer Kimo VT100 (ที่มา : ผู้วิจัย)



ภาพที่ 3.9 Thermo Hygrometer Rixen series no RXN 380189E (ที่มา : ผู้วิจัย)

3.4.4 ข้อมูลผลคะแนนการวัดความสามารถในการคิดซับซ้อน

ทำการทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดย ให้นักเรียนเล่นเกมบนเว็บไซต์ <http://www.cambridgebrainsciences.com> ซึ่งให้บริการเครื่องมือ CBS Trail สำหรับการทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน (cognitive)

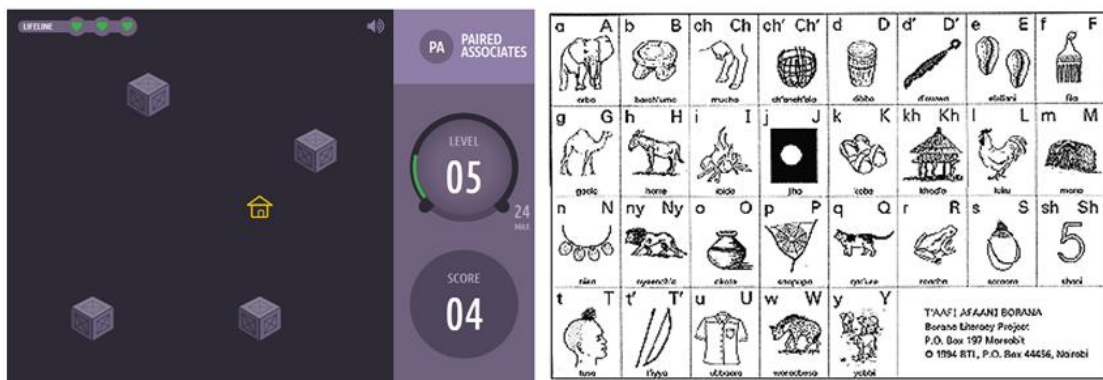


ภาพที่ 3.10 หน้าตาเว็บไซต์ (ที่มา: cambridgebrainsciences.com)

CBS Trail เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่อ้างอิงจากการสำรวจของ Dr. Adrian Owen ถูกใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการทดสอบในงานวิจัยกว่า 300 ฉบับ ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการอย่าง Nature and Neuron , Sage, The MRC และอื่นๆ ตัวโปรแกรมจะเริ่มจากระดับง่ายก่อนและจะค่อยๆเพิ่มระดับความยากขึ้นเมื่อนักเรียนทำคะแนนได้ โดยให้ทำการทดสอบ 3 ส่วนคือ ความจำ (Memory Test), การใช้เหตุผล (Reasoning Test) และการวางแผน (Planning Test) ได้แก่

3.4.4.1 Memory Test: Paired Associates

การทดสอบความสามารถในการจำ โปรแกรมนี้พัฒนาจาก Paired-Associate ของ Mary Whiton การทดสอบส่วนนี้มีความสำคัญต่อการวัดความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ในเรื่องความสามารถในการจดจำเส้นทาง การเรียนรู้คำศัพท์ใหม่ๆ เพราะไม่เพียงแค่ว่าเราต้องจดจำคำศัพท์ที่ถูกต้อง เรายังต้องสามารถจับคู่คำศัพท์นั้นๆเข้ากับความหมายของมันได้อีกด้วย



ภาพที่ 3.11 โปรแกรมทดสอบความจำเทียบกับแผ่นภาพทดสอบความจำของ Mary Whiton

(ที่มา: cambridgebrainsciences.com)

วิธีทดสอบ

1. โปรแกรมจะทำการเปิดแสดงภาพที่ถูกซ่อนเอาไว้ในกล่องลึกลับทุกใบให้ผู้ทดสอบได้ทำการจดจำ
2. กล่องลึกลับทั้งหมดจะถูกปิดกลับ จากนั้นโปรแกรมจะแสดงภาพที่ต้องการให้จับคู่ขึ้นมา
3. ผู้ทดสอบจะต้องเลือกกล่องที่มีภาพดังกล่าวซ่อนอยู่ให้ถูกต้อง

3.4.4.2 Reasoning Test: Odd One Out

การทดสอบนี้ทำการวัดความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ , แก้ไขปัญหา และคิดค้นไอเดียใหม่ๆ โปรแกรมนี้ได้รับการออกแบบขึ้นโดย Dr. Hampshire ซึ่งเป็นรูปแบบโมเดิร์นของงานทดลองเก่า Raven's Progressive Matrices แตกต่างจากการทดสอบแบบเดิมโดยการอาศัยคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ตัวโปรแกรมจะทำการคำนวณด้วยระบบอัลกอริทึม ทำให้สามารถสร้างรูปแบบของภาพที่ไม่ซ้ำกันได้นับหมื่นรูปแบบ ผู้ทดสอบจึงไม่สามารถใช้วิธีการจดจำรูปแบบเพื่อทำการทดสอบได้แม้จะทดสอบซ้ำอีกครั้ง



ภาพที่ 3.12 โปรแกรมทดสอบการใช้เหตุผลเทียบกับภาพทดสอบการใช้เหตุผลของ Raven

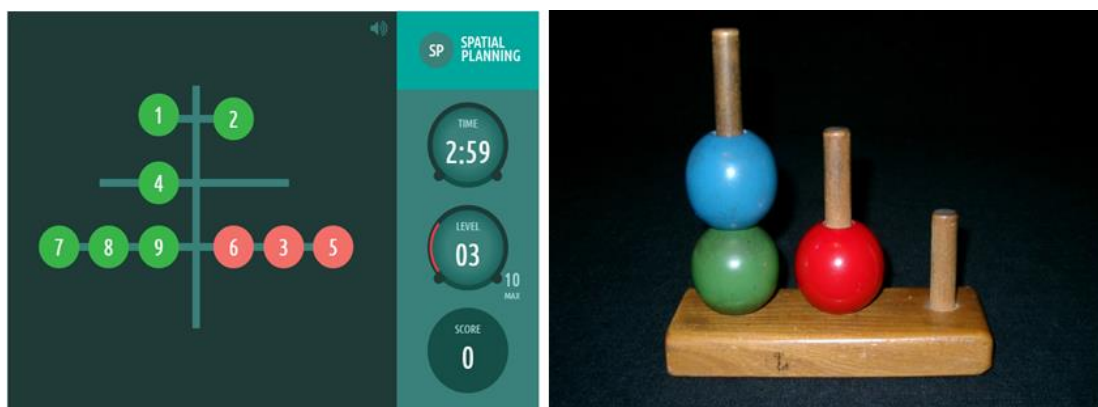
(ที่มา: cambridgebrainsciences.com)

วิธีทดสอบ

1. โปรแกรมจะทำการแสดงภาพสัญลักษณ์ 9 ภาพ
2. ผู้ทดสอบจะต้องเลือกภาพเพียงภาพเดียวที่มีลักษณะแตกต่างจากภาพอื่น อาจเป็นที่รูปทรง จำนวน หรือสี
3. ผู้ทดสอบจะต้องทำคะแนนให้ได้มากที่สุด ภายในระยะเวลา 3 นาที โดยเมื่อทำคะแนนได้มากขึ้นระดับความยากของภาพก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเช่นกัน

3.4.4.3 Planning Test: Spatial Planning Task

การวางแผน หมายถึง ความสามารถในการคิดคาดการณ์ล่วงหน้า และสร้างเส้นทางเพื่อให้ได้เป้าหมายที่ต้องการ โดยโปรแกรมนี้สร้างขึ้นตามแบบทดสอบ The Hampshire tree task ซึ่งเป็นรูปแบบที่พัฒนาจาก Tower of London/ Tower of Hanoi test มีลักษณะเป็นแท่งไม้ สวมลูกบอลสี ผู้ทดสอบของทำการขยับลูกบอลเพื่อให้เรียงกันอย่างถูกต้อง ความสามารถในการวางแผนของผู้ทำ



ภาพที่ 3.13 โปรแกรมทดสอบการวางแผน เปรียบเทียบกับ The Hampshire tree task

(ที่มา: cambridgebrainsciences.com)

วิธีทดสอบ

1. ผู้ทดสอบจะต้องเรียงลูกบอลที่มีหมายเลขแสดงอยู่ทั้ง 9 ลูกให้เรียงกันตามลำดับที่ถูกต้องด้วยการเลื่อนบอลให้น้อยครั้งที่สุด
2. ผู้ทดสอบมีเวลา 3 นาที สามารถเลื่อนบอลได้ที่ละ 1 ลูก และจะเลื่อนได้เฉพาะลูกบอลที่ไม่ถูกลูกอื่นบัง
3. ลูกบอลสีแดงคือลูกบอลที่อยู่ผิดตำแหน่ง ส่วนลูกบอลสีเขียวคือบอลที่มีตำแหน่งถูกต้องแล้ว ในการจัดเรียงบางครั้งผู้ทดสอบอาจต้องเลื่อนทั้งสีแดงและเขียว

นักเรียนจะทำการแบ่งเป็นกลุ่มเลขคู่ และเลขคี่ ผลัดกันทำแบบทดสอบทั้งสี่นี้ในห้องที่มีสภาวะอากาศต่างกัน คือเป็นห้องที่ปรับอากาศแบบธรรมชาติด้วยพัดลม และห้องที่ควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องปรับอากาศ บันทึกผลคะแนนและนำมาเปรียบเทียบกัน

3.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2560 ช่วงเวลา 14.00 น. - 16.00 น. ณ ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตึกวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนครสวรรค์ ผู้วิจัยเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กนักเรียนมัธยมศึกษาห้อง 5 /15 ห้องพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนครสวรรค์ จำนวน 30 คน นักเรียนทุกคนสวมชุดนักเรียนแบบเดียวกัน แบ่งนักเรียนในห้องออกเป็น 2 กลุ่ม ตามเลขที่ประจำตัว โดยแบ่งเป็นเลขคี่และเลขคู่ กลุ่มเลขคู่จะเข้าทำการทดสอบในห้องที่มีการปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ และกลุ่มเลขคี่จะเข้าทำการทดสอบในห้องที่มีการปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม

