แนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

นางสาวจิตรา สุขประเสริฐ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COFFEE SHOP MICRO CLIMATE MODIFICATION GUIDELINES TO ENHANCE HUMAN COMFORT.

Miss Jittra Sukprasert

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ
โดย	นางสาวจิตรา สุขประเสริฐ
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญภาพ 1

สารบัญตาราง 3

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 3

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความสบายของสภาพแวดล้อม 8

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวการวิเคราะห์การถดถอย 18

2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบสภาพแวดล้อมให้อยู่ในสภาวะเข้าใกล้เขตสบาย 32

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย 39

3.1 เก็บข้อมูลตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายจากนอกร้านกาแฟ 39

3.2 วิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่มีอิทธิพล ต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ 76

3.3 สร้างแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมของร้านกาแฟจากตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ 77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 78
4.1 ผลจากตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายจากนอกร้านกาแฟ 78
4.2 หาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ 82
4.3 นำตัวแปรที่มีอิทธิพลมาประยุกต์ใช้กับร้านกาแฟ เพื่อเสนอแนะเป็นแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ 89
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย 99
5.1 อิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อความรู้สึกสบาย 99
5.2 การทำนายอุณหภูมิสบายจากสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ถดถอย 101
5.3 ตัวแปรที่มีอิทธิพลมาประยุกต์ใช้กับร้านกาแฟ เพื่อเสนอแนะเป็นแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ 104
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 107
6.1 สรุปผลการวิจัย 107
6.2 ข้อเสนอแนะ 111
รายการอ้างอิง 112
ภาคผนวก 114
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบสอบถาม 115
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ 118
คำอธิบายอักษรย่อ 119
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 127

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีระหว่างช่วงเวลาในอดีต .ศ.พ) 2383-2390(และในปัจจุบัน .ศ.พ)2543(2550- ของกรุงเทพมหานคร..... 2

ภาพที่ 1.2 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ.2538 และ พ.ศ.2548..... 2

ภาพที่1 .3 ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา 5

ภาพที่ 2.1 แสดงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาว ประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวโดยรอบ ความเร็วลม เสื้อผ้าที่สวมใส่..... 9

ภาพที่ 2.2 แสดงเขตสบายและเทคนิคการปรับแต่งสภาพภูมิอากาศนอกเขตสบายในแต่ละโซน [4] 10

ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการคำนวนค่าความต้านทานความร้อน Icl ของชุดแต่งกาย ที่มา: (ออนไลน์ ([7]..... 13

ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างค่าความต้านทานความร้อน Ic lของชุดแต่งกาย 13

ภาพที่ 4.1 แสดงสภาพแวดล้อมของร้านกาแฟที่กลุ่มตัวอย่างตอบว่ารู้สึกร้อนที่สุด 79

ภาพที่ 4.2 แสดงสภาพแวดล้อมของร้านกาแฟที่กลุ่มตัวอย่างตอบว่ารู้สึกเย็นที่สุด..... 80

ภาพที่ 4.3 แสดงการใช้หลังคาชั้นเดียวเพื่อสกัดกั้นความร้อน..... 90

ภาพที่ 4. 4แสดงการใช้หลังคาที่ใส่ฉนวนเพื่อสกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ร่างกาย 90

ภาพที่ 4. 5แสดงการใช้หลังคาใสฝ้าเพดานและมีช่องว่างอากาศระบายความร้อนสกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ร่างกาย..... 91

ภาพที่ 4. 6แสดงการใช้หลังคาใสฝ้าเพดานและมีช่องว่างอากาศระบายความร้อนสกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ร่างกาย..... 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2. 1 แสดงความเร็วลมที่ส่งผลต่อความรู้สึกในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ 12

ตารางที่ 2. 2 ค่าต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย [5] , p.8.8 15

ตารางที่ 2. 3 ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย ()[5] Ibid.,p.8.9..... 16

ตารางที่ 2. 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อวิเคราะห์ค่า F ของสมการถดถอยเชิงเส้น [11] . 23

ตารางที่ 2. 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อคำนวณค่า F เมื่อใช้ตัวแปรหุ่น [11] 28

ตารางที่ 2. 6 ความเชื่อมั่นของค่าสัมประสิทธิ์ 31

ตารางที่ 3. 1 แสดงระดับความรู้สึกสบายจากASHRAE scale 74

ตารางที่ 4. 1 แสดงการแจกแจงข้อมูลตัวแปรอิสระที่ได้จากการสำรวจจาก 5 สถานที่ 78

ตารางที่ 4. 2 แสดงผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์..... 81

ตารางที่ 6. 1 แสดงระดับความรู้สึกร้อนหนาวการวิเคราะห์ความสามารถของตัวแปรอิสระ 108

ตารางที่ 6. 2 สรุปแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ..... 109

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

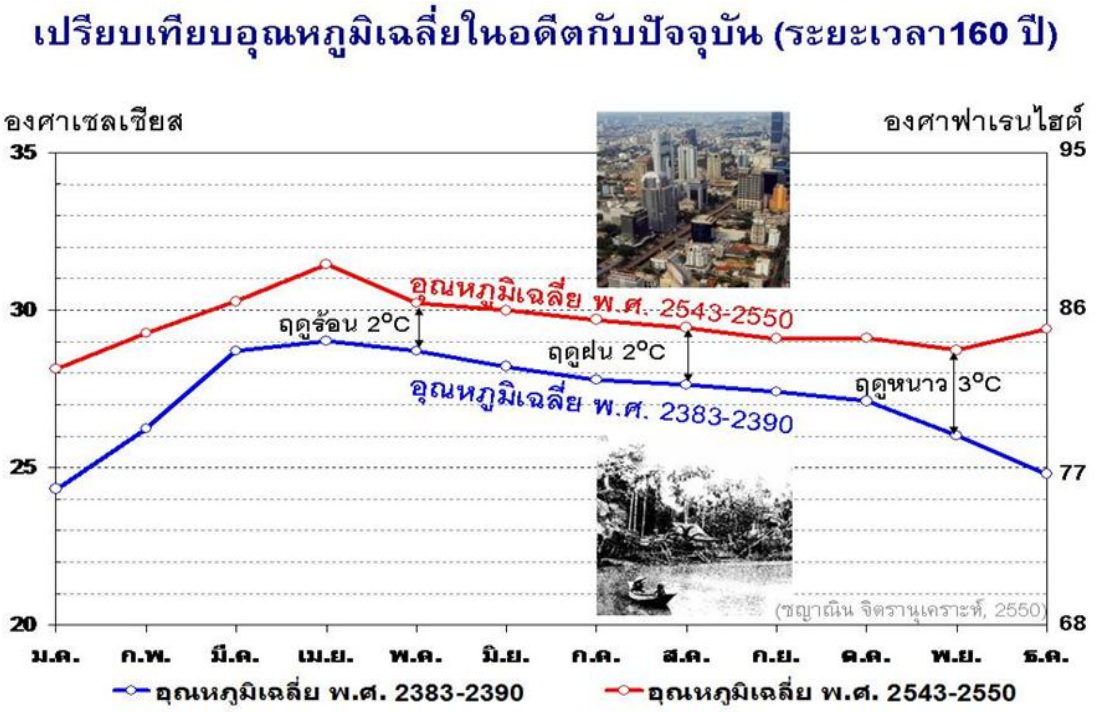
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

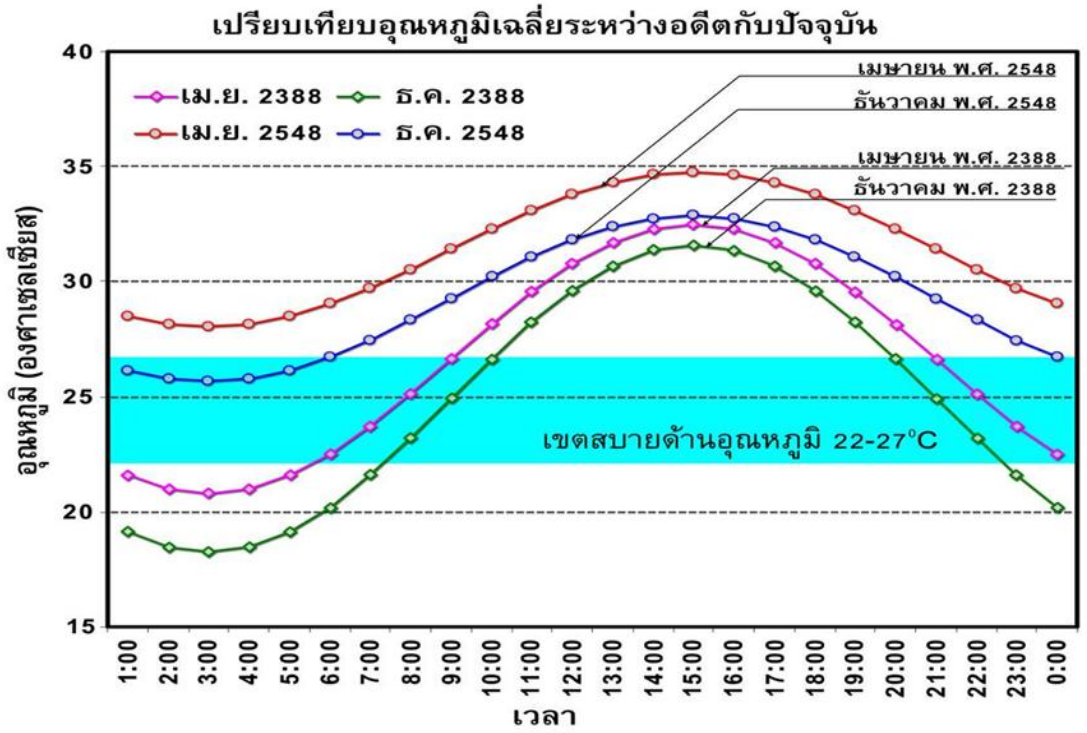
ปัจจุบันธุรกิจร้านกาแฟในเมืองไทยมีจำนวนมากขึ้นและมีแนวโน้มเติบโตสูงขึ้นในแต่ละปี ธุรกิจร้านกาแฟที่มีอยู่ในเมืองไทยจึงมีอัตราการขยายตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดหรือมีผู้ประกอบการรายใหม่เข้ามาสู่ธุรกิจอีกเป็นจำนวนมาก เกิดการแข่งขันทางด้านธุรกิจร้านกาแฟสูง จึงทำให้ผู้ประกอบการร้านกาแฟรายเดิมต้องปรับการดำเนินธุรกิจของตนเอง เพื่อให้สามารถขึ้นเป็นผู้นำในกลุ่มธุรกิจร้านกาแฟได้ ดังนั้นสิ่งที่สำคัญนอกเหนือไปจากรสชาติกาแฟที่ต้องให้ความสำคัญแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการตกแต่งร้าน การสร้างสรรค์บรรยากาศของร้านกาแฟให้น่านั่ง ร่มรื่น ร่มเย็น เพื่อให้ผู้ที่เข้ามาใช้บริการของร้านกาแฟ เกิดการรับรู้สภาวะแวดล้อมที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิ (Thermal comfort) จึงจะสามารถดึงดูดให้ลูกค้าเข้าร้านกาแฟได้เป็นจำนวนมากและสามารถแข่งขันทางธุรกิจได้

ปัจจุบันการออกแบบร้านกาแฟโดยทั่วไปมีการออกแบบตามที่เคยปฏิบัติสืบต่อกันมา โดยจะให้ความสำคัญกับการออกแบบรูปทรงของอาคาร และออกแบบให้เคาน์เตอร์บริการ อยู่ภายในบริเวณพื้นที่ปรับอากาศมีการตกแต่งภายในร้านให้สวยงาม สะดุดตา และเป็นเอกลักษณ์ โดยมีพื้นที่นั่งบางส่วนซึ่งเป็นพื้นที่ภายนอกโดยรอบร้านกาแฟที่มักจะมีลูกค้านิยมใช้บริการ อาจมีการตกแต่งคล้ายระเบียงหรือสวนเล็ก ๆ ในบางกรณีการออกแบบดังกล่าวไม่อาจตอบสนองความต้องการของลูกค้า และบางพื้นที่ไม่ก่อให้เกิดความสบายจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้แก่ แสงแดด ลมร้อน ฝน ฝุ่นละออง เป็นต้น

ร้านกาแฟที่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการออกแบบบรรยากาศและสภาพแวดล้อมภายนอกร้านกาแฟให้มีความร่มรื่นและร่มเย็น มักจะทำให้ลูกค้ารู้สึกร้อนและเกิดความไม่สบาย ลูกค้าจึงไม่อยากอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นนาน ๆ ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยเป็นเมืองร้อนชื้น โดยอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ยทั้งวันโดยประมาณ 32 องศาเซลเซียส ซึ่งเกินจากสภาวะน่าสบายประมาณ 7 องศาเซลเซียส จึงทำให้สภาพอากาศภายนอกร้อนตลอดทั้งวัน เห็นได้ชัดเจนจากอุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยในอดีตกับปัจจุบัน [1] กับปัจจุบัน (ระยะ 160 ปี) อุณหภูมิอากาศสูงกว่าใน
อดีตถึงประมาณ 2-4 องศาเซลเซียส[2] ดังแสดงในภาพที่ 1.1 และอุณหภูมิเฉลี่ยในปัจจุบันทุกฤดูกาลมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิในเขตสบาย (comfort zone) ซึ่งเป็นสภาพอากาศไม่เหมาะสมและไม่เกิดความสบาย



ภาพที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีระหว่างช่วงเวลาในอดีต (พ.ศ. 2383-2390) และในปัจจุบัน (พ.ศ. 2543-2550) ของกรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 1.2 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ.2538 และ พ.ศ.2548 (พอเพียงโลกเย็น, 2553)

ผลกระทบทางด้านสภาวะแวดล้อมในประเทศไทยปรากฏไปในทางเดียวกันกับปัญหาระดับโลก จากภาพที่ 1.2 ที่แสดงอุณหภูมิอากาศประเทศไทยเฉลี่ยรายชั่วโมงเปรียบเทียบในอดีตปี พ.ศ.2538 และในเวลาใกล้เคียงปัจจุบัน พ.ศ.2548 ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นจนอยู่นอกเขตสภาวะน่าสบายเกือบตลอดเวลา

หากต้องการสร้างสรรค์ร้านกาแฟให้เป็นที่พบปะสังสรรค์และเป็นที่นัดพบของลูกค้าที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เหมาะสมของร้านกาแฟเพื่อความรู้สึกสบายและที่เข้ามาใช้บริการร้านกาแฟ จึงต้องมีแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม ให้เหมาะกับสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาของสภาพแวดล้อมที่ต้นเหตุ

ด้วยการบูรณาการองค์ความรู้ ความเข้าใจด้านปัจจัยและอิทธิพลของตัวแปรสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความรู้สึกสบายของลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการร้านกาแฟ และประเมินผลความความรู้สึกสบายของผู้ที่เข้ามาใช้บริการร้านกาแฟดังนั้น การศึกษาเพื่อสร้างแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟจึงช่วยให้ผู้ที่เข้ามาใช้บริการมีความสบายมากขึ้น สามารถอยู่ในบริเวณนอกร้านกาแฟได้นานขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

1.2.2 หาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

1.2.3 นำตัวแปรที่มีอิทธิพลมาประยุกต์ใช้กับร้านกาแฟ เพื่อเสนอแนะเป็นแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 เก็บข้อมูลจากสถานที่จริง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนั้นทำกิจกรรมอยู่ โดยเป็นร้านกาแฟที่มีบริเวณที่นั่งดื่มกาแฟนอกร้าน

1.3.2 เก็บเฉพาะตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกสบาย อันได้แก่

- อุณหภูมิอากาศ (Air temperature)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)
- ความเร็วลม (Air velocity)
- อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean radiant temperature ; MRT)

1.3.3 เก็บข้อมูลจากการสังเกต ได้แก่

- เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo-value) โดยพิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ สวมใส่เสื้อผ้าแบบลำลอง โดยมีค่า Clo-Value ประมาณ 0.4-0.6 เมื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมได้แล้ ผู้สัมภาษณ์จะเริ่มติดตั้งเครื่องมือวัดสภาพอากาศ ให้อยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด จึงเริ่มสัมภาษณ์พร้อมกับเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมไปในเวลาเดียวกัน การสัมภาษณ์จะกระทำโดยกลุ่มผู้วิจัยอย่างน้อย 2 คน โดยที่คนหนึ่งจะเป็นผู้สอบถามความรู้สึกของกลุ่มตัวอย่าง และอีกคนหนึ่งเป็นผู้บันทึกข้อมูลทางกายภาพจากการวัดโดยใช้เครื่องมือ

- อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism rate) หรือ กิจกรรม Activity โดยพิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่กำลังกระทำกิจกรรมการพักผ่อน (มีค่าอัตราการเผาผลาญพลังงาน 0.5-1 Met) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที เพื่อให้ลุ่มตัวอย่างอยู่ในสภาพร่างกายที่มีค่าคงที่และอยู่ในสถานที่เปิดโล่ง มีการระบายอากาศด้วยวิธีการทางธรรมชาติ ซึ่งอาจเป็นที่โล่งใต้หลังคาหรืออยู่ภายนอกก็ได้ แต่ต้องมีร่มเงาให้กลุ่มตัวอย่างไม่โดนแสงแดดโดยตรง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1.4.1 การหาตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายบริเวณนอกร้านกาแฟ

- ค้นหาผลการวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อให้ได้ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายบริเวณนอกร้านกาแฟ
- ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาขอบเขตภาวะน่าสบายของคนไทย
- ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายบริเวณนอกร้านกาแฟ

1.4.2 สำรวจ เก็บข้อมูล วิเคราะห์สถิติ และสรุปผลเพื่อหาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย

- เก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือวัดได้แก่ อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ความเร็วลม (Air velocity) อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean radiant temperature ; MRT)
- เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ กำหนดให้มีจำนวนเพศหญิงและชายใกล้เคียงกัน ในช่วงอายุ 18-60 ปี
- รวบรวมและสรุปข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบสอบถามและการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือวัด นำมาวิเคราะห์โดยการหาสหสัมพันธ์ของตัวแปรหลักที่มีผลต่อสภาพแวดล้อม และประเมินผลร้านกาแฟที่สร้างความรู้สึกสบาย

ภาพที่ 1.3 ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

1.5.2 ทราบระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

1.5.3 ทราบตัวแปรที่มีอิทธิพลนำมาประยุกต์ใช้กับร้านกาแฟ เพื่อเสนอแนะเป็นแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศซึ่งจะส่งผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ต้นไม้ พืชคุลมดิน แหล่งน้ำ ความชื้นสัมพันธ์ในอากาศ ความเร็วลม เมื่อนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดอุณหภูมิอากาศและลดอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนก็จะทำให้มนุษย์รู้สึกสบายเมื่อได้อยู่ในสภาวะแวดล้อมนี้การเลือกใช้องค์ประกอบธรรมชาติหลากหลายไปตามสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันที่มีผลทำให้เกิดความรู้สึกสบาย หากในสภาพอากาศหนาวเย็นมีความจำเป็นที่จะต้องนำเอา "ความร้อน" เข้ามามากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดการนำความร้อน ส่วนในสภาพที่มีอากาศร้อน การปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมเพื่อสร้างความเย็นจึงมีความจำเป็น ในเขตที่มีสภาพอากาศแห้งความต้องการความชื้นก็เป็นเรื่องที่ต้องใช้ธรรมชาติเข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายในเขตที่มีสภาพความชื้นสูง

Micro Climate หมายถึง สภาพอากาศที่อยู่ในอณาบริเวณที่เป็นที่ตั้งของอาคารหรือโครงการที่มีอณาบริเวณที่จำกัดซึ่งการปรับสภาพอากาศของพื้นที่ขนาดเล็ก หรือมีบริเวณที่จำกัด (Micro Climate) สามารถทำได้ดังนี้

- ปรับสภาพพื้นผิว (Topographical) เพื่อช่วยให้รับแสงธรรมชาติมากขึ้นหรือลงได้ ใช้ต้นไม้ขนาดต่าง (Vegetation) ตามตำแหน่งต่างๆ เพื่อควบคุมคุณภาพอากาศ ทิศทางและความเร็วลม
- พืชคลุมดิน (Ground Covering) เพื่อลดอุณหภูมิที่พื้นผิวและสร่างความเย็น (Cool Air Pocket) ที่บริเวณผิวดิน
- ใช้ความเร็วลม (Wind Speed) เพื่อพัดพาเอาความร้อนออกไปและพัดพาเอาอากาศเย็นเข้ามาแทนที่
- ใช้น้ำ (Water Body) โดยอาศัยความเยนจากผิวน้ำที่เกิดจากการระเหยกลายเป็นไอของน้ำ (Evaporation)

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความสบายของสภาพแวดล้อม

2.1.1 ความสบายด้านความรู้สึกร้อนหนาว (Thermal comfort) หมายถึง ความพึงพอใจในสภาพแวดล้อมด้านความรู้สึกร้อนหนาวที่สภาพแวดล้อมนั้น ที่ทำหน้าที่ควบคุมให้อยู่ในสภาพแวดล้อมดังกล่าว สภาวะที่พึงพอใจอาจอธิบายว่าเป็นสภาวะที่คนไม่มีความรู้สึกร้อนหรือหนาวเกินไป[3] สภาวะนี้ถูกกำหนดเป็นช่วงหรือขอบเขตของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของคนในสภาพร่างกายปกติ ประกอบด้วย

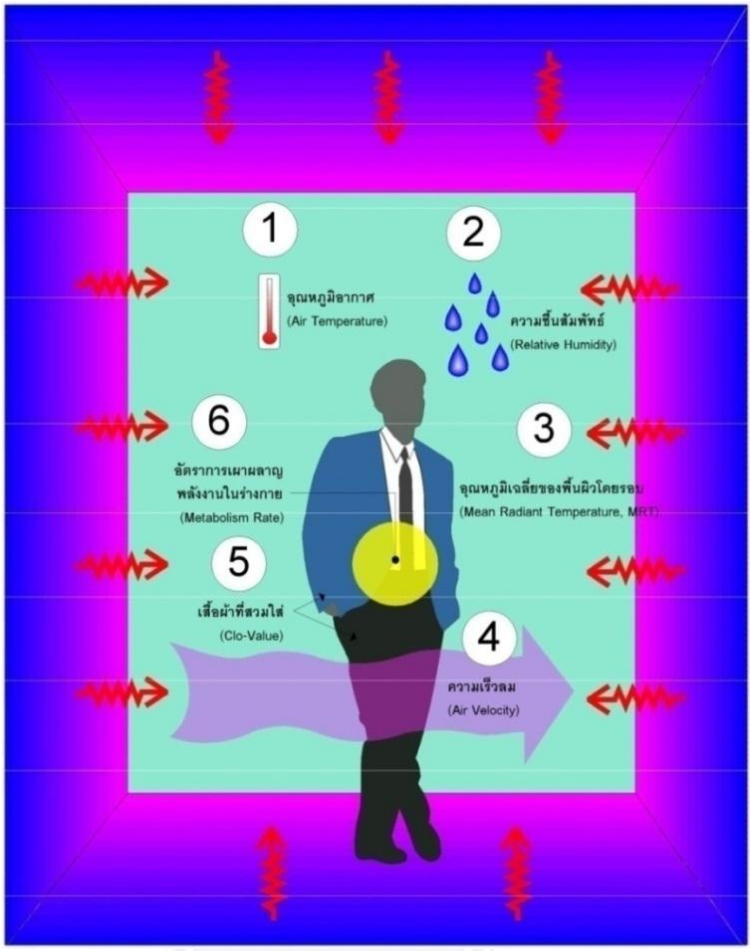
ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่

- อุณหภูมิอากาศ (Air temperature)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)
- ความเร็วลม (Air velocity)
- อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean radiant temperature ; MRT)

และ ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่

- เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo-value)
- อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism rate) หรือ กิจกรรม Activity

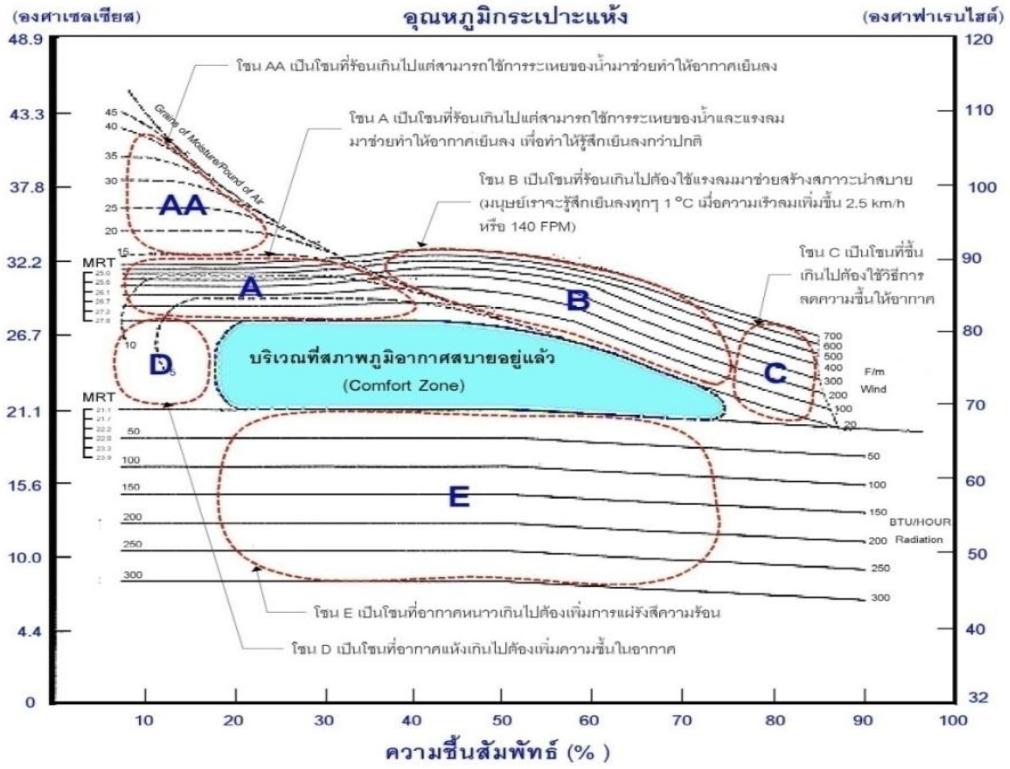
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.1 แสดงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาว ประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวโดยรอบ ความเร็วลม เสื้อผ้าที่สวมใส่ อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย [4]

2.1.1 การกำหนดขอบเขตของเขตสบาย (Comfort zone)

2.1.1.1 แผนภูมิไบโอไคลเมติก (bioclimatic chart) [5] ซึ่งเป็นแผนภูมิที่แสดงขอบเขตด้วยความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ในกรณีความเร็วลมค่อนข้างสงบ อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังเท่ากัน การแต่งกายเป็นแบบลำลอง บุคคลอยู่ในอิริยาบถสบาย ๆ เขตสบายจะถูกกำหนดด้วยอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ดังนี้ อุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง องศาเซลเซียส 27-22 และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 75-20 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2.2 แสดงเขตสบายและเทคนิคการปรับแต่งสภาพภูมิอากาศนอกเขตสบายในแต่ละโซน [4]

แผนภูมิไบโอไคลเมติกสามารถใช้เป็นเครื่องมืออธิบายเทคนิคการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม เพื่อให้สภาพอากาศที่อยู่นอกเขตสบายถูกปรุงแต่งให้มีความรู้สึกเสมือนอยู่ในเขตสบายได้ ดังที่แสดงไว้ในแผนภูมิ พบว่าตัวแปรความเร็วลมสามารถทำให้สภาพอากาศที่อยู่ในโซน บี ที่มีลักษณะร้อนและชื้นมากเกินไป รู้สึกเสมือนเข้าสู่เขตสบายได้ และสภาพอากาศในโซน เอ และโซน บี ที่อยู่สูงกว่าเขตสบายสามารถใช้อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยผิวโดยรอบที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ช่วยทำให้สภาพอากาศดังกล่าวรู้สึกเสมือนอยู่ในเขตสบายได้ โดยการทำให้ร่างกายสูญเสียความร้อนด้วยการแผ่รังสีสู่สภาพแวดล้อมจากการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ [4] โดยใช้ข้อมูลอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในกรุงเทพมหานคร ปี 2538 วิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก พบว่าจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายในหนึ่งปีมีเพียง 7 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

การตอบสนองของมนุษย์ต่อสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิ ไม่ได้ขึ้นอยู่ภูมิอากาศเพียงอย่างเดียว แต่เป็นผลรวมของ อุณหภูมิอากาศ ความชื้น อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน และความเคลื่อนไหวของอากาศ ซึ่งร่วมสร้างผลกระทบในเวลาเดียวกัน ถึงแม้ว่าบางครั้งเงื่อนไขต่างๆ ไม่เลวร้ายพอที่จะทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายในทันทีทันใด แต่ในระยะยาวความไม่สบายก็อาจ

เกิดขึ้นได้เนื่องจากากรสะสมของความรู้สึก แม้ระบบควบคุมทางกายภาพจะปรับตัวเพื่อทำให้ร่างกายสามารถดำรงอยู่ได้ อาทิ อัตราการไหลของเหงื่อที่สูงอย่างคงที่ และการขยายของท่อต่างๆ อย่างถาวร อาจทำให้คุณภาพในการดำรงชีวิตลดลง

2.1.2 ความเร็วลม การเคลื่อนที่ของอากาศ

การเคลื่อนไหวของอากาศ มีผลต่อสมดุลย์ทางความร้อนของร่างกายและความรู้สึกสบายโดยมีผลกับอัตราการนำ –การพาความร้อน ระหว่างผิวกายกับอากาศ และมีผลต่อการทำความเย็นของร่างกายจากการเพิ่มอัตราการระเหยของน้ำ โดยพบว่า เมื่อกระแสลมที่พัดผ่านผิวกายมีความเร็วเพิ่มขึ้น มนุษย์เราจะรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริง ความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศนี้เป็นเพราะอัตราการระบายความร้อนออกจากผิวกาย แปรผันตามความเร็วของกระแสลม กล่าวคือ ถ้ากระแสลมมีความเร็วสูงขึ้นร่างกายจะระบายความร้อนได้เร็วขึ้น จึงทำให้มีความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศที่วัดได้จริง ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่วัดได้จริงกับความรู้สึกเมื่อมีลมพัดผ่านผิวกายนี้ (ในที่นี้เรียกว่าความรู้สึกเย็นลง)

นอกจากนี้ Olgyay [5]ศึกษาพบว่ากระแสลมที่พัดผ่านผิวกายมนุษย์สามารถทำให้รู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศที่วัดได้จริงในขณะนั้นเนื่องจากอัตราการระบายความร้อนออกจากผิวกายมนุษย์แปรผันตามอัตราเร็วของกระแสลม โดยสุนทร บุญญาธิการ [6] วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกเย็นลงของมนุษย์กับอัตราเร็วของกระแสลมและความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้สมการถดถอย (regression analysis) พบว่า

ความรู้สึกเย็นลง (°C) = 0.381V + 0.016RH

เมื่อ V คือ อัตราเร็วของกระแสลม (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)

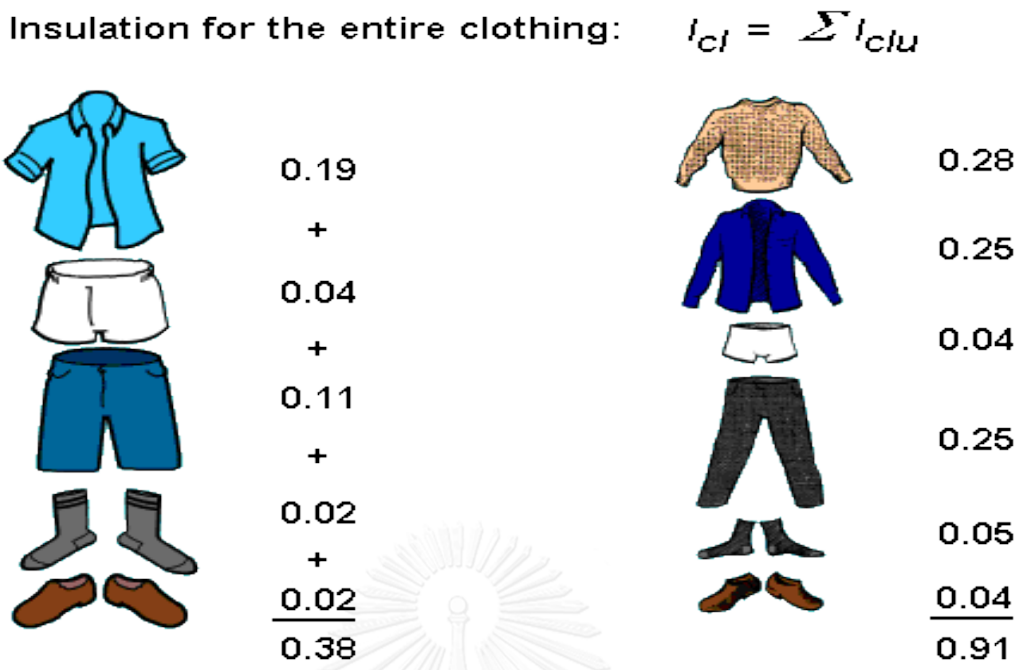
โดยสมการถดถอยข้างต้นมีระดับของความเชื่อถือได้ (R-square) 0.94 และค่าความผิดพลาดมาตรฐาน (standard error) 0.457

ตารางที่ 2. 1 แสดงความเร็วลมที่ส่งผลต่อความรู้สึกในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