ผู้วิจัยใช้เวลา 20 นาทีให้นักเรียนปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศภายในห้องและพักจากกิจกรรมที่ทำมาก่อนหน้านี้ โดยใช้เวลาช่วงนี้ในการพูดคุยแนะนำตัว อธิบายวิธีการใช้งานโปรแกรมทดสอบ และให้นักเรียนทำการลงทะเบียนเพื่อเข้าถึงการใช้เครื่องมือทดสอบออนไลน์บนเว็บไซต์ cambridgebrainsciences.com โดยทำการทดสอบด้วยแท็บเล็ตที่ทางโรงเรียนจัดหามาให้ และเชื่อมต่อกับไวไฟของทางโรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบโดยจะใช้เวลาประมาณ 3-5 นาทีต่อแบบทดสอบแต่ละชนิด และหยุดเว้นแต่ละการทดสอบ 5 นาที เพื่อให้ผู้ทดสอบกรอกคะแนนที่ได้และให้ผู้วิจัยทำการอธิบายวิธีการเล่นโปรแกรมถัดไป โดยระหว่างนี้ผู้วิจัยจะทำการวัดสภาพอากาศภายในห้องด้วยอุปกรณ์วัดสภาพอากาศไปพร้อมกัน

เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบจึงให้นักเรียนกรอกแบบสอบถามประเมินสภาวะความสบายตามหลักสากลของ ASHRAE ซึ่งจะนำไปคำนวณหาค่าภาวะความสบายในโปรแกรมต่อไป เมื่อจบการทดสอบจึงทำการแจกขนมเป็นการขอบคุณผู้เข้าร่วมทดสอบ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ เนื้อหาในบทนี้แสดงผลการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาวะความสบาย อุณหภูมิ ความชื้น แสงลม ผลการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ และเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2560 ช่วงเวลา 14.00 น. - 16.00 น. ณ ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตึกวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนครสวรรค์ อ.เมือง จ. นครสวรรค์ ซึ่งห้องเรียนดังกล่าวเคยเป็นห้องเรียนที่ใช้พัดลมเป็นหลักก่อนถูกปรับปรุงให้เป็นห้องแอร์ โดยเปลี่ยนประตูเป็นบานกระจก และการติดกระจกที่หน้าต่างเดิม ซึ่งหน้าต่างนี้สามารถเปิดออกรับลมได้ พัดลมยังคงติดตั้งอยู่ที่เดิมและสามารถใช้งานได้ครบ จึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นห้องสำหรับการทดสอบทั้ง 2 รูปแบบ โดยการวิจัยนี้เป็นการวิจัยครั้งที่ 2 ด้วยนักเรียนกลุ่มเดิม หลังจากทำการ Pilot Study ไปเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2560 โดยนักเรียนได้เลื่อนระดับชั้น จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ภาพที่ 4.1 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทำการวิจัย (ที่มา: ผู้วิจัย)

ผู้วิจัยเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/15 จำนวน 30 คนแบ่งตามเลขประจำตัวนักเรียนเลขคู่และเลขคี่ โดยให้นักเรียนที่มีเลขประจำตัวเป็นเลขคู่ทดสอบในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิห้องเรียนด้วยเครื่องปรับอากาศ (Air-conditioned classrooms; AC) และให้นักเรียนที่มีเลขประจำตัวเป็นเลขคี่ทดสอบควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม (Natural ventilated classrooms; HC) เมื่อทำการทดสอบเสร็จสิ้น มีผลการทดสอบที่ตรวจสอบแล้วว่ามีข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์เป็นจำนวน 27 ชุด เป็นนักเรียนในห้อง AC 14 คน นักเรียนในห้อง HC 13 คน เป็นชาย 14 คน หญิง 13 คน จากแบบสอบถามพบว่าเด็กนักเรียนทั้งสองห้องมีเกรดเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือห้อง AC มีเกรดเฉลี่ย 3.35 และห้อง HC มีเกรดเฉลี่ย 3.39

ตารางที่ 4.1 เกรดเฉลี่ยนักเรียนห้อง AC และ HC

ห้อง	จำนวน(คน)	เกรดต่ำสุด	เกรดสูงสุด	เกรดเฉลี่ย
ห้อง AC	14	2.75	3.91	3.35
ห้อง HC	13	2.00	4.00	3.39

จากนั้นจึงนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ และทำการนำเสนอโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 ความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal Sensation)

ผู้วิจัยทำการวัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม ด้วยอุปกรณ์ Hotwire thermoanemometer Kimo VT100 และ Thermo Hygrometer Rixen series no RXN 380189E ได้ผลการทดสอบตามตารางดังนี้

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลอากาศภายในห้อง

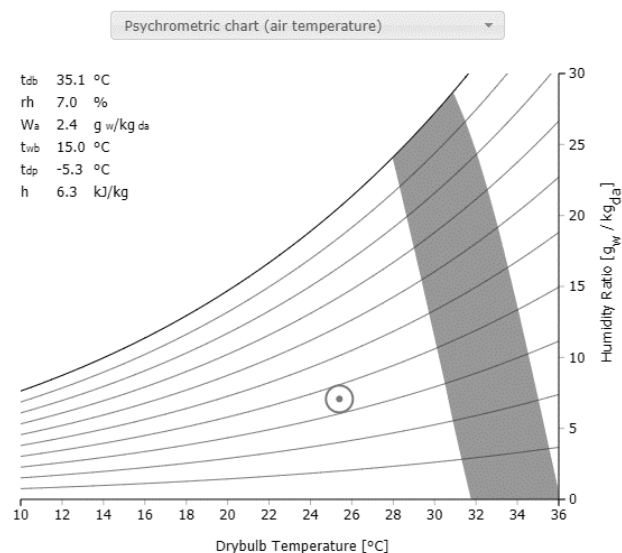
ห้อง	เวลา	อุณหภูมิ(C)	ความชื้น(%)	ความเร็วลม(m/s)
AC	14.30 น.	26.3	34	0.83
	14.40 น.	25.5	35.3	0.76
	14.50 น.	24.4	36	1.53
		25.4	35.1	1.04

ตาราง 4.2 (ต่อ) ข้อมูลอากาศภายในห้อง

ห้อง	เวลา	อุณหภูมิ(C)	ความชื้น(%)	ความเร็วลม(m/s)
HC	15.30 น.	30.8	52	2.32
	15.40 น.	31.5	52.8	2.51
	15.50 น.	33.4	53	2.46
		31.9	52.6	2.43

จาก ตารางที่ 4.2 ข้อมูลอากาศภายในห้อง แสดงให้เห็นว่าภายในห้อง AC มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.4 °C มีความชื้นเฉลี่ยที่ 35.1% ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 1.04 m/s และภายในห้อง HC มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.90 °C มีความชื้นเฉลี่ยที่ 52.6% ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 2.43 m/s นำผลการทดสอบที่ได้ไปกรอกในโปรแกรม CBE Thermal Comfort Tool (ASHRAE Standard 55-2013) เพื่อการคำนวณค่า PMV ได้ผลตาม ภาพที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.3

PMV with elevated air speed	-2.09
PPD with elevated air speed	81%
Sensation	Cool
SET	19.2°C
Drybulb temperature at still air	21.6°C
Cooling effect	3.8°C

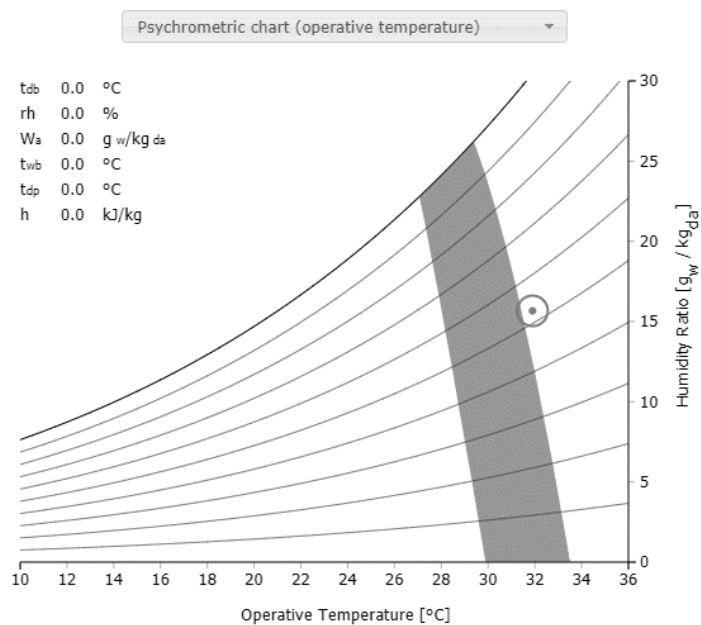


ภาพที่ 4.2 Psychrometric Chart (AC)

เมื่อนำผลที่ได้มาทำการคำนวณค่า PMV ด้วยโปรแกรม CBE Thermal Comfort Tool (ASHRAE Standard 55-2013) จะได้ผลตาม **ภาพที่ 4.2** Psychrometric Chart (AC) พบว่าห้อง AC มีค่า PMV ที่ -2.09 หมายถึงรู้สึก เย็น และ **ภาพที่ 4.3** Psychrometric Chart (HC) พบว่าห้อง HC มีค่า PMV ที่ 0.64 หมายถึงรู้สึก ร้อนเล็กน้อย

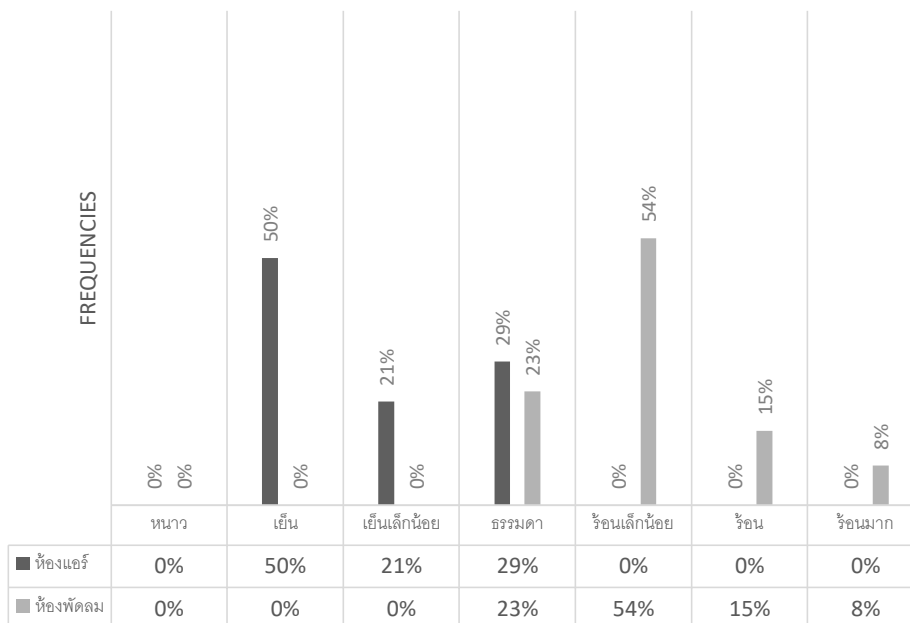
จากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลการตอบแบบสอบถาม การกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน ของผู้ทดสอบทั้งสองห้อง

PMV with elevated air speed	0.64
PPD with elevated air speed	14%
Sensation	Slightly Warm
SET	27.1°C
Drybulb temperature at still air	27.2°C
Cooling effect	4.7°C



ภาพที่ 4.3 Psychrometric Chart (HC)

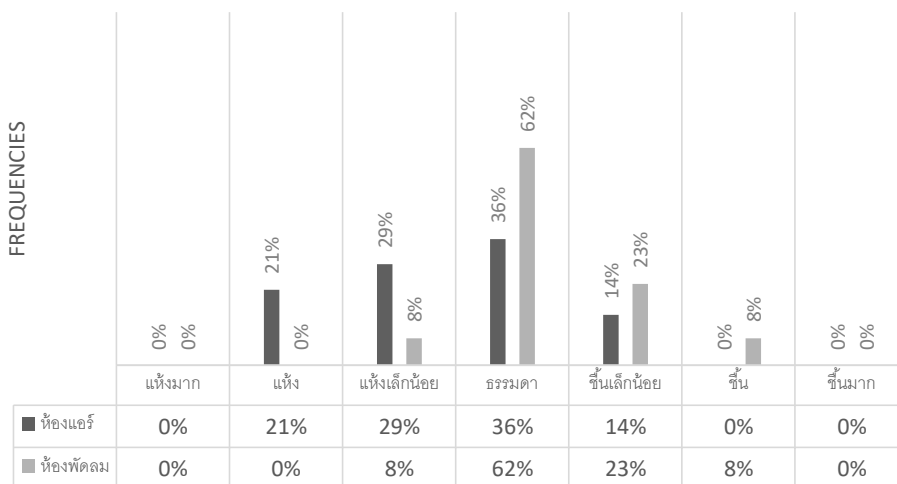
THERMAL SENSATION VOTES



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงผลการกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความร้อน

เมื่อเปรียบเทียบค่า PMV พบว่าภายในห้อง AC มีผู้ทดสอบส่วนใหญ่รู้สึก “เย็น” ตรงกับการคำนวณค่า PMV (จำนวนร้อยละ 50 ของกลุ่มตัวอย่าง) โดยผู้ทดสอบส่วนน้อยมีความรู้สึก “ธรรมดา” (จำนวนร้อยละ 29 ของกลุ่มตัวอย่าง) และรู้สึก “เย็นเล็กน้อย” (จำนวนร้อยละ 23 ของกลุ่มตัวอย่าง) ในขณะที่ห้อง HC เมื่อนำผลการคำนวณค่า PMV มาเปรียบเทียบกับ ภาพที่ 4.4 พบว่าตรงกับความรู้สึกของผู้ทดสอบส่วนใหญ่ (จำนวนร้อยละ 54 ของกลุ่มตัวอย่าง) ซึ่งมีความรู้สึก “ร้อนเล็กน้อย” และผู้ทดสอบส่วนน้อย “รู้สึกธรรมดา” (จำนวนร้อยละ 23 ของกลุ่มตัวอย่าง) มีความรู้สึก “ร้อน” (จำนวนร้อยละ 15 ของกลุ่มตัวอย่าง) และรู้สึก “ร้อนมาก” (จำนวนร้อยละ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง) ตามลำดับ

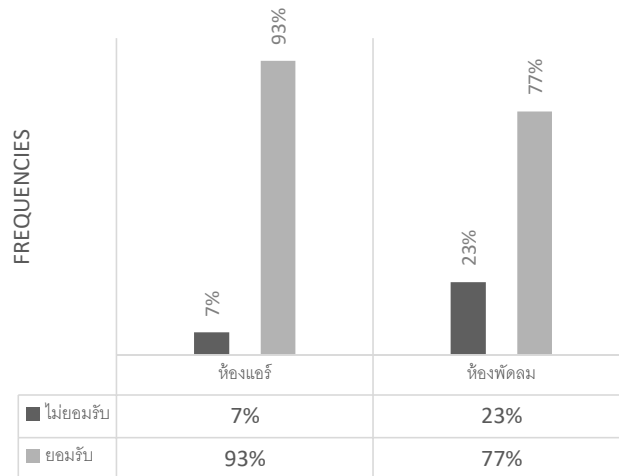
HUMID SENSATION VOTES



ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแสดงการกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความชื้น (Humid Sensation Votes)

ผลการตอบแบบสอบถามวัดการกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความชื้นของห้อง AC และห้อง HC จาก ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแสดงการกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความชื้น (Humid Sensation Votes) พบว่ามีค่าความรู้สึกของผู้ทดสอบส่วนใหญ่ของทั้งสองห้องเหมือนกันคือรู้สึก “ธรรมดา” (ห้อง AC จำนวนร้อยละ 36 ของกลุ่มตัวอย่าง ห้อง HC จำนวนร้อยละ 62 ของกลุ่มตัวอย่าง) โดยผู้ทดสอบบางส่วนในห้อง AC รู้สึกว่าอากาศ “แห้งเล็กน้อย” (จำนวนร้อยละ 29 ของกลุ่มตัวอย่าง) และรู้สึกว่าอากาศ “แห้ง” (จำนวนร้อยละ 21 ของกลุ่มตัวอย่าง) ผู้ทดสอบส่วนน้อยในห้อง AC รู้สึกว่าอากาศ “ชื้นเล็กน้อย” (จำนวนร้อยละ 14 ของกลุ่มตัวอย่าง) ขณะที่ผู้ทดสอบบางส่วนในห้อง HC รู้สึกว่า “ชื้นเล็กน้อย” (จำนวนร้อยละ 23 ของกลุ่มตัวอย่าง) และมีเพียงผู้ทดสอบส่วนน้อยรู้สึกว่าอากาศ “แห้งเล็กน้อย” (จำนวนร้อยละ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง) และอากาศ “แห้ง” (จำนวนร้อยละ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง)

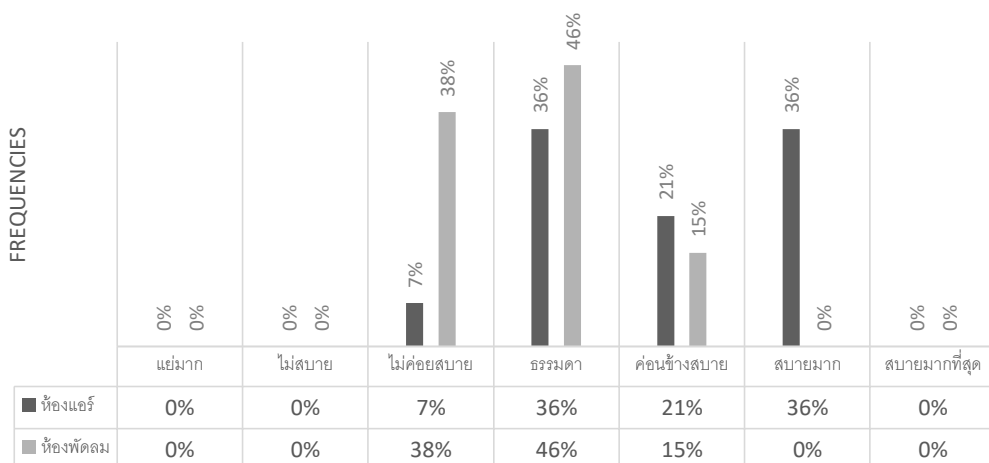
THERMAL ACCEPTABILITY



ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแสดงการยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal acceptability)

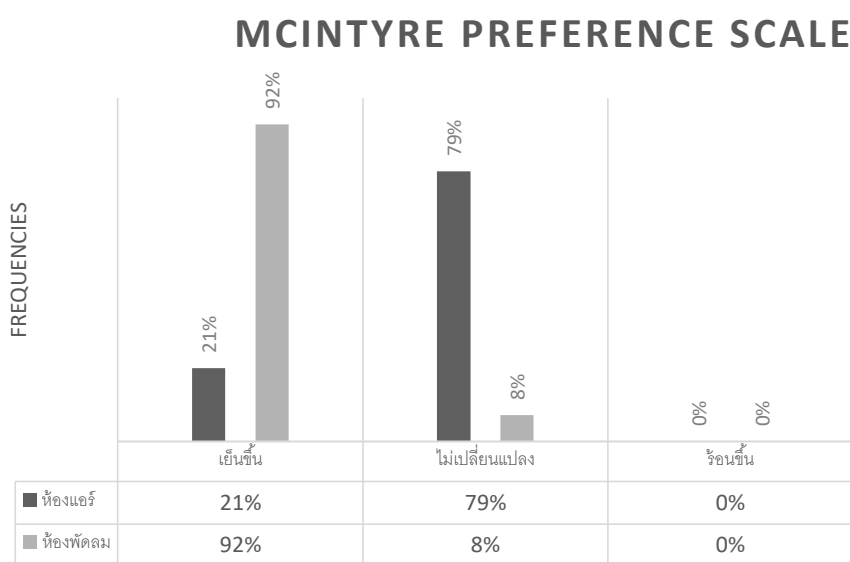
ผลการตอบแบบสอบถามวัดการยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal acceptability) จาก ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแสดงการยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal acceptability) พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ภายในห้อง AC (จำนวนร้อยละ 93 ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบในห้อง AC) และผู้ทดสอบส่วนใหญ่ภายในห้อง HC (จำนวนร้อยละ 77 ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบในห้อง HC) สามารถยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อนภายในห้องของตนเองได้

OVER ALL SENSATION VOTES



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิแสดงการยอมรับความรู้สึกโดยรวม (Over all sensation)