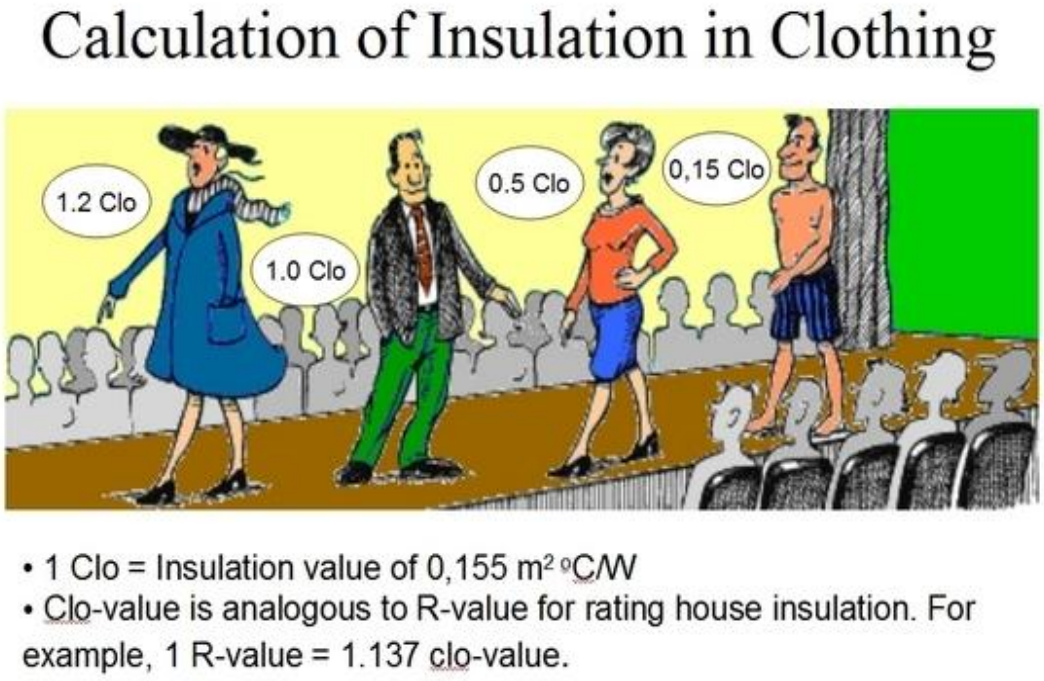
ความเร็วลม	ความรู้สึกในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ	ผลที่อาจเกิดขึ้น
0-50 fpm	ไม่มีความเปลี่ยนแปลงในความรู้สึกสบาย	ไม่สามารถสังเกตได้
50-100 fpm	ต่ำลง 2-3 °F	สบาย
100-200 fpm	ต่ำลง 4-5 °F	โดยทั่วไปรู้สึกสบาย แต่รับรู้ว่ามีการเคลื่อนไหวของอากาศ
200-300 fpm	ต่ำลง 5-7 °F	รู้สึกมีลมพัดเล็กน้อย จนถึงรู้สึกถูกรบกวน
สูงกว่า 300 fpm	ต่ำลงมากกว่า5-7 °F	ถ้าจะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพและถูกสุขลักษณะ จะต้องมีการแก้ไข

2.1.3 เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo-Value) ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (Thermal Resistance of Clothing)

กระบวนการนำความร้อนผ่านเสื้อผ้าเป็นเรื่องซับซ้อน คือ ต้องรวมการส่งผ่านความร้อนผ่านช่องว่างอากาศ การนำความร้อนผ่านวัตถุที่เป็นของแข็ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนค่าไปตามความเปียกของเสื้อผ้า คุณสมบัติในด้านการกัมมันตรังสีของเนื้อผ้า และความสามารถในการส่งผ่านอากาศของเนื้อผ้า ดังนั้นด้วยเหตุแห่งความยุ่งยากในการรวมปัจจัยทั้งหมด ทำให้เกิดการพัฒนาเป็นคุณสมบัติของชุดแต่งกาย ที่รวมค่าความต้านทานความร้อนทั้งหมด โดยการวัดจากผิวกายสู่ผิวนอกของเสื้อผ้า แต่ไม่รวมค่าความต้านทานความร้อนภายนอก มีค่า 1 clo = 0.15 m^2 K/W จากการวัดค่าความต้านทานความร้อนของชุดสูทเต็มยศและชุดชั้นใน โดยค่าความต้านทานความร้อน Icl ของชุดแต่งกายบางชุด มีแสดงในตาราง 2 มีหน่วยเป็น m^2 K/W และ clo ซึ่งเสื้อผ้าแบบแยกชิ้นจะแสดงในตาราง 3 และค่ารวมของความต้านทานความร้อนเฉลี่ย สามารถคำนวนได้ดังนี้ $I_{cl} = 0.82 \sum I_{clo}$

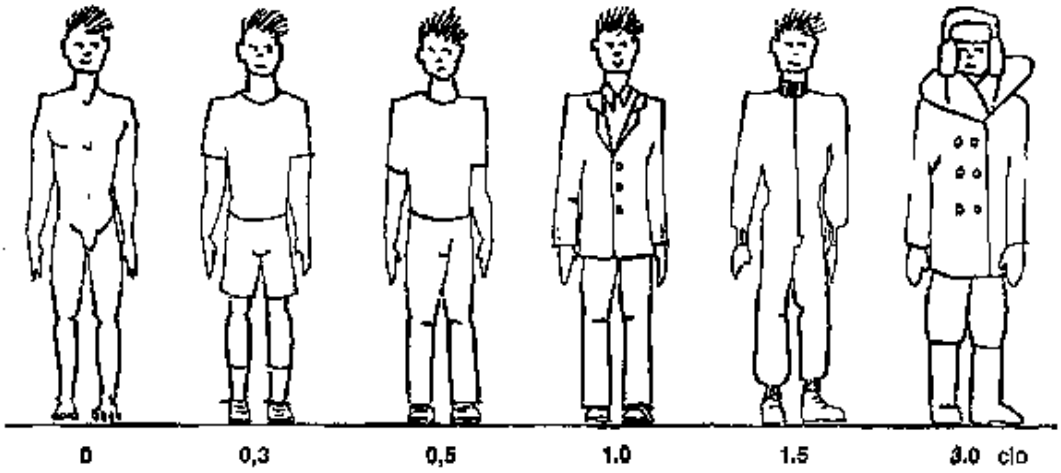


ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการคำนวนค่าความต้านทานความร้อน Icl ของชุดแต่งกาย ที่มา: (ออนไลน์) [7]

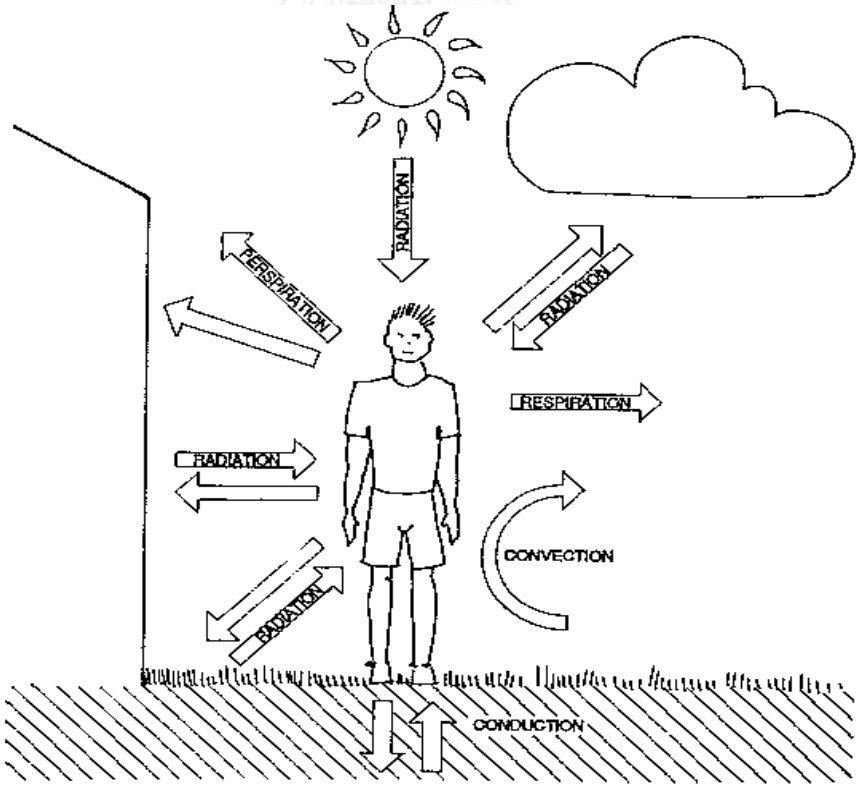


ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างค่าความต้านทานความร้อน Ic Iของชุดแต่งกาย

ที่มา: (ออนไลน์) [8]



ภาพที่ 2. 1 แสดงตัวอย่างค่าความต้านทานความร้อน Icl ของชุดแต่งกาย
ที่มา: (ออนไลน์) [7]



ภาพที่ 2. 2 แสดงตัวอย่างค่าความต้านทานความร้อน Icl ของชุดแต่งกาย
ที่มา : (ออนไลน์) [9]

ตารางที่ 2. 2 ค่าต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย(ชุด) [5] , p.8.8

รายละเอียดชุดแต่งกาย	Icl (clo)	Itclo	F cl	I cl
กางเกงขาสั้น เสื้อเชิ๊ตแขนสั้น	0.36	1.02	1.10	0.34
กางเกงขายาว เสื้อเชิ๊ตแขนสั้น	0.57	1.20	1.15	0.35
กางเกงขายาว เสื้อเชิ๊ตแขนยาว	0.61	1.21	1.20	0.41
กางเกงขายาว เสื้อเชิ้ตแขนยาว และสวมแจ๊คเก็ต	0.96	1.54	1.23	
กางเกงขายาว เสื้อเชิ๊ตแขนยาว เสื้อกันหนาวแขนยาว และเสื้อยืด	1.01	1.56	1.28	
ชุดนอน เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว เสื้อคลุม และสวมรองเท้าแตะ	0.96	1.50	1.32	0.37
กระโปรงสั้น เสื้อแขนสั้น ชุดชั้นใน และรองเท้าโปร่ง	0.54	1.10	1.26	
กระโปรงสั้น เสื้อแขนยาว สลิปเต็มตัวและชุดชั้นใน	0.67	1.22	1.29	
กระโปรงยาว เสื้อแขนยาว แจ๊คเก็ต และชุดชั้นใน	1.10	1.59	1.46	
ชุดหมีแขนยาว เสื้อยืดคอกลม	0.72	1.30	1.23	
กางเกงขายาว เสื้อแขนยาว เสื้อยืดคอกลม	0.89	1.46	1.27	0.35

ตารางที่ 2. 3 ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย[5] Ibid.,p.8.9

รายละเอียดเครื่องแต่งกาย	Iclo /clo	**เครื่องแต่งกาย**	Iclo /clo
ชุดชั้นใน		**ชุดเดรสและกระโปรง**	
กางเกงในชาย	0.04	กระโปรง (บาง)	0.14
กางเกงในหญิง	0.03	กระโปรง (หนา)	0.23
เสื้อชั้นใน	0.01	เสื้อแขนยาว (บาง)	0.33
เสื้อยืดคอกลม	0.08	เสื้อแขนยาว (หนา)	0.47
สลิปแบบเต็มตัว	0.16	เสื้อแขนสั้น (บาง)	0.29
สลิปแบบตริ่งตัว	0.14	เสื้อแขนกุด คอคว้าน(บาง)	0.23
รองเท้า		เสื้อแขนกุด คอคว้าน(หนา)	0.27
ถุงเท้ากีฬาสั้นแค่ตาตุ่ม	0.02	เสื้อขนสัตว์ (Sweaters)	
ถุงเท้าสั้นแค่หน้าแข้ง	0.03	ไม่มีแขน (บาง)	0.13
ถุงเท้าแค่เข่า(หนา)	0.06	ไม่มีแขน (หนา)	0.22
ถุงน่อง	0.02	แขนยาว (บาง)	0.25
รองเท้าสานโปร่ง	0.02	แขนยาว (หนา)	0.36
รองเท้าแตะ	0.03	**เสื้อสูทและเสื้อกั๊ก**	
รองเท้าบู๊ต	0.10	เสื้อสูทชั้นเดียว (บาง)	0.36

รายละเอียดเครื่องแต่งกาย	Iclo /clo	เครื่องแต่งกาย	Iclo /clo
เสื้อเชิ้ต		เสื้อสูทชั้นเดียว (หนา)	0.44
ไม่มีแขน,คอคว้าน	0.12	เสื้อสูทมีซับใน (บาง)	0.42
เดรสเชิ๊ตแขนสั้น	0.19	เสื้อสูทมีซับใน (หนา)	0.45
เดรสเชิ๊สแขนยาว	0.25	เสื้อกั๊กไม่มีแขน (บาง)	0.10
เสื้อถักแบบกีฬาแขนสั้น	0.17	**ชุดนอนและชุดคลุม**	
เสื้อเชิ้ตแขนยาว	0.34	เสื้อคลุมสั้นไม่มีแขน(บาง)	0.18
กางเกง		เสื้อคลุมยาวไม่มีแขน(บาง)	0.20
กางเกงขาสั้นแบบสั้น	0.06	เสื้อคลุมแขนสั้น แบบโรงพยาบาล	0.31
กางเกงขาสั้นแค่เข่า	0.08	ชุดนอนแขนยาว (หนา)	0.46
กางเกงขายาว(บาง)	0.15	ชุดนอนแขนสั้น (บาง)	0.42
กางเกงขายาว(หนา)	0.24	ชุดคลุมแขนยาว (หนา)	0.69
กางเกงทรงหลวม	0.30	ชุดคลุมแขนสั้น (หนา)	0.48
ชุดหมี	0.49		

2.1.4 อัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย หรือรับประทานอาหารและเครื่องดื่มที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำมากแล้ว ในการรักษาระดับความสบายที่มนุษย์สามาทรถกระทำได้ คือ การเลือกสวมเสื้อผ้า จากกฎของ Glodman ที่ว่าบุคคลที่สวมใส่เสื้อผ้าที่มีค่าความต้านทานความร้อน 0.6 clo และมีการทำงานแบบสำนักงาน (100-200 kcal/hr.) จะรู้สึกถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ 1°F เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานความร้อนของชุดแต่งกายลง 0.1 clo แต่ถ้าทำงานในระดับที่หยักขึ้น อุณหภูมิที่รู้สึกได้จะเปลี่ยนไป 1°F ก็ต่อเมื่อเปลี่ยนค่าความต้านทานความร้อนของชุดแต่ง

กาย 0.2 clo ซึ่งคนที่สวมใส่สูทธุรกิจธรรมดา และชุดชั้นในผ้าฝ้าย (มีค่าความต้านทานความร้อน = 1 clo) จะต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าคนที่ไม่ได้สวมเสื้อผ้าประมาณ 9°C

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวการวิเคราะห์การถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติอีกวิธีหนึ่งที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ประเภท โดยสามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น ไปใช้ในการพยากรณ์ค่าตัวแปรตัวหนึ่ง เมื่อค่าตัวแปรอีกตัวหนึ่งเปลี่ยนไป ซึ่งจะกำหนดให้ตัวแปรที่เมื่อเปลี่ยนค่าไปแล้ว กระทบต่อค่าของตัวแปรอีกตัวหนึ่งว่า ตัวแปรอิสระ (Independent Variable : X) ส่วนตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงตามค่าของตัวแปรอิสระนั้นจะเรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent Variable : Y)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยมุ่งเน้นพยากรณ์ตัวแปรตาม ซึ่งต้องอาศัยการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองตัวแปร โดยจะเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า ค่าสัมประสิทธ์การถดถอย (Regression Coefficient) ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยนั้นจะทำได้หลังจากที่ได้สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ (Model) ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามแล้ว ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์อาจจะมีลักษณะเป็นแบบเส้นตรง แบบเส้นโค้ง ฯลฯ ได้ หรือสามารถบรรยายการวิเคราะห์การถดถอยได้อีกรูปแบบหนึ่ง คือ การวิเคราะห์ที่ใช้ในการพิจารณาถึงรูปแบบที่เป็นไปได้ของความสัมพันธ์ของตัวแปร และมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำนาย (Predict) หรือคาดประมาณ (Estimate) ค่าค่าหนึ่งซึ่งสัมพันธ์กับค่าที่กำหนดให้อีกค่าหนึ่ง นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ Sir Francis Galtom เป็นคนแรกที่ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งนำไปสู่การคิดค้นเรื่องการวิเคราะห์ความถดถอย โดยเขาได้กล่าวถึงแนวโน้มของลักษณะพันธุกรรมที่บุตรหลานสืบต่อจากบิดามารดา ในรายงานการวิจัยเกี่ยวกับพันธุกรรมของเขา เมื่อปี พ.ศ. 1899

ส่วนการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) จะเกี่ยวข้องกับการวัดขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การคำนวณค่าสหสัมพันธ์จากข้อมูลใดชุดหนึ่ง คือ การคำนวณดูว่าตัวแปรที่ได้จากข้อมูลชุดนั้น มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด แนวความคิดและศัพท์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ก็มาจาก Galtom เช่นกัน

- รูปแบบความสัมพันธ์พาลาโบลา (Parabola or Quadratic Form)
- รูปแบบความสัมพันธ์โพลีโนเมียล (Polynomial Form)

- รูปแบบความสัมพันธ์เอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Form)

2.2.1 **สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย** (Simple Linear Regression Equation)

การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายนี้ เป็นการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อที่จะอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีรูปเชิงเส้นโดยตรง กำหนดให้ X เป็นตัวแปรอิสระ และ Y เป็นตัวแปรตาม

สมการในรูปของประชากร $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$

สมการประมาณค่า $\hat{Y} = a + bx$

โดยที่ Y = ค่าของตัวแปรตาม

X = ค่าของตัวแปรอิสระ

β_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ x และยังเป็นค่าที่ใช้แสดงความชันของสมการถดถอยนี้ด้วย

β_0 = ค่าคงที่ สำหรับสมการถดถอยในรูปของตัวอย่าง a จะเป็นจุดตัด)Interceptของ (สมการถดถอยเชิงเส้น

ε = ค่าความแตกต่างหรือค่าความคลาดเคลื่อน)Error or Residualที่เกิดจาก (ผลต่างของค่าสังเกตYi กับค่าประมาณ Yi

เป็นการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อ การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายนี้ที่จะอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีรูปเชิงเส้นโดยตรง กำหนดให้ X เป็นตัวแปรอิสระ และ Y เป็นตัวแปรตาม

สมการในรูปของประชากร $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$

สมการประมาณค่า $\hat{Y} = a + bx$

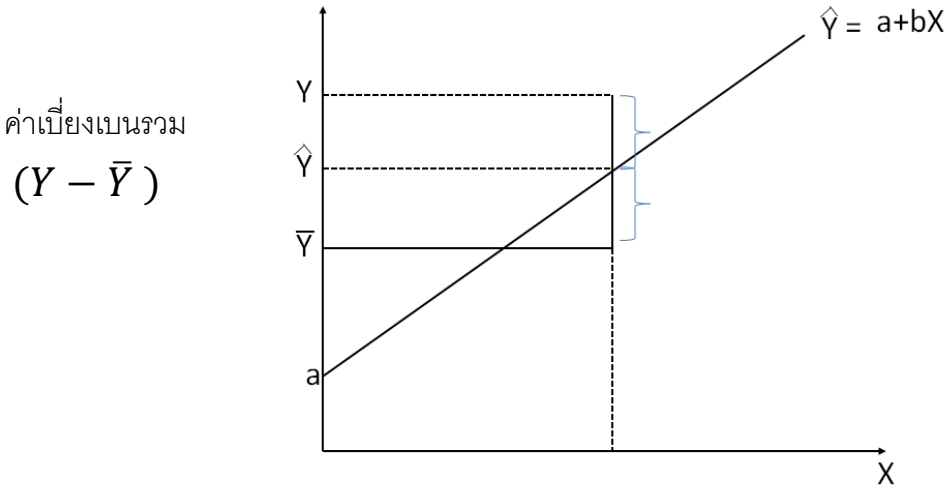
โดยที่ Y = ค่าของตัวแปรตาม

X = ค่าของตัวแปรอิสระ

β_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ x และยังเป็นค่าที่ใช้แสดงความชันของสมการถดถอยนี้ด้วย

β_0 = ค่าคงที่ สำหรับสมการถดถอยในรูปของตัวอย่าง a จะเป็นจุดตัด)Intercept (ของสมการถดถอยเชิงเส้น

ε = ค่าความแตกต่างหรือค่าความคลาดเคลื่อน)Error or Residualที่เกิดจากผลต่าง (ของค่าสังเกตYi กับค่าประมาณ Yi



ภาพที่ 2. 3 โมเดลการถดถอยเชิงเส้น [10]

$Y - \hat{Y}$ = ความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าที่ไม่สามารถที่จะอธิบายได้ด้วยสมการถดถอย (Error of Estimation Unexplained by Regression)

$\hat{Y} - \bar{Y}$ = ความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าที่สามารถที่จะอธิบายได้ด้วยสมการถดถอย (Error of Estimation Explained by Regression)

$Y - \bar{Y}$ = ความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของการประมาณค่า (Total Error of Estimation)

ความคลาดเคลื่อนทั้งหลายสามารถที่จะนำมาเขียนในรูปของความแปรปรวนได้ดังนี้

Total variation = Unexplained variation + Explained Variation

$$\sum (Y - \bar{Y})^2 = \sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2 + \sum (Y - \hat{Y})^2$$

หรือ SST = SSE + SSR

การประมาณค่าตัวแปรตาม Y โดยตัวแปรอิสระ X นั้น จะใช้วิธีการที่เรียกว่า วิธีกำลังสองที่น้อยที่สุด ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ a และค่าคงที่ b โดยพยายามทำให้ผลต่างของค่าตัวแปรตามที่ได้จากการสังเกตและประมาณค่า คือ e หรือ $\hat{Y}$ - Y เมื่อนำมายกกำลังสองแล้วมีค่าน้อยที่สุดโดยสมการเส้นตรงจะมีคุณสมบัติดังนี้

1. ค่า X Y จะต้องอยู่บนเส้นสมการถดถอยนี้ด้วย
2. $\sum (Y - \overline{Y}) = 0$
3. $\sum (Y - \overline{Y})^2$ มีค่าน้อยที่สุด

นอกจากสมการถดถอยจะมีคุณสมบัติดังกล่าวแล้ว ยังมีข้อสมมติเกี่ยวกับการแจกแจงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนนี้ ซึ่งมีข้อสมมติเบื้องต้น ดังนี้

1. การแจกแจงของ e เป็นแบบปกติ (Normality) โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 คือ E(e) = 0
2. ความแปรปรวนของ e มีค่าคงที่และเท่ากับค่าความแปรปรวนหรือที่เรียกว่าเป็นเอกภาพ (Homoscedasticity)
3. ความคลาดเคลื่อนของแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระต่อกัน นั่นคือ e_i และ e_j ของข้อมูลที่ I และ j เป็นอิสระต่อกัน

2.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ออกมาจากสมการจะมีค่าต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการคำนวณสมการถดถอย ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องทราบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลที่ได้ออกมาอย่างถูกต้อง ซึ่งค่าที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

n จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

STD ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า Y โดยตัวแปร X (Standard Error of Estimation Y on X)

ค่า STD นี้จะแสดงการกระจายของข้อมูลในความหมายดังนี้

ค่า STD น้อย แสดงว่าค่า Y จะอยู่ใกล้กับเส้นถดถอยมาก ดังนั้นสมการที่ใช้ประมาณค่านี้มีความน่าเชื่อถือมาก

ค่า STD มาก แสดงว่าค่า Y จะอยู่ห่างกับเส้นถดถอยมาก ดังนั้น สมการที่ใช้ประมาณค่านี้มีความน่าเชื่อถือน้อย

ค่า STD มีค่า 0 แสดงว่าค่า Y จะอยู่บนเส้นถดถอยมาก ดังนั้นสมการที่ใช้ประมาณค่านี้มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

R^2 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) เป็นค่าที่ใช้ในการอธิบายความเปลี่ยนแปลงของค่า Y ที่เกิดขึ้นจากค่า X กล่าวคือ เป็นการบอกร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของค่า Y ที่เกิดจากอิทธิพลของค่า X ถ้าค่า R^2 มีค่าสูงมากก็แสดงว่า สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรตามค่า Y จากตัวแปรอิสระ X ที่อยู่ในสมการถดถอยนั้นได้เป็นอย่างดี และตัวแปรทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง สมการถดถอยที่ใช้ประมาณค่าย่อมมีความน่าเชื่อถือได้สูง แต่ถ้าค่าต่ำ แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม Y ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยค่า X ที่มีอยู่ในสมการถดถอยและตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก เช่น ถ้า $R^2 = 0.03$ หมายความว่า ตัวแปรที่นำมาสร้างสมการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Y ได้ 30% และปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณามีผลอีก 70%

ค่า R^2 สามารถที่จะบอกความแตกต่างระหว่างเส้นสมการถดถอยได้ กล่าวคือ

ถ้าค่า $R^2 = 1$ ค่า Y จะอยู่บนเส้นสมการถดถอยทุกจุด โดยมีค่า e=0 นั่นคือ สมการถดถอยที่ใช้อยู่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง 100%

ถ้าค่า R^2 มากหรือเข้าใกล้ 1 ค่า Y จะอยู่ใกล้เส้นสมการถดถอยมาก นั้นคือ จะมีค่าความคลาดเคลื่อนค่า e คือสมการถดถอยที่ใช้อยู่ มีแนวโน้มใกล้เป็นเส้นตรงมาก

ถ้าค่า R^2 น้อยหรือเข้าใกล้ 0 ค่า Y จะอยู่ไกลเส้นสมการถดถอยมาก นั่นคือจะมีค่าความคลาดเคลื่อนค่า e มาก คือสมการถดถอยที่ใช้อยู่มีแนวโน้มไม่ใช่เป็นเส้นตรงมาก ถ้าค่า R^2 เท่ากับ 0 ค่า Y จะกระจายไปจนไม่สามารถที่จะหาแนวโน้มที่แน่นอนได้ ความคลาดเคลื่อนจะมี 100% ซึ่งไม่ควรใช้สมการถดถอยนี้ในการประมาณค่า

Adjust R Square เนื่องจากจำนวนตัวอย่างที่ศึกษามีน้อย น้อยกว่า)15 ตัวอย่างอาจ (ส่งผลให้ค่าR^2 มีความคลาดเคลื่อนได้ คือ สูงเกินความเป็นจริง จึงต้องมีการนำค่า R^2 มาปรับปรุงใหม่โดยเรียกค่าปรับปรุงนี้ว่า Adjust R Square

ค่าสถิติ T-Test คำนวณได้จากสมการคือ t = b – 0 / S(b)
นำค่า t ที่คำนวณได้ เปรียบเทียบกับค่า t จากตารางที่ระดับนัยสำคัญที่อัลฟา)α (df = (n-2)
ทั้งนี้ ไม่ว่าจะเป็นค่า F หรือค่า t จะสรุปผลทำนองเดียวกันคือ จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง H_0 เมื่อค่าที่คำนวณได้มากกว่าค่าที่เปิดจากตารางที่ระดับนัยสำคัญ α นั่นคือ a ไม่เท่ากับ 0 หรือแสดงว่าตัวแปรอิสระ X ไม่มีผลต่อตัวแปรตาม Y หรือจะพิจารณาจากค่า P ถ้าค่า P น้อยกว่าหรือเท่ากับค่า α ก็จะปฏิเสธสมมติฐานว่างเช่นเดียวกัน

ค่าสถิติ F-Test เป็นค่าที่ได้จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance หรือ ANOVA ซึ่งได้จากสมการแปรปรวน คือ

$$\sum (Y - \overline{Y})^2 = \sum (\hat{Y} - \overline{Y})^2 + \sum (Y - \hat{Y})^2$$

โดยสามารถที่จะนำมาสร้างเป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อคำนวณค่าสถิติ F ดังนี้

ตารางที่ 2. 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อวิเคราะห์ค่า F ของสมการถดถอยเชิงเส้น [11]

แหล่งของความผันแปร Source of Variation	ชั้นความเป็นอิสระ df	ผลบวกกำลังสอง Sum of Square : SS	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง Mean Square : MS
จากการถดถอย (Due to regression)	1	SSR $\sum (\hat{Y} - \overline{Y})^2$	MSR $\sum (\hat{Y} - \overline{Y})^2$
จากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ (error or residual)	n-2	SSE $(Y - \hat{Y})^2$	MSE $[\sum (Y - \hat{Y})^2]/(n-2)$
รวม (Total)	n-1	SST $(Y - \hat{Y})^2$	MST $[\sum (Y - \hat{Y})^2]/(n-1)$

โดยที่ F = SSR/SSE(n-2) = MSR/MSE

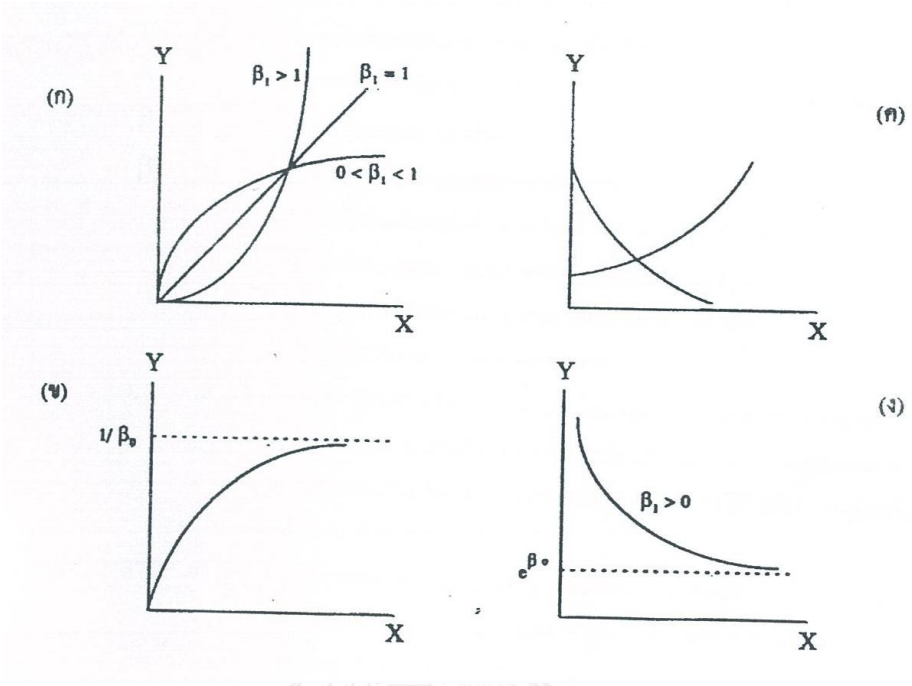
นำค่า F ที่คำนวณได้ เปรียบเทียบกับค่า F จากตารางที่ระดับนัยสำคัญที่อัลฟา df = (n-2)

2.2.3 **การวิเคราะห์สมการพหุคูณ** (Multiple Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระนั้น จุดประสงค์ก็เพื่อที่จะอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร ตามด้วยตัวแปรอิสระ และนำไปสู่การพยากรณ์หรือการประมาณค่าตัวแปรตามนั้น ๆ อาจที่จะต้องใช้ตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว ซึ่งจะช่วยให้การพยากรณ์มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เพราะในความเป็นจริงนั้นการศึกษาเรื่องต่าง ๆ ในทางเศรษฐศาสตร์ ทางวิทยาศาสตร์ หรือธุรกิจมักมีตัวแปรที่เข้ามาเกี่ยวข้องมากกว่า 1 ตัวแปรเสมอ การใช้เพียงตัวแปรเดียวมาอธิบายการเปลี่ยนแปลงตามนั้นอาจจะไม่เพียงพอ เช่น การพยากรณ์ราคาสินค้าที่จะขึ้นอยู่กับรายได้ประชาชาติ ต้นทุนราคา ฯลฯ ลักษณะการวิเคราะห์โดยการใช้ตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัวนั้น เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั่นเอง

ตัวแปรอิสระที่นำมาใช้มีได้ตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยที่ตัวแปรอิสระที่จะนำมาทำนายอาจมีสหสัมพันธ์ระหว่างกันหรือไม่ก็ได้ ความแม่นยำในการพยากรณ์ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระที่นำมาใช้จะสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้มากเท่าไหร่ (ค่า R Square หรือสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ เป็นสัดส่วนของความแปรปรวนร่วมกัน ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2. 4 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามในรูปแบบต่าง ๆ (ก) กำลัง (ข) เอกซ์โปเนนเชียล (ค) ไฮเปอร์โบลา และ (ง) เอกโปเนนเชียลผกผัน [11]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.4 **สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง** Multiple Linear Regression Equations

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณในรูปสมการเชิงเส้นตรง เป็นการวิเคราะห์การถดถอยเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยถือว่ารูปแบบความสัมพันธ์อยู่ในรูปของเส้นตรง ซึ่งมีรูปแบบของสมการถดถอยดังต่อไปนี้

สมการในรูปของประชากร $Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \ldots\ldots\ldots + \beta_n x_n + \varepsilon$

สมการประมาณค่า $\hat{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \ldots\ldots\ldots + b_n x_n$

โดยที่ n = จำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้ในสมการถดถอย

Y = ค่าตัวแปรตามสำหรับประมาณค่าหรือทำนาย

X_i = ค่าของตัวแปรอิสระตัวที่ i จะใช้แทนตัวแปรอิสระ i ที่ได้จากตัวอย่าง

β = ค่าคงที่ของสมการถดถอย

β_i = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระตัวที่ I)x_i) ซึ่งค่านี้จะแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า X หน่วยที่ 1 ต่อค่า Y ดังนี้ คือ ถ้าค่า X ตัวที่ I เปลี่ยนไป 1 หน่วย จะทำให้ค่า Y เปลี่ยนแปลงไป b_i หน่วย โดยคำนึงถึงว่า ตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวที่ i มีค่าคงที่ ดังนั้นค่านี้อาจจะเรียกได้ว่า Partial Regression Coefficient

ε = ค่าความแตกต่างหรือความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า Y โดยค่า Y จะใช้สัญลักษณ์ e สำหรับความคลาดเคลื่อนของสมการ ในรูปตัวอย่างการประมาณค่าตัวแปรตาม Y โดยตัวแปรอิสระ X ยังคงใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดเพื่อนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์

STD = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า Y โดยตัวแปร X)Standard Error of Estimation Y on X) ค่า STD นี้ จะแสดงการกระจายของข้อมูลในความหมายดังนี้

ค่า STD น้อย แสดงว่าค่า Y จะอยู่ใกล้กับเส้นถดถอยมาก ดังนั้นสมการที่ใช้ประมาณค่านี้มีความเหมาะสมมาก

ค่า STD มาก แสดงว่าค่า Y จะอยู่ไกลกับเส้นถดถอยมาก ดังนั้นสมการที่ใช้ประมาณค่านี้มีความเหมาะสมน้อย

ค่า STD มีค่า 0 แสดงว่าค่า Y จะอยู่บนเส้นถดถอยมาก ดังนั้นสมการที่ใช้ประมาณค่านี้มีความเหมาะสมดีมาก