ผลการตอบแบบสอบถามการยอมรับความรู้สึกโดยรวม (Over all sensation) จากภาพที่ 4.7 แผนภูมิแสดงการยอมรับความรู้สึกโดยรวม (Over all sensation) พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ภายในห้อง AC รู้สึก “ธรรมดา” (จำนวนร้อยละ 36 ของกลุ่มตัวอย่าง AC) และรู้สึก “สบายมาก” มีเพียงส่วนน้อยที่รู้สึก “ไม่ค่อยสบาย” (จำนวนร้อยละ 7 ของกลุ่มตัวอย่าง AC) ส่วนผู้ทดสอบส่วนใหญ่ภายในห้อง HC รู้สึก “ธรรมดา” (จำนวนร้อยละ 46 ของกลุ่มตัวอย่าง HC) และรู้สึก “ไม่ค่อยสบาย” (จำนวนร้อยละ 38 ของกลุ่มตัวอย่าง HC) มีเพียงส่วนน้อยที่รู้สึก “ค่อนข้างสบาย” (จำนวนร้อยละ 15 ของกลุ่มตัวอย่าง HC)



ภาพที่ 4.8 แผนภูมิแสดงความรู้สึกอยากเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (McIntyre preference)

ผลการตอบแบบสอบถาม ความรู้สึกอยากเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (McIntyre preference) จากภาพที่ 4.8 แผนภูมิแสดงความรู้สึกอยากเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (McIntyre preference) พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ภายในห้อง AC ไม่ต้องการให้อุณหภูมิภายในห้องมีการเปลี่ยนแปลง (จำนวนร้อยละ 79 ของกลุ่มตัวอย่าง AC) และผู้ทดสอบส่วนน้อยภายในห้อง AC ต้องการให้อุณหภูมิภายในห้องเย็นขึ้น (จำนวนร้อยละ 21 ของกลุ่มตัวอย่าง AC) ขณะที่ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ในห้อง HC ต้องการให้อุณหภูมิภายในห้องเย็นขึ้น (จำนวนร้อยละ 92 ของกลุ่มตัวอย่าง HC) และผู้ทดสอบส่วนน้อยภายในห้อง HC รู้สึกว่าไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง (จำนวนร้อยละ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง HC)

4.2 ผลทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน

นักเรียนผู้เข้าทดสอบใช้เวลา 30 นาทีทำการทดสอบความสามารถในการคิดซับซ้อนด้วยเครื่องมือ CBS Trail ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน (cognitive) ได้ผลคะแนนการทดสอบตามตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 4.3 คะแนนความสามารถในการคิดซับซ้อนของนักเรียนห้องที่มีการปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ (AC)

เกรดเฉลี่ย	ค ะ แ น น Reasoning	ค ะ แ น น Memory	ค ะ แ น น Planning
2.75	13	12	21
2.80	19	7	10
3.20	16	4	16
3.29	11	6	32
2.80	19	14	22
3.50	22	15	26
3.91	16	8	26
3.60	19	5	36
3.60	19	13	30
3.50	14	14	31
3.67	11	6	47
3.47	17	4	24
3.46	18	5	20
3.35	30	10	28

ตารางที่ 4.4 คะแนนความสามารถในการคิดซับซ้อนของนักเรียนห้องระบบปรับอากาศแบบผสมผสานระหว่างระหว่างธรรมชาติและเครื่องกล (พัดลม) (HC)

เกรดเฉลี่ย	คะแน น Reasoning	คะแน น Memory	คะแน น Planning
3.76	6	7	18
4.00	10	5	25
3.92	16	6	42
3.97	14	5	34
2.00	13	7	17
3.50	15	10	29
3.05	15	11	28
3.75	13	3	39
3.41	10	5	37
3.05	3	3	20
3.85	14	5	8
2.66	9	6	30
3.30	7	5	38

คะแนนที่ได้ทำการทดสอบทั้ง 3 รูปแบบ คือความสามารถการใช้เหตุผล ความสามารถในการจำ และความสามารถในการวางแผน มาทำการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS ได้ผลดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test)

นักเรียนในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิห้องเรียนด้วยเครื่องปรับอากาศ (AC) และควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม (HC) มีผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test) แตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผลของนักเรียนห้อง AC และนักเรียนห้อง HC

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนห้อง AC มีระดับคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผลแตกต่างจากนักเรียนห้อง HC

สมมติฐานทางสถิติ

$$\text{สมมติฐานหลัก } H_0 : \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องAC}} = : \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องHC}}$$

H_0 ระดับคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผลของนักเรียนห้อง AC เท่ากับผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผลของนักเรียนห้อง HC

$$\text{สมมติฐานรอง } H_1 : \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องAC}} \neq : \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องHC}}$$

H_1 ระดับคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผลของนักเรียนห้อง AC แตกต่างจากผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผลของนักเรียนห้อง HC

กำหนดระดับนัยสำคัญ Level of Significance ที่ 0.5

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test)

การทดสอบ	ประเภทห้อง	N	Mean	Std. Deviation	Std.	Error
					Mean	
คะแนน Reasoning Test	AC	14	17.43	5.019	1.341	
	HC	13	11.15	4.413	1.224	

ตารางที่ 4.6 ผลวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้เหตุผลด้วย Independent – Samples T Test

Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
คะแนน Reasoning Test	Equal variances assumed	.076	.785	3.439	25	.002	6.275	1.825
	Equal variances not assumed			3.456	24.934	.002	6.275	1.816

จาก ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 27 คน พบว่าผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test) โดยเฉลี่ยของห้อง AC คือ 17 คะแนน ($M = 17.43$, $SD = 5.02$, $n = 14$) ผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผลโดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC คือ 11 คะแนน ($M = 11.15$, $SD = 4.413$, $n = 13$)

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ Independent – Samples T Test ตาม ตารางที่ 4.6 ผลวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้เหตุผลด้วย Independent – Samples T Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC แตกต่างจากผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T = 3.439$, $p = 0.002$) จึงสรุปได้ว่านักเรียนในห้อง AC มีคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผลมากกว่านักเรียนในห้อง HC

4.2.2 ผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test)

นักเรียนในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิห้องเรียนด้วยเครื่องปรับอากาศ (AC) และควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบปรับอากาศแบบผสมผสานระหว่างระหว่างธรรมชาติและเครื่องกล (พัดลม) (HC) มีผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test) แตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนความสามารถในการจำของนักเรียนห้อง AC และนักเรียนห้อง HC

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนห้อง AC มีระดับคะแนนความสามารถในการจำแตกต่างจากนักเรียนห้อง HC

สมมติฐานทางสถิติ

$$\text{สมมติฐานหลัก } H_0 : \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องAC}} = \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องHC}}$$

H_0 ระดับคะแนนความสามารถในการจำของนักเรียนห้อง AC เท่ากับผลคะแนนความสามารถในการจำของนักเรียนห้อง HC

$$\text{สมมติฐานรอง } H_1 : \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องAC}} \neq \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องHC}}$$

H_1 ระดับคะแนนความสามารถในการจำของนักเรียนห้อง AC แตกต่างจากผลคะแนนความสามารถในการจำของนักเรียนห้อง HC

กำหนดระดับนัยสำคัญ Level of Significance ที่ 0.5

ตารางที่ 4.7 ผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test)

การทดสอบ	ประเภทห้อง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
					Mean
Memory Test	AC	14	8.79	4.080	1.090
	HC	13	6.00	2.345	.650

ตารางที่ 4.8 ผลวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการจำด้วย Independent – Samples T Test

Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
คะแนน MemoryTest	Equal variances assumed	9.947	.004	2.152	25	.041	2.786	1.294
	Equal variances not assumed			2.194	21.016	.040	2.786	1.270

จาก **ตารางที่ 4.7** ผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test) พบว่าผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC คือ 9 คะแนน ($M = 8.79$, $SD = 4.08$, $n = 14$) ผลคะแนนความสามารถในการจำโดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC คือ 6 คะแนน ($M = 6.00$, $SD = 2.345$, $n = 13$)

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ Independent – Samples T Test ตาม **ตารางที่ 4.8** พบว่าผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนห้อง AC แตกต่างกับผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($T = 2.194, p = 0.040$) จึงสรุปได้ว่าผลคะแนนความสามารถในการจำโดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC สูงกว่านักเรียนห้อง HC

4.2.3 ผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test)

นักเรียนในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิห้องเรียนด้วยเครื่องปรับอากาศ (AC) และควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบปรับอากาศแบบผสมผสานระหว่างระหว่างธรรมชาติและเครื่องกล (พัดลม) (HC) มีผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test) แตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนความสามารถในการวางแผนของนักเรียนห้อง AC และนักเรียนห้อง HC

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนห้อง AC มีระดับคะแนนความสามารถในการวางแผนแตกต่างจากนักเรียนห้อง HC

สมมติฐานทางสถิติ

$$\text{สมมติฐานหลัก } H_0 : \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องAC}} = \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องHC}}$$

H_0 ระดับคะแนนความสามารถในการวางแผนของนักเรียนห้อง AC เท่ากับผลคะแนนความสามารถในการวางแผนของนักเรียนห้อง HC

$$\text{สมมติฐานรอง } H_1 : \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องAC}} \neq \bar{X}_{\text{นักเรียนห้องHC}}$$

H_1 ระดับคะแนนความสามารถในการวางแผนของนักเรียนห้อง AC แตกต่างจากผลคะแนนความสามารถในการวางแผนของนักเรียนห้อง HC

กำหนดระดับนัยสำคัญ Level of Significance ที่ 0.5

ตารางที่ 4.9 ผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test)

การทดสอบ	ประเภทห้อง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
					Mean
คะแนน PlaningTest	AC	14	26.36	10.218	2.731
	HC	13	28.08	11.694	3.243

ตารางที่ 4.10 ผลวิเคราะห์คะแนนความสามารถการวางแผน Independent – Samples T Test

Independent Samples Test								
Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
คะแนน PlaningTest	Equal variances assumed	.794	.381	-.408	25	.687	-1.720	4.218
	Equal variances not assumed			-.406	23.939	.689	-1.720	4.240

จาก ตารางที่ 4.9 พบว่าผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC คือ 26 คะแนน ($M = 26.36$, $SD = 10.21$, $n = 14$) ผลคะแนน Planning Test โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC คือ 28 คะแนน ($M = 28.08$, $SD = 11.69$, $n = 13$)

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ Independent – Samples T Test ตาม ตารางที่ 4.10 ผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC ($T = 0.408$, $p = 0.687$) จึงสรุปได้ว่าผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC เท่ากับนักเรียนในห้อง HC