R^2 = ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) เป็นค่าที่ใช้ในการอธิบายความเปลี่ยนแปลงของค่า Y ที่เกิดจาก X กล่าวคือ เป็นการบอกร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของค่า Y ที่เกิดจากอิทธิพลของค่า X ถ้าค่า R^2 มีค่าสูงมากก็แสดงว่าสามารถอธิบายการถดถอยนั้นได้เป็นอย่างดี และตัวแปรทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง สมการถดถอยที่ใช้ประมาณย่อมมีความน่าเชื่อถือได้สูง แต่ถ้าค่า R^2 ต่ำ แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม Y ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยค่า X

ที่มีอยู่ในสมการถดถอย และตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก เช่น ถ้า $R^2 = 0.30$ หมายความว่า ตัวแปรที่นำมาสร้างสมการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Y ได้ 30% และปัยจัยที่ไม่ได้นำมาใช้มีผล 70%

ค่า R^2 สามารถที่จะบอกความแตกต่างระหว่างเส้นสมการถดถอยได้ กล่าวคือ ถ้าค่า $R^2 = 1$ ค่า Y จะอยู่บนเส้นสมการถดถอยทุกจุด โดยมีค่า e=0 นั่นคือ สมการถดถอยที่ใช้อยู่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง 100%

ถ้าค่า R^2 มากหรือเข้าใกล้ 1 ค่า Y จะอยู่ใกล้เส้นสมการถดถอยมาก นั่นคือ จะมีค่าความคลาดเคลื่อน คือสมการถดถอยที่ใช้อยู่มีแนวโน้มใกล้เป็นเส้นสมการมากถ้าค่า R^2 น้อยหรือเข้าใกล้ 0 ค่า Y จะอยู่ไกลเส้นสมการถดถอยมาก นั่นคือจะมีค่าความคลาดเคลื่อนค่า e มาก คือสมการถดถอยที่ใช้อยู่มีแนวโน้มไม่ใช่เป็นเส้นตรงมาก ถ้าค่า R^2 เท่ากับ 0 ค่า Y จะกระจายไปจนไม่สามารถที่จะหาแนวโน้มที่แน่นอนได้ ความคลาดเคลื่อนจะมี 100% ซึ่งไม่ควรใช้สมการถดถอยนี้ในการประมาณค่า

Adjust R Square = เนื่องจากจำนวนตัวอย่างที่ศึกษามีน้อย อาจส่งผลให้ค่า R^2 มีความคลาดเคลื่อนได้ คือ สูงเกินความเป็นจริง จึงต้องมีการนำค่า R^2 มาปรับปรุงใหม่โดยเรียกค่าปรับปรุงนี้ว่า Adjust R Square

ค่าสถิติ F-Test เป็นค่าที่ได้จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance หรือ ANOVA ซึ่งได้จากสมการแปรปรวนคือ

$$\sum (Y - \overline{Y})^2 = \sum (\hat{Y} - \overline{Y})^2 + \sum (Y - \hat{Y})^2$$

หรือ SST = SSE + SSR

โดยสามารถที่จะนำมาสร้างเป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อคำนวณค่าสถิติ F ดังนี้

ตารางที่ 2. 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อคำนวณค่า F เมื่อใช้ตัวแปรหุ่น [11]

แหล่งของความผันแปร Source of Variation	ชั้นความเป็นอิสระ df	ผลบวกกำลังสอง Sum of Square : SS	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง Mean Square : MS
จากการถดถอย (Due to regression)	k	SSR $\sum (Y - Y)^2$	MSR $\sum (Y - Y)^2 / k$
จากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ (error or residual)	n-(k+1)	SSE $\sum (Y - Y)^2$	MSE $[\sum (Y - Y)^2]/(n-k-1)$
รวม (Total)	n-1	SST $\sum (Y - Y)^2$	MST $[\sum (Y - Y)^2]/(n-1)$

โดยที่ F = (SSR/k) / SSE(n-k-1)

นำค่า F ที่คำนวณได้ เปรียบเทียบกับค่า F จากตารางที่ระดับนัยสำคัญที่อัลฟา

df = (n-k-1)

ค่าสถิติ T-Test = คำนวณได้จากสมการคือ

t = $b_i - 0 / S(b_i)$

นำค่า t ที่คำนวณได้ เปรียบเทียบกับค่า t จากตารางที่ระดับนัยสำคัญที่อัลฟา

Df = (n-k-1)

ทั้งนี้ ไม่ว่าจะเป็นค่า F หรือค่า t จะสรุปผลทำนองเดียวกันคือ ปฏิเสธสมมติฐานว่าง H_0 เมื่อค่าที่คำนวณได้มากกว่าค่าที่เปิดจากตารางที่ระดับนัยสำคัญ อัลฟา นั่นคือ a ไม่เท่ากับ 0 หรือแสดงว่าตัวแปรอิสระ X ไม่มีผลต่อตัวแปรตาม Y หรือจะพิจารณาจากค่า P ถ้าค่า P น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าอัลฟาก็จะปฏิเสธสมมติฐานว่างเช่นเดียวกัน นั่นคือไม่ควรที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ตัวแปร Y

2.2.5 การวิเคราะห์สมการถดถอยโดยตัวแปรหุ่น

การวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งเป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระนั้น โดยทั่วไปแล้วตัวแปรที่จะนำมาพิจารณาจะต้องเป็นตัวแปรที่ได้จากข้อมูล มีการวัดที่ระดับอัตราส่วน (Ratio Scale) หรืออย่างน้อยที่ระดับช่วง (Interval Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ แต่ในบางครั้งตัวแปรที่ได้จากข้อมูลที่มีการวัดในระดับเรียงลำดับ (Ordinal Scale) หรือระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยเฉพาะตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรตามที่ดีได้ เช่น ตัวแปรอิสระเพศ ใช้ในการพยากรณ์รายจ่ายต่อสัปดาห์ ฯลฯ ดังนั้น ถ้านำตัวแปรเหล่านี้มาใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อสร้างสมการถดถอยแล้ว จะทำให้สามารถพยากรณ์ได้อย่างแม่นยำมากขึ้น แต่ข้อจำกัดอย่างหนึ่งก็คือ ตัวแปรเชิงคุณภาพที่จะกำหนดตัวแปรอิสระนั้นจะต้องมีค่าที่เป็นไปได้ 2 ค่า เช่น เพศชายและหญิง เป็นต้น ตัวแปรเชิงคุณภาพที่มีได้แค่ 2 ค่านี้ เรียกว่า ตัวแปรหุ่น (Dummy Variable)

การวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้ตัวแปรหุ่นนี้ กำหนดค่าหนึ่งเป็นตัวแปรทีค่าเท่ากับ 0 และอีกหนึ่งตัวแปรนั้นกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 ตัวอย่างเช่น

กำหนดให้ฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 0

กำหนดให้ฤดูหนาวมีค่าเท่ากับ 1 เป็นต้น

เนื่องจากตัวแปรหุ่นเป็นตัวแปรที่มีค่าความแปรปรวนน้อยมาก อยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ดังนั้น ถ้าไม่จำเป็นหรือตัวแปรนี้มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงจริง แล้ว ควรจะหลีกเลี่ยงการใช้ตัวแปรหุ่นนี้

วิเคราะห์การถดถอยส่วนใหญ่นั้น จะมีข้อสมมติฐานที่ว่า ตัวแปรเชิงอิสระและตัวแปรการตามมีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน แต่ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐาน การนำตัวแปรหุ่นมาใช้จะช่วยให้เกิดประโยชน์ เนื่องจากการแบ่งตัวแปรอิสระออกเป็นตัวแปรหุ่นหลาย ๆ ตัว เปรียบเสมือนเป็นการตัดช่วงความสัมพันธ์เชิงเส้นออกไปเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงที่ได้จะมีความเป็นเส้นตรงมากกว่าการวิเคราะห์ถดถอยแบบปกติ

2.2.6 การคัดเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุด Selecting the Best Regression Equation

สมการถดถอยที่ดีที่สุด คือ สมการที่สามารถพยากรณ์ค่าตัวแปรตามได้แม่นยำที่สุด ซึ่งอาจพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณ ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่า สมการถดถอยใช้เป็นรูปแบบนั้นมีความเหมาะสมดี หรือพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Square) ว่ามีค่ามากหรือน้อย ถ้ามีค่ามากแสดงว่าตัวแปรอิสระที่ใช้อยู่มีอิทธิพลต่อการ

เปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม ส่วนใหญ่แล้วสมการถดถอยที่ดีจะพยายามหาตัวแปรอิสระให้ได้มากที่สุด เพื่อที่จะมาอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม ซึ่งโดยปกติแล้วถ้ามีตัวแปรอิสระมากขึ้นย่อมจะทำให้ค่า R-Square สูงขึ้นด้วย ในกรณีนี้ผู้ใช้ต้องมีความระมัดระวังในการสรุปผลจากค่า R-Square เพราะเมื่อค่า R-Square สูงขึ้น ทำให้ดูเหมือนว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมาก ซึ่งน่าที่จะดีเพราะทำให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้น แต่บางครั้งตัวแปรอิสระที่นำมาใช้ในสมการอันเดียวกันนั้นมีความสัมพันธ์กันสูง จะส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามให้มีค่า R-Square สูงไปด้วย เช่น เมื่อมีการใช้ตัวแปรอายุและตัวแปรส่วนสูงไปพยากรณ์น้ำหนักนั้น ตัวแปรอายุและตัวแปรส่วนสูงอาจมีความสัมพันธ์กันสูงและทั้งสองตัวแปรจะส่งผลต่อตัวแปรน้ำหนักพร้อมกัน ทำให้ค่า R-Square ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากความซ้ำซ้อนของค่าความสัมพันธ์ ปัญหาเช่นนี้นักสถิติเรียกว่าเกิด Multicolinearity

ดังนั้นก่อนจะนำตัวแปรอิสระใดมาสร้างเป็นสมการถดถอย ควรจะแก้ปัญหานี้โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งหมดก่อน ซึ่งทำได้โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) กล่าวคือ ถ้าตัวแปรอิสระคู่ใดมีความสัมพันธ์กันสูง แสดงว่าตัวแปรทั้งสองนั้นสามารถทดแทนกันได้ จึงควรตัดออกไปโดยนำมาใช้เพียงตัวเดียว ซึ่งในการเลือกตัวแปรใดนั้นพิจารณาจากตัวแปรอิสระตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงมากกว่า
การคัดเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมกับสมการถดถอย มีวิธีการที่ใช้พิจารณาอยู่ 3 วิธี คือ

2.2.6.1 วิธี FORWARD SELECTION

วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระวิธี Forward Selection นี้ เป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดเข้าไปไว้ในสมการเป็นอันดับแรก แล้วจึงทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระนั้นภายใต้สมมติฐาน Ho = $\beta_i = 0$ ถ้ามีนัยสำคัญหรือปฏิเสธสมมติฐานก็จะทำการเลือกตัวแปรอิสระตัวต่อไปโดยวิธีการเดียวกัน จนกระทั่งตัวแปรอิสระไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าสมการถดถอยที่ได้เป็นสมการที่เหมาะสมแล้ว

2.2.6.2 วิธี BACKWARD ELIMINATION

วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระโดยการใช้วิธี Backward Elimination นี้ เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระออกจากสมการถดถอยทีละตัวแปร โดยสร้างรูปแบบของสมการถดถอยที่รวมเอาตัวแปรทุกอย่างที่กำหนดเอาไว้ในสมการ แล้วพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระออกจากสมการถดถอยทีละตัวแปรจนกระทั่งไม่มีตัวแปรใดต้องถูกคัดออกจากสมการอีก แสดงว่าสมการถดถอยที่มีตัวแปรอิสระเหลืออยู่ในสมการนั้นเป็นสมการที่เหมาะสมแล้ว การพิจารณาคัดตัวแปรอิสระออกจากสมการนั้นใช้ค่าสถิติที่เรียกว่า Partial F-Test ทดสอบสมมติฐาน Ho : β_i / $\beta_{1,}\beta_{2,}$ ....

2.2.6.3 วิธี STEPWISE REGRESSION

วิธีการนี้เป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่ซับซ้อน โดยขั้นแรกเป็นการเลือกตัวแปรอิสระเข้าไปในสมการทีละตัวแปร โดยพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระที่มีค่าความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรตาม เข้าไปในสมการ แล้วจึงคงที่ กับตัวแปรตามที่มากที่สุดเข้าไปในสมการ และพร้อมกันนั้นก็พิจารณาว่าตัวแปรอิสระที่เข้าไปในสมการก่อนหน้านั้นทุกตัวแปรยังจะควรอยู่ในสมการอีกหรือไม่ ถ้าไม่อยู่ก็ตัดออกและดำเนินการคัดเลือกตัวแปรอิสระใหม่ ถ้าควรอยู่ก็ดำเนินการคัดเลือกตัวแปรอิสระใหม่ การคัดเลือกตัวแปรอิสระจะดำเนินการไปจนกระทั่ง ไม่มีตัวแปรอิสระใดเข้าไปหรือถูกตัดออกจากสมการได้อีก

2.2.7 ความเชื่อมั่นของค่าสัมประสิทธิ์

หลังจากการพิจารณาในเรื่องของวิธีการใดที่เหมาะสมในการคัดเลือกสมการทั้ง 3 วิธีนั้น ส่วนที่ต้องนำมาพิจารณาอีกประเด็นก็คือ ข้อมูลที่รวบรวมได้เมื่อนำมาแปลงเป็น Residual Plot แล้ว ข้อมูลบางตัวจะมีความแตกต่างมากกว่าข้อมูลที่กระจายโดยทั่วไป หรือมีลักษณะพิเศษในตัว อาจเรียกได้ว่าเป็นตัวแปรพิเศษ Out Liner เช่น เมื่อมีการทำการศึกษาเรื่องระดับการเรียนกับความร่ำรวย ผลที่ได้อาจมีข้อมูลบางตัวที่มีลักษณะขัดแย้งกัน เช่น ปกติการเรียนสูงจะมีรายได้มาก แต่ในกรณีนี้ข้อมูลที่ได้ระบุว่าการเรียนต่ำแต่มีรายได้สูง นั่นหมายความว่าข้อมูลชุดนั้นมีความพิเศษกว่าปกติ จึงต้องมีการพิจารณาถึงความเป็นพิเศษอันนั้น แต่ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์จึงได้ทำการตัดชุดข้อมูลที่มีความพิเศษเหล่านั้นออก โดยการพิจารณาความเชื่อมั่นของค่าสัมประสิทธิ์ ดังนี้

ตารางที่ 2. 6 ความเชื่อมั่นของค่าสัมประสิทธิ์

ระดับความเชื่อมั่น	จำนวนข้อมูล	ช่วงรอบ ๆ ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่ให้ความเชื่อมั่นระดับ
95%	5 หรือมากกว่า	+ หรือ -3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
95%	15 หรือมากกว่า	+ หรือ -2.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
95%	30 หรือมากกว่า	+ หรือ -2.0 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
95%	5 หรือมากกว่า	+ หรือ -4.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
95%	15 หรือมากกว่า	+ หรือ -2.7 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
95%	30 หรือมากกว่า	+ หรือ -2.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.8 ความเชื่อมั่นของค่าการพยากรณ์

หลังจากที่คำนวณค่า A และ B ได้แล้วนั้น นำมาแทนค่าตัวแปรอิสระเพื่อหาค่าตัวแปรตาม แต่จะสามารถทราบได้อย่างไรว่าค่าที่แท้จริงของค่า Y นั้นใกล้เคียงกับที่ประมาณค่าเอาไว้ ในกรณีนี้ต้องมีการหาค่าผิดพลาดมาตรฐานของการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) สมมติว่า ค่าผิดพลาดมาตรฐานของการพยากรณ์จากการใช้สมการเท่ากับ 14.9 และค่าที่สมมติว่าค่าผิดพลาดมาตรฐานของการพยากรณ์จากการใช้สมการเท่ากับ 14.9 และค่าที่พยากรณ์ไว้จากสมการนั้นเท่ากับ 166.6 ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ค่าจริงของการพยากรณ์ควรที่จะอยู่ระหว่าง 166.6 + 2(14.9) หรือระหว่าง 136.8 และ 196.4 ตามลำดับ

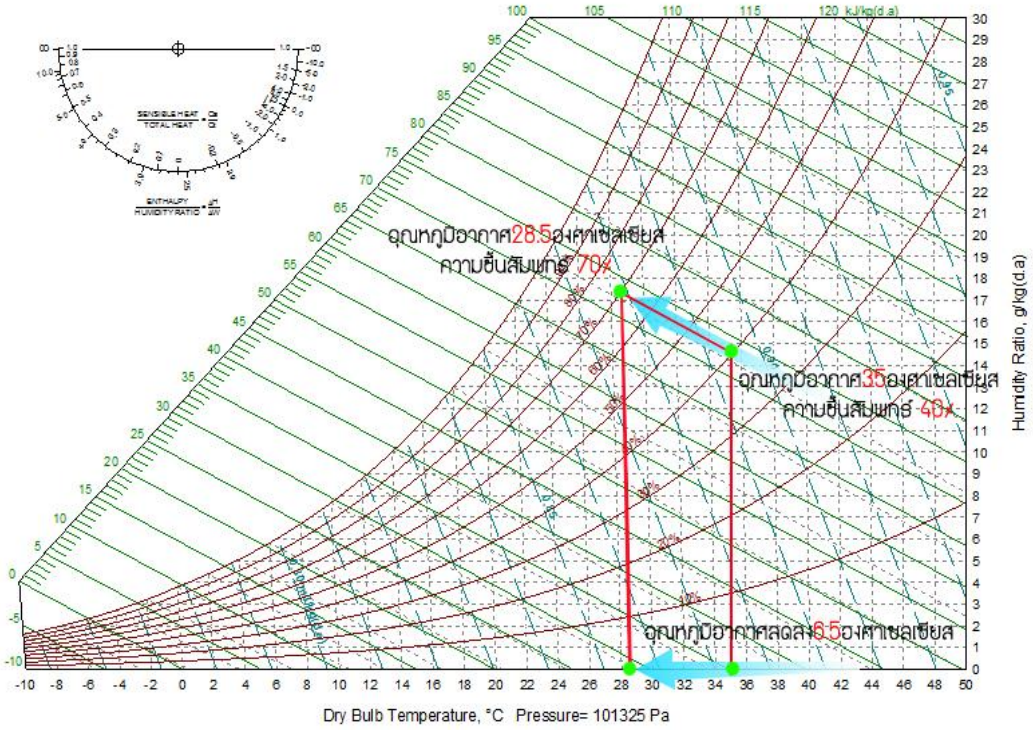
หากแต่มีข้อสังเกตคือ จำนวนข้อมูลที่ใช้มีอิทธิพลต่อช่วงหรือพิสัยของค่าพยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่าง ๆ ถ้าข้อมูลมีมาก ความกว้างของช่วงความเชื่อมั่นก็จะแคบลง สิ่งที่พึงระวังในการใช้สมการถดถอย คือ หากมีเหตุผลที่จะเชื่อว่าได้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นแล้ว และการเปลี่ยนแปลงนั้นมีผลต่อสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ควรได้มีการใช้ข้อมูลใหม่มาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์

2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบสภาพแวดล้อมให้อยู่ในสภาวะเข้าใกล้เขตสบาย

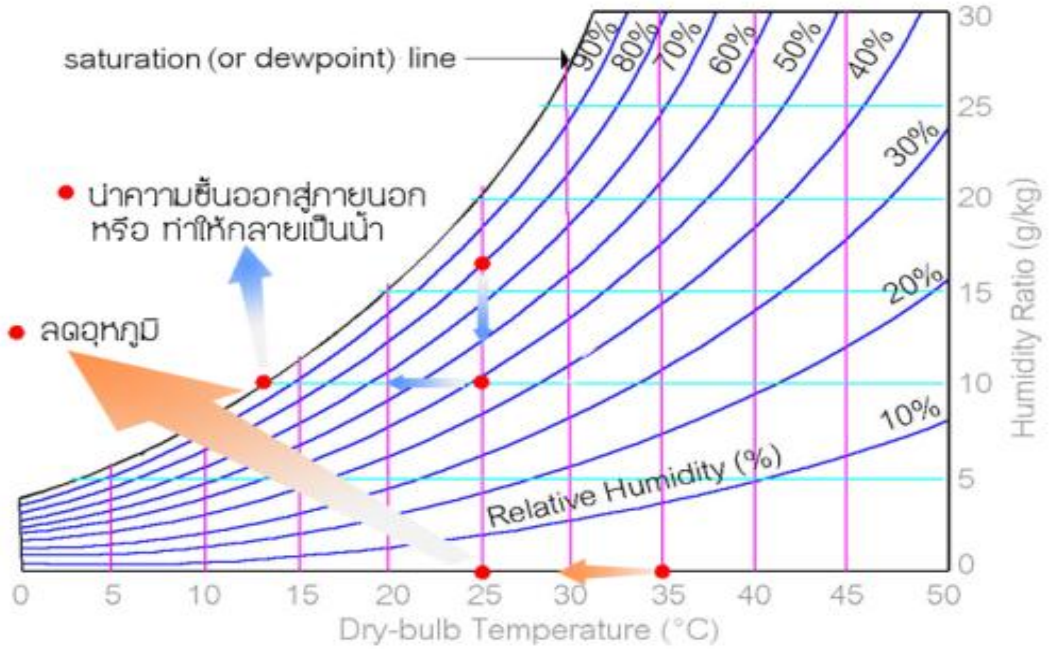
ประกอบด้วย

- การระเหยของน้ำในอากาศ
- ความเร็วลม
- และการแผ่รังสีจากอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบผิวกาย

2.3.1 การระเหยของน้ำในอากาศ ค่าความดันน้ำในบรรยากาศเป็นฟังก์ชั่นของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งสร้างความเย็นจากการระเหยของน้ำ (evaporative cooling) เกิดจากการใช้พลังงานความร้อนจากสภาพแวดล้อมในการทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ โดยทั่วไปเมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำจะทำให้สภาพอากาศนั้นมีอุณหภูมิที่ต่ำลงแต่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ยกตัวอย่างเช่น อากาศที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 เมื่อเกิดการระเหยของน้ำจนมีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 70 จะมีอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 28 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 2-2 ที่อธิบายด้วยแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric chart) [12] คือการระเหยของน้ำที่สามารถลดอุณหภูมิอากาศได้ประมาณ 7 องศาเซลเซียส สามารถหาได้จากการใช้ ภาพที่ 2-2 เมื่อทราบค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์



ภาพที่ 2. 5 แสดงอุณหภูมิอากาศที่ลดลงจากการระเหยของน้ำด้วยแผนภูมิไซโครเมตริก



ภาพที่ 2. 6 แสดงการหาค่าความดันไอน้ำในบรรยากาศเมื่อทราบอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

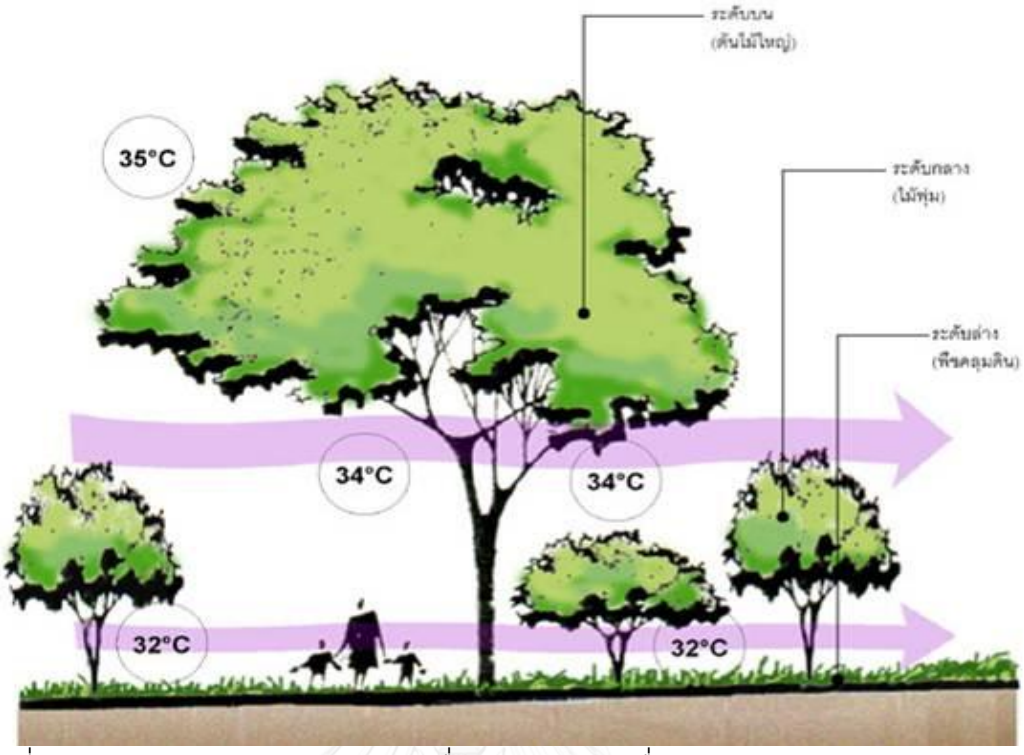
2.3.2 อุณหภูมิผิวเฉลี่ยโดยรอบ

การสร้างสภาวะน่าสบายโดยใช้ปัจจัยของ MRTนั้นพบว่า หากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของพื้นผิวโดยรอบเย็นลง 1 องศาเซลเซียสจะทำให้มนุษย์รู้สึกเสมือนอุณหภูมิอากาศขณะนั้นเย็นลง 1.4 องศาเซลเซียส [13]

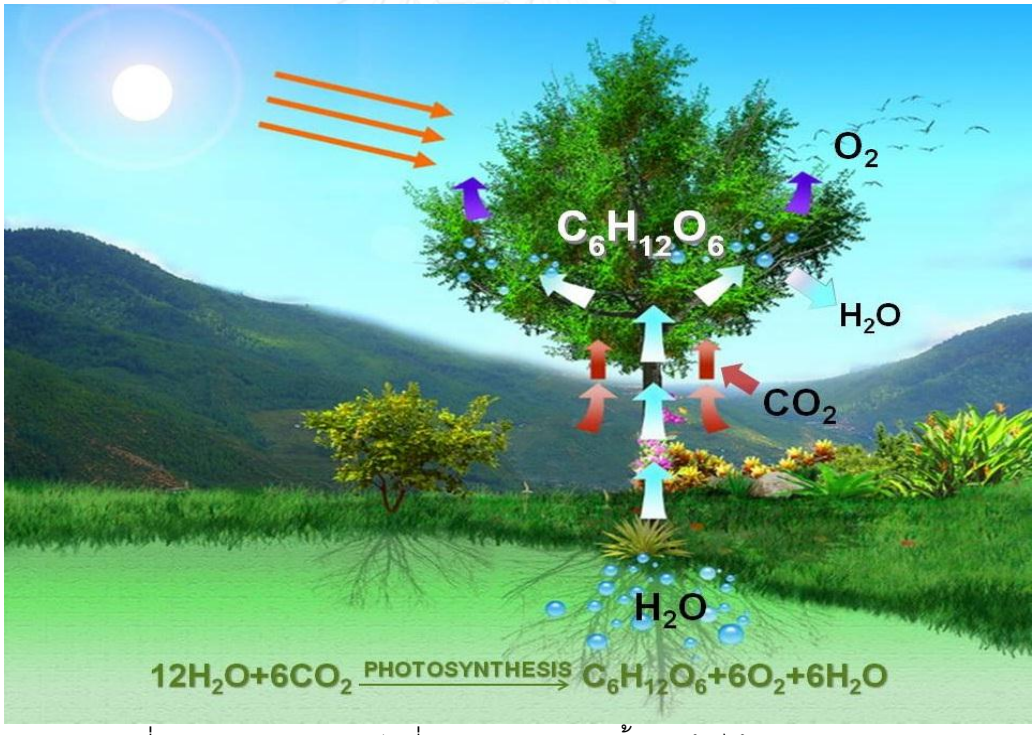
2.3.2.1 การปลูกต้นไม้ใหญ่และพืชคลุมดิน

การปลูกต้นไม้ใหญ่โดยรอบบริเวณจะช่วยให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ร่มรื่นร่มเย็น เนื่องจากต้นไม้ใหญ่ทำหน้าที่สกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์จึงทำให้ลดความรุนแรงของอุณหภูมิอากาศช่วงเวลากลางวันนอกจากนี้ยังได้ทำการปลูกพืชคลุมดินรอบบริเวณทางเดินและอาคารต่าง ๆ เนื่องจากพืชคลุมดินจะทำหน้าที่ดูดซับน้ำจากใต้ดินมาระเหยทำให้ระดับผิวดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศ และการใช้แหล่งน้ำเป็นแหล่งสร้างความเย็นให้กับอาณาบริเวณโดยให้กระแสลมพัดผ่านผิวหน้าของน้ำที่เย็นทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศ กระแสลมจึงพัดพาความเย็นเข้ามาสู่ภายในอาคารต่างๆ อาณาบริเวณที่ร่มรื่นร่มเย็นทำให้เกิดความรู้สึกสบายขณะที่เดินหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ และความรู้สึกสบายเมื่ออยู่ภายนอกอาคารและอยากใช้เวลาทำกิจกรรมนานขึ้น

การออกแบบสภาพแวดล้อมโดยรอบอย่างถูกต้องเหมาะสมนอกจากจะช่วยสภาพแวดล้อมที่เย็นลงแล้วยังจะช่วยให้ผู้คนสามารถประกอบกิจกรรมเพื่อออกกำลังกายได้นานขึ้นอีกด้วย อิทธิพลทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ได้แก่ ต้นไม้ใหญ่และพืชคลุมดิน เนินดินและความลาดเอียงของพื้นดิน วัสดุปูผิวดิน และกระแสลม ดังนั้นการออกแบบสภาพแวดล้อมจึงควรนำปัจจัยทางธรรมชาติเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายดังนี้



ภาพที่ 2. 7 การออกแบบสภาพแวดล้อมเพื่อให้เกิดความร่มรื่นเย็นสบาย [4]



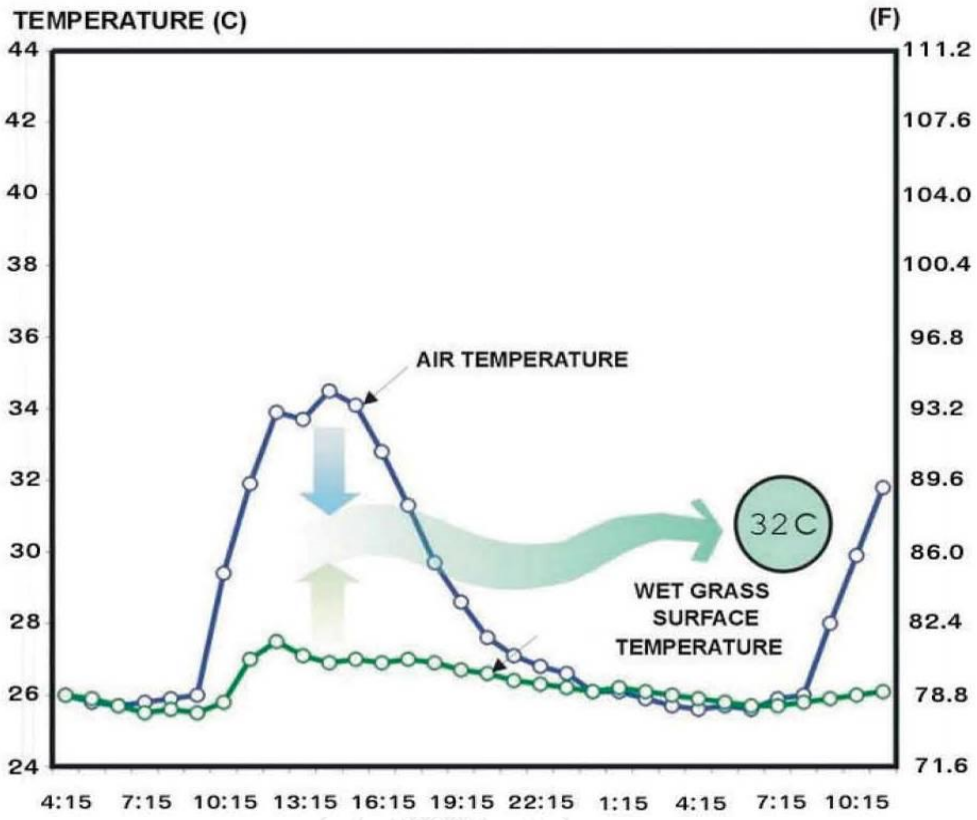
ภาพที่ 2. 8 การทำความเย็นที่เกิดจากการคายน้ำของต้นไม้ใหญ่ [4]

การมีต้นไม้ขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากและการมีพืชคลุมดินสำหรับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนั้น เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยลดความรุนแรงของอุณหภูมิอากาศในเวลากลางวันได้เป็นอย่าง

ดี เนื่องจากต้นไม้และพืชคลุมดินใช้พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์และสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิตด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยการดูดเอาน้ำจากใต้ดินขึ้นมาแปลงสภาพให้เป็นไอน้ำผ่านออกทางปากใบจึงสามารถช่วยลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมได้มาก

การใช้พืชคลุมดินเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการดูดซับเอาน้ำจากใต้ดินมาระเหยทำให้ระดับผิวดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศความเย็นดังกล่าวก็จะถูกดูดซึมเข้าสู่ผิวดินจนสามารถทำให้ดินในบริเวณนั้นส่งผ่านความเย็นต่อเนื่องกันไปถึงพื้นที่ใต้อาคารได้จะต้องทำให้อุณหภูมิที่ผิวดินเย็นลงเสียก่อนเพราะนอกจากจะทำให้ลมที่พัดผ่านมาเย็นลงแล้วยังทำให้เกิดผิวของสภาพแวดล้อมที่เย็นเป็นผลให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นสบายเนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่านอกเหนือจากนั้นยังเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศที่ร่มรื่นต่อสายตาและป้องกันการสะท้อนของแสงที่อาจทำให้เกิดความจ้า ของสายตาและป้องกันฝุ่นที่เกิดจากดินที่แห้งได้อีกด้วย

การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหญ้าเปียกในร่มและอุณหภูมิอากาศ (สุนทร บุญญาธิการ, 2547)พบว่า ในช่วงบ่ายซึ่งมีอุณหภูมิอากาศประมาณ 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 40 หากพื้นดินเปียกหรือมีหญ้าปกคลุมจะเกิดการระเหยของน้ำ โดยอุณหภูมิผิวหญ้าสามารถวัดได้ประมาณ 28-29 องศาเซลเซียส นั่นคืออุณหภูมิที่เกิดจากการระเหยของน้ำบริเวณผิวหญ้าขณะนั้นจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศถึงประมาณ 6-7 องศาเซลเซียส การปลูกพืชคลุมดินหรือการปลูกหญ้าในระดับที่ต่ำกว่าพุ่มใบของต้นไม้ขนาดใหญ่มีส่วนที่ช่วยดูดซับน้ำจากใต้ดินมาระเหยจนกลายเป็นไออยู่เหนือระดับผิวดินทำให้อุณหภูมิในระดับผิวดินต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศมาก เนื่องจากความร้อนจากแสงอาทิตย์จะไม่ถูกกักเก็บไว้ในพื้นดิน แต่ถูกพืชคลุมดินแปรสภาพเป็นไอน้ำลอยขึ้นสู่เบื้องบน แหล่งความเย็นที่ได้มาในช่วงเวลากลางวันจึงมาจากการคายน้ำของต้นไม้ใหญ่และพืชคลุมดิน รวมทั้งการระเหยที่บริเวณผิวน้ำของแหล่งน้ำต่าง ๆ และการระเหยของน้ำที่ผิวหญ้าเปียกในร่มและแหล่งน้ำ ใกล้บริเวณพื้นที่กิจกรรม เป็นการช่วยพาความร้อนของร่างกายออกด้วยการระเหยของน้ำ ทำให้รู้สึกเย็นและอยากอยู่ในพื้นที่กิจกรรมนานขึ้น การเลือกใช้ต้นไม้ประเภทต่าง ๆ อย่างเข้าใจ เช่น ใช้ต้นไม้สูงเพื่อกรองแดดหรือสกัดกั้นแสงแดดจากด้านบน โดยมีพุ่มใบของต้นไม้เป็นตัวแปลงสภาพแวดล้อมให้เย็น จากการใช้รากดูดน้ำและคายน้ำที่ใบ ผลที่ได้ก็คือบริเวณด้านใต้พุ่มใบจะมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าอุณหภูมิด้านบนเหนือพุ่มใบมาก

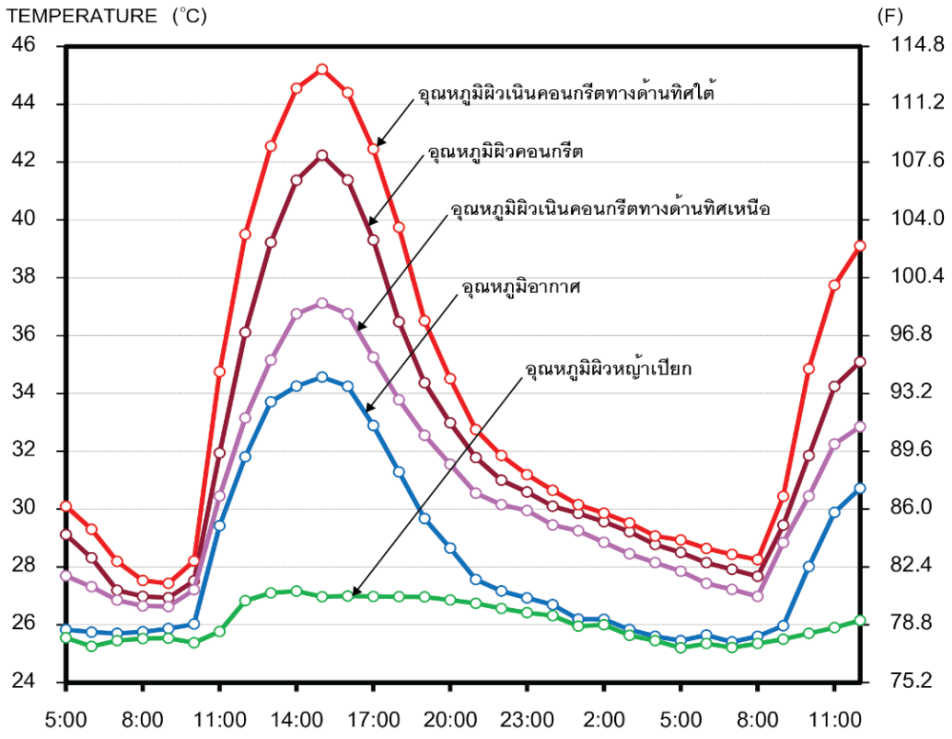


ภาพที่ 2. 9 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหญ้าเปียกในร่มและอุณหภูมิอากาศ [13]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.2.2 การเลือกใช้วัสดุปูพื้น

นอกจากการใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดินแล้ว การเลือกใช้วัสดุปูผิวดินที่เหมาะสมก็จะช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้นั้น โดยควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนต่ำและมีค่าการกระจายความร้อนสูง หรือเป็นวัสดุที่สามารถนำน้ำจากใต้ดินมาระเหยเป็นไอน้ำได้ดี และควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่มีสีเข้มและมีค่าการดูดความร้อนสูง เช่น ผิวยางมะตอย โดยเฉพาะในที่ที่มีลมพัดผ่าน เพราะจะทำให้เกิดการดูดซับความร้อนไว้มากจากการศึกษาพบว่าวัสดุที่มีมวลสารมากจะกักเก็บความร้อนไว้ได้มาก (สุนทร บุญญาธิการ, 2545) อุณหภูมิผิวถนนที่โดนแดดมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งวัน โดยผิวถนนมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 42 องศาเซลเซียส ซึ่งหากมีลมพัดผ่านผิวถนนที่มีอุณหภูมิสูงนั้น อาจทำให้อุณหภูมิอากาศเพิ่มจาก 35 องศาเซลเซียสเป็น 38 องศาเซลเซียส เมื่อโดนแดดก็จะดูดซับความร้อนเอาไว้ได้มากทำให้สภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นร้อนขึ้นทั้งเวลากลางวันและกลางคืนการเลือกใช้ผิวหญ้าใต้ต้นไม้เพื่อให้ร่มเงาจึงจะเป็นการช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่า



ภาพที่ 2. 10 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กและอุณหภูมิอากาศ [13]

บทที่ 3
ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง เป็น "แนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ“ งานวิจัยเชิงทดลอง(experimental research) โดยศึกษาหาตัวแปรที่มีอิทธิพลผลต่อความรู้สึกสบาย อันได้แก่

- อุณหภูมิอากาศ)Air temperature)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)
- ความเร็วลม (Air velocity)
- อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean radiant temperature ; MRT)
- เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo-value)
- อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism rate) หรือ กิจกรรม Activity

เพื่อสรุปผลตัวแปรที่มีอิทธิพล และสร้างแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ การดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เก็บข้อมูลตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายจากนอกร้านกาแฟ

3.1.1 สำรวจพื้นที่ร้านกาแฟ และเยี่ยมชมพื้นที่ก่อนที่จะลงพื้นที่จริงเพื่อหาข้อมูล

3.1.1.1 เกณฑ์ในการเลือกร้านกาแฟตัวอย่างที่จะทำการเก็บข้อมูล โดย

- ร้านกาแฟที่กระจายตัวในแต่ละจุด ในเขตพื้นที่กรุงเทพฯ
- จำนวนที่นั่งไม่ต่ำกว่า 20 ที่นั่ง
- เลือกร้านที่มีอาณาบริเวณที่มีต้นไม้อยู่บริเวณรอบร้าน

3.1.1.2 สำรวจจากความรู้สึกสบายของนักวิจัยเอง ความรู้สึกสบายของลูกค้าใน (บางส่วน) เพื่อนำไปสร้างแบบสอบถามต่อไป

3.1.1.3 เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของร้านกาแฟโดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3.1.2 สร้างแบบสอบถามจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่และลงพื้นที่ นำไปใช้ในการสัมภาษณ์ลูกค้าเกี่ยวกับความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ (แบบสอบถามแสดงในภาคผนวก)

3.1.3 ลงพื้นที่เพื่อทำการเก็บข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลตัวแปรอิสระจากสถานที่เก็บข้อมูลเป็นร้านกาแฟที่มีพื้นที่ภายนอกร้าน ที่เป็นที่นั่งดื่มกาแฟ ซึ่งร้านที่ตัวอย่างที่ได้ทำการเก็บข้อมูล จำนวน 5 ร้านได้แก่

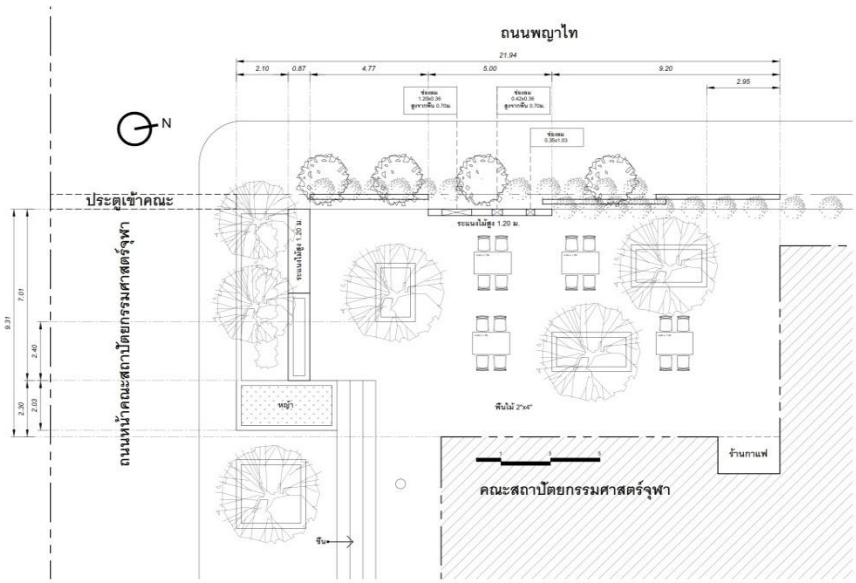
- ร้านที่ 1 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
  โดย เก็บข็อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 24 ชั่วโมง (ในวันที่ 1 เมษายน 2557) และเก็บข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถาม ในวันที่ 4/02/57 , 5/02/57 , 5/03/57 ,2/04/57และ4/04/57
- ร้านที่ 2 รามคำแหง กรุงเทพฯ
  โดย เก็บข็อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 24 ชั่วโมง (ในวันที่ 2 เมษายน 2557) และเก็บข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถาม ในวันที่ 2/04/57 และ 4/05/57
- ร้านที่ 3 โรงกลั่นน้ำมันบางจาก กรุงเทพฯ
  โดย เก็บข็อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 24 ชั่วโมง (ในวันที่ 4 เมษายน 2557) และเก็บข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถาม ในวันที่ 20/03/57 4/04/57 และ 4/5/57
- ร้านที่ 4 สนามกอล์ฟ กองทัพบก
  โดย เก็บข็อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 24 ชั่วโมง (ในวันที่ 8 พฤษภาคม 2557) และเก็บข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถาม ในวันที่ 8/05/57,9/05/57 และ12/05/57
- ร้านที่ 5 คลองจั่น กรุงเทพฯ
  โดย เก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 24 ชั่วโมง (ในวันที่ 8 พฤษภาคม 2557) และเก็บข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถาม ในวันที่ 8/05/57,9/05/57 และ12/05/57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แสดงรายละเอียดการเก็บข้อมูลร้านกาแฟจำนวน 5 ร้าน

ร้านที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1

ร้านตั้งอยู่ที่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อยู่ติดถนนพญาไทมีช่องการจราจร 6 ช่องทาง ลักษณะกายภาพโดยรอบร้าน ร้านติดกับรั้วมหาวิทยาลัยซึ่งมีต้นไม้พุ่มเป็นแนวกั้นอยู่ ทางทิศตะวันออกติดกับผนังคอนกรีตของอาคารสูง ทางทิศตะวันตกติดกับรั้วคอนกรีตต้นไม้พุ่มเป็นแนวกั้นอยู่ ทางทิศเหนือติดกับผนังคอนกรีตของอาคารสูง อุปกรณ์ตกแต่งร้านมีโต๊ะไม้ เก้าอี้ไม้แบบมีพนักพิงหลัง จำนวน 8 ชุด ร่มผ้าใบสีดำกับสีส้ม จำนวน 4 คัน เคาน์เตอร์ไม้ และมีตู้เย็น และดวงไฟ วัสดุปูพื้น ไม้ ปัจจัยสภาพแวดล้อมในร้านจะมีบริเวณนั่งดื่มกาแฟด้านนอกเพียงอย่างเดียว ไม่มีพื้นที่ปรับอากาศ ภายในร้านมีต้นหูกระจงมีขนาดสูงประมาณ 6 เมตร จำนวน 4 ต้น มีต้นไม้สูงใบหนา จึงมีร่มเงาในบริเวณนั่งดื่มกาแฟ ทิศทางลมมาจากทางด้านหน้าของร้านซึ่งเป็นทางทิศใต้และพัดผ่านมาจากถนน ซึ่งส่วนใหญ่จึงเป็นลมร้อน ดูจากภาพผังบริเวณแสดงดังภาพที่ 3.1 ภาพถ่ายแสดงลักษณะโดยรอบของร้านแสดงดังภาพที่ 3.2 และแสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปรโดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ แสดงดังภาพที่ 3.3

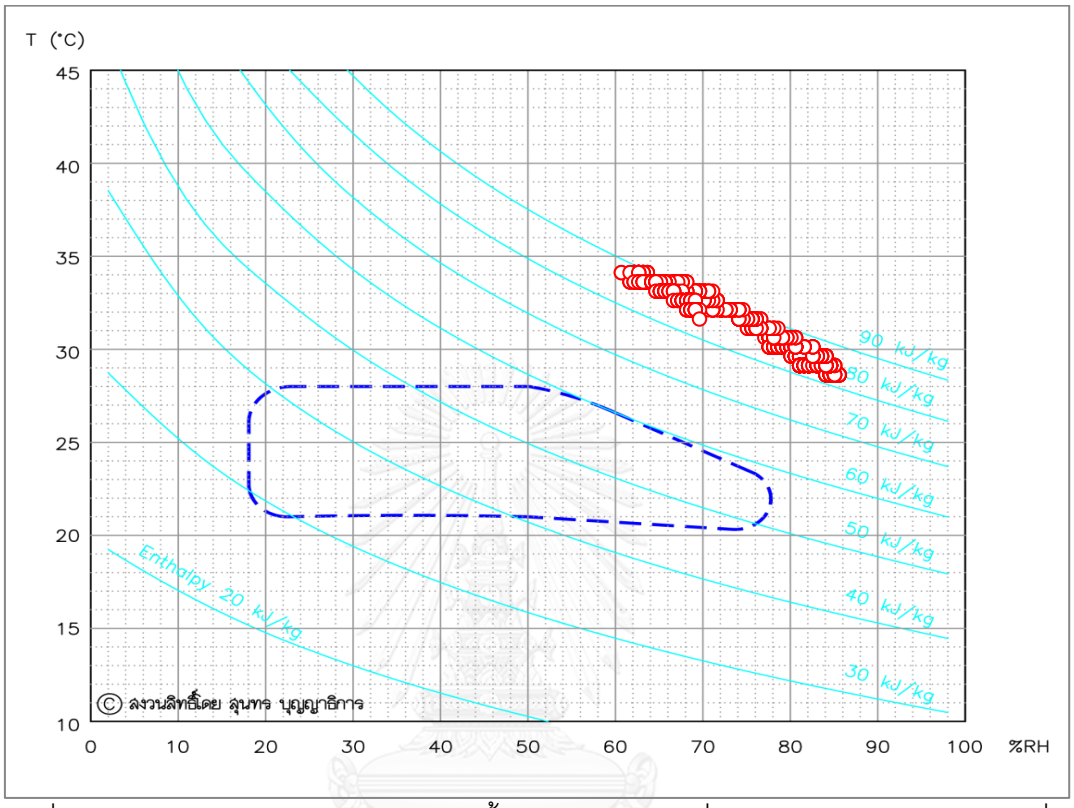


ภาพที่ 3. 1 แสดงผังบริเวณร้านที่ 1 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3. 2 แสดงภาพแสดงลักษณะโดยรอบร้านที่1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3. 3 แสดงภาพแสดงลักษณะโดยรอบร้านที่1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ร้านที่ 1 สำรวจอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ตลอด 24 ชั่วโมง บันทึกโดยเครื่องมืออัตโนมัติ (Data logger) และนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก (bio-climatic chart) ผลดังนี้

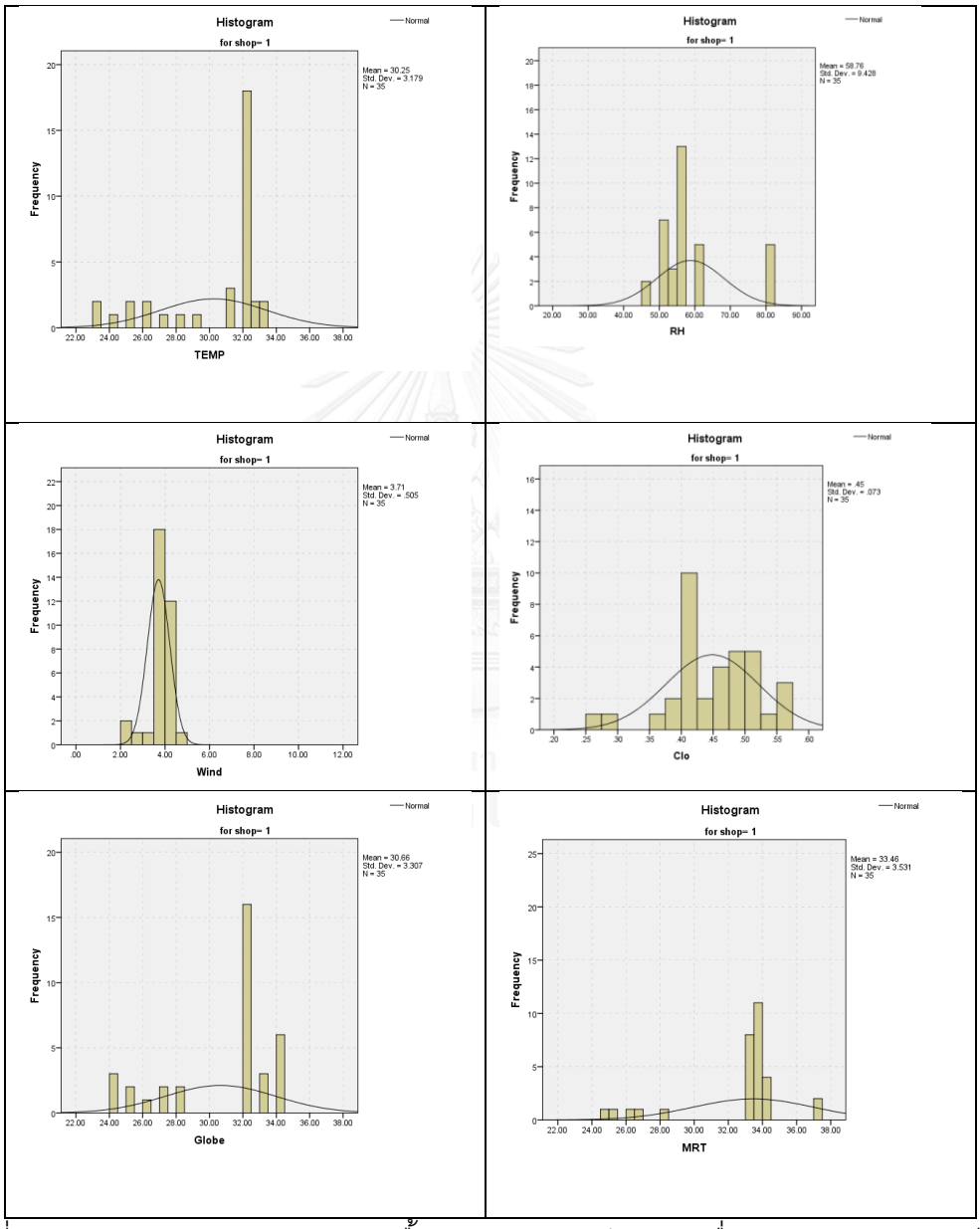


ภาพที่ 3. 4 แสดงอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของร้านที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ 1 สำรวจมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก(bio-climatic chart) (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2557)

จากผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของร้านกาแฟ บ้านไร่กาแฟ พบว่า อุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 28 – 34 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 59-85% ซึ่งอยู่ในโซนที่มีความร้อนและความชื้นสูงมาก เพราะเป็นสภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นในอากาศสูง

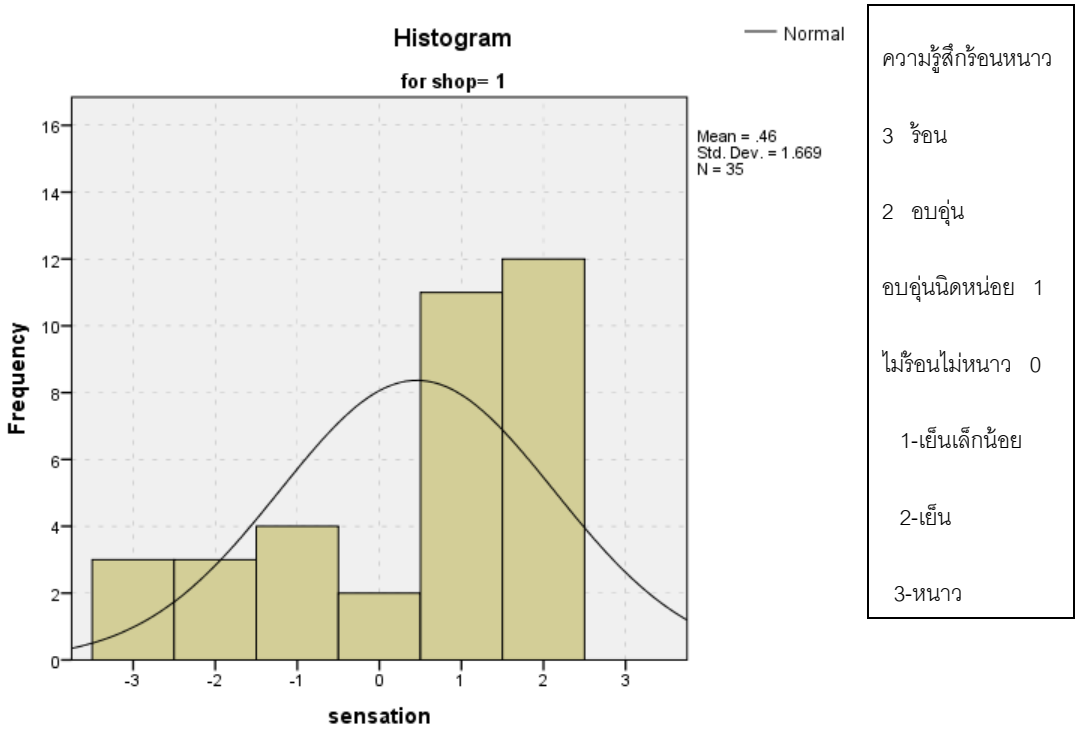
ดังนั้นจะต้องทำการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม และทำให้สภาพแวดล้อมเย็นสบายและอยู่ใน Comfort Zone

ร้านที่ 1 สำรวจอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิว เฉลี่ยโดยรอบ(MRT) และ Globe Temperature เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจ ใช้เครื่องมือช่วยในการเก็บข้อมูล และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงตัวแปรอิสระทั้งหมด (ข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถาม ณ วันที่ 4/02/57 , 5/02/57 , 5/03/57 ,2/04/57,4/04/57)



ภาพที่ 3. 5 แสดงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิว เฉลี่ยโดยรอบและ Globe Temperate

ร้านที่ 1 สำรวจความรู้สึกร้อน หนาว- เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจ และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงความรู้สึกร้อนหนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการ-



ภาพที่ 3. 6 แสดงความรู้สึกร้อนหนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการของร้านที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Chulalongkorn University

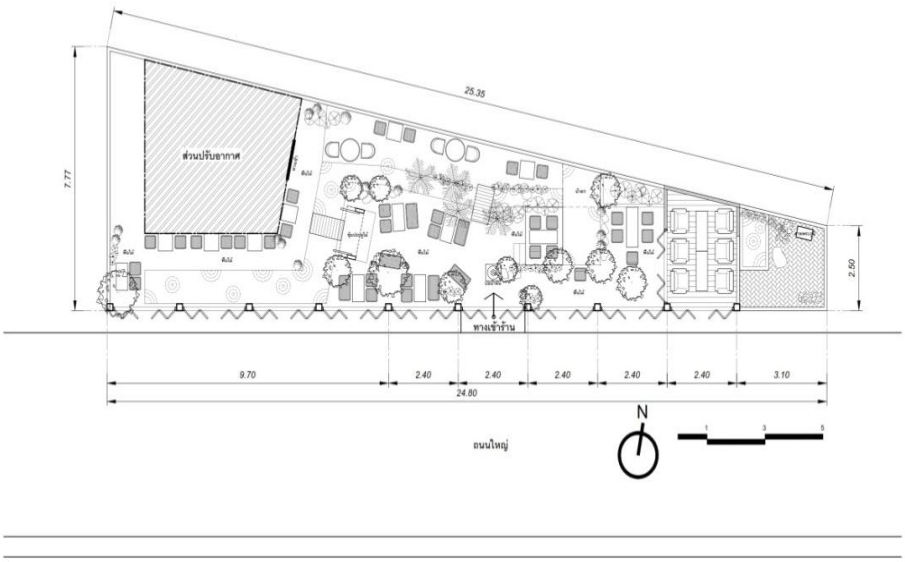
ภาพที่ 3. 7 แสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปรโดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ ของร้านที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลจากการสำรวจตัวแปรสภาพแวดล้อมพื้นที่ภายนอกร้านกาแฟร้านที่ 1 พบว่า ตัวแปรอิสระมีค่าดังนี้ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 30.25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 58.79 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่า Globe temperature เฉลี่ย 30.66 องศาเซลเซียส และค่า MRT เฉลี่ย 33.46 องศาเซลเซียส ค่าความเร็วลมเฉลี่ย 3.71 และค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายเฉลี่ยของลูกค้า 0.45 clo

เมื่อสำรวจความรู้สึกร้อนหนาวของลูกค้าที่นั่งบริเวณดังกล่าวพบว่า ความรู้สึกร้อนหนาวเฉลี่ยมีค่าระดับ 0.46ซึ่งอยู่ระหว่างเลข ยความว่า รู้สึกไม่ร้อนไม่หนาว จนถึง ถึงเลข หมา 0 รู้สึกอบอุ่นนิดหน่อย

ร้านที่ 2 รามคำแหง กรุงเทพฯ

ร้านตั้งอยู่ที่ ย่านรามคำแหง อยู่ติดถนนหัวหมากมีช่องการจราจรช่องทาง 6 เป็นร้านที่มีโซนปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศ ลักษณะกายภาพโดยรอบร้าน หน้าร้านติดกับถนนยางมะตอยซึ่งมีต้นไม้พุ่มเป็นแนวกั้นอยู่ ด้านทางทิศตะวันออกติดกับถนนยางมะตอย 1 ช่องทางซึ่งมีต้นไม้พุ่มเป็นแนวกั้นอยู่ ทางทิศตะวันตกติดกับรั้วคอนกรีตต้นไม้พุ่มเป็นแนวกั้นอยู่ ทางทิศเหนือมีต้นไม้พุ่มเป็นแนวกั้นอยู่ อุปกรณ์ตกแต่งร้านมีโต๊ะไม้ เก้าอี้ไม้แบบมีพนักพิงหลัง จำนวน 15 ชุด วัสดุปูพื้น ไม้ ภายในร้านมีต้นไม้ขนาดสูงประมาณ 4 เมตร จำนวน ต้น มีต้นไม้สูงใบหนา 4 ต้นไม้พุ่มจำนวนมาก มีพัดลมที่ติดตั้งอยู่บนต้นไม้มีการเปิดตลอดเวลา โดยทิศทางลมมาจากทางด้านหน้าของร้านซึ่งเป็นทางทิศใต้และพัดผ่านมาจากถนน ซึ่งส่วนใหญ่จึงเป็นลมร้อน ดูจากภาพผังบริเวณแสดงดังภาพที่ 3.8 ภาพถ่ายแสดงลักษณะโดยรอบของร้านแสดงดังภาพที่ 3.9 และแสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปรโดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ แสดงดังภาพที่ 3.10

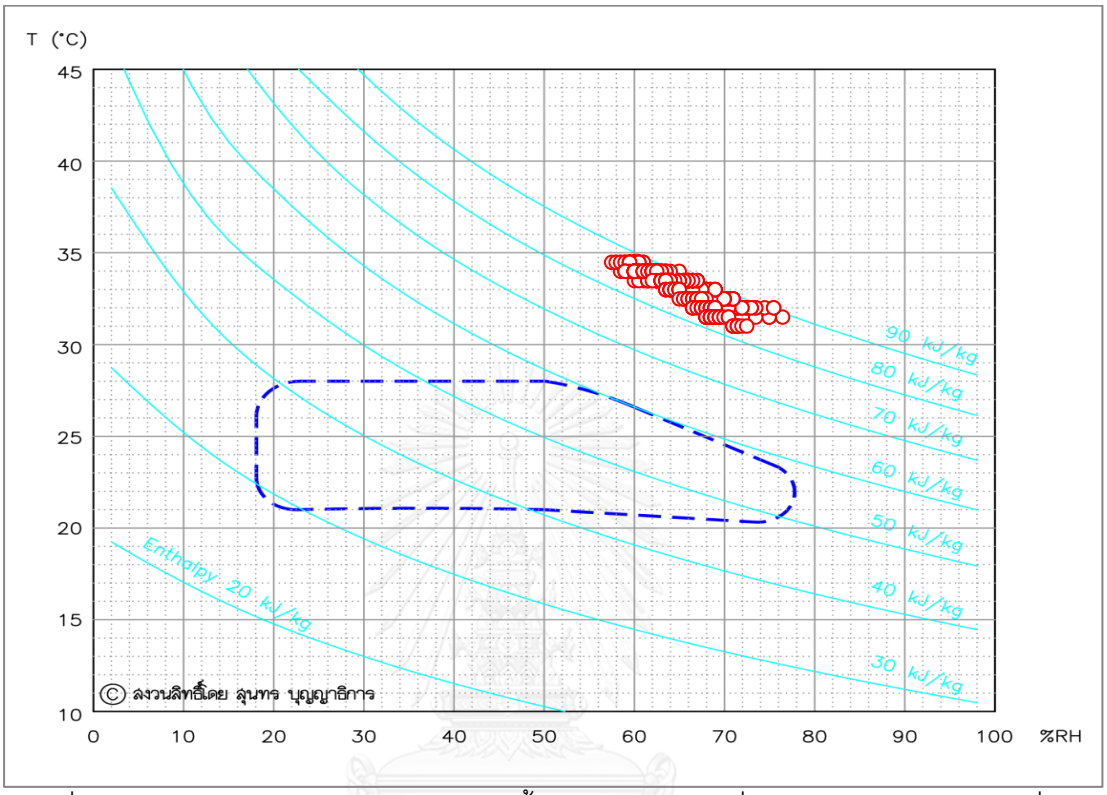


ภาพที่ 3. 8 แสดงผังบริเวณร้านที่ 1จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3. 9 แสดงภาพแสดงลักษณะภายในร้านที่ 2 หัวหมาก

ภาพที่ 3. 10 แสดงภาพแสดงลักษณะโดยรอบร้านที่ 2 ติดถนนยางมะตอย หัวหมาก

ร้านที่ 2 สำรวจอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ตลอด 24 ชั่วโมง บันทึกโดยเครื่องมืออัตโนมัต (Data logger) และนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก (bio-climatic chart) ผลดังนี้

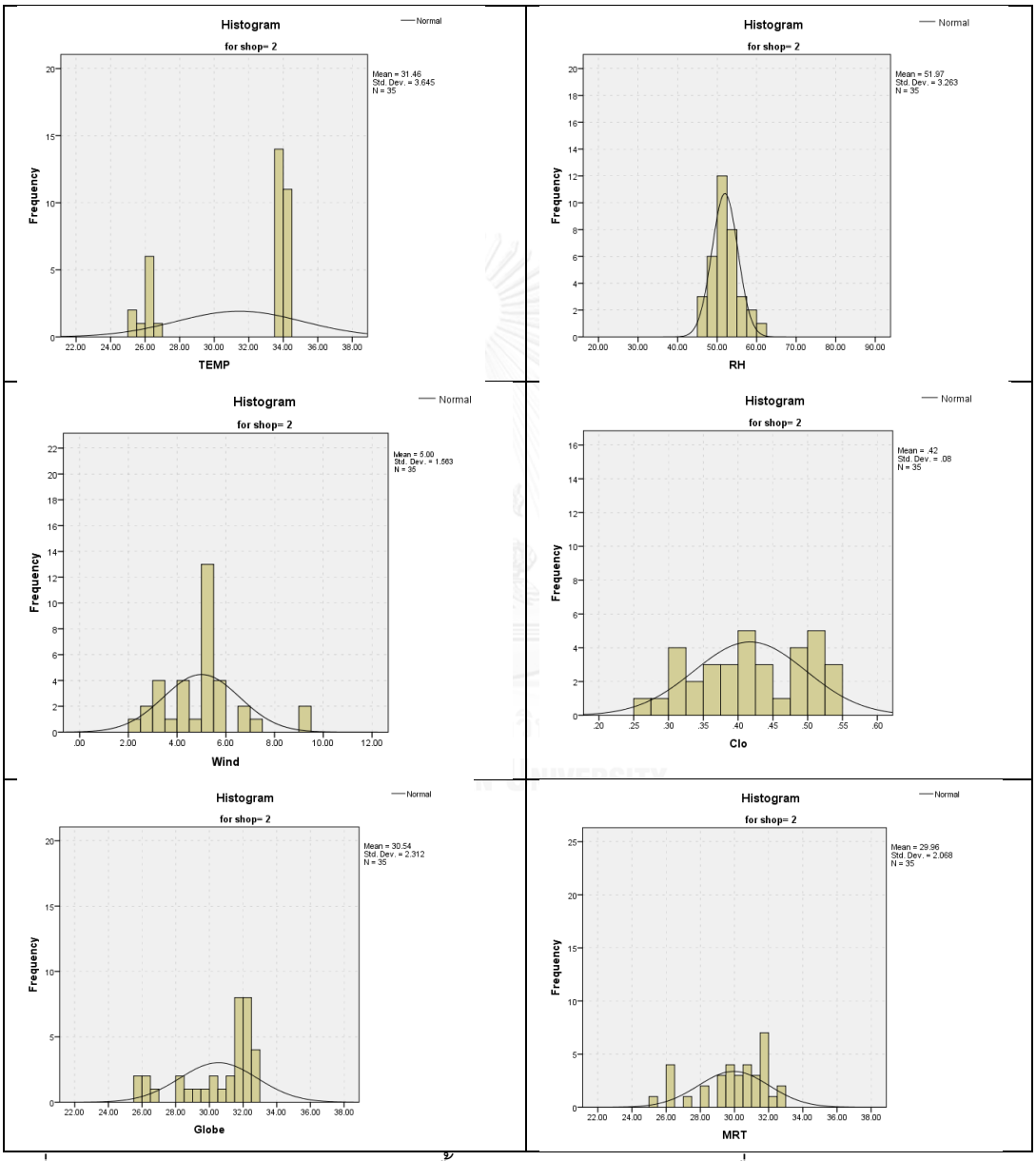


ภาพที่ 3. 11 แสดงอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของร้านที่2 รามคำแหง กรุงเทพฯ ที่สำรวจมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก (bio-climatic chart) ข้อมูล ณ วันที่) 2 เมษายน 2557)

จากผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของร้านที่ 2 พบว่าอุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 31 – 35 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 59-78% ซึ่งอยู่ในโซนที่มีความร้อนและความชื้นสูงมาก เพราะเป็นสภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นในอากาศสูง ดังนั้นจะต้องทำการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม และทำให้สภาพแวดล้อมเย็นสบายและอยู่ใน Comfort Zone

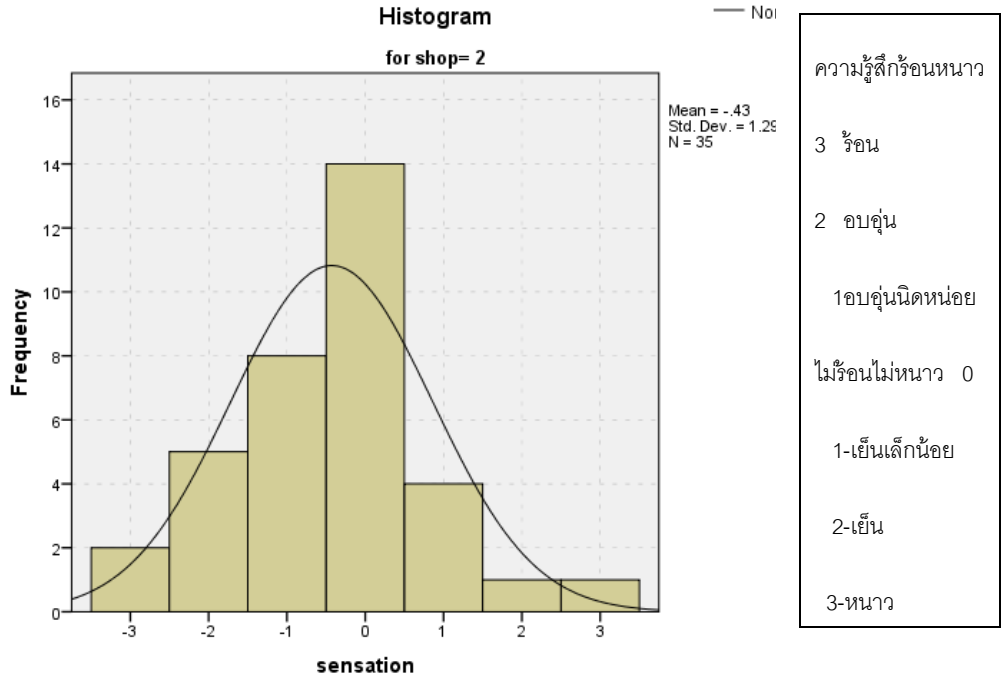
Chulalongkorn University

ร้านที่ 2 สำรวจอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิว เฉลี่ยโดยรอบ)MRT) และ Globe Temperature เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจ ใช้เครื่องมือช่วยในการเก็บข้อมูล และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงตัวแปรอิสระทั้งหมดของ ร้านที่ 2 รามคำแหง กรุงเทพฯ ข้อมูลจากการสำรวจและการ) 57/04/2 สอบถาม ณ วันที่,(57/05/4



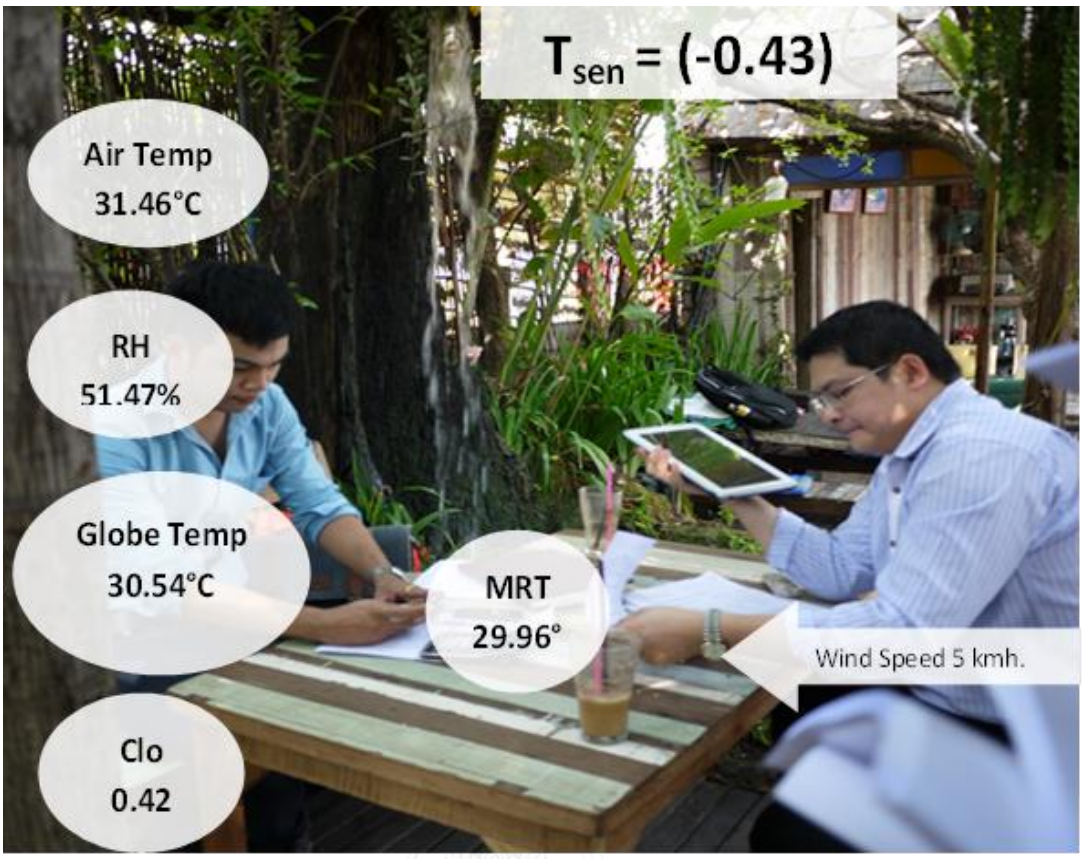
ภาพที่ 3. 12 แสดงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ)MRT) และ Globe Temperature

ร้านที่ 2 สำรวจความรู้สึกร้อน หนาว- เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจ และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงความรู้สึกร้อนหนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการ-



ภาพที่ 3. 13 แสดงความรู้สึกร้อน หนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการของบ้านในสวน รามคำแหง กรุงเทพฯ- ข้อมูล ณ วันที่ 4 เมษายน 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



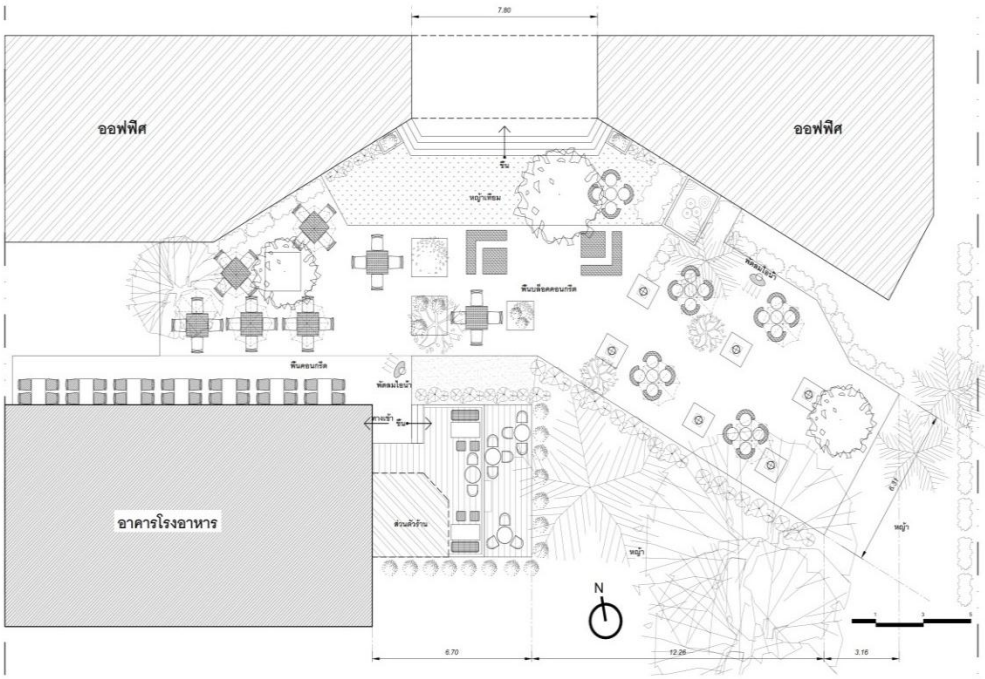
ภาพที่ 3. 14 แสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปรโดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ร้านที่ 2 ติดถนนหัวหมาก

ผลจากการสำรวจตัวแปรสภาพแวดล้อมพื้นที่ภายนอกร้านกาแฟร้านที่ พบว่า ตัวแปร 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อย 31.46 อิสระมีค่าดังนี้ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยละ 51.97 ค่า Globe temperature เฉลี่ย องศาเซลเซียส และค่า 30.54 MRT เฉลี่ย องศาเซลเซียส 29.96 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 5.00 ความเร็วลมเฉลี่ยและค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายเฉลี่ยของลูกค้า 0.42clo

เมื่อสำรวจความรู้สึกร้อนหนาวของลูกค้าที่นั่งบริเวณดังกล่าวพบว่า ความรู้สึกร้อนหนาวเฉลี่ยมีค่าระดับ 0.43-หมายความว่า เย็นเล็กน้อยรู้สึกไม่ร้อนไม่หนาว-

ร้านที่ 3 บางจาก กรุงเทพฯ

ร้านตั้งอยู่ที่ ย่านสุขุมวิท อยู่ในพื้นที่โรงกลั่นน้ำมันบางจาก ร้านอยู่ติดกับตึกสูง10 ชั้น ร้านมีแต่โซนไม่ปรับอากาศ ลักษณะกายภาพโดยรอบมีต้นไม้สูงขนาดประมาณ 6 เมตร จำนวน 2 ต้น และต้นไม้ทรงพุ่มมีจำนวนมากหนา จึงมีร่มเงาในบริเวณนั่งดื่มกาแฟ ด้านทางทิศตะวันออกติดกับผนังคอนกรีตของอาคารสูง ทางทิศตะวันตกติดกับอาคาร 3 ชั้นเป็นผนังกระจก ทางทิศเหนือติดกับผนังคอนกรีตของอาคารสูงแต่มีช่องทางเดินเชื่อม ทิศใต้เป็นผนังรั้วคอนกรีต และต้นไม้ใหญ่ อุปกรณ์ตกแต่งร้านมีโต๊ะไม้ เก้าอี้หวายแบบมีเบาะรองนั่ง และมีพนักพิงหลัง จำนวน ชุด 8วัสดุปูพื้น เป็นคอนกรีต และหญ้าเทียม ทิศทางลมมาจากทางด้านหน้าใต้เป็นผนังรั้วคอนกรีต และต้นไม้ใหญ่ ลมธรรมชาติจึงไม่เข้าร้าน ดูจากภาพผังบริเวณแสดงดังภาพที่ 3.1 และแสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปร 3.2 ภาพถ่ายแสดงลักษณะโดยรอบของร้านแสดงดังภาพที่ 3.3 โดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ แสดงดังภาพที่

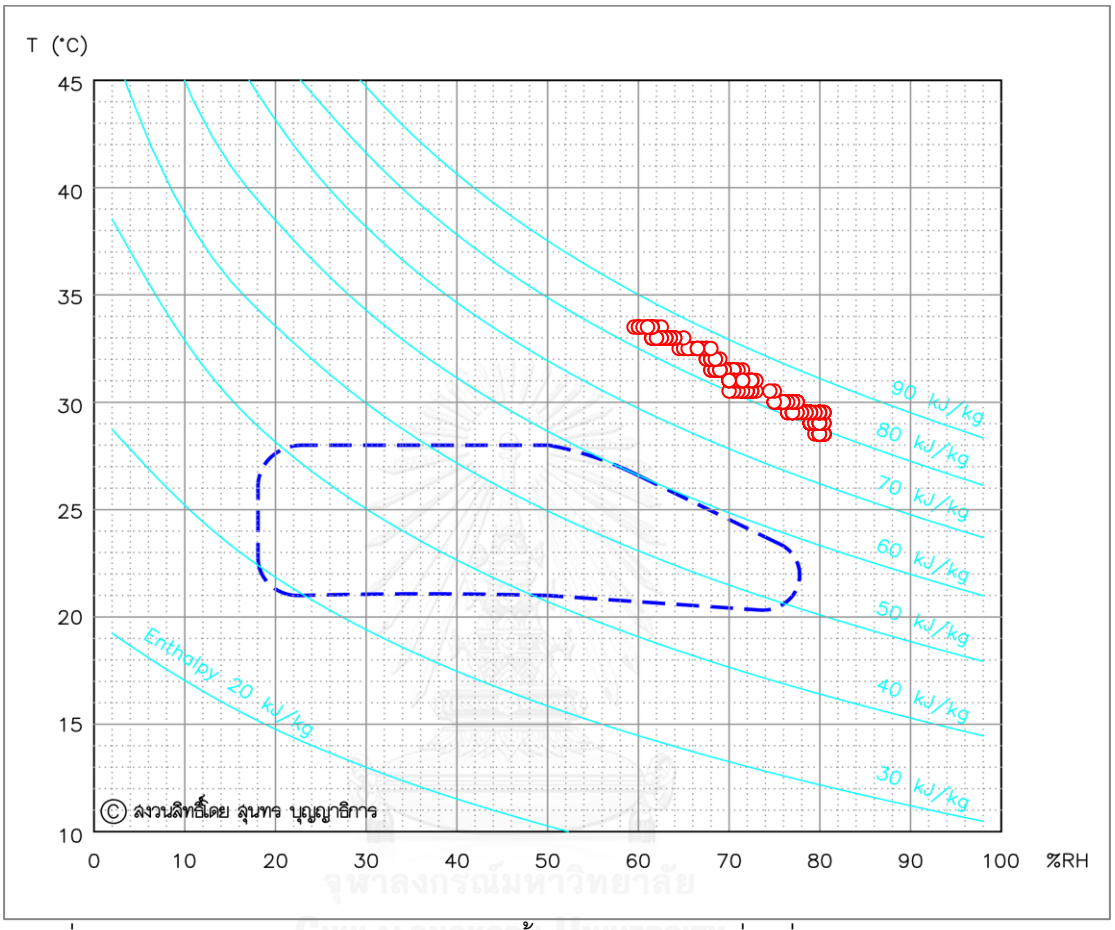


ภาพที่ 3. 15 แสดงผังบริเวณร้านร้านที่ 3 บางจาก กรุงเทพฯ

ภาพที่ 3. 16 แสดงภาพแสดงลักษณะโดยรอบร้านที่ 3 บางจาก กรุงเทพฯ

ภาพที่ 3. 17แสดงภาพลักษณะโดยรอบร้านที่ 3 บางจาก กรุงเทพฯ

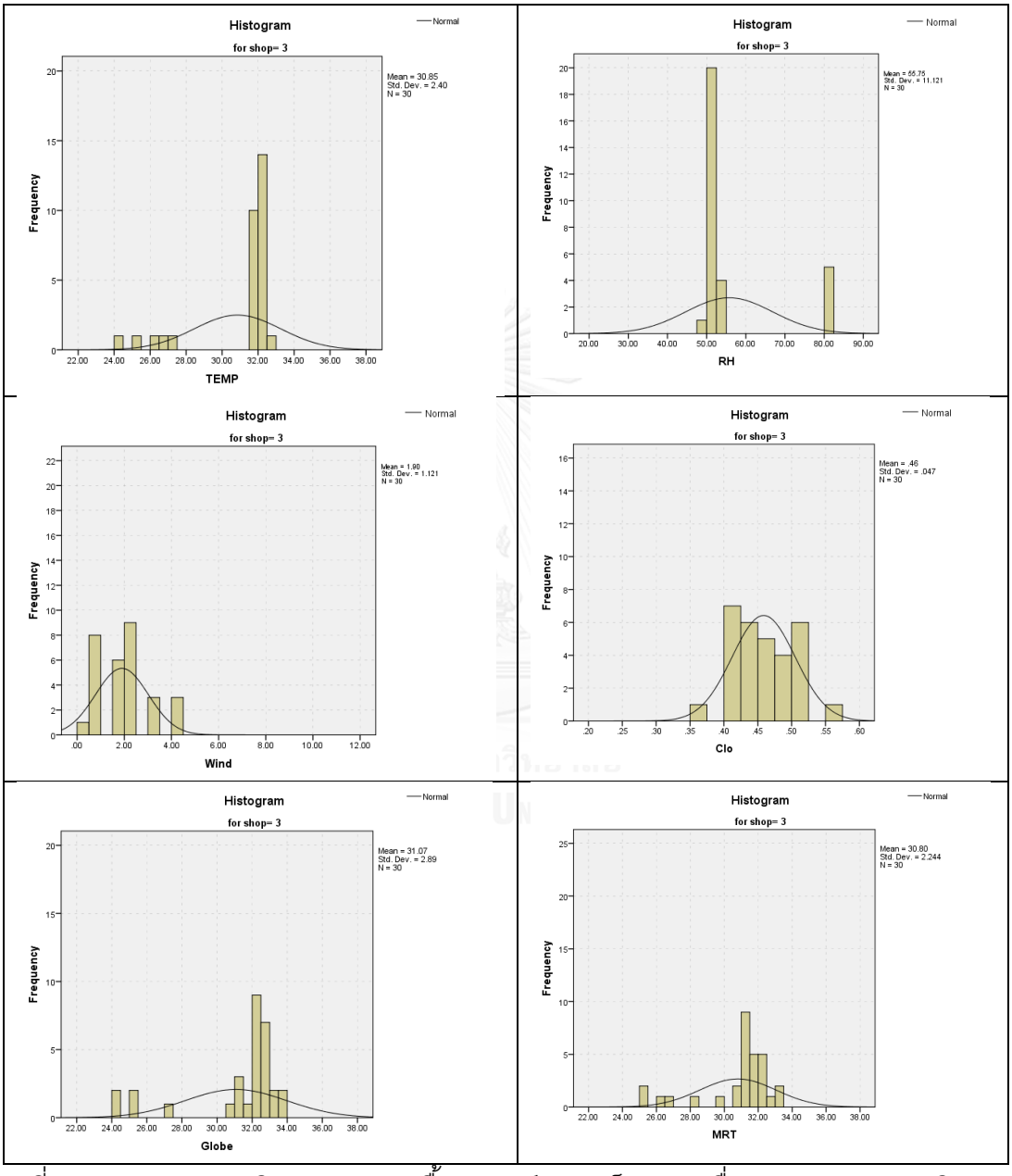
ร้านที่ 3 สำรวจอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ตลอด 24 ชั่วโมง บันทึกโดยเครื่องมืออัตโนมัติ (Data logger) และนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก (bio-climatic chart) ผลดังนี้



ภาพที่ 3. 18 แสดงอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของร้านที่ 3 ที่สำรวจมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก(bio-climatic chart) เก็บข้อมูล ณ วันที่ 4 เมษายน 2557)

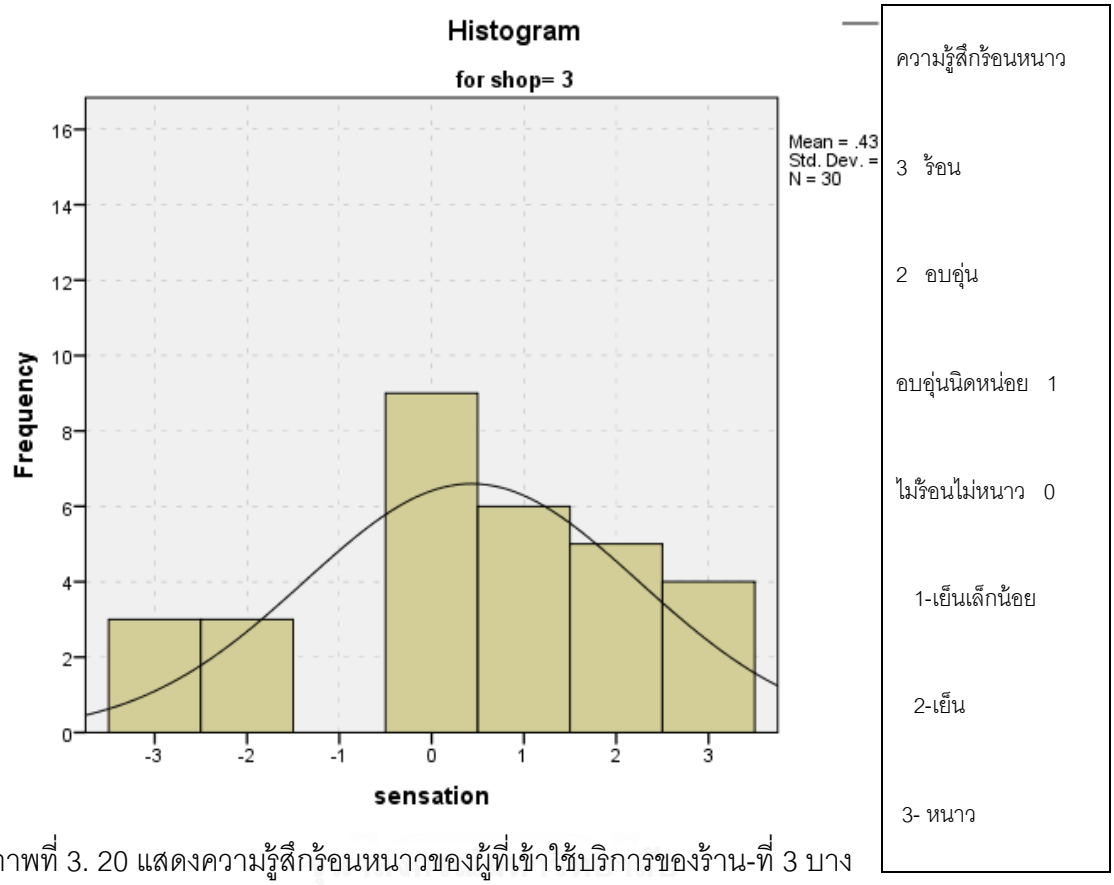
จากผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของร้านกาแฟ ร้านอินทนินทร์ โรงกลั่นน้ำมันบางจากพบว่า อุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 28 – 34 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 59-82% ซึ่งอยู่ในโซนที่มีความร้อนและความชื้นสูงมาก เพราะเป็นสภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นในอากาศสูง ดังนั้นจะต้องทำการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม และทำให้สภาพแวดล้อมเย็นสบายและอยู่ใน Comfort Zone

ร้านที่ 3 สำรวจอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ)MRT) และ Globe Temperature เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจ ใช้เครื่องมือช่วยในการเก็บข้อมูล และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงตัวแปรอิสระทั้งหมด 57/03/20 ข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถาม ณ วันที่),57/04/4, (57/5/4

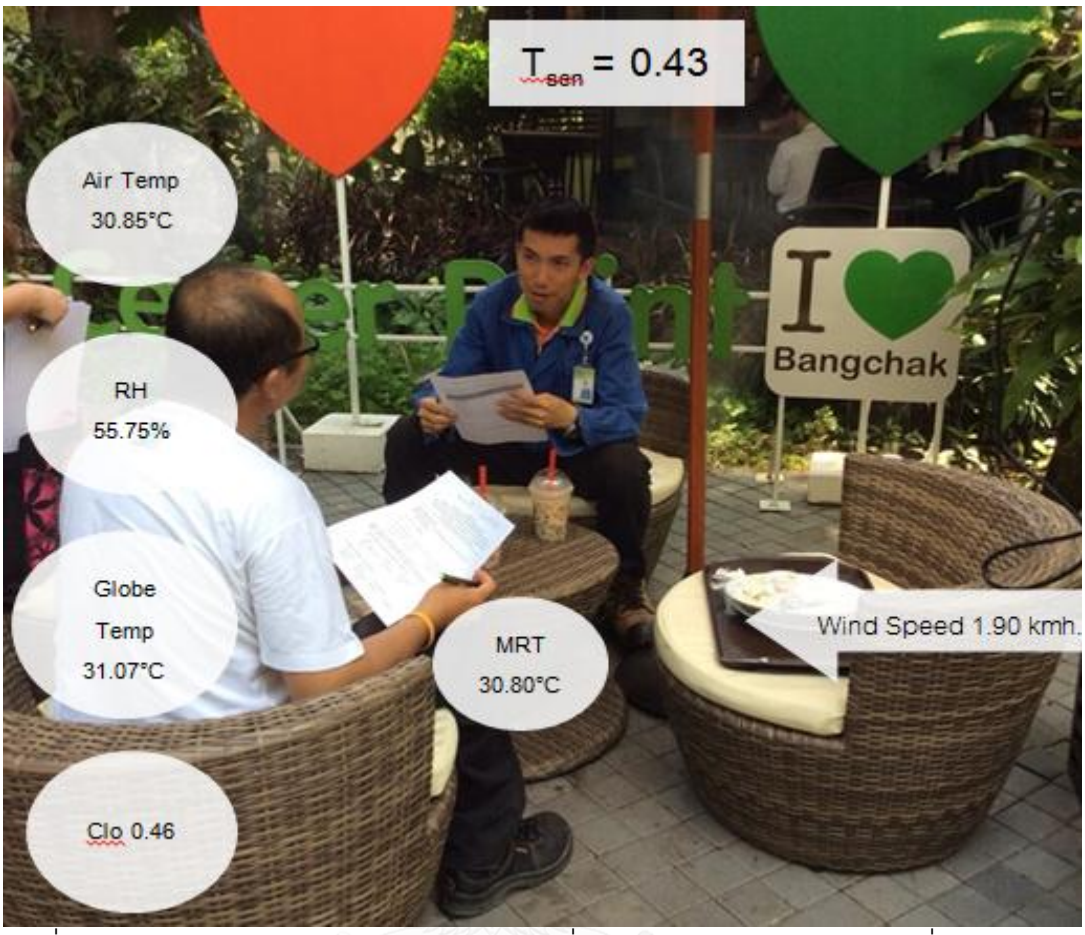


ภาพที่ 3. 19 แสดงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ)MRT) และ Globe Temperate

ร้านที่ 3 สำรวจความรู้สึกร้อน หนาว- เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจ และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงความรู้สึกร้อนหนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการ-



ภาพที่ 3. 20 แสดงความรู้สึกร้อนหนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการของร้าน-ที่ 3 บางจาก กรุงเทพฯ ข้อมูล ณ วันที่)4 เมษายน 2557)



ภาพที่ 3. 21 แสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปรโดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ร้านที่ 3 บางจากกรุงเทพ

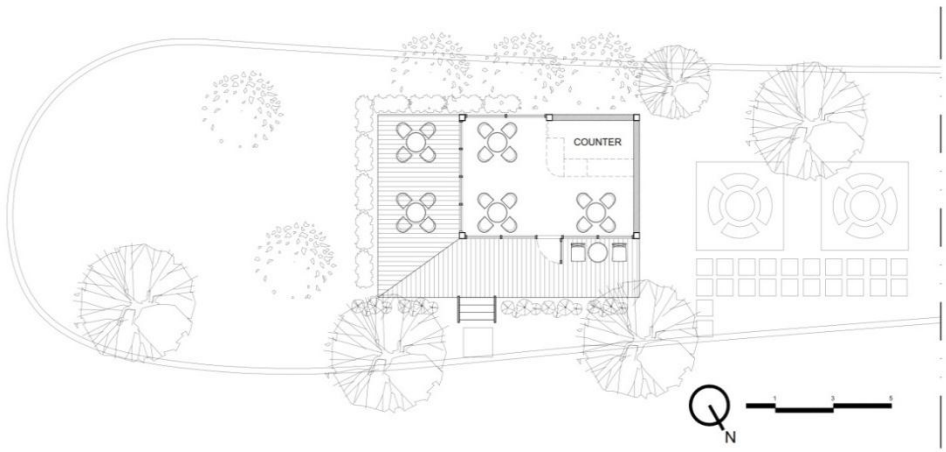
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การสำรวจตัวแปรสภาพแวดล้อมพื้นที่ภายนอกร้านกาแฟร้านที่ พบว่า ตัวแปรอิสระมีค่า 3 55.75 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 30.85 ดังนี้ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย Globe temperature เฉลี่ย องศาเซลเซียส ค่า 31.07MRT เฉลี่ย องศาเซลเซียส ความเร็วลม 30.80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายเฉลี่ยของ 1.90 เฉลี่ย 0.46 ลูกค้า clo.