4.3 สรุปผลการทดสอบ

พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ในห้อง AC มีค่าความรู้สึกร้อนหนาว (PMV) ที่ความรู้สึก “รู้สึกเย็น” ขณะที่ผู้ทดสอบส่วนมากในห้อง HC มีค่าความรู้สึกร้อนหนาว (PMV) ที่ “รู้สึกร้อนเล็กน้อย” ผลจากการตอบแบบสอบถามการยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal acceptability) พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ในห้อง AC และห้อง HC ที่ สามารถยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อนภายในห้องของตนเองได้

หากแต่เมื่อทำการทดสอบด้วยแบบสอบถามความรู้สึกอยากเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (McIntyre preference) กลับพบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ภายในห้อง HC ต้องการให้อุณหภูมิภายในห้อง “เย็นขึ้น”

ผลการตอบแบบสอบถามวัดการกระจายคะแนนความรู้สึกเชิงความชื้น (Humid Sensation Votes) ของห้อง AC และห้อง HC พบว่ามีค่าความรู้สึกของผู้ทดสอบส่วนใหญ่ของทั้งสองห้องเหมือนกันคือรู้สึก “ธรรมดา” โดยผู้ทดสอบบางส่วนในห้อง AC รู้สึกว่าอากาศค่อนข้าง “แห้งเล็กน้อย” และ “แห้ง” ขณะที่ผู้ทดสอบบางส่วนในห้อง HC รู้สึกว่า “ชื้นเล็กน้อย”

ผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test) เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ Independent – Samples T Test พบว่าผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC มีคะแนนมากกว่าผลคะแนนโดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ

ผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test) เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ Independent – Samples T Test พบว่าผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนห้อง AC มีคะแนนมากกว่าผลคะแนนโดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ

ผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test) เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ Independent – Samples T Test ผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC ไม่แตกต่างจากผลคะแนนโดยเฉลี่ยนักเรียนในห้อง HC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ จึงสรุปได้ว่าผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test) โดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC เท่ากับนักเรียนในห้อง HC

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเกี่ยวกับ “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียน” นี้เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าสภาวะความสบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในประเทศไทยกับค่า ASHRAE Standard 55-2010 และศึกษาว่าในระดับสภาวะความสบายของห้องที่มีการควบคุมด้วยเครื่องปรับอากาศ และห้องที่มีการปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม มีผลกระทบต่อกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียนชั้นมัธยมระหว่างเข้าใช้หรือไม่ โดยใช้แบบสอบถาม ,อุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิ ,ความเร็วลม และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CBS Trail ในการทดสอบ

โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน นำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือทางสถิติ Independent – Samples T Test ,โปรแกรมคำนวณค่าสภาวะความสบาย CBE Thermal Comfort Tool (ASHRAE Standard 55-2013) และเครื่องมือการทดสอบความพึงพอใจสภาพอากาศ McIntyre preference ทำการรวบรวมผลการวิจัย มาสรุปอภิปราย เปรียบเทียบกับวรรณกรรมปริทัศน์และตอบคำถามการวิจัยตามจุดประสงค์การวิจัยที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อการแก้ไข และเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงงานวิจัยสำหรับผู้ที่สนใจในอนาคต โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผล

จากการวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียนมีผลสรุปแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีค่าสภาวะความสบายภายในห้องเรียน เหมือนหรือแตกต่างกับค่า ASHRAE Standard 55 อย่างไร

ผลจากการตอบแบบสอบถามการยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อน (Thermal acceptability) พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ในห้อง AC ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.4 °C มีความชื้นเฉลี่ยที่ 35.1% ความเร็ว

ลมเฉลี่ยที่ 1.04 m/s และห้อง HC ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.90 °C มีความชื้นเฉลี่ยที่ 52.6% ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 2.43 m/s สามารถยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อนภายในห้องของตนเองได้ ซึ่งแสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของไทย มีค่าภาวะความสบายตรงกันกับค่าภาวะความสบายที่ปรับปรุงใหม่ของ ASHRAE Standard 55-2010 คือค่าภาวะความสบายสำหรับผู้อาศัยในเขตร้อนอยู่ที่ 24 °C - 32 °C

ส่วนที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถใช้กระบวนการคิดซับซ้อนภายในห้องที่มีการควบคุมด้วยเครื่องปรับอากาศ หรือภายในห้องที่มีการปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยการใช้พัดลม ได้ดีกว่ากัน

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ Independent – Samples T Test พบว่าผลคะแนนความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Test) และผลคะแนนความสามารถในการจำ (Memory Test) แตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ (คะแนน Reasoning Test AC= 17, HC = 11) (คะแนน Memory Test AC = 9, HC = 6) โดยผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง AC มีคะแนนมากกว่าผลคะแนนโดยเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง HC ส่วนผลคะแนนความสามารถในการวางแผน (Planning Test) นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ (คะแนน Planning Test AC= 26, HC = 28) จึงถือว่าผลคะแนนเท่ากัน

ส่วนที่ 3 ความสามารถส่วนบุคคลด้านการเรียนส่งผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อนด้วยหรือไม่ อย่างไร

จากการเก็บแบบสอบถามพบว่าเด็กที่ได้เกรดเฉลี่ยมากที่สุดและน้อยที่สุดของทั้งสองห้อง มีผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการคิดซับซ้อนโดยรวมเฉลี่ยแล้วไม่แตกต่างกันมากนัก

ส่วนที่ 4 เปรียบเทียบผลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างการศึกษาเบื้องต้น (Pilot Study) กับการวิจัย

จากการศึกษาเบื้องต้น (Pilot Study) ดังตารางที่ ตารางที่ 5.1 พบว่าห้อง AC มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าในการทดสอบการใช้เหตุผล (Reasoning) และวางแผน (Planning) ขณะที่ห้อง HC มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าในการทดสอบ การจำ (Memory) แต่เนื่องจากช่วงเวลาที่ทำการทดสอบนั้นเป็นช่วงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งมีอากาศค่อนข้างเย็น ทำให้อากาศภายในห้องปรับอากาศและภายนอกไม่

แตกต่างกันมากนัก โดยภายในห้อง AC มีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature) อยู่ที่ 21.1 °C HC มีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature) อยู่ที่ 26.1 °C ซึ่งแตกต่างกันเพียง 4 °C เท่านั้น

เมื่อทำการทดสอบใหม่จึงเลือกช่วงเวลาที่ร้อนขึ้นคือช่วงเดือนมิถุนายน พบว่าภายในห้อง AC มีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature) อยู่ที่ 21.6 °C HC มีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature) อยู่ที่ 29.4 °C ซึ่งแตกต่างกันถึง 7.8 °C เมื่อการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ใหม่ พบว่าห้อง AC มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าในการทดสอบการใช้เหตุผล (Reasoning) และการจำ (Memory) ส่วนการทดสอบวางแผน (Planning) ทั้งสองห้องมีคะแนนใกล้เคียงกันดังจะเห็นได้จาก ตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ห้องที่มีผลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์มากกว่า

การทดสอบ	ผลการศึกษาเบื้องต้น (Pilot Study)	ผลการวิจัย
การใช้เหตุผล (Reasoning)	AC	AC
การจำ (Memory)	HC	AC
วางแผน (Planning)	AC	เท่ากัน

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียนผู้วิจัยเห็นว่าประเด็นน่าสนใจควรแก่การอภิปรายเพิ่มเติมดังนี้

ประเด็นที่ 1 จากการวิจัยพบว่าห้องปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ AC มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.4 °C และห้องปรับอากาศด้วยพัดลม HC ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.90 °C โดยห้องปรับอากาศด้วยพัดลมนั้นมีระดับความชื้นสูงกว่าห้องปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศราว 20% โดยผู้ทดสอบส่วนใหญ่ของทั้งสองห้องสามารถยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อนของห้องเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับขอบเขตภาวะความสบายของผู้คนในเขตร้อนโดยผลการวิจัยในฮาวาย (Alison G. Kwok, 1997) อินโดนีเซีย (Tri Harso Karyono, 2015) และในประเทศไทย (กิจชัย จิตขจรวานิช, 2006 และมานัส ศรีวณิช,

2015) และจากการวิจัยเพื่อหาค่าสภาวะความสบายของไทย (Preechaya Rangsiraksa, 2006 และ Juntakan Taweekun, 2013) พบว่าคนไทยมีค่าอุณหภูมิสภาวะความสบายที่ราว $24^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ ที่ระดับความชื้น 50 - 70% ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานเดิม และสามารถขยายเพิ่มได้เป็น $24^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$ (ASHRAE Standard 55-2010)

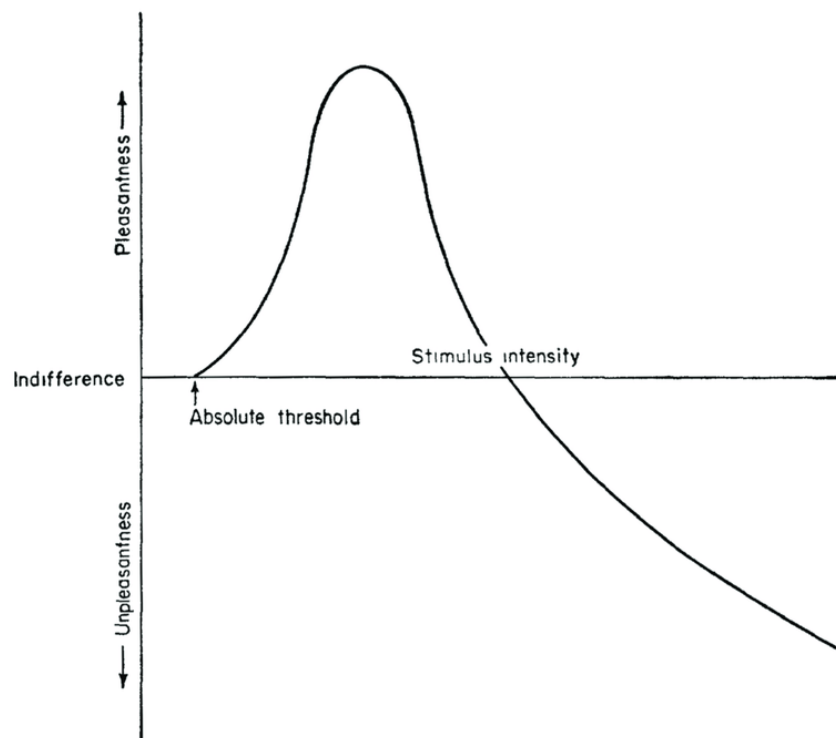
หากแต่ผลการตอบแบบสอบถามทำให้ทราบว่าแม้ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ภายในห้องธรรมดาสามารถยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อนภายในห้องของตนเองได้ แต่ผู้ทดสอบมียังคงรู้สึก “ร้อนเล็กน้อย” และมีความต้องการให้อุณหภูมิภายในห้องของตน “เย็นขึ้น” ความรู้สึกยอมรับได้ดังกล่าวจึงเป็นเพียงความ “ทนได้” มากกว่าความรู้สึกสบายอย่างแท้จริง