เมื่อสำรวจความรู้สึกร้อนหนาวของลูกค้าที่นั่งบริเวณดังกล่าวพบว่า ความรู้สึกร้อนหนาวเฉลี่ยมีค่าระดับ หมายความว่า รู้สึกไม่ร้อนไม่หนาว จนถึง อบอุ่นนิดหน่อย 0.43

ร้านที่ 4 รามอินทรา กรุงเทพฯ

ร้านตั้งอยู่ที่ ย่านรามอินทรา ลักษณะกายภาพโดยรอบร้านอยู่ติดถนนยางมะตอย 1 ช่องทาง ร้านมีโซนปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศ ทางด้านทิศตะวันออกติดถนนยางมะตอย 1 ช่องทาง แต่มีต้นไม้ใหญ่มีขนาดสูง 4 เมตร เป็นต้นไม้ที่มีใบหนาให้ร่มเงาอยู่ 1 ต้น ทางทิศตะวันตกติดถนนยางมะตอยช่องทาง 1 แต่มีต้นไม้ใหญ่ขนาดสูง 4 เมตร เป็นต้นไม้ที่มีใบหนาให้ร่มเงาอยู่ 1 ต้น ทางทิศเหนือติดกับถนนยางมะตอยช่องทา 1 แต่มีต้นไม้ใหญ่ขนาดสูง 4 เมตร เป็นต้นไม้ที่มีใบหนาให้ร่มเงาอยู่ 1 ต้น ทางทิศใต้ติดกับถนนยางมะตอยช่องทาง 1 วัสดุปูเป็นพื้นไม้ ปัจจัยสภาพแวดล้อมในร้านจะมีบริเวณนั่งดื่มกาแฟด้านนอกจึงมีร่มเงาในบริเวณนั่งดื่มกาแฟ ทิศทางลมมาจากทางด้านหน้าของร้านซึ่งเป็นทางทิศใต้และพัดผ่านมาจากถนน ซึ่งส่วนใหญ่จึงเป็นลมร้อน ดูจากภาพผังบริเวณแสดงดังภาพที่ ภาพถ่ายแสดงลักษณะโดยรอบของร้าน 3.1 และแสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปรโดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ แสดง 3.2 แสดงดังภาพที่ 3.3 ดังภาพที่

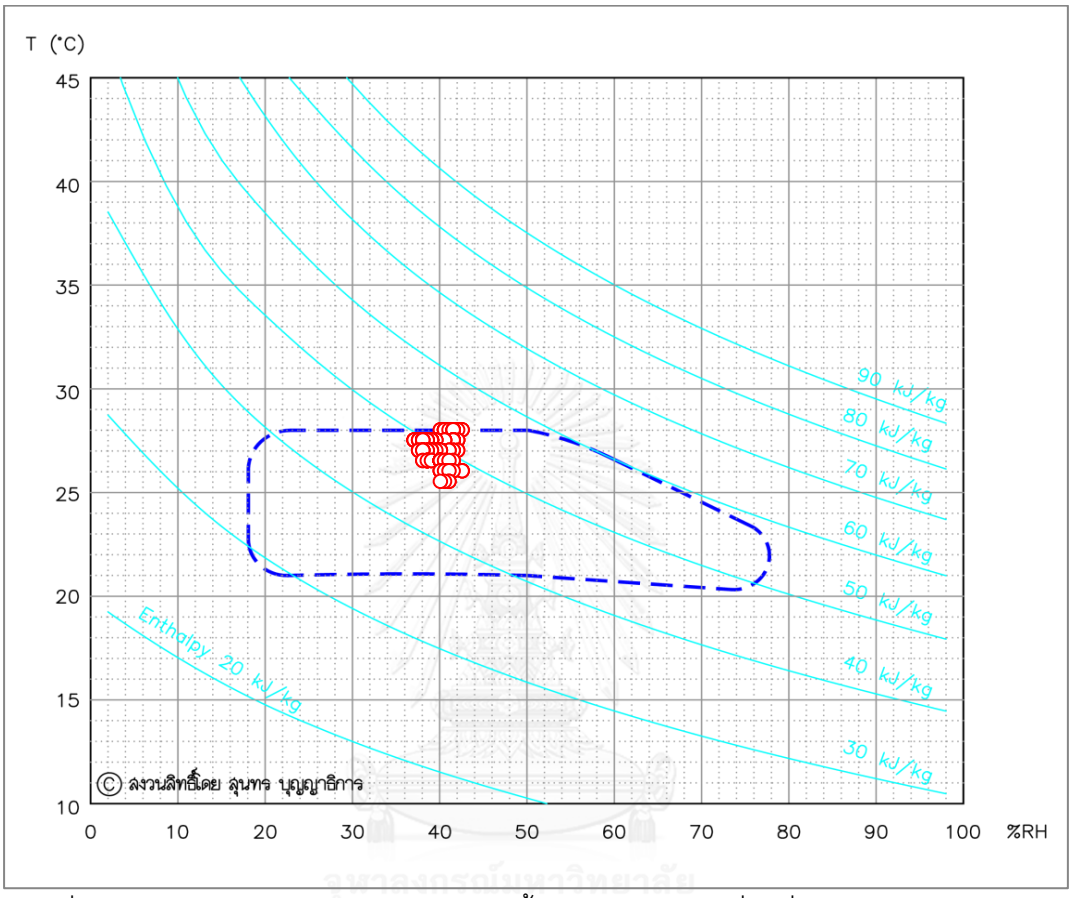


ภาพที่ 3. 22 แสดงผังบริเวณร้านร้านที่ 4 รามอินทรา กรุงเทพฯ

ภาพที่ 3. 23 แสดงภาพแสดงลักษณะโดยรอบร้านที่ 4 รามอินทรา กรุงเทพฯ

ภาพที่ 3. 24 แสดงภาพแสดงลักษณะโดยรอบร้านที่ 4 รามอินทรา กรุงเทพฯ

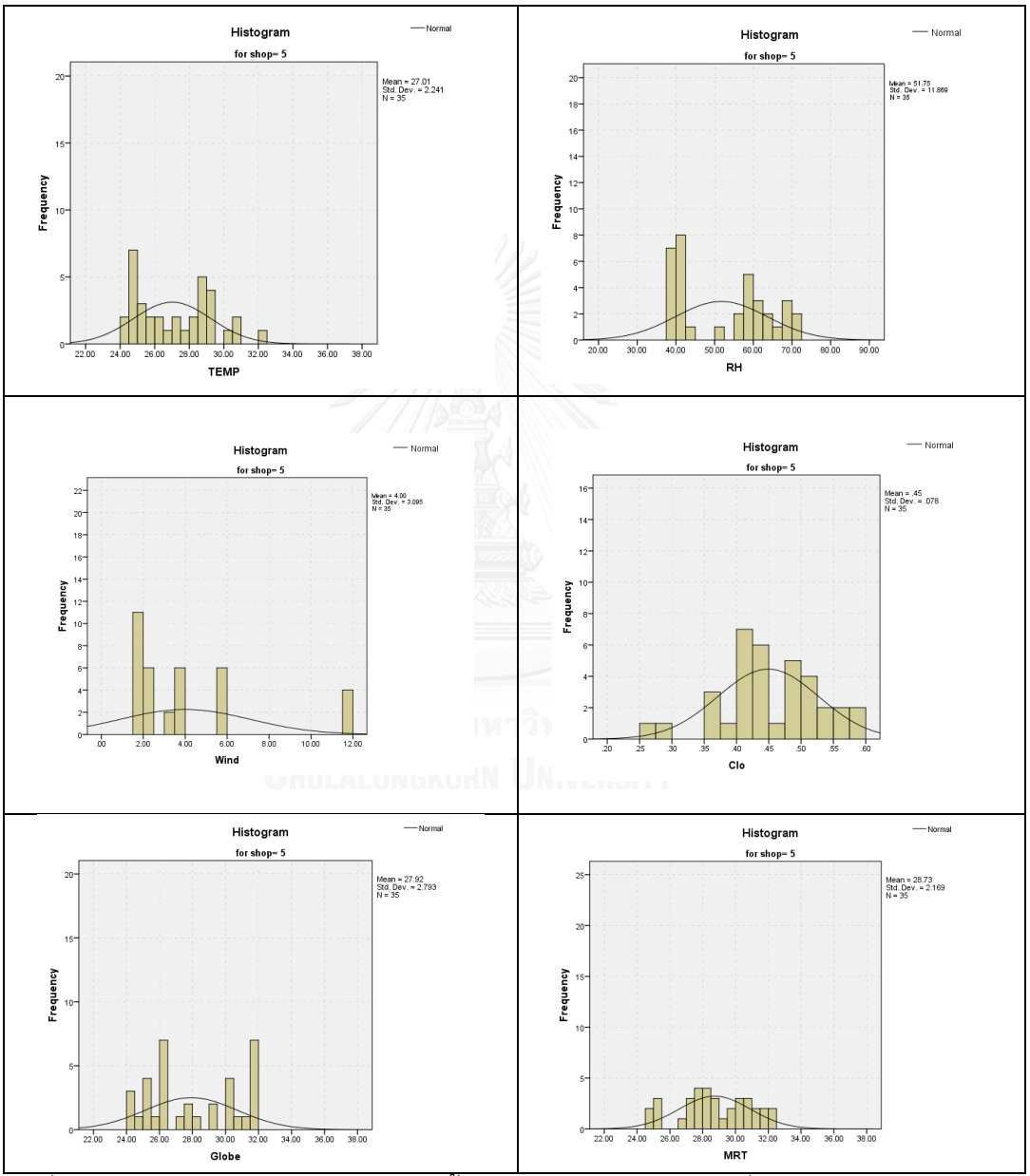
ร้านที่ 4 สำรวจอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ตลอด 24 ชั่วโมง บันทึกโดยเครื่องมืออัตโนมัติ (Data logger) และนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก (bio-climatic chart) ผลดังนี้



ภาพที่ 3. 25 แสดงอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของร้านที่ 4 ที่สำรวจมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก (bio-climatic chart) ข้อมูล ณ วันที่)8 พฤษภาคม 2557)

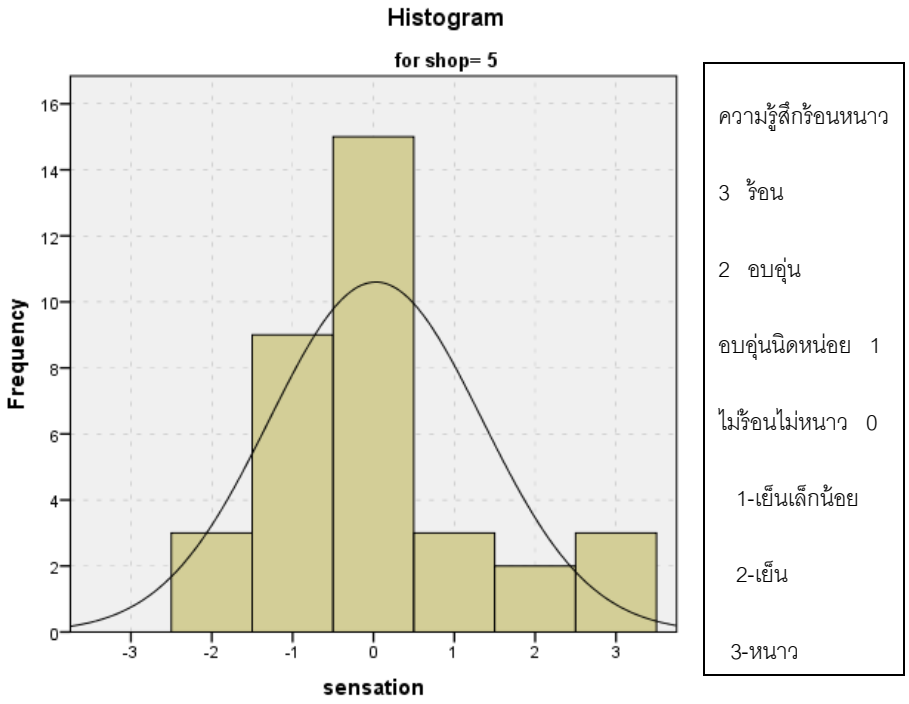
จากผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของร้านที่ 4 อุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 25 – 28 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 38-43% ซึ่งอยู่ในโซนที่มีอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ที่อยู่ในComfort Zone และทำให้สภาพแวดล้อมเย็นสบาย

ร้านที่ 4 สำรวจอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ)MRT) และ Globe Temperature เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจ ใช้เครื่องมือช่วยในการเก็บข้อมูล และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงตัวแปรอิสระทั้งหมด ข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถาม ณ วันที่) 57/05/8,57/05/9,(57/05/12



ภาพที่ 3. 26 แสดงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ)MRT) และ Globe Temperate

ร้านที่ 4 สำรวจความรู้สึกร้อน หนาว- เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจ และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงความรู้สึกร้อนหนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการ-



ภาพที่ 3. 27 แสดงความรู้สึกร้อนoหนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการร้า-นที่ 4 ข้อมูล ณ วันที่)8 พฤษภาคม 2557)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

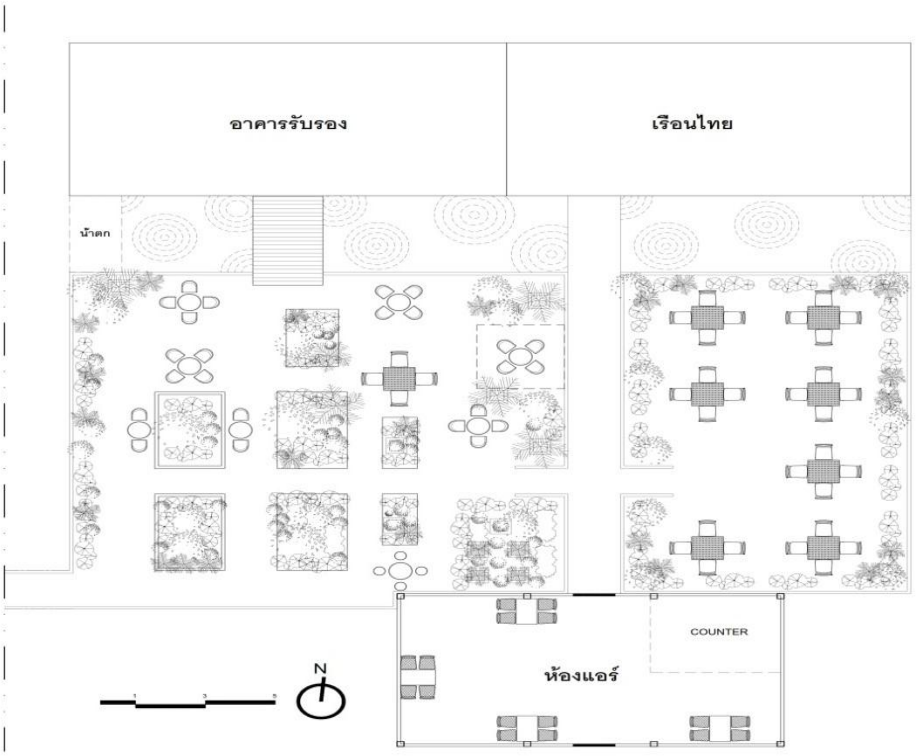
ภาพที่ 3. 28 แสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปรโดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ร้านที่ 4 รามอินทรา กรุงเทพฯ

ผลจากการสำรวจตัวแปรสภาพแวดล้อมพื้นที่ภายนอกร้านกาแฟร้านที่ 4 พบว่า ตัวแปรอิสระมีค่าดังนี้ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 51.75 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 27.01 ค่า Globe temperature เฉลี่ย องศาเซลเซียส และค่า 27.92 MRT เฉลี่ย องศาเซลเซียส 28.73 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 4.00 ความเร็วลมเฉลี่ยและค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายเฉลี่ยของลูกค้า 0.45clo

เมื่อสำรวจความรู้สึกร้อนหนาวของลูกค้าที่นั่งบริเวณดังกล่าวพบว่า ความรู้สึกร้อนหนาวเฉลี่ยมีค่าระดับ หมายความว่า รู้สึกไม่ร้อนไม่หนาว 0.03

ร้านที่ 5 คลองจั่น กรุงเทพฯ

ร้านตั้งอยู่ที่ ย่านคลองจั่น อยู่ติดถนนยางมะตอยมีช่องการจราจร 2 ช่องทาง ลักษณะกายภาพโดยรอบร้าน ด้านทางทิศตะวันออกติดพื้นที่ป่าจามจุรี ทางทิศตะวันตกติดกับพื้นที่ป่าจามจุรี ทางทิศเหนือติดกับติดกับพื้นที่ป่า และทางทิศใต้ติดกับถนนยางมะตอย 2 ช่องทาง อุปกรณ์ตกแต่งร้านมีโต๊ะไม้ เก้าอี้ไม้แบบมีพนักพิงหลัง จำนวน 30 ชุด วัสดุปูพื้นคอนกรีต ปัจจัยสภาพแวดล้อมในร้านจะมีบริเวณนั่งดื่มกาแฟด้านในพื้นที่ปรับอากาศ และมีพื้นที่ไม่ปรับอากาศอยู่ด้านนอก ภายในร้านมีต้นจามจุรีมีขนาดสูงประมาณ 8เมตร จำนวน 5 ต้น มีต้นไม้สูงใบหนาจึงมีร่มเงาในบริเวณนั่งดื่มกาแฟ ทิศทางลมมาจากทางด้านหน้าของร้านซึ่งเป็นทางทิศใต้และพัดผ่านมาจากถนน ซึ่งส่วนใหญ่จึงเป็นลมร้อน ดูจากภาพผังบริเวณแสดงดังภาพที่ 3.29 ภาพถ่ายแสดงลักษณะโดยรอบของร้านแสดงดังภาพที่ 3.30 และแสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปรโดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ แสดงดังภาพที่ 3.31

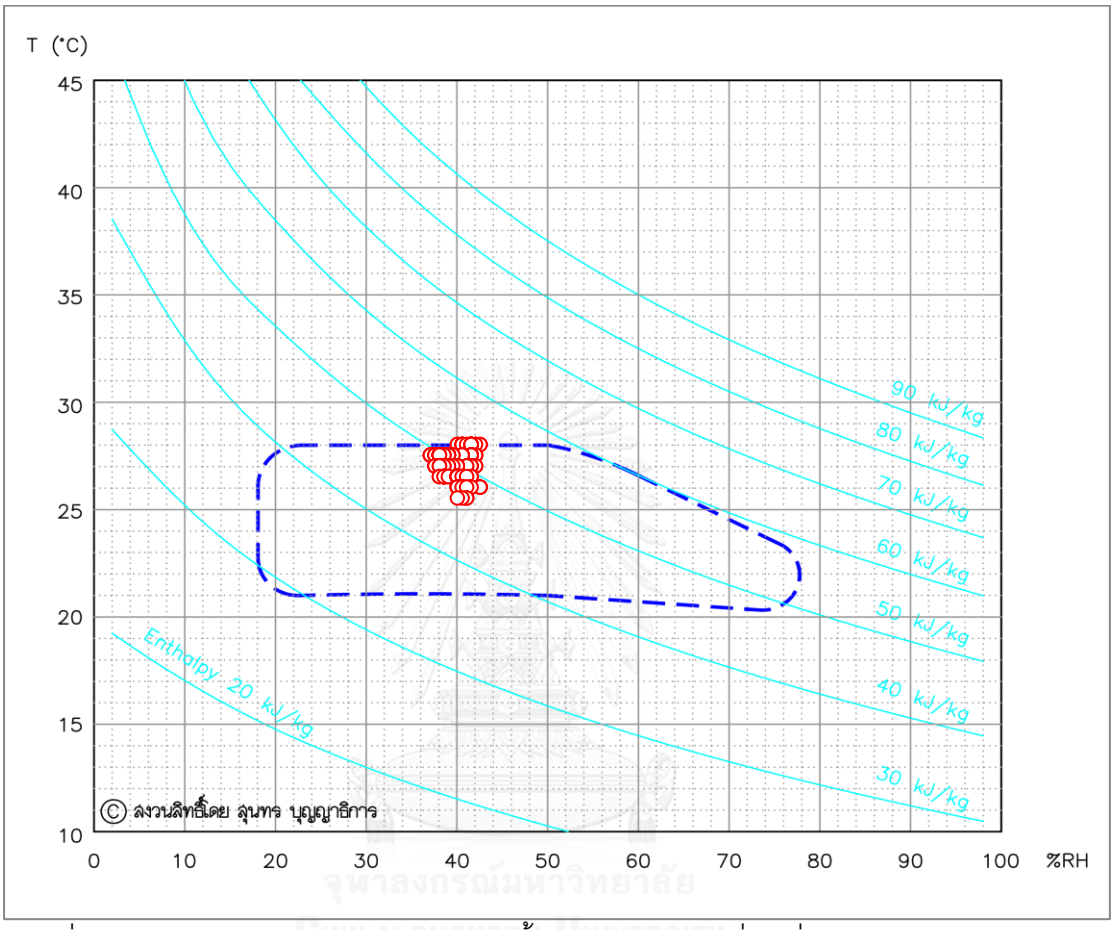


ภาพที่ 3. 29 แผนผังร้านที่ 5 คลองจั่น กรุงเทพฯ

ภาพที่ 3. 30 แสดงภาพแสดงลักษณะโดยรอบที่ 5 คลองจั่น กรุงเทพฯ

ภาพที่ 3. 31 แสดงภาพแสดงลักษณะโดยรอบที่ 5 คลองจั่น กรุงเทพฯ

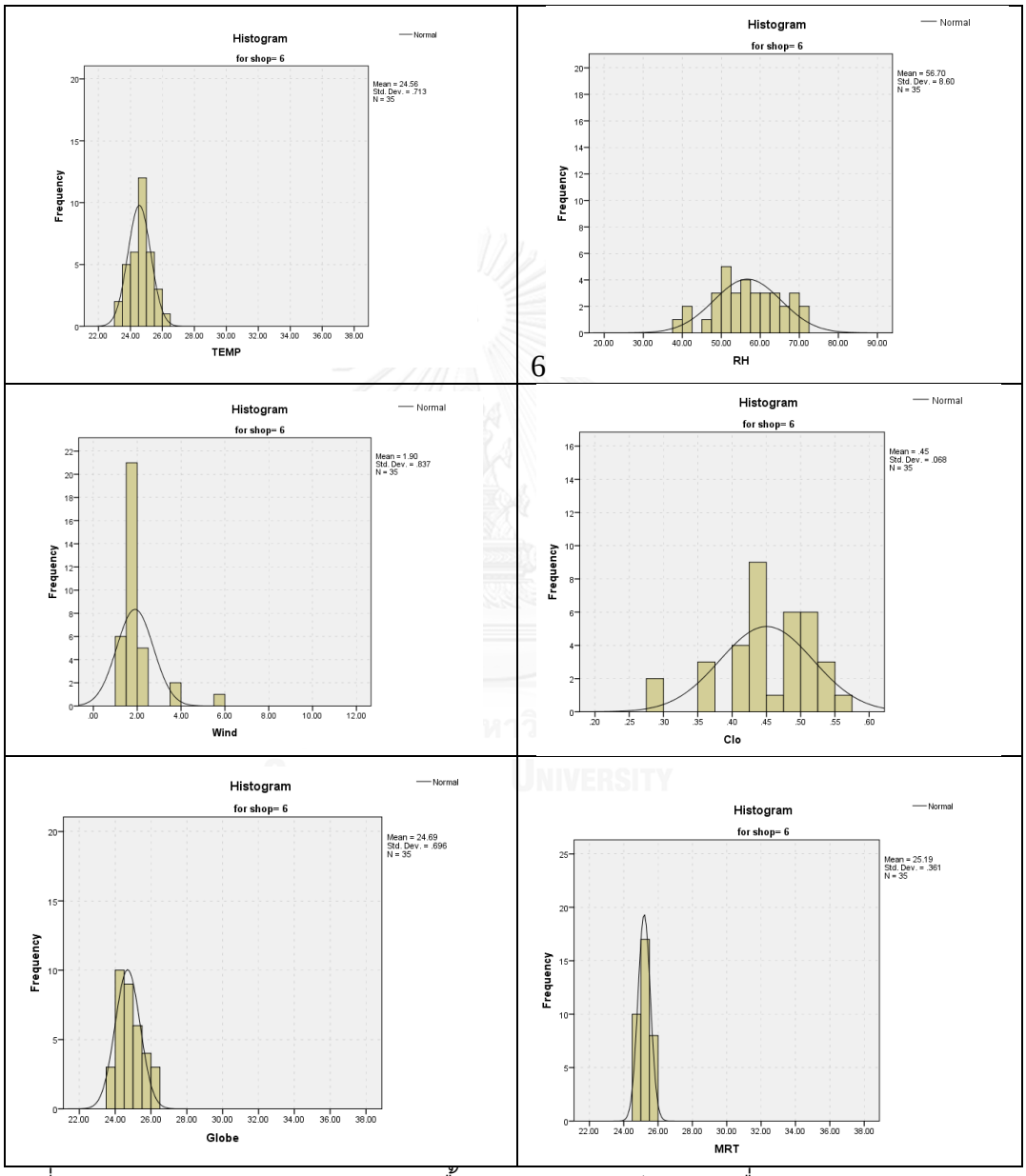
ร้านที่ 5 สำรวจอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ตลอด 24 ชั่วโมง บันทึกโดยเครื่องมืออัตโนมัติ (Data logger) และนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก (bio-climatic chart) ผลดังนี้



ภาพที่ 3. 32 แสดงอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของร้านที่ 5 ที่สำรวจมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก (bio-climatic chart) (ข้อมูล ณ วันที่ 9 พฤษภาคม 2557)

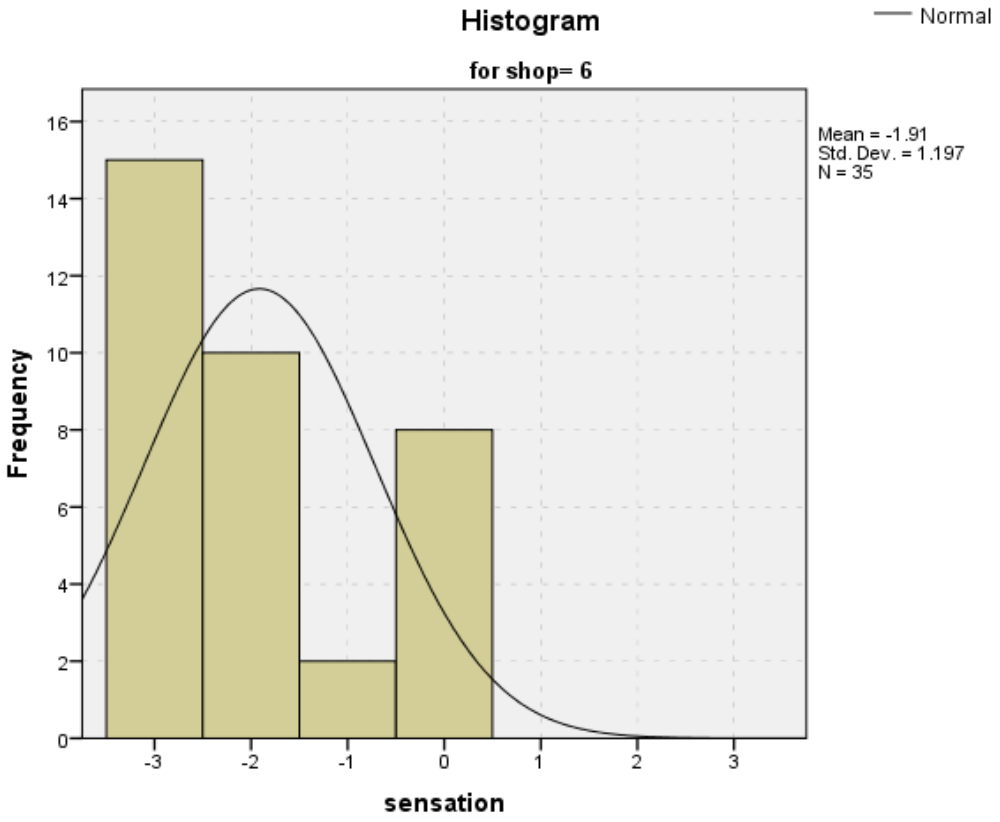
จากผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของ ร้านที่ 5 พบว่าอุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 26 – 28 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 40-44% ซึ่งอยู่ในโซนที่มีอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ที่อยู่ใน Comfort Zone และทำให้สภาพแวดล้อมเย็นสบาย

ร้านที่ 5 สำรวจอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ)MRT) และ Globe Temperature เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถามบันทึกโดยผู้สำรวจ ใช้เครื่องมือช่วยในการเก็บข้อมูล และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงตัวแปรอิสระทั้งหมด ข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถาม ณ) วันที่ (8/05/57,9/05/57,12/05/57)



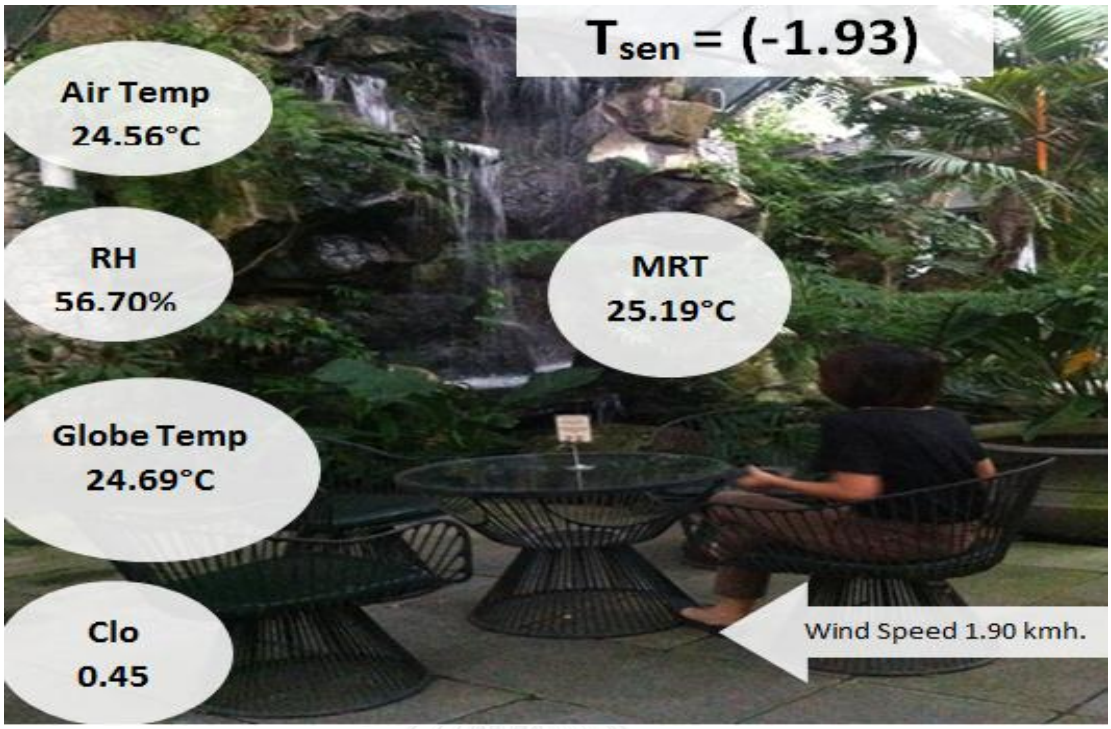
ภาพที่ 3. 33 แสดงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เครื่องแต่งกาย อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ)MRT) และ Globe Temperate

ร้านที่ 5 สำรวจความรู้สึกร้อน หนาว- เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจ และนำมาแจกแจงข้อมูลโดย Histogram แสดงความรู้สึกร้อนหนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการ-



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3. 34 แสดงความรู้สึกร้อนหนาวของผู้ที่เข้าใช้บริการ-ร้านที่ 5 ข้อมูล ณ วันที่)9 พฤษภาคม 2557)



ภาพที่ 3. 35 แสดงภาพการเก็บข้อมูลตัวแปรโดยเครื่องมือพร้อมการสัมภาษณ์ร้านที่ 5 คลองจั่น กรุงเทพฯ

ผลจากการสำรวจตัวแปรสภาพแวดล้อมพื้นที่ภายนอกร้านกาแฟร้านที่ 5 พบว่า ตัวแปรอิสระมีค่าดังนี้ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 70 .56 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 24.56 ค่าGlobe temperature เฉลี่ย องศาเซลเซียส และค่า 24.69MRT เฉลี่ย องศาเซลเซียส 25.19 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย 1.90 ความเร็วลมเฉลี่ย 0.45 เฉลี่ยของลูกค้า clo

เมื่อสำรวจความรู้สึกร้อนหนาวของลูกค้าที่นั่งบริเวณดังกล่าวพบว่า ความรู้สึกร้อนหนาวเฉลี่ยมีค่าระดับ 1.91-หมายความว่า เย็นเล็กน้อย ถึง เย็น

การเก็บข้อมูลตัวแปรอิสระได้จากการเก็บข้อมูลจากร้านกาแฟตัวอย่างทั้ง 5 ร้าน โดยแบ่งการเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูลเป็น ส่วนได้แก่ 2

3.1.3.1 เก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือวัด โดยแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ส่วนได้แก่

- เก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ตลอด 24 ชั่วโมงบันทึกโดยเครื่องมืออัตโนมัต (Data logger) เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิไบโอไคลเมติก

ภาพที่ 3. 36 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศ
และความชื้นสัมพัทธ์ ตลอด ชั่วโม 24ง

- เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่ ขณะทำการสัมภาษณ์และสอบถาม บันทึกโดยผู้สำรวจและใช้เครื่องมือช่วยในการเก็บข้อมูล ได้แก่
  - เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

    เป็นเครื่องวัดและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ รุ่น Nicety TH802A การวัดอุณหภูมิหน่วยเป็น องศาเซลเซียส °C) ความชื้นสัมพัทธ์มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

ภาพที่ 3. 37 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศและ
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รุ่น Nicety TH802A)

-เครื่องวัดอุณหภูมิผิววัสดุ เครื่องวัดอุณหภูมิผิวด้วยรังสีอินฟราเรด รุ่น Testo-860Tสามารถเปลี่ย 2นค่าอีมิสซิวิต Emissivity value ของผิววัสดุได้ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส °C

ภาพที่ 3. 38 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิผิวด้วยรังสีอินฟราเรด รุ่น Testo-860T2

- เครื่องมือวัดความเร็วลม

ภาพที่ 3. 39 เครื่องมือวัดความเร็วลม ยี่ห้อ ANEMOMETER รุ่น AM4836-C

- Globe Temperature เป็นเครื่องมือวัดแบบ Digital Thermo-Hyqrometerสามารถวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้พร้อมกัน โดยสามารถหาค่า MRT ได้จากการวัดอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิภายในลูกกลมโลหะสีดำ)Globe Thermometer ,GT) เมื่อ GT คืออุณหภูมิอากาศที่สมดุลย์ที่จุดศูนย์กลางของลูกกลมโลหะสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มม.150 เปลี่ยนแปลงค่า GT เกิดจาก อิทธิพลของอุหภูมิอากาศ)Dry Bulb Temperature) ความเร็วลม และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนในสถานที่นั้นๆ

ภาพที่ 3. 40 Globe Thermometer คือ เครื่องมือวัดแบบ Digital Thermo-Hyqrometer

3.1.3.2 เก็บข้อมูลจากการสังเกตุ ได้แก่ ค่าการต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo)และลักษณะกิจกรรมที่ทำ

- พิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่กำลังกระทำกิจกรรมการพักผ่อน 1-0.5 มีค่าอัตราการเผาผลาญพลังงาน) Met) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า นาที 15 เพื่อให้ลุ่มตัวอย่างอยู่ในสภาพร่างกายทีมีค่าคงที่และอยู่ในสถานที่เปิดโล่ง มีการระบายอากาศด้วยวิธีการทางธรรมชาติ ซึ่งอาจเป็นที่โล่งใต้หลังคาหรืออยู่ภายนอกก็ได้ แต่ต้องมีร่มเงาให้กลุ่มตัวอย่างไม่โดนแสงแดดโดยตรง

- พิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ สวมใส่เสื้อผ้าแบบลำลอง โดยมีค่า Clo-Value ประมาณ เมื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมได้แล้ว 0.6-0.4

ผู้สัมภาษณ์จะเริ่มติดตั้งเครื่องมือวัดสภาพอากาศ ให้อยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด จึงเริ่มสัมภาษณ์พร้อมกับเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมไปในเวลาเดียวกัน การสัมภาษณ์จะกระทำโดยกลุ่มผู้วิจัยอย่างน้อย คน โดยที่คน 2 งเป็นผู้บันทึกหนึ่งจะเป็นผู้สอบถามความรู้สึกของกลุ่มตัวอย่าง และอีกคนหนึ่ข้อมูลทางกายภาพจากการวัดโดยใช้เครื่องมือ

3.1.3.3 เก็บข้อมูลโดยแบบสอบถาม

ข้อมูลที่บันทึกและสอบถาม เป็นข้อมูลการตัดสินใจลงคะแนนความสบายด้านความรู้สึกร้อนหนาว และข้อมูลส่วนตัวด้านต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแนวทางในการทำแบบสอบถามสำหรับการลงคะแนนความรู้สึกร้อนหนาวนั้นสามารถทำได้โดย การทำแบบสอบถามที่สมมาตร เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้มีโอกาสตัดสินใจแบบไม่เอนเอียงไปทางใดทางหนึ่ง เนื่องจากเล็งเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเก็บข้อมูลเป็นคนทั่วไป ซึ่งกำลังทำกิจกรรมอยู่จริง ดังนั้นการสร้างความยุ่งยากในการตอบแบบสอบถามอาจไม่ได้รับความร่วมมือเท่าที่ควรและต้องการให้เกิดความกระจ่างเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เที่ยงตรงตลอดเวลา ดังตัวอย่างนี้

ตารางที่ 3. 1 แสดงระดับความรู้สึกสบายจากASHRAE scale

ASHRAE scale
3 = hot
2 = Warm
1 = Slightly warm
0 = neutral
-1 = Slightly Cool
-2 = Cool
-3 = Cold

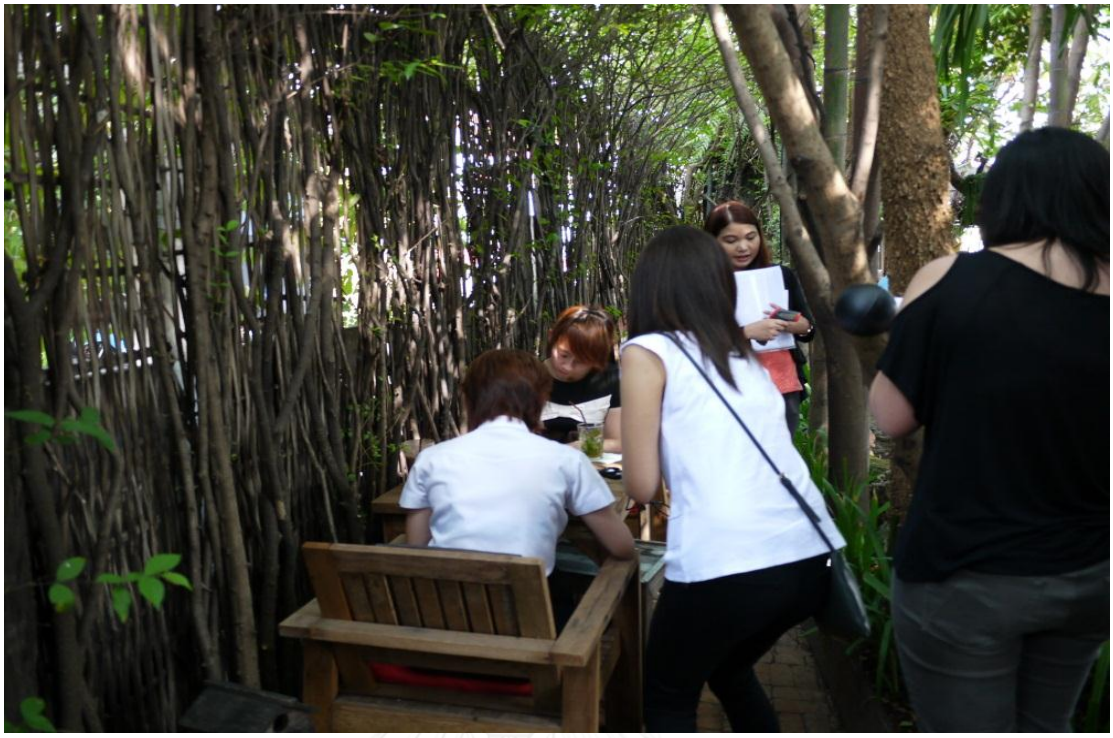
การสอบถามใช้วิธีการสอบถามจากผู้ใช้บริการร้านกาแฟ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

- ข้อมูลทั่วไปข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม และสภาพกายภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม
- การรับรู้ด้านการสัมผัสสภาวะน่าสบายประกอบด้วยอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ความเร็วลม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3. 41 แสดงการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมด้วยเครื่องมือ พร้อมกับการสัมภาษณ์ด้านความรู้สึกร้อนหนาว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3. 42 แสดงการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมด้วยเครื่องมือ พร้อมกับการสัมภาษณ์ด้านความรู้สึกร้อนหนาว ณ ร้านที่ 2 รามคำแหง กรุงเทพฯ

3.1.4 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูล โดยการใส่ข้อมูลลงไปในโปรแกรม Excel เพื่อนำไปวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อกัน

3.1.5 วิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) จะเกี่ยวข้องกับการวัดขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การคำนวณค่าสหสัมพันธ์จากข้อมูลใดชุดหนึ่ง คือ การคำนวณดูว่าตัวแปรที่ได้จากข้อมูลของตัวแปรต่าง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ Globe temperature และระดับความรู้สึกร้อนหนาว มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด

3.2 วิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆที่มีอิทธิพล ต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

3.2.1 วิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ และ Globe temperature กับระดับความรู้สึกร้อนหนาวนอกร้านกาแฟ

3.2.2 วิเคราะห์การถดถอยเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยมุ่งเน้นพยากรณ์ตัวแปรตาม ซึ่งต้องอาศัยการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองตัวแปร โดยจะเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า ค่าสัมประสิทธ์การถดถอย (Regression Coefficient) ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยนั้นจะทำได้หลังจากที่ได้สร้างรูปแบบค วามสัมพันธ์ (Model) ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามแล้ว ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์อาจจะมีลักษณะเป็นแบบเส้นตรง

3.2.3 สร้างสมการพยากรณ์ด้านความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

3.2.4 สรุปตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

3.3 สร้างแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมของร้านกาแฟจากตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

- นำตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายมากำหนดเป็นแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม
- สรุปเป็นแนวทางทางเลือกในการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลจากการเก็บข้อมูลจากเครื่องมือวัดตามปัจจัยที่ได้จากทบทวนวรรณกรรมทั้ง ตัวแปร 6) อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ความเร็วลม อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบMRT) การแต่งกาย)clo-value) ลักษณะกิจกรรม)Activity level) พร้อมกับการสัมภาษณ์ลูกค้าในร้านกาแฟจากแบบสอบถาม และการสังเกตพฤติกรรม ต่างๆของลูกค้า เพื่อนำข้อมูลต่างๆมาประมวลผลและวิเคราะห์พร้อมกันทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากนั้น จะได้ข้อสรุปถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลเพื่อใช้ในการเสนอแนะแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมภายนอกร้านกาแฟ โดยวิธีการใช้องค์ประกอบสภาพแวดล้อมที่ทำให้รู้สึกสบายบริเวณนอกร้านกาแฟ

4.1 ผลจากตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายจากนอกร้านกาแฟ

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของร้านกาแฟกลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบกับความรู้สึกร้อนหนาวของลูกค้าร้านกาแฟ โดยมีการเก็บข้อมูลด้วยกันจำนวน 5 ร้าน โดยสถานที่เก็บข้อมูลเป็นร้านกาแฟที่มีพื้นที่ภายนอกร้าน ที่เป็นที่นั่งดื่มกาแฟ ซึ่งร้านที่ตัวอย่างที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 โดยผลรวมที่ได้เก็บข้อมูลทั้งหมดข้างต้นจึงนำมาแจกแจงข้อมูลตัวแปรอิสระ แสดงดังตารางที่ xxx

ตารางที่ 4. 1 แสดงการแจกแจงข้อมูลตัวแปรอิสระที่ได้จากการสำรวจจาก 5 สถานที่

ตัวแปรอิสระ	หน่วย	ช่วงของข้อมูล	ค่าเฉลี่ย
อุณหภูมิอากาศ	°C	23.00 – 34.00	29.04
ความชื้นสัมพัทธ์	%	37.50 – 80.50	55.41
อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย, MRT	°C	24.50 – 39.40	29.90
Globe Temperature	°C	23.50 – 36.50	29.46
ความเร็วลม	km./hr.	0.40 – 11.50	3.49
ค่าการต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย	Clo.	0.26 – 0.59	0.45

4.1.1 ผลการสำรวจข้อมูลร้านกาแฟที่กลุ่มตัวอย่างตอบว่า**<u>รู้สึกร้อนที่สุด</u>**และ**<u>เย็นที่สุด</u>**

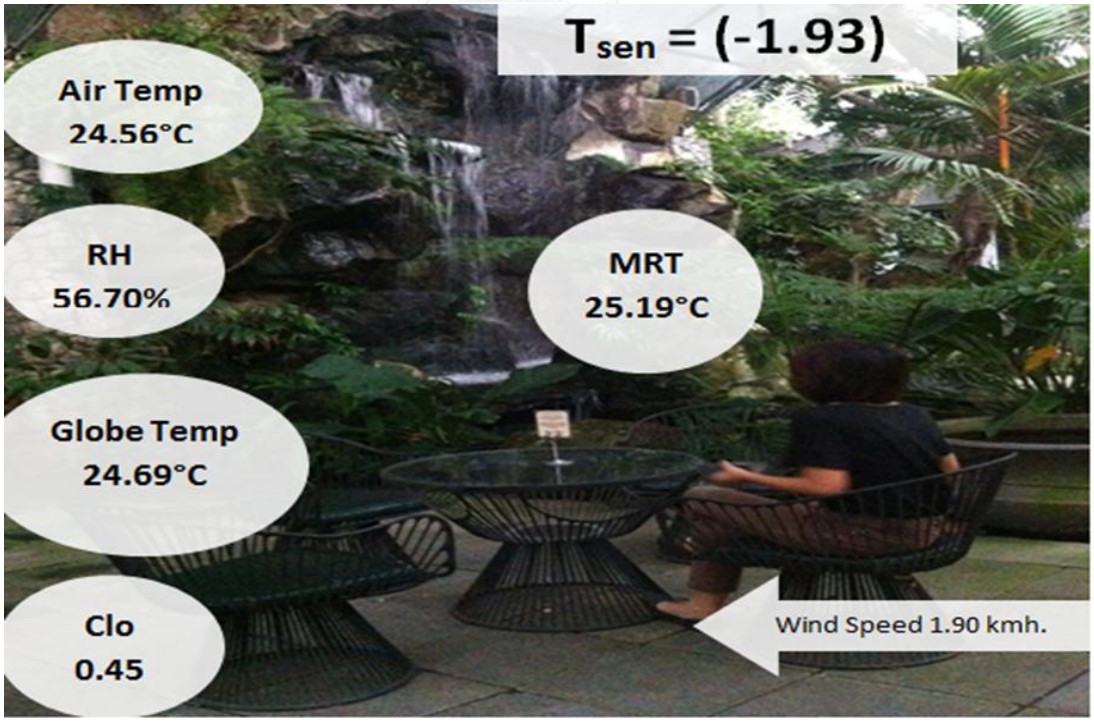
ผลจากการวิจัยพบว่าร้านกาแฟที่กลุ่มตัวอย่างตอบว่ารู้สึกร้อนที่สุด โดยความรู้สึกร้อนหนาวเฉลี่ยมีค่าระดับ 0.46 ซึ่งอยู่ระหว่างเลข 0 ถึงเลข หมายความว่า รู้สึกไม่ร้อนไม่หนาวจนถึง รู้สึกอบอุ่นนิดหน่อย เนื่องจากอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 30.25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 58.79 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่า Globe temperature เฉลี่ย 30.66 องศาเซลเซียส และค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย 33.46 องศาเซลเซียส ค่าความเร็วลมเฉลี่ย 3.71 และค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายเฉลี่ยของลูกค้า 0.45 clo

จะสังเกตได้ว่าค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย 33.46 องศาเซลเซียส สาเหตุที่ทำให้ค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ยสูงมาจาก ร่มสีดำซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 45 องศาเซลเซียส และได้รับอิทธิพลจากอาคารที่อยู่ทางด้านทิศตะวันออกและทิศเหนือของร้าน และทางทิศตะวันตกและทางทิศใต้เป็นถนนซึ่งแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ร้านทำให้รู้สึกร้อน และทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้แต่เนื่องจากลมมาไม่สม่ำเสมอจึงทำให้รู้สึกร้อนมากในบางครั้ง

ภาพที่ 4.1 แสดงสภาพแวดล้อมของร้านกาแฟที่กลุ่มตัวอย่างตอบว่ารู้สึกร้อนที่สุด

ผลจากการวิจัยพบว่าร้านกาแฟที่กลุ่มตัวอย่างตอบว่ารู้สึกเย็นที่สุด โดยความรู้สึกร้อนหนาวเฉลี่ยมีค่าระดับ -1.93 หมายความว่า หมายความว่า เย็นเล็กน้อย ถึง เย็น เนื่องจากอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 24.56 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 56. 70 ค่า Globe temperature เฉลี่ย 24.69 องศาเซลเซียส และค่า MRT เฉลี่ย 25.19 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเฉลี่ย 1.90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายเฉลี่ยของลูกค้า 0.45 clo

จะสังเกตได้ว่าค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย 25.19 องศาเซลเซียส สาเหตุที่ทำให้ค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ยใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อยู่ในเขตสบายที่ 24.56 องศาเซลเซียสเนื่องจากโดยรอบมีผนังน้ำตก และพื้นชุ่มน้ำ และด้านทางทิศตะวันออกติดพื้นที่ป่าจามจุรีมีขนาดสูง 8 เมตรจำนวนมาก ทางทิศตะวันตกติดกับพื้นที่ป่าจามจุรีขนาดสูง 6-8 เมตรจำนวนมาก ทางทิศเหนือติดกับติดกับพื้นที่ป่า และทางทิศใต้ติดกับถนนยางมะตอย 2 ช่องทาง แต่ถนนถูกสกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนเข้ามาในร้านได้เนื่องจากต้นไม้บดบัง และทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้แต่เนื่องจากลมมาไม่สม่ำเสมอทางร้านจึงเพิ่มความเร็วลมโดยการใช้ต้นไม้จึงทำให้รู้สึกร้อนเย็นและเย็นมากในบางครั้ง



ภาพที่ 4.2 แสดงสภาพแวดล้อมของร้านกาแฟที่กลุ่มตัวอย่างตอบว่ารู้สึกเย็นที่สุด

4.1.1 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทั้งหมด

เมื่อได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์การถดถอยเพื่อให้ได้สมการพยากรณ์นั้น จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่จะใช้ในสมการเสียก่อน เนื่องจากการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีข้อสมมติเบื้องต้นที่ว่า ตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่ควรมีสหสัมพันธ์กันมากเกิน 0.70 มิฉะนั้นจะเกิดปัญหามัลติโคลีเนียริตี (multicollinearity) หรือปัญหาค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานมีค่าต่ำกว่าจริง โอกาสยอมรับ H0 : $\beta_i = 0$ มีสูง ซึ่งจะทำให้สรุปว่าตัวแปรบางตัวไม่มีนัยสำคัญ ทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงอาจมิได้เป็นเช่นนั้นก็ได้

การวิเคราะห์ให้ อุณหภูมิอากาศ (DB) ความชื้นสัมพัทธ์ (Rh) ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) ความเร็วลม (wind) Globe Temperature (globe) และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) เป็นตัวแปรอิสระ โดยมีระดับความรู้สึกร้อนหนาว (sensation) เป็นตัวแปรตาม

ตารางที่ 4. 2 แสดงผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์

	TEMP	*RH*	*Wind*	*Clo*	*Globe Temp*	*MRT*	*Sensation*
TEMP	1.0000						
RH	- 0.4764	1.0000					
Wind	0.1718	- 0.0983	1.0000				
Clo	0.0296	0.1401	- 0.0919	1.0000			
Globe Temp	0.9154	- 0.5059	0.1608	- 0.0211	1.0000		
MRT	0.8188	- 0.3985	0.1742	- 0.0118	0.8567	1.0000	
Sensation	0.6805	- 0.4384	- 0.0507	0.0504	0.7258	0.6779	1.0000

จากตารางพบว่า มีตัวแปรอิสระที่มีค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระมากเกิน ได้แก่ 0.70

1. อุณหภูมิอากาศ –Globe Temperature
2. อุณหภูมิอากาศ – อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย
3. อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย

และตัวแปรอิสระที่มีค่าสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากเกิน 0.70 ได้แก่ Globe Temperature

ดังนั้นจึงเลือกใช้ตัวแปรอิสระ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ Globe Temperature หรือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย ทีละตัวแปรวิเคราะห์การถดถอยร่วมกับตัวแปรอิสระอื่น ๆ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย และ ความเร็วลม เพื่อพยากรณ์ระดับความรู้สึกร้อนหนาว ได้โดยไม่มีปัญหามัลติโคลิเนียริตี้ เพราะเนื่องจากไม่สามารถใช้ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ Globe Temperature หรือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ยร่วมกับตัวแปร ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย และ ความเร็วลม เพื่อพยากรณ์ระดับความรู้สึกร้อนหนาว ได้โดยไม่มีปัญหามัลติโคลิเนียริตี้

จึงสรุปในข้างต้นได้ว่า ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายจากนอกร้านกาแฟ คือ อุณหภูมิอากาศ Globe Temperature หรือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย จึงต้องนำไปหาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟดังผลข้อ 4.2

4.2 หาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

โดยการวิเคราะห์ถดถอยเลือกใช้ตัวแปรอิสระ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ Globe Temperature และ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย ทีละตัวแปรวิเคราะห์การถดถอยร่วมกับตัวแปรอิสระอื่น ๆ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย และ ความเร็วลม เพื่อพยากรณ์ระดับความรู้สึกร้อนหนาว ได้โดยไม่มีปัญหามัลติโคลิเนียริตี้

4.2.1 การวิเคราะห์การถดถอย ระหว่าง อุณหภูมิอากาศ ร่วมกับตัวแปรอิสระอื่นๆ กับระดับความรู้สึกร้อนหนาวการวิเคราะห์ความสามารถของตัวแปรอิสระในการทำให้เกิดความรู้สึกสบายต่อสภาพแวดล้อมร้านกาแฟเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยการใช้สมการถดถอย ซึ่งมีแบบจำลอง คือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon$$

ให้ ตัวแปรตาม Y คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

ตัวแปรอิสระ X_1 คือ อุณหภูมิอากาศ (°C)

X_2 คือความชื้นสัมพัทธ์ (%)

X_3 คือค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo)

X_4 คือความเร็วลม (°C)

ได้ผลดังนี้

Regression Statistics	
Multiple R	0.7150
R Square	0.5112
Adjusted R Square	0.5011
Standard Error	1.2522
Observations	200.0000

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	4.0000	319.7289	79.9322	50.9753	0.0000
Residual	195.0000	305.7711	1.5681		
Total	199.0000	625.5000			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	-7.3663	1.2527	-5.8805	0.0000	-9.8369	-4.8958	-9.8369	-4.8958
TEMP	0.3050	0.0279	10.9182	0.0000	0.2499	0.3601	0.2499	0.3601
RH	-0.0290	0.0105	-2.7505	0.0065	-0.0498	-0.0082	-0.0498	-0.0082
Wind	-0.1349	0.0402	-3.3593	0.0009	-0.2142	-0.0557	-0.2142	-0.0557
Clo	0.9798	1.3120	0.7468	0.4561	-1.6078	3.5673	-1.6078	3.5673

เมื่อวิเคราะห์สถิติการถดถอย (regression statistics) พบว่า ระดับความรู้สึกร้อนหนาวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดมากพอสมควร (Multiple R = 0.7150) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความรู้สึกร้อนหนาวประมาณร้อยละ 51.12(R Square = 0.5112) ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 48.88 มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความรู้สึกร้อนหนาวจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 1.2522 ระดับ (Standard error = 1.2522) กำหนดให้มีการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามเพื่อตัดสินความสามารถในการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์ โดยการตั้งสมมติฐานทางสถิติ

$$H_0 : \quad \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$
$$H_i : \quad \beta_i \neq 0 \text{ อย่างน้อยหนึ่งตัว}$$

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แล้วพบว่า ค่าความน่าจะเป็นSignificant F ในตารางANOVA มีค่า ซึ่งน้อยกว่า 0.0000 αที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0และยอมรับสมมติฐาน $H_i : \beta_i \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

สรุปว่า มีตัวแปรอิสระบางตัวที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความรู้สึกร้อนหนาวได้ ที่ระดับนัยสำคัญจึงต้องทดสอบว่าในสมการพยากรณ์ควรจะมีตัวแปรอิสระตัวใดบ้าง และควรจะมี 0.05 ค่าคงที่หรือไม่

การทดสอบค่าคงที่(Intercept)

สมมติฐาน คือ

$$H_0 : \quad \alpha = 0$$
$$H_i : \quad \alpha \neq 0$$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ พบว่า ค่าความน่าจะเป็นP-valueเท่ากับ มีค่า 0.0000 น้อยกว่าน้อยกว่า αที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0และยอมรับสมมติฐาน $H_i : \alpha \neq 0$

สรุปว่า ควรจะมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การทดสอบตัวแปรอิสระ

$$H_0 : \quad \beta_i | \beta_1 \ldots \beta_4 = 0$$
$$H_i : \quad \beta_i | \beta_1 \ldots \beta_4 \neq 0$$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ พบว่า

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ ค่าความน่าจะเป็นP-valueเท่ากับ *0.0000*

ตัวแปรอิสระ ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความน่าจะเป็นP-valueเท่ากับ *0.0065*

ตัวแปรอิสระ ความเร็วลม ค่าความน่าจะเป็นP-valueเท่ากับ *0.0009*

ตัวแปรอิสระ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย ค่าความน่าจะเป็นP-valueเท่ากับ *0.4561*

นั่นคือ ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม มีค่าP-valueน้อยกว่าค่า α ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐาน H_0และยอมรับสมมติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม

<u>สรุปผล</u> การวิเคราะห์การถดถอย ระหว่าง อุณหภูมิอากาศ ร่วมกับตัวแปรอิสระอื่นๆ กับระดับความรู้สึกร้อนหนาว **พบว่า** ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความรู้สึกเย็นสบายได้ คือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นสมการพยากรณ์จึงเป็น

$$Sensation = -7.3663 + 0.3050 * TEMP - 0.0290 * RH - 0.1349 * Wind$$

เมื่อ $Sensation$ คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

$TEMP$ คือ อุณหภูมิอากาศ

RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์

$Wind$ คือ ความเร็วลม

4.2.2 การวิเคราะห์การถดถอย *ระหว่าง globe temperature ร่วมกับตัวแปรอิสระอื่นๆ กับ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว* การวิเคราะห์ความสามารถของตัวแปรอิสระในการทำให้เกิดความรู้สึกสบายต่อสภาพแวดล้อมร้านกาแฟ เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยการใช้สมการถดถอย ซึ่งมีแบบจำลอง คือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon$$

ให้ ตัวแปรตาม Y คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

ตัวแปรอิสระ X_1 คือ ความชื้นสัมพัทธ์

X_2 คือ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย

X_3 คือ ความเร็วลม

X_4 คือ Globe Temperature

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ได้ผลดังนี้

Regression Statistics	
Multiple R	0.7150
R Square	0.5112
Adjusted R Square	0.5011
Standard Error	1.2522
Observations	200.0000

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	4.0000	319.7289	79.9322	50.9753	0.0000
Residual	195.0000	305.7711	1.5681		
Total	199.0000	625.5000			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	- 7.3663	1.2527	- 5.8805	0.0000	- 9.8369	- 4.8958	- 9.8369	- 4.8958
TEMP	0.3050	0.0279	10.9182	0.0000	0.2499	0.3601	0.2499	0.3601
RH	- 0.0290	0.0105	- 2.7505	0.0065	- 0.0498	- 0.0082	- 0.0498	- 0.0082
Wind	- 0.1349	0.0402	- 3.3593	0.0009	- 0.2142	- 0.0557	- 0.2142	- 0.0557
Clo	0.9798	1.3120	0.7468	0.4561	- 1.6078	3.5673	- 1.6078	3.5673

เมื่อวิเคราะห์สถิติการถดถอย (regression statistics) พบว่าระดับความรู้สึกร้อนหนาวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดมากพอสมควร (Multiple R = 0.7530) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความรู้สึกร้อนหนาวประมาณร้อยละ 56.71(R Square = 0.5671) ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 43.29 มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความรู้สึกร้อนหนาวจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 1.1784 ระดับ (Standard error = 1.1784)

<u>สรุปว่า</u> ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความรู้สึกเย็นสบายได้ คือ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และ Globe Temperature ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นสมการพยากรณ์จึงเป็น

$$Sensation = -9.0098 - 0.0202 * RH - 0.1320 * Wind + 0.3291 * Globe$$

เมื่อ $Sensation$ คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์

$Wind$ คือ ความเร็วลม

$Globe$ คือ Globe Temperature

4.2.3 การวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง MRT ร่วมกับตัวแปรอิสระอื่นๆ กับระดับความรู้สึกร้อนหนาว การวิเคราะห์ความสามารถของตัวแปรอิสระในการทำให้เกิดความรู้สึกสบายต่อสภาพแวดล้อมร้านกาแฟเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยการใช้สมการถดถอย ซึ่งมีแบบจำลอง คือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon$$

ให้ ตัวแปรตาม Y คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

ตัวแปรอิสระ X_1 คือ ความชื้นสัมพัทธ์

X_2 คือ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย

X_3 คือ ความเร็วลม

X_4 คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย

Regression Statistics	
Multiple R	0.7279
R Square	0.5298
Adjusted R Square	0.5201
Standard Error	1.2281
Observations	200.0000

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	4.0000	331.3776	82.8444	54.9249	0.0000
Residual	195.0000	294.1224	1.5083		
Total	199.0000	625.5000			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	-7.6933	1.2281	-6.2646	0.0000	-10.1154	-5.2713	-10.1154	-5.2713
MRT	0.3140	0.0274	11.4740	0.0000	0.2601	0.3680	0.2601	0.3680
RH	-0.0397	0.0099	-4.0202	0.0001	-0.0591	-0.0202	-0.0591	-0.0202
Wind	-0.1368	0.0394	-3.4717	0.0006	-0.2144	-0.0591	-0.2144	-0.0591
Clo	1.8548	1.2793	1.4499	0.1487	-0.6682	4.3778	-0.6682	4.3778

เมื่อวิเคราะห์สถิติการถดถอย (regression statistics) พบว่าระดับความรู้สึกร้อนหนาวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดมากพอสมควร (Multiple R = 0.7279) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความรู้สึกร้อนหนาวประมาณร้อยละ 52.98(R Square = 0.5298) ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 41.02 มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความรู้สึกร้อนหนาวจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 1.2281 ระดับ (Standard error = 1.2281)

สรุปว่า ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความรู้สึกเย็นสบายได้ คือ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นสมการพยากรณ์จึงเป็น

$$Sensation = -7.6933 - 0.0397 * RH - 0.1368 * Wind + 0.3140 * MRT$$

เมื่อ $Sensation$ คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์

$Wind$ คือ ความเร็วลม

MRT คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย

4.2.4 สรุปผลจากการวิเคราะห์ถดถอย จากตัวแปรอิสระที่เลือกใช้เพื่อหาค่าความน่าเชื่อถือมากที่สุด เพื่อเลือกมาเป็นสมการพยากรณ์

โดยจากการวิเคราะห์ถดถอย ตัวแปรอิสระที่เลือกใช้ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ Globe Temperature หรือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย ทีละตัวแปรวิเคราะห์การถดถอยร่วมกับตัวแปรอิสระอื่น ๆ เพื่อพยากรณ์ระดับความรู้สึกร้อนหนาว ได้โดยไม่มีปัญหามัลติโคลิเนียริตี้

พบว่า Globe Temperature มีระดับความน่าเชื่อถือสูงสุด โดยระดับความรู้สึกร้อนหนาวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดมากพอสมควร (Multiple R = 0.7530) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความรู้สึกร้อนหนาวประมาณร้อยละ 56.71(R Square = 0.5671) ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 43.29 มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความรู้สึกร้อนหนาวจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 1.1784 ระดับ (Standard error = 1.1784)

สรุปว่าผล จากระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ พบว่า ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความรู้สึกเย็นสบายได้ คือ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และ Globe Temperature ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นสมการพยากรณ์จึงเป็น

$$Sensation = -9.0098 - 0.0202 * RH - 0.1320 * Wind + 0.3291 * Globe$$

เมื่อ $Sensation$ คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์

$Wind$ คือ ความเร็วลม

$Globe$ คือ Globe Temperature

4.3 นำตัวแปรที่มีอิทธิพลมาประยุกต์ใช้กับร้านกาแฟ เพื่อเสนอแนะเป็นแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

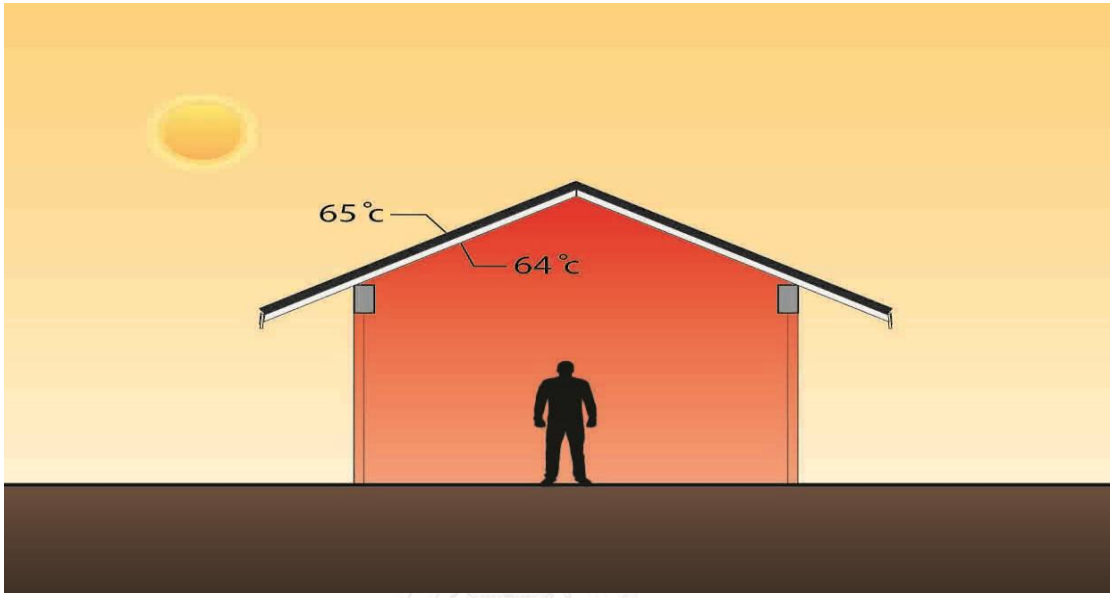
จากการสรุปผลจาก ข้อ 4.1 เป็นการเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง ข้อมูลจากสัมภาษณ์ทางด้านความรู้สึกร้อนหนาว และหาสหสัมพันธ์ของตัวแปร พบว่า ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายจากนอกร้านกาแฟ คือ Globe Temperature หรือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย และการสรุปผลการวิเคราะห์ถดถอยของข้อ 4.2 พบว่า จากระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ พบว่า ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความรู้สึกเย็นสบายได้ คือ Globe Temperature ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์

ดังนั้นจากผลข้อ 4.1 และข้อ 4.2 พบว่า 3 ตัวแปรได้แก่ Globe Temperature ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้าน ดังนั้นจึงจึงนำตัวแปรทั้ง 3 มาประยุกต์ใช้กับร้านกาแฟ เพื่อเสนอแนะเป็นแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ ดังนี้

4.3.1 แนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมโดยการใช้ Globe Temperature แต่เนื่องจาก Globe Temperature เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิจากการแผ่รังสีความร้อนโดยรอบที่ได้มาจาก อุณหภูมิอากาศ รวมกับ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ดังนั้นจึงทำการปรุงแต่งสภาพแวดเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ ดังนี้

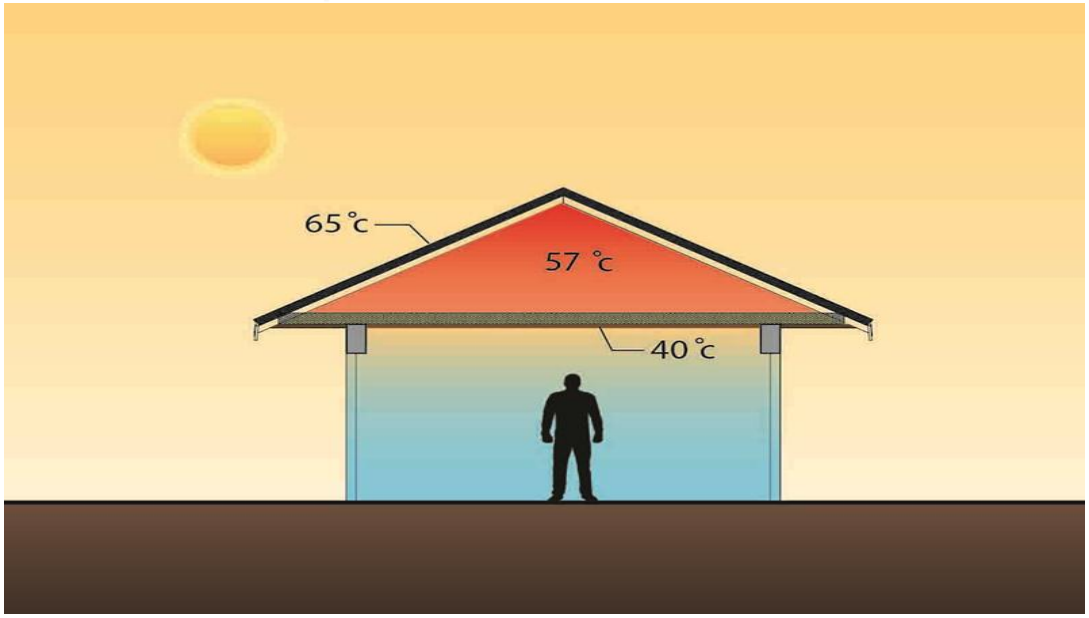
4.3.1 อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) แนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ โดย

- การใช้หลังคาชั้นเดียว



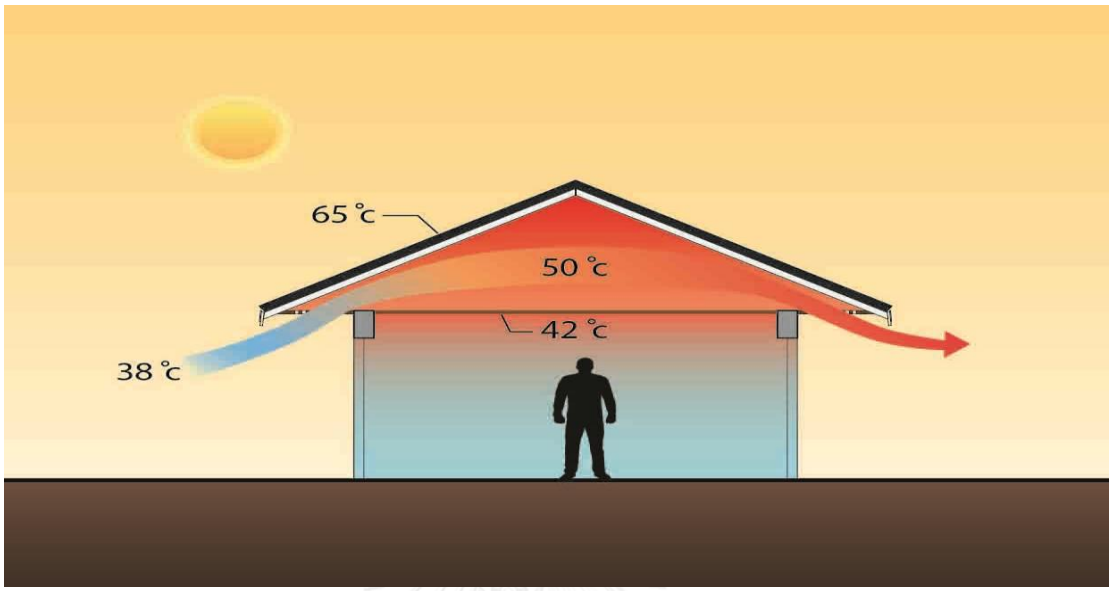
ภาพที่ 4.3 แสดงการใช้หลังคาชั้นเดียวเพื่อสกัดกั้นความร้อน