ประเด็นที่ 2 แม้ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มสามารถยอมรับความรู้สึกเชิงความร้อนภายในห้องของตนได้ แต่จากการทดสอบความสามารถในการคิดซับซ้อนกลับพบว่าผู้ทดสอบในห้องปรับอากาศ มีผลคะแนนทดสอบการใช้เหตุผล (Reasoning Test) และความสามารถในการจำ (Memory Test) สูงกว่าผู้ทดสอบในห้อง HC แสดงให้เห็นว่าแม้ผู้ทดสอบทั้งสองห้องจะอยู่ในขอบเขตสภาวะความสบายเช่นเดียวกัน แต่ผู้ทดสอบในห้องที่รู้สึกร้อนกว่ากลับมีความสามารถในการคิดซับซ้อนต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ตรงตามทฤษฎีที่ว่าความร้อนส่งผลต่อความสามารถในการคิดซับซ้อนของ Hancock, 2003

ประเด็นที่ 3 จากการทำการเก็บข้อมูลการศึกษาเบื้องต้น (Pilot Study) เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2560 ช่วงเวลา 12.00 น. - 15.00 น. ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น Thermo - Hygrometer Series No. RXN 380189E เพื่อเก็บข้อมูล อุณหภูมิอากาศ (Air temperature), ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity), ความเร็วลม (Wind Speed) และการแผ่รังสีความร้อน (Mean Radiant Temperature) พบว่าภายในห้องที่ผนังไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างอุณหภูมิอากาศกับการแผ่รังสีความร้อนซึ่งตรงกับทฤษฎีของ Nadine Walikewitz, 2015 จึงไม่ทำการวัดอีกในการทดลองจริง และเมื่อทำการเก็บข้อมูลความดังของเสียงเพื่อเปรียบเทียบระดับการรบกวนของเสียงขณะเปิดเครื่องปรับอากาศไม่เปิดหน้าต่าง และขณะเปิดหน้าต่างไม่เปิดเครื่องปรับอากาศพบว่าระดับของเสียงในทั้งสองห้องไม่มีความแตกต่างอย่างนัยยะสำคัญทางสถิติ และไม่อยู่ในระดับที่ถือเป็นเสียงรบกวน จึงไม่ทำการวัดอีกในการทดลองจริงเช่นกัน

ประเด็นที่ 4 ความสนใจที่ลดลงของผู้เข้ารับการทดสอบ จากการสังเกตพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปผู้เข้าทดสอบมีความตั้งใจที่จะทำการทดสอบลดลง นักเรียนบางคนเริ่มหันไปพูดคุยกับเพื่อน และมีเด็กนักเรียน 2 คน ขออนุญาตออกไปเข้าห้องน้ำแล้วไม่ยอมกลับมาอีกเลย ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าระยะเวลา 20 นาทีซึ่งเป็นช่วงเวลาเฉลี่ยที่ผู้ใหญ่สามารถให้ความสนใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้นั้น (Attention span) (Wilson, Karen; Korn, James H, 2007) นานเกินไปสำหรับเด็กนักเรียน

ซึ่งการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเป็นไปดัง **ภาพที่ 5.1** The Wundt Curve (ที่มา: Wilhelm Wundt) ทฤษฎีสิ่งเร้าของนักสรีรวิทยาและนักปรัชญาชาวเยอรมัน วิลเฮล์ม วุนด์ท์ (Wilhelm Wundt, 1832-1920) โดยแกน X แสดงถึงความรู้สึกสนุกสนาน ความสนใจ ขณะที่แกน Y แสดงถึงความรุนแรงของสิ่งเร้าที่มากกระทำ สิ่งเร้าที่น้อยเกินไปหรือมากเกินไปจะทำให้ความสนใจลดต่ำลง และเมื่อเวลาผ่านไปสิ่งเร้าจะกลายเป็นความคุ้นชินและไม่น่าสนใจอีกต่อไป อันอาจเป็นสาเหตุให้ทั้งสองห้องหมดความสนใจในการทำแบบทดสอบสุดท้าย การวัดความสามารถในการวางแผน(Planning Test) และทำให้ผู้ทดสอบทั้งสองห้องมีผลคะแนนใกล้เคียงกัน



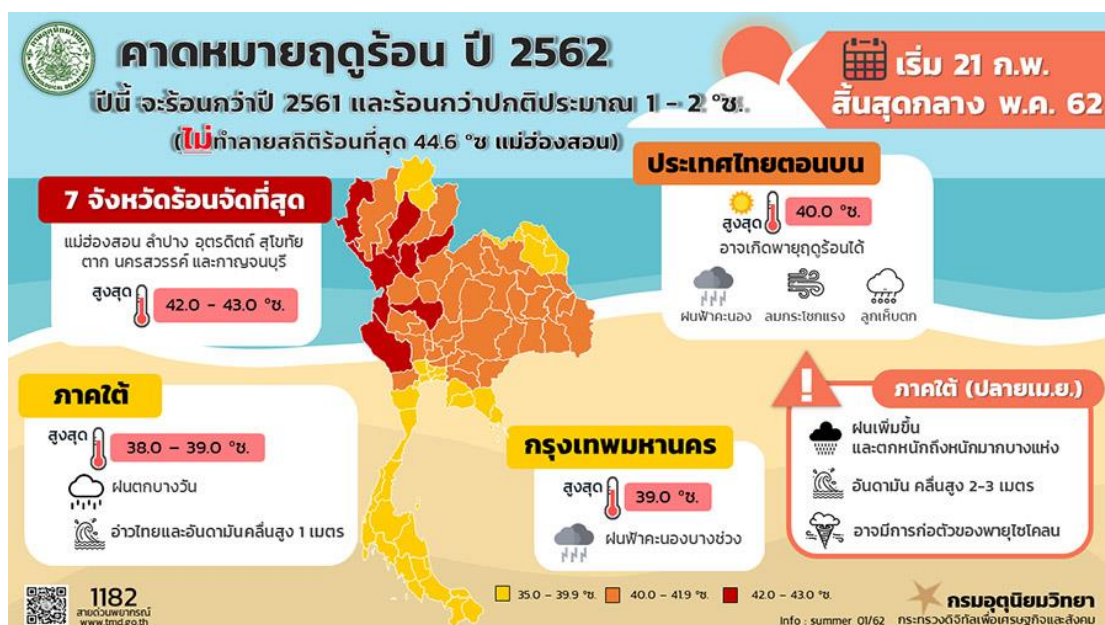
ภาพที่ 5.1 The Wundt Curve (ที่มา: Wilhelm Wundt)

5.3 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

1. ปัจจุบันอุณหภูมิในฤดูต่างๆเพิ่มสูงขึ้นทุกปี แม้ช่วงเวลาเปิดเทอมของเด็กนักเรียนจะอยู่ในช่วงฤดูฝน แต่จากสถิติประจำปีแล้วอุณหภูมิเฉลี่ยบางวันก็ยังคงสูงเกินกว่าเกณฑ์ค่าสภาวะความสบายของคนเอเชีย(ASHRAE Standard 55-2010)

จากผลการวิจัยจะเห็นว่าสภาวะความสบายที่แตกต่างกันภายในห้องเรียนเดียวกันส่งผลต่อความสามารถในการกระบวนกรคิดของนักเรียน ซึ่งอาจสะสมส่งผลต่อการเรียนในเทอมต่อไปของนักเรียนได้ หากโรงเรียนไม่สามารถสร้างอาคารเรียนที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศทุกห้องได้ การออกแบบห้องเรียนปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพดลที่สามารถลดอุณหภูมิ และระดับความชื้นสัมพัทธ์เพื่อสร้างระดับสภาวะความสบายที่เหมาะสมได้จะมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อนักเรียนในอนาคต

2. จากการวิจัยพบว่านักเรียน 2 กลุ่ม ที่มีระดับเกรดเฉลี่ยใกล้เคียงกันในห้องที่มีสภาวะความสบายแตกต่างกันสามารถทำผลการทดสอบความสามารถในการคิดซับซ้อนออกมาได้ผลคะแนนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ การจัดสนามสอบต่างๆจึงควรคำนึงถึงเรื่องความแตกต่างของอุณหภูมิเป็นสำคัญ เนื่องจากการสอบชี้วัดอนาคตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา หรือการสอบ O-net ,GAT, PAT มีการจัดสอบในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิสามารถเพิ่มสูงได้ถึง 40 °C และสนามสอบถูกกระจายออกไปหลายแห่งทั่วประเทศ ทำให้บางสนามสอบมีห้องเรียนที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขณะที่บางสนามสอบไม่มี สภาวะความสบายที่แตกต่างกันจึงอาจส่งผลให้เกิดความแตกต่างต่อความสามารถในการเข้ารับการทดสอบของเด็กนักเรียน



ภาพที่ 5.2 คำทำนายฤดูร้อนปี 2562

(ที่มา : <https://workpointnews.com/2019/02/20/021-ก-พ-นี้-ไทยเข้าฤดูร้อนอย/>)

3. นักออกแบบอาจนำความรู้ที่ได้จากผลการวิจัยครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานในการออกแบบ หรือเลือกวางตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับห้องที่มีความจำเป็นต้องใช้กระบวนการความคิดซับซ้อน เช่น ห้องทำงาน ห้องอ่านหนังสือ หรือห้องของบุตรหลาน

5.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

5.4.1. จำนวนประชากร

เนื่องด้วยเวลาและงบประมาณที่มีจำกัด การวิจัยฉบับนี้จึงเป็นการศึกษาเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพียงห้องเดียว ทำให้การวิจัยฉบับนี้มีจำนวนกลุ่มประชากรที่ค่อนข้างน้อย

5.4.2 การเก็บข้อมูล

เนื่องจากการเก็บข้อมูลกระทำในโรงเรียนซึ่งมีการจัดตารางเรียนตารางสอนไว้เป็นระเบียบเรียบร้อยแล้ว เป็นการยากที่จะขอความร่วมมือหาช่วงเวลาว่างให้เด็กเข้ารับการทดสอบ จึงควรทำการติดต่อกับโรงเรียนล่วงหน้า

ควรหลีกเลี่ยงการใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากอยู่ในช่วงที่ใกล้สอบเข้ามหาวิทยาลัย ทำให้ทางโรงเรียนไม่มีความประสงค์จะให้นักเรียนเสียคาบเรียนใดๆไปเพื่อการวิจัย และนักเรียนส่วนมากไม่สามารถใช้ช่วงเวลาหลังเลิกเรียนในการทำวิจัยได้ เพราะนักเรียนส่วนมากนั้นมีความจำเป็นต้องไปเรียนพิเศษต่อในทันที

5.4.3. ความแตกต่างของอุณหภูมิ

จากการเปรียบเทียบระหว่างผลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างการศึกษาเบื้องต้น (Pilot Study) กับการวิจัยจริงพบว่าทั้งสองห้องจำเป็นต้องมีความแตกต่างทางอุณหภูมิพอสมควร เพื่อให้เกิดผลการทดสอบที่แตกต่างกัน

5.4.4 แรงแจ้งใจ

ในการทดสอบทางผู้วิจัยไม่ได้มีรางวัลอื่นใดให้แก่ผู้ทดสอบ จึงอาจทำให้ผู้ทดสอบขาดแรงจูงใจที่จะทำให้มีความพยายามในการทำแบบทดสอบให้เสร็จสิ้น และไม่รู้สึกรู้ว่าจำเป็นต้องแข่งขันหรือพยายามทำคะแนนให้ได้ดี โดยในระหว่างการทดสอบมีผู้ทดสอบจำนวน 2 คนล้มเลิกไประหว่างการทดสอบ

5.5 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.5.1 จำนวนประชากร

ในการศึกษาต่อไปผู้วิจัยเห็นสมควรว่าควรเพิ่มจำนวนประชากรผู้เข้าทดสอบ และอาจทำการทดสอบเปรียบเทียบเด็กจากต่างห้องกัน เช่นห้องต้น กับห้องท้าย เพื่อเปรียบเทียบว่าระหว่าง เด็กที่มีเกรดเฉลี่ยมาก กับเด็กที่มีเกรดเฉลี่ยน้อยจะมีผลการทดสอบแตกต่างกันหรือไม่

5.5.2 การเก็บข้อมูล

เนื่องจากในการวิจัยนี้ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา การทดสอบจึงต้องขออนุญาต และต้องขอความร่วมมือจากทางโรงเรียน ผู้วิจัยจึงควรเผื่อเวลาสำหรับการติดต่อวางแผนการทดลองร่วมกับทางโรงเรียน

การเลือกกลุ่มชั้นปีของนักเรียนเพื่อการทดลองควรเลือกใช้นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-5 เนื่องจากนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นั้นอยู่ในช่วงที่ใกล้สอบเข้ามหาวิทยาลัยทางโรงเรียนจึงไม่ต้องการให้มีการรบกวนตารางการเรียนการสอน

5.5.3 ช่วงเวลา

ควรเลือกใช้ช่วงเวลาในการทำวิจัยเป็นช่วงเวลาที่มียุณหภูมิระหว่างวันค่อนข้างสูง อันจะทำให้มีความแตกต่างทางสภาวะความสบายค่อนข้างมากระหว่างห้องที่ปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ และห้องที่ปรับอากาศตามธรรมชาติด้วยพัดลม

5.5.4 แรงจูงใจ

จากค่าเฉลี่ยเวลาที่ผู้ใหญ่สามารถให้ความสนใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้นั้น (Attention span) อยู่ที่ราว 20 นาที (Wilson, Karen; Korn, James H, 2007) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบควรลดลง หรือมีช่วงหยุดพักระหว่างแต่ละการทดสอบเพื่อให้ผู้เข้ารับทดสอบยังคงความสนใจเอาไว้ หรือควรมีการเพิ่มเติมรางวัลหรือแรงจูงใจ เพื่อให้ผู้เข้าทดสอบยังสามารถคงความสนใจเอาไว้ได้จนจบการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 หัวข้อ

บรรณานุกรม

- กิจชัย จิตขจรวานิช. (2550). *สภาวะสบายและการปรับตัวเพื่ออยู่แบบสบายของคนในท้องถิ่น*. นครปฐม : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร
- พงศ์ตะวัน นันทศิริ และสัการ ราชีสุทธิ. (2558). การศึกษาสภาวะสบายของผู้มีรายได้น้อย: กรณีศึกษา โครงการบ้านมั่นคง ชุมชนโนนหนองวัด 2. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 14(2), 127-141
- ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. (20 มกราคม 2560). *สรุปสภาวะอากาศทั่วไปในรอบปี พ.ศ. 2559*. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <https://www.tmd.go.th/climate/climate.php?FileID=5>
- ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. (20 มกราคม 2560). *ความรู้อุตุนิยมวิทยา*. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=22>
- Alison Grace Kwok. (1 9 9 7). *Thermal comfort in naturally - ventilated and air - conditioned classrooms in the tropics*. (Doctor of Philosophy in Architecture, University of California at Berkeley).
- Alison Grace Kwok. (2 0 0 0). *Thermal comfort in Tropical Classrooms*. (Doctor of Philosophy in Architecture, University of California at Berkeley).
- ASHRAE. (1992). ANSI/ASHRAE Standard 55-1992. *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- ASHRAE. 2010. ANSI/ASHRAE Standard 55-2010. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Brandon J. Schmeichel. (2007). *Self-Control Relies on Glucose as a Limited Energy Source: Willpower Is More Than a Metaphor*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(2), 325-336

บรรณานุกรม(ต่อ)

- GE Luber, PhD. (2006). *Heat-Related Deaths, 1999 - 2003*. [Website]. Retrieved from:
<https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5529a2.htm>
- Hancock, P. A., & Vasmatazidis, I. (2003). Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *International Journal of Hyperthermia*, 19(3), 355-372.
- John E. Greenleaf. (1989). *Acclimatization to Heat in Humans*. California: NASA Technical Memorandum
- John E. Greenleaf. (1989). *Acclimatization to Cold in Humans*. California: NASA Technical Memorandum
- Juntakan Taweekun. (2013). *Thermal Comfort Zone for Thai People*. *Engineering*, 05(05), 525 - 529
- June J. Pilcher, Eric Nadler & Caroline Busch (2002) Effects of hot and cold temperature exposure on performance: a meta-analytic review. *Ergonomics*, 45(10), 682-698
- Fu-Jen Wang, Meng-Chieh Lee, Tong-Bou Chang, Yong-Sheng Chen & Ron-Chin Jung (2014) *Improving indoor air quality and thermal comfort by total heat exchanger for an office building in hot and humid climate*, *HVAC&R Research*, 20:7, 731-737
- Preechaya Rangsiraksa. (2006). *Thermal comfort in Bangkok residential buildings, Thailand*. PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture Geneva, 6-8.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- RAMSEY, J. (1975). *Heat stress limits for sedentary workers*, American Industrial Hygiene Association Journal, 36, 259 - 265.
- RAMSEY, J. (1983). Heat and cold. In G. R. J. Hockey (ed.) *Stress and Fatigue in Human Performance* (Chichester: Wiley), 33 - 60.
- RAMSEY, J. (1995). Task performance in heat: A review. *Ergonomics*, 38, 154 - 165.
- Robin I. M. Dunbar. (1998). The social brain hypothesis. *Evolutionary Anthropology*, 178-190
- Srivanit, M., & Auttarat, S. (2015). The summer thermal environment and human comfort of shaded outdoor and semi-outdoor spaces to living in the urban area of Chiang Mai City. *Journal of Architectural /Planning Research and Studies*, 12(2), 53-72.
- Taweekun, J. (2013). Thermal comfort zone for Thai people. *Engineering*, 5(05), 525.
- Tri Harso Karyono. (2015). Thermal Comfort Studies in Naturally Ventilated Buildings in Jakarta, Indonesia. *Buildings* 2015, 5(3), 917-932.
- Wilson, Karen; Korn, James H. (2007). Attention during Lectures: Beyond Ten Minutes. *Teaching of Psychology*. 34 (2): 85–89.
- Workpoint News. (2019). 21 ก.พ.นี้ ไทยเข้าฤดูร้อนอย่างเป็นทางการ อุณหภูมิสูงสุด 43 องศา [website]. Retrieved from: <https://workpointnews.com/2019/02/20/021-ก-พ-นี้-ไทยเข้าฤดูร้อน/>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

เรื่อง สภาวะความสบาย กับกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียน

ชุดที่.....



แบบสอบถามเรื่องสภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียน

แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับประกอบการงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาโท คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วันที่ : .../.../..... เวลา : สถานที่ :

ตอนที่ 1 ผลคะแนนทดสอบกระบวนการคิดซับซ้อน

ให้นักเรียนเล่นเกมจากเว็บไซต์ Cambridgebrainsciences แล้วกรอกคะแนนที่ได้ลงในช่องด้านล่าง

1. Reasoning Test : คะแนน
2. Memory Test : คะแนน
3. Planing Test : คะแนน

ตอนที่ 2 ความรู้สึกต่อสภาพอากาศ

ให้นักเรียนวงกลมในตารางตามความรู้สึกจริง

PMV Level	-3	-2	-1	0	1	2	3
1. ความรู้สึกต่อสภาพอากาศ	หนาว	เย็น	เย็นเล็กน้อย	ธรรมดา	ร้อนเล็กน้อย	ร้อน	ร้อนมาก
2. ระดับความชื้นในอากาศ	แห้งมาก	แห้ง	แห้งเล็กน้อย	ธรรมดา	ชื้นเล็กน้อย	ชื้น	ชื้นมาก
3. ความเร็วลม	ไม่มีลมพัด	ลมโชยเล็กน้อย	ลมโชย	ธรรมดา	ลมพัดเล็กน้อย	ลมพัด	ลมแรงมาก
4. ความรู้สึกโดยรวม	แย่มาก	ไม่สบาย	ไม่ค่อยสบาย	ธรรมดา	ค่อนข้างสบาย	สบายมาก	สบายมากที่สุด

ชุดที่.....

5. นักเรียนสามารถยอมรับสภาพอากาศภายในห้องเรียนขณะนี้ได้หรือไม่

[]0.ไม่ยอมรับ []1.ยอมรับ

6. นักเรียนมีความต้องการให้สภาพอากาศในห้องเรียนเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

[]-1 เย็นขึ้น []0.ไม่เปลี่ยนแปลง []1.ร้อนขึ้น

7. ความคิดเห็นเพิ่มเติม.....

.....

ตอนที่ 3 ข้อมูลทั่วไป

8. ชื่อ.....เลขประจำตัว.....

9. เกรดเฉลี่ย.....

10. น้ำหนัก.....กิโลกรัม.

11. ส่วนสูง.....เซนติเมตร

12. เพศ []1.ชาย []2.หญิง

13. กิจกรรมที่นักเรียนทำก่อนเข้ามาในห้อง.....

14. นักเรียนมีโรคประจำตัวหรือไม่ []0.ไม่มี []1.มี.....

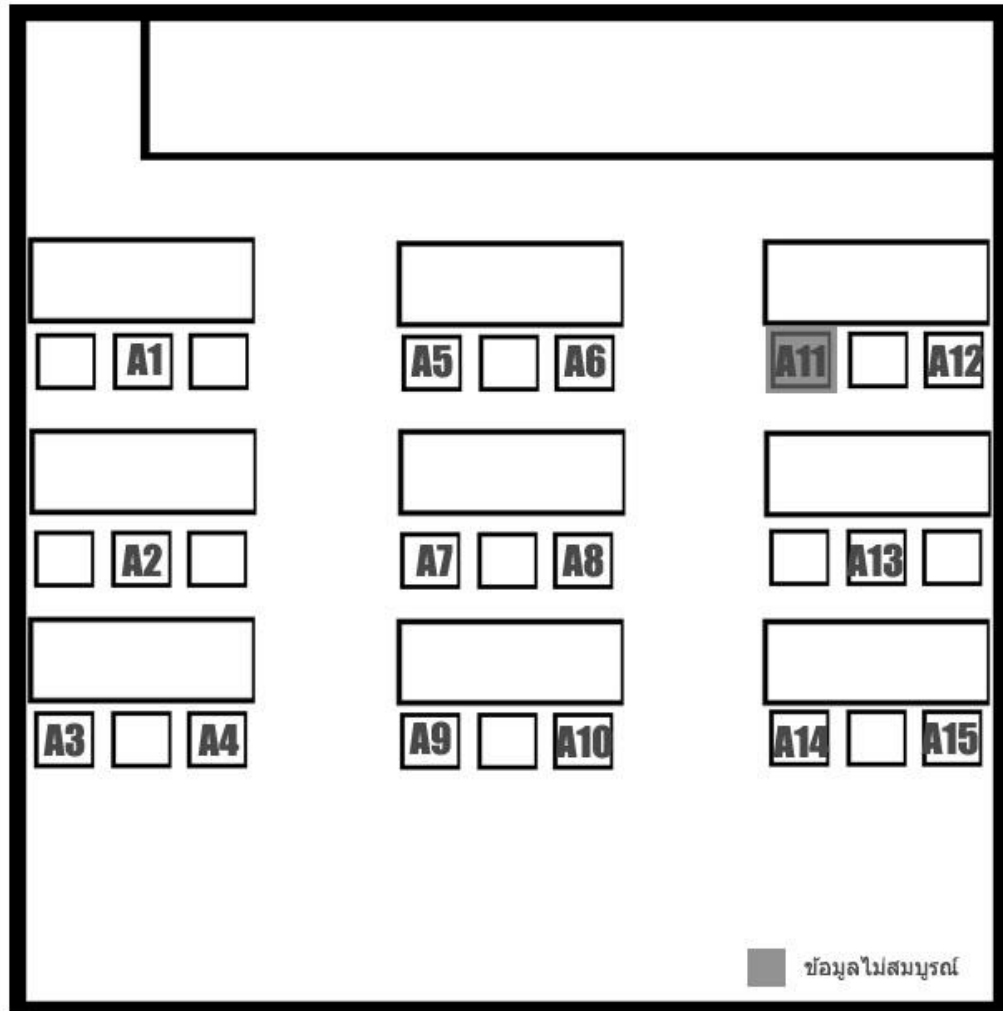
15. นักเรียนเคยมีอาการป่วยที่เกิดจากอากาศร้อนหรือไม่

[]0.ไม่เคย []1.เคย ระบุ.....

ภาคผนวก ข

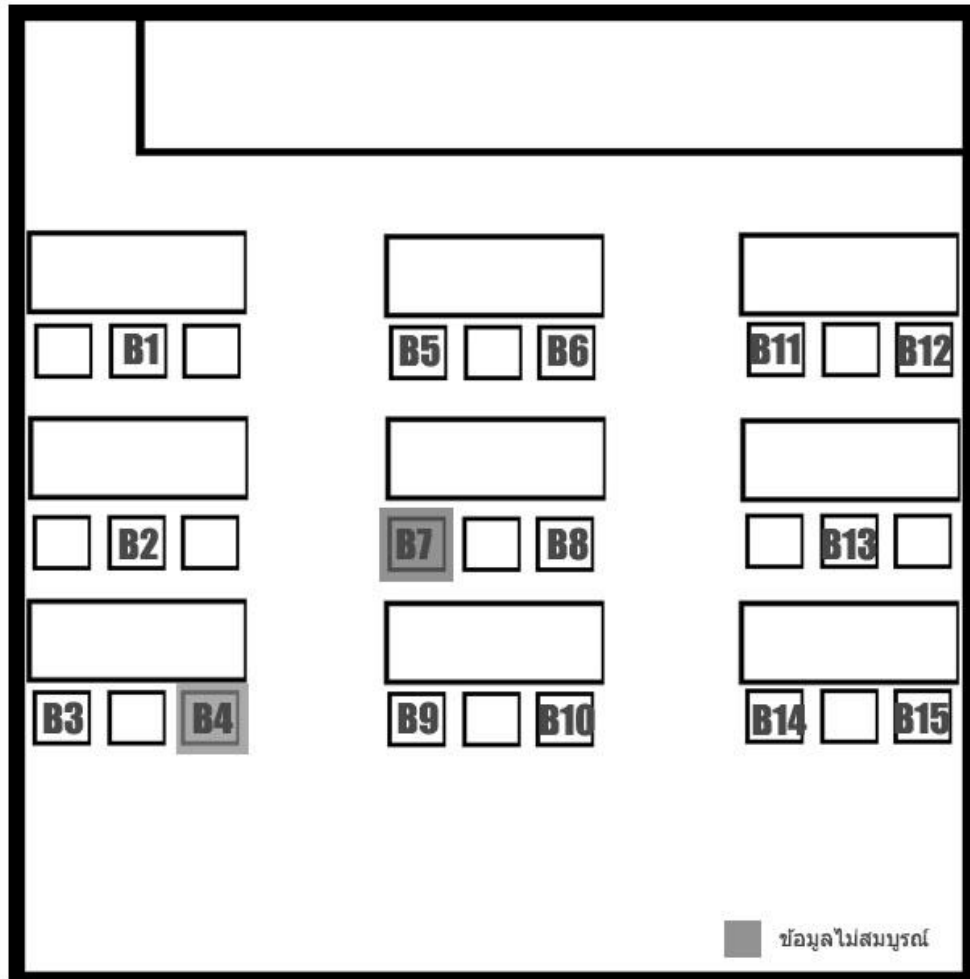
ผังแสดงตำแหน่งที่นั่งของนักเรียน

ห้องที่ควบคุมอุณหภูมิห้องเรียนด้วยเครื่องปรับอากาศ (AC)



หมายเหตุ : ผู้ทดสอบ A11กรอกข้อมูลคะแนนไม่ครบถ้วน

ห้องที่ควบคุมอุณหภูมิห้องเรียนด้วยระบบปรับอากาศแบบผสมผสานระหว่างระหว่างธรรมชาติ
และเครื่องกล (พัดลม) (HC)



หมายเหตุ : ผู้ทดสอบ B7 ขอลออกจากห้องเรียนแล้วไม่กลับมาทำการทดสอบต่อ
ผู้ทดสอบ B4 ขอลออกจากห้องเรียนแล้วไม่กลับมาทำการทดสอบต่อ

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงคะแนนความรู้สึกต่อสภาพอากาศของนักเรียน

ตารางแสดงคะแนนความรู้สึกต่อสภาพอากาศของนักเรียนห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องปรับอากาศ (AC)

ความรู้สึกต่ออุณหภูมิ	ความรู้สึกต่อความชื้น	ความรู้สึกต่อความเร็วลม	ความรู้สึกโดยรวม
-2	-2	0	0
-2	-1	0	-1
-1	-1	0	0
-2	0	-3	1
0	0	1	2
0	0	0	0
0	0	0	0
-1	1	0	2
-1	1	0	2
0	-2	-3	0
-2	-1	0	1
-2	-2	-1	2
-2	0	1	2
-2	-1	-1	1

ตารางแสดงคะแนนความรู้สึกต่อสภาพอากาศของนักเรียนห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิระบบปรับ
อากาศแบบผสมผสานระหว่างระหว่างธรรมชาติและเครื่องกล (พัดลม) (HC)

ความรู้สึก ต่ออุณหภูมิ	ความรู้สึกต่อ ความชื้น	ความรู้สึกต่อ ความเร็วลม	ความรู้สึก โดยรวม
1	0	1	-1
0	0	1	0
0	-1	-3	-1
1	2	-1	1
2	0	1	-1
2	1	1	0
1	1	-1	1
1	0	-3	0
1	0	1	0
1	0	1	-1
1	0	0	0
0	1	-1	0
3	0	1	-1

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล รวิณัฐ ตันวิสุทธิ
วัน เดือน ปีเกิด 17 กรกฎาคม 2531 จังหวัดนครสวรรค์
ที่อยู่ 215/1 หมู่ 10 ต.นครสวรรค์ตก อ.เมือง จ.นครสวรรค์ 60000
โทร. 086-2075472

ประวัติการศึกษา

2554 ปริญญาตรีสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

2554-2557 มัคขนานกรประจำ บริษัท Super Cheap จำกัด

ผลงานวิจัย

2560 รวิณัฐ ตันวิสุทธิ และผศ.ดร. พิชัยรัตน์ นันทะ. 2562. “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง
สภาวะความสบายกับกระบวนการคิดซับซ้อนของนักเรียน” หนังสือบทความวิจัยใน
โครงการประชุมวิชาการBERAC ครั้งที่ 8 พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์