- การใช้หลังคาที่ใส่ฉนวน เพื่อสกัดกั้นความร้อนที่จะแผ่รังสีเข้าหาผู้ใช้บริการร้านกาแฟ



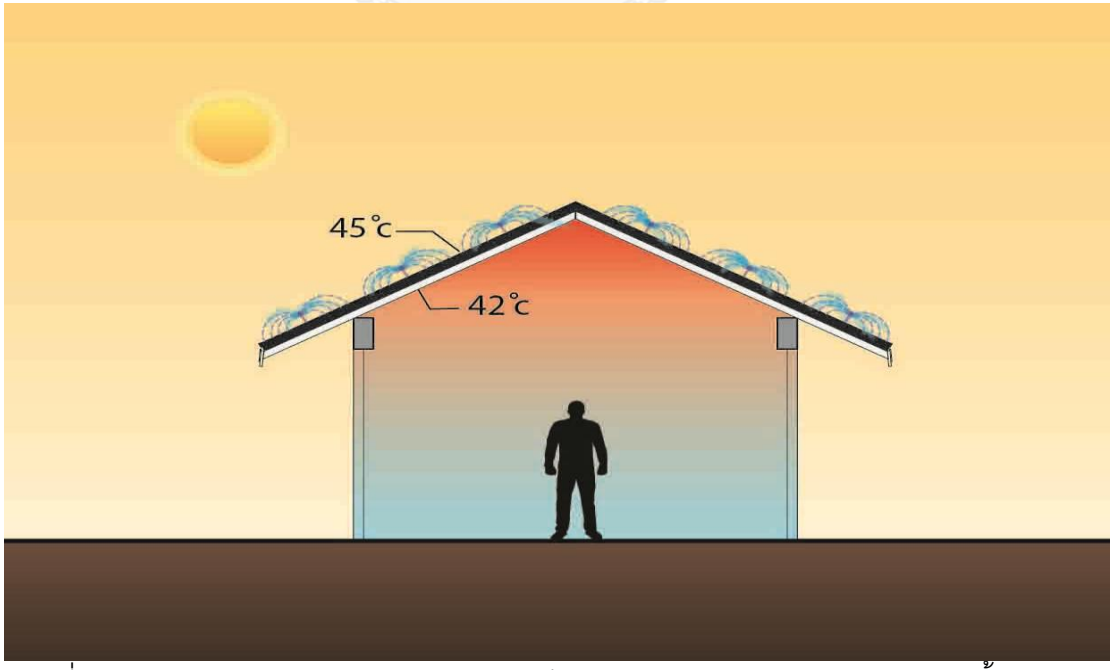
ภาพที่ 4.4 แสดงการใช้หลังคาที่ใส่ฉนวนเพื่อสกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ร่างกาย

- การใช้หลังคาที่ใส่ฝ้าเพดานและมีช่องว่างอากาศระบายความร้อน เพื่อสกัดกั้นความร้อนที่จะแผ่รังสีเข้าหา ผู้ใช้บริการร้านกาแฟ



ภาพที่ 4.5 แสดงการใช้หลังคาใส่ฝ้าเพดานและมีช่องว่างอากาศระบายความร้อนสกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ร่างกาย

- การใช้หลังคาที่ใช้การพ่นน้ำบนหลังคา เพื่อลดความร้อนของหลังคา และสกัดกั้นความร้อนที่จะแผ่รังสีเข้าหาผู้ใช้บริการร้านกาแฟ



ภาพที่ 4.6 แสดงการใช้หลังคาใส่ฝ้าเพดานและมีช่องว่างอากาศระบายความร้อนสกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ร่างกาย

- การใช้วัสดุปูพื้นด้วยหญ้าหรือหญ้าเทียมในร่ม เพื่อเป็นการลดอิทธิพลความร้อนที่จะแผ่รังสีเข้าสู่ร่างกาย

ภาพที่ 4. 1 แสดงการใช้วัสดุปูพื้นด้วยหญ้าหรือหญ้าเทียมในร่ม เพื่อเป็นการลดอิทธิพลความร้อน

- ลดการแผ่รังสีจากถนนโดยการใช้ร่มเงาของต้นไม้ เพื่อให้ถนนไม่ร้อน จึงช่วยลดการแผ่รังสีเข้าสู่ร่างกาย

ภาพที่ 4. 2 แสดงการลดการแผ่รังสีจากถนนโดยการใช้ร่มเงาของต้นไม้สกัดกั้นรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์

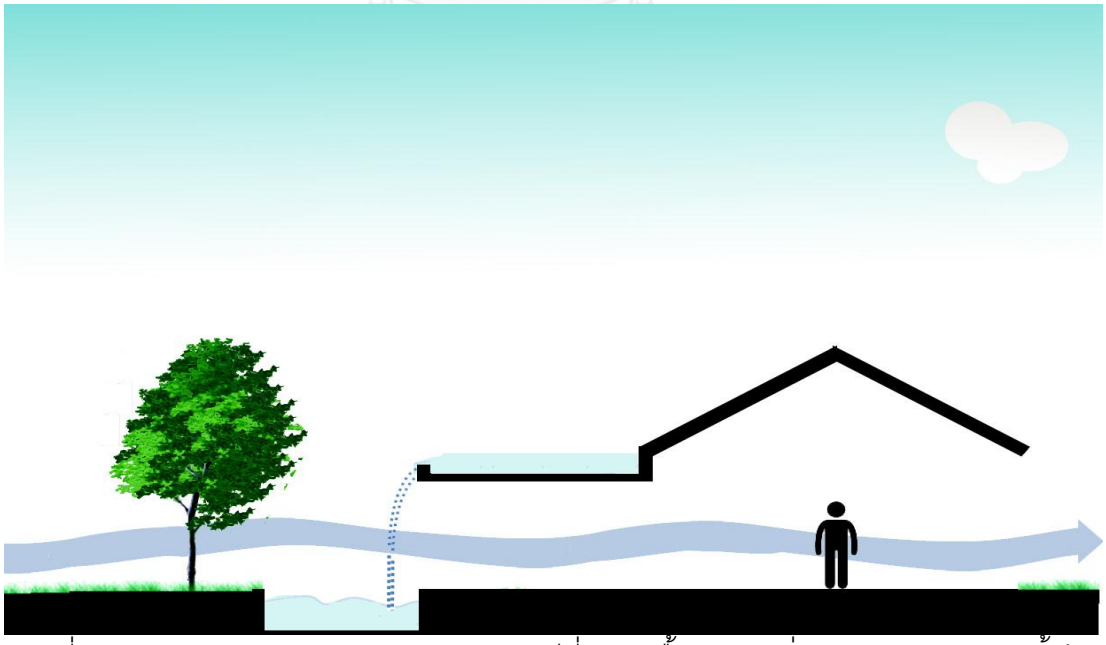
- ในกรณีที่ร้านอยู่ติดกับอาคารหรือตึกขนาดใหญ่ ลดการแผ่รังสีความร้อนจากตึกโดยการปลูกต้นไม้บดบังและสกัดกั้นการแผ่รังสี

ภาพที่ 4. 3 แสดงการลดการแผ่รังสีความร้อนจากตึกโดยการปลูกต้นไม้บดบังและสกัดกั้นการแผ่รังสี

4.3.2 แนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม เพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ โดยการปรับปรุงอุณหภูมิอากาศในพื้นที่ร้านกาแฟ ดังนี้

- ลดอุณหภูมิอากาศ ในกรณีที่ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยการระเหยของน้ำด้วยน้ำพุ หรือน้ำตก กรณีที่ต้องเป็นภายนอกอาคารเท่านั้น หรือเป็นห้องที่เปิดโล่งเพื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและเมื่อเกิดการระเหยของน้ำก็จะทำให้เกิดความเย็นในพื้นที่นั้นๆ

ภาพที่ 4. 4 แสดงการลดอุณหภูมิอากาศ ในกรณีที่ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยการระเหยของน้ำด้วยน้ำพุ



ภาพที่ 4. 5 แสดงการลดอุณหภูมิอากาศ ในกรณีที่ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยการระเหยของน้ำด้วยน้ำตก

- ลดอุณหภูมิอากาศ ในกรณีที่ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยการระเหยของน้ำด้วยพัดลมไอน้ำ กรณีที่ต้องเป็นภายนอกอาคารเท่านั้น หรือเป็นห้องที่เปิดโล่ง

ภาพที่ 4. 6 ลดอุณหภูมิอากาศ ในกรณีที่ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยการระเหยของน้ำด้วยพัดลมไอน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ลดอุณหภูมิอากาศ ด้วยการใช้ต้นไม้ใหญ่ที่มีศักยภาพในการดูดน้ำจากใต้ดินไประเหยที่ปากใบ และต้นไม้ใหญ่ยังให้ร่มเงาและลดอิทธิพลจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์

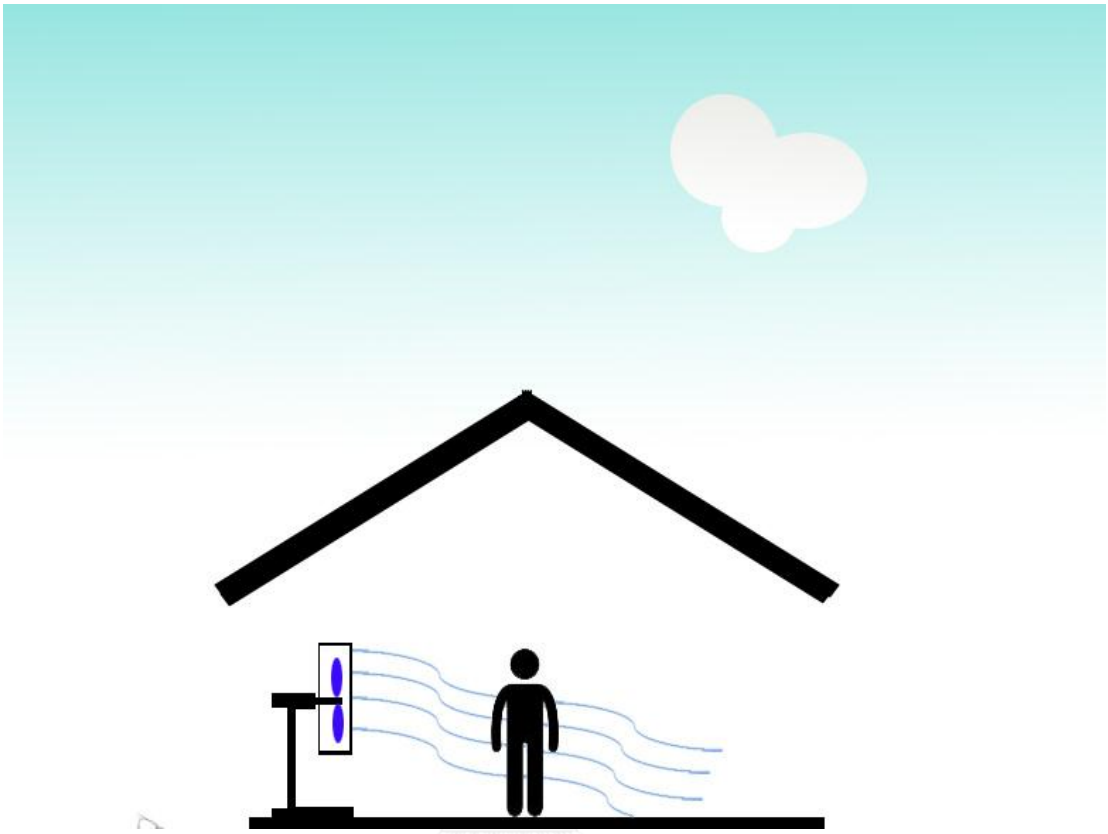
ภาพที่ 4. 7 แสดงการลดอุณหภูมิอากาศ ด้วยการใช้ต้นไม้ใหญ่ที่มีศักยภาพในการดูดน้ำจากใต้ดินไประเหยที่ปากใบ และต้นไม้ใหญ่ยังให้ร่มเงาและลดอิทธิพลจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์

4.3.3 แนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม เพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ โดย ใช้ความเร็วลม ดังนี้

- การเพิ่มความเร็วลมโดยการหลีกเลี่ยงการ Block ลม ควรที่จะเลือกมุมที่ลมสามารถพัดผ่าน และลมควรเป็นลมที่เย็นที่ผัดผ่านผนังที่เย็น

ภาพที่ 4. 8 แสดงความสามารถพัดผ่าน และลมควรเป็นลมที่เย็นที่ผัดผ่านผนังที่เย็น

- เพิ่มความเร็วลมด้วยการใช้พัดลม



ภาพที่ 4. 9 แสงดการเพิ่มความเร็วลมด้วยการใช้พัดลม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.1.4 แนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม เพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ โดย การปรับปรุงความชื้นสัมพัทธ์ ดังนี้

- การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในกรณีที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและเป็นพื้นที่โล่ง ให้ใช้พัดลมไอน้ำเพื่อลดอุณหภูมิอากาศ และเป็นการเพิ่มความเร็วลม

บทที่ 5
อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ และจากการประมวลผลและวิเคราะห์พร้อมกันทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากนั้น ได้ข้อสรุปถึงปัจจัยที่มีอิทธิพล เพื่อใช้ในการเสนอแนะแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมภายนอกร้านกาแฟ โดยวิธีการใช้องค์ประกอบสภาพแวดล้อมที่ทำให้รู้สึกสบายบริเวณนอกร้านกาแฟ

5.1 อิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อความรู้สึกสบาย

อิทธิพลของตัวแปรจากข้อมูลชุดนี้ สามารถเรียงลำดับโดยดูจากค่าความน่าจะเป็น P-Value ในการวิเคราะห์การถดถอย คือ ตัวแปรที่มีค่า P-Value ยิ่งน้อยจะมีผลต่อตัวแปรตามมาก (ในสมการทำนายในเงื่อนไขที่มีตัวแปรอิสระทุกตัวอยู่)

เมื่อพิจารณาโดยรวมทั้งกลุ่มตัวอย่างเรียงลำดับตัวแปรอิสระตามความสำคัญ ดังนี้

- อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย
- ความเร็วลม
- ความชื้นสัมพัทธ์

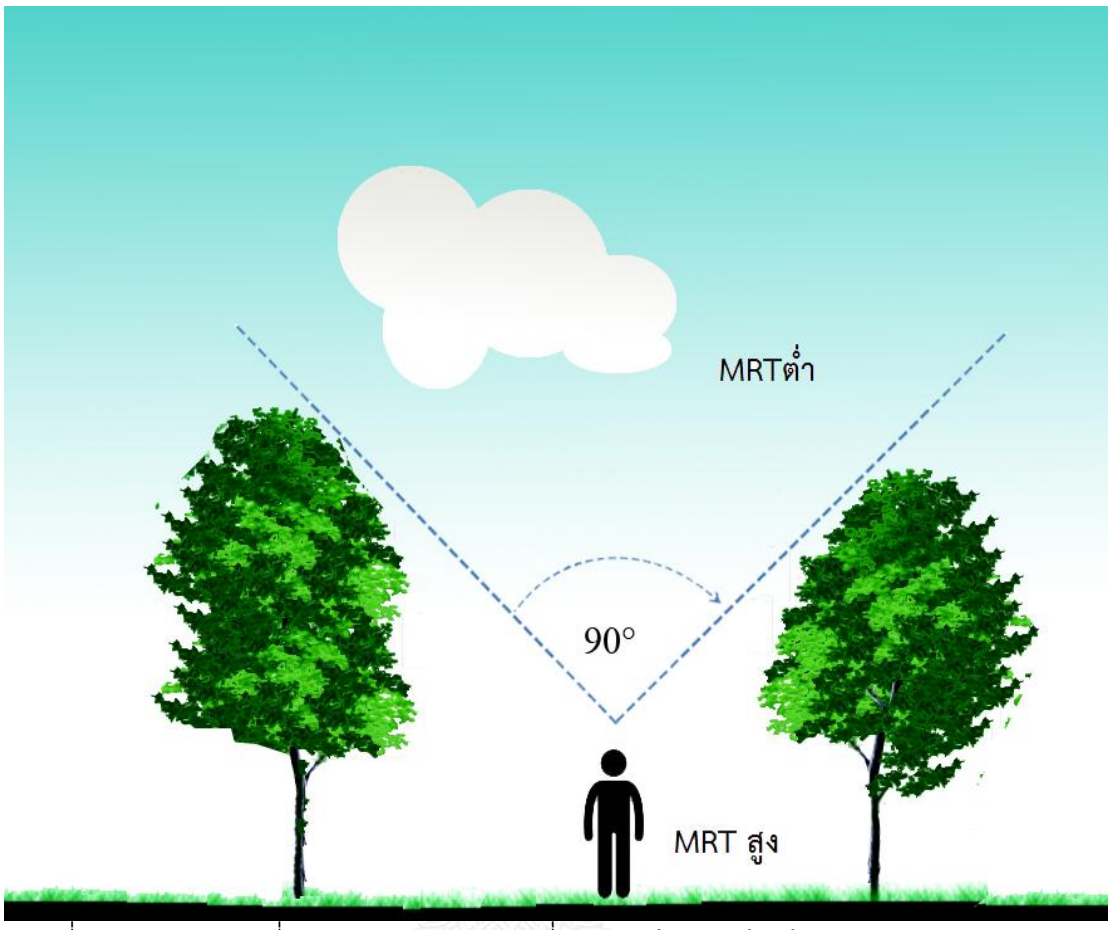
โดย ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายไม่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบาย (เฉพาะงานวิจัยเล่มนี้เท่านั้น เนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในเรื่องค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายไม่เกิน 0.4-0.5 Clo.

5.1.1 อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนโดยรอบร้านกาแฟ

อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเกิดขึ้นเนื่องจาก พื้นผิววัสดุได้รับความร้อนเข้าไปสะสมอยู่ ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น โดยวัสดุนั้นจะแผ่รังสีออกไปรอบๆตัว เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับวัตถุอื่นและมวลอากาศ หากอุณหภูมินั้นต่างจากอุณหภูมิผิวกายคนย่อมเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อน ระหว่างผิวกายกับวัสดุนั้นๆ ไม่ว่าอุณหภูมิด้านใดจะสูงกว่าก็ตาม หากผิวกายคนมีอุณหภูมิสูงกว่าวัสดุก็จะสูญเสียความร้อนให้แก่วัสดุนั้น เราจึงรู้สึกเย็นขึ้นได้ แต่หากผิวกายคนมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิววัสดุโดยรอบร่างกายมนุษย์จะแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการรับรังสความร้อนจากวัตถุเข้ามา เราจึงรู้สึกร้อนขึ้น อิทธิพลของอุณหภูมิการแผรังสีความร้อนที่มีต่อความรู้สึกร้อนหนาวสำหรับชุดข้อมูลชุดนี้มีข้อสังเกตดังนี้

- เนื่องจากเป็นการหาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นจริง บริเวณที่มีการแผ่รังสีความร้อนสูงจึงไม่ถูกเลือกเป็นที่ทำกิจกรรมมากนัก ทำให้โดยเฉลี่ยข้อมูลมีช่วงของอุณหภูมอการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย สูงหรือต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 0.2-0.5°C

- การเก็บข้อมูลของคนที่สถานที่เก็บข้อมูลที่ไม่ปรับอากาศนั้น ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ร่มเงา ภายนอกอาคาร ไม่มีหลังคาคลุม ซึ่งร่างกายคนจะแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่างไป ได้แก่ พื้นผิว วัสดุทึบแสงบริเวณใกล้เคียง เช่น หิน และส่วนสำคัญคือการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับท้องฟ้า ซึ่งท้องฟ้านั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งประมาณ 50-60°C ดังนั้นคนเราที่มีอุณหภูมิผิวกายประมาณ 32°C จึงสามารถสูญเสียความร้อนให้แก่ท้องฟ้าได้มากตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นกลางวันหรือกลางคืน แต่หากเราอยู่ใต้ร่มเงาของวัตถุใดๆก็ตาม วัตถุนั้นย่อมไม่สามารถมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของท้องฟ้าได้ และยังมีอุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิผิวกายคนเสียอีก ประโยชน์ของหลังคาจึงเป็นเพียงการบังรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องมาโดยตรงเท่านั้น ดังนั้นคนที่อยู่ในร่มเงาที่โล่งแจ้งจึงรู้สึกสบายในอุณหภูมิสูงกว่าคนที่อยู่ใต้หลังคาๆ เมื่อมีอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมเท่านั้น แต่มีข้อแม้ว่า การแลกเปลี่ยนความร้อนกับดวงอาทิตย์นั้นต้องมีมุม Solid angle ที่กว้างพอสมควรจึงจะได้ผล เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่อยู่ใกล้ตัวคน คือ พื้น ผนัง หรือเพดานก็ตาม ในเวลากลางวันมักจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิผิวกายคนเสมอ ดังนั้นการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำให้รู้สึกเย็น จึงควรจะมีการแลกเปลี่ยนกับท้องฟ้ามากกว่า ซึ่งหนทางในการแลกเปลี่ยนให้ได้มากที่สุดสำหรับคนคือ การเปิดเผยร่างกายให้มีมุมที่เห็นท้องฟ้าได้อย่างน้อย 90°C เพื่อความสมดุลย์กับอุณหภูมิของวัสดุอื่น เช่น ผิวดิน ผิวคอนกรีต ฯลฯ



ภาพที่ 5. 1 แสดงองศาที่ร่างกายเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้า

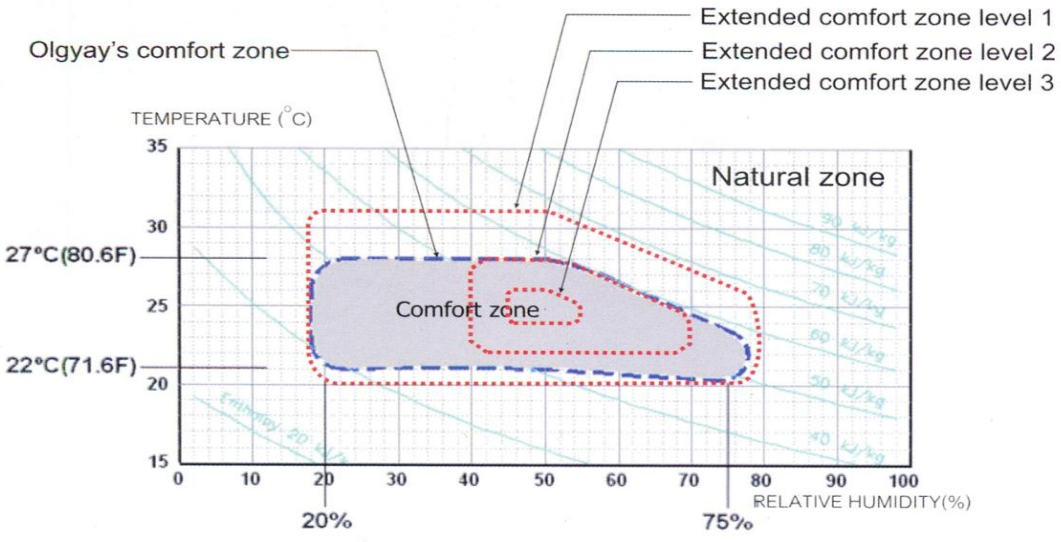
5.2 การทำนายอุณหภูมิสบายจากสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ถดถอย

ความรู้สึกสบาย ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปรับอากาศ มีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศที่ความเร็วลมเบาๆ (1 กม./ชม.) ความชื้นสัมพัทธ์ 50% และอุณหภูมิอากาศเท่ากับอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน จะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิ 33°C โดยอุณหภูมิอากาศที่ทำให้รู้สึกสบายอาจต่ำกว่านี้ได้ถ้าอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ หรือความเร็วลมเพิ่มขึ้น หรือความชื้นสัมพัทธ์ลดลง

เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่า มีค่าสูงว่าอุณหภูมิที่ได้จากการวิจัยในอดีต ซึ่งทำให้เขตภูมิอากาศอบอุ่น (Temperate Zone) โดยมาตรฐานอุณหภูมิสบายของเยอรมัน1 คือ 21.1°C เมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซนต์ หรือจากการวิจัยที่ประเทศอังกฤษ2 พบว่าอุณหภูมิสบายเมื่อมีลมน้อย (ไม่เกิน 50 fpm) ในฤดูร้อนคือ 18.9°C จะเห็นว่าเมื่ออยู่ในเงื่อนไขเดียวกัน คือมีความเร็วลมต่ำและมีความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซนต์ คนไทยจะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิ 28.26°C วิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิสบายของคนที่อยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น และอยู่ในกิจกรรมพักผ่อนในสถานที่จริง จะสูง

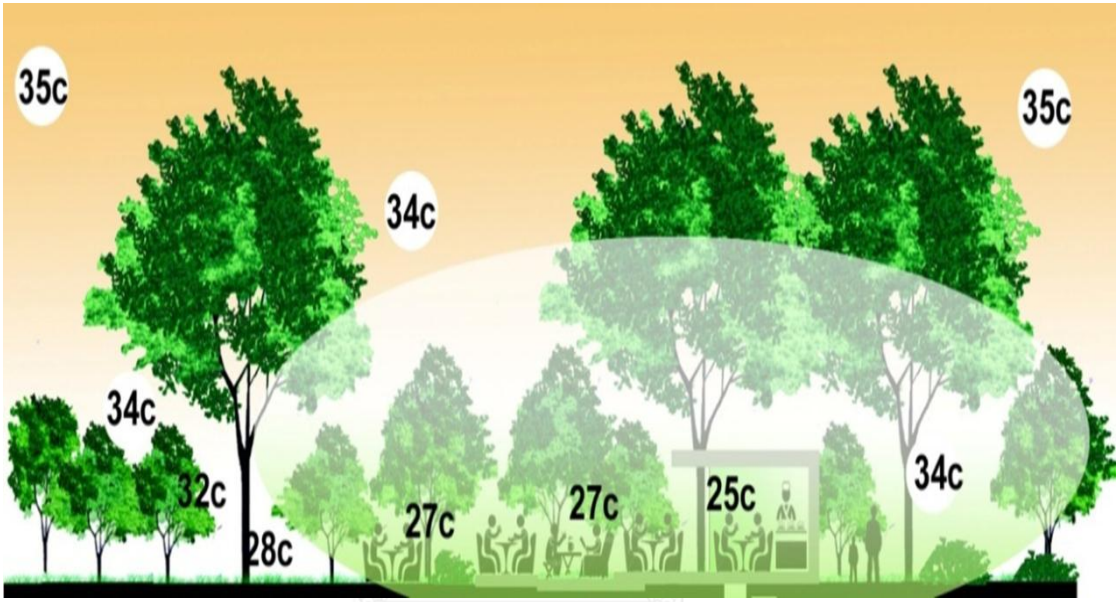
กว่าอุณหภูมิสบายของคนที่อยู่ในเขตภูมิอากาศอบอุ่น เนื่องจากความคุ้นเคยกับสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงเกือบตลอดปี การได้อยู่ในสถานที่ที่มีความคุ้นเคย และการทำกิจกรรมที่ไม่เคร่งเครียดก็ทำให้สามารถยอมรับอุณหภูมิสูงได้เช่นกัน

เทคนิคที่ใช้เพื่อช่วยให้สภาพอากาศในพื้นที่เข้าใกล้เขตสบายมากยิ่งขึ้น คือ การจัดกลุ่มพื้นที่สำหรับกิจกรรมบางประเภทที่ไม่ต้องการควบคุมสภาพอากาศมากนัก เช่น การรับประทานอาหาร การนั่งเล่น การอ่านนิตยสาร หรือ วารสารที่ไม่จำเป็นต้องใช้สมาธิมาก เป็นต้น กิจกรรมเหล่านี้สามารถกระทำได้แม้ว่าสภาพอากาศจะมีความเปลี่ยนแปลง จึงไม่จำเป็นต้องควบคุมสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่มากนัก ทำให้เสมือนว่าสามารถขยายเขตสบายออกจากขอบเขตเดิมที่ Olqyay กำหนดไว้ได้ในเบื้องต้นคาดว่าจะสามารถขยายเขตสบายขึ้นได้อีก 3 องศาเซลเซียส และเมื่อผสมผสานกับการใช้การไหลเวียนอากาศภายในพื้นที่จะยิ่งช่วยให้สามารถขยายสภาวะน่าสบายในพื้นที่ได้มากขึ้น โดยระดับความสบายของเขตสบายร้านกาแฟตามสภาพอากาศและกิจกรรมสามารถเป็นตามระดับความสบาย เขตสบายระดับธรรมชาติ เขตสบายระดับที่ 1 (Extended Comfort Zone Level 1) เป็นสภาพแวดล้อมที่สภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเหมาะสำหรับกิจกรรมทั่วไปที่ไม่จำเป็นต้องช้สมาธิมาก พื้นที่ในร้านกาแฟที่มีการใช้งานท่ามกลางสภาพภูมิอากาศในระดับดังกล่าวเรียกว่า พื้นที่ควบคุมด้วยระบบธรรมชาติ(Passive Zone)



ภาพที่ 5. 2 แสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติกที่แบ่งเขตสบายออกเป็น 4 กลุ่มจากการวิเคราะห์อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ประกอบกัน

กล่าวโดย สรุปคือ ร้านกาแฟที่มีพื้นที่นั่งภายนอก ซึ่งจัดอยู่ในเขตสบายระดับที่ 1 (Extended Comfort Zone Level 1) เป็นสภาพแวดล้อมที่สภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเหมาะสำหรับกิจกรรมทั่วไปที่ ไม่จำเป็นต้องใช้สมาธิมาก พื้นที่ในร้านกาแฟที่มีการใช้งานท่ามกลางสภาพภูมิอากาศในระดับดังกล่าวเรียกว่า พื้นที่ควบคุมด้วยระบบธรรมชาติ (Passive Zone)



ภาพที่ 5. 3 รูปตัดแสดงร้านกาแฟที่ปรุงแต่งสภาพแวดล้อม เพื่อความรู้สึกสบาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5. 4 ร้านกาแฟที่ปรุงแต่งสภาพแวดล้อม เพื่อความรู้สึกสบายของผู้ที่เข้ามานั่งทานกาแฟ

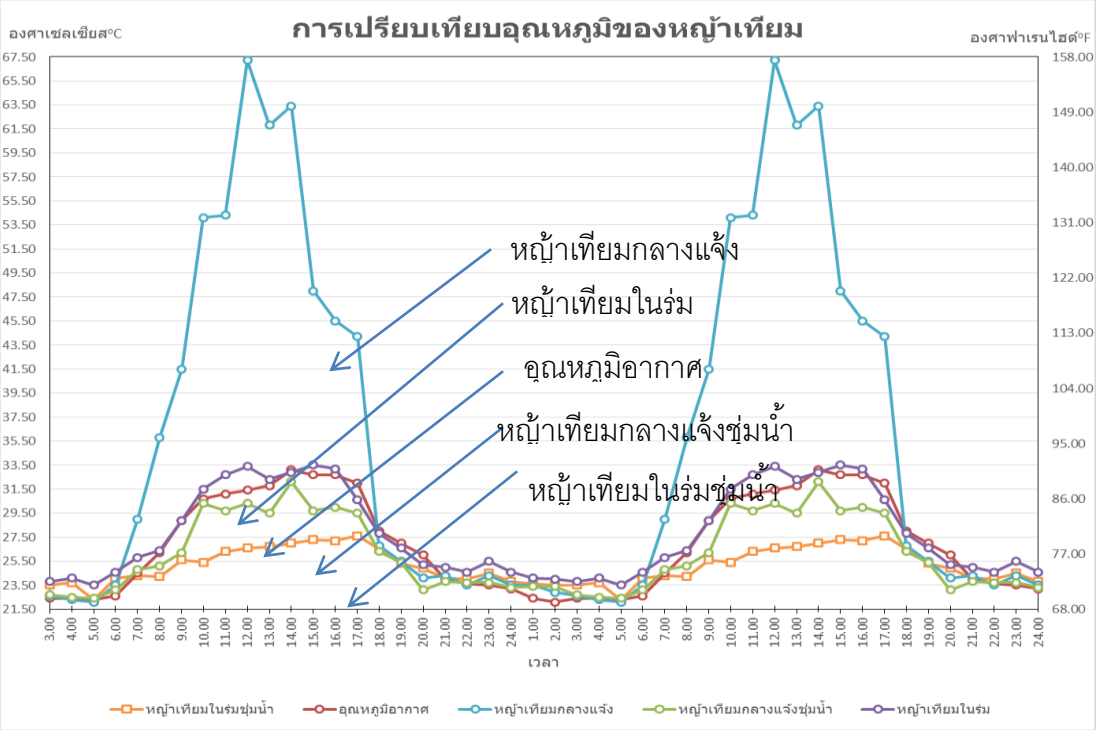
5.3 ตัวแปรที่มีอิทธิพลมาประยุกต์ใช้กับร้านกาแฟ เพื่อเสนอแนะเป็นแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

5.3.1 อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) ลดการแผ่รังสีความร้อน ของผิวด้านใต้หลังคาร้านกาแฟ ด้วยการ

5.3.1.1 เพิ่มฉนวนความร้อนแก่วัสดุหลังคา ทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดความรู้ร้อน-หนาวกว่าอุณหภูมิอากาศจริง เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนโดยผิววัตถุหรืออาคารรอบๆตัวผู้ใช้อาคาร ในกรณีศึกษาร้านกาแฟที่ไม่มีการปรับอากาศที่ส่งผลกระทบกับผู้ใช้อาคารมากที่สุดมาจากการลดการแผ่รังสีความร้อนจากผิวด้านใต้หลังคา เนื่องจากพื้นที่ผิวหลังคาได้รับอิทธิพลความร้อนจากแสงอาทิตย์ในปริมาณมากเมื่อเทียบกับผิววัตถุอื่นๆในสภาพแวดล้อมภายในร้านกาแฟ การแผ่รังสีความร้อนจากผิวหลังคาจึงมีอิทธิพลกับผู้ใช้อาคารมากกว่าแผ่รังสีความร้อนจากผิววัตถุอื่นๆ นอกจากการสกัดกั้นแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวด้านบนของหลังคา การเพิ่มฉนวนความร้อนให้แก่หลังคายังเป็นอีกแนวทางการที่สำคัญเพื่อลดอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนที่ผิวด้านใต้หลังคาที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสกัดกั้นแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิววัตถุรอบๆ ตำแหน่งที่นั่งดื่มกาแฟ สามารถลดการแผ่รังสีความร้อนโดยรวมจากสภาพแวดล้อมลงได้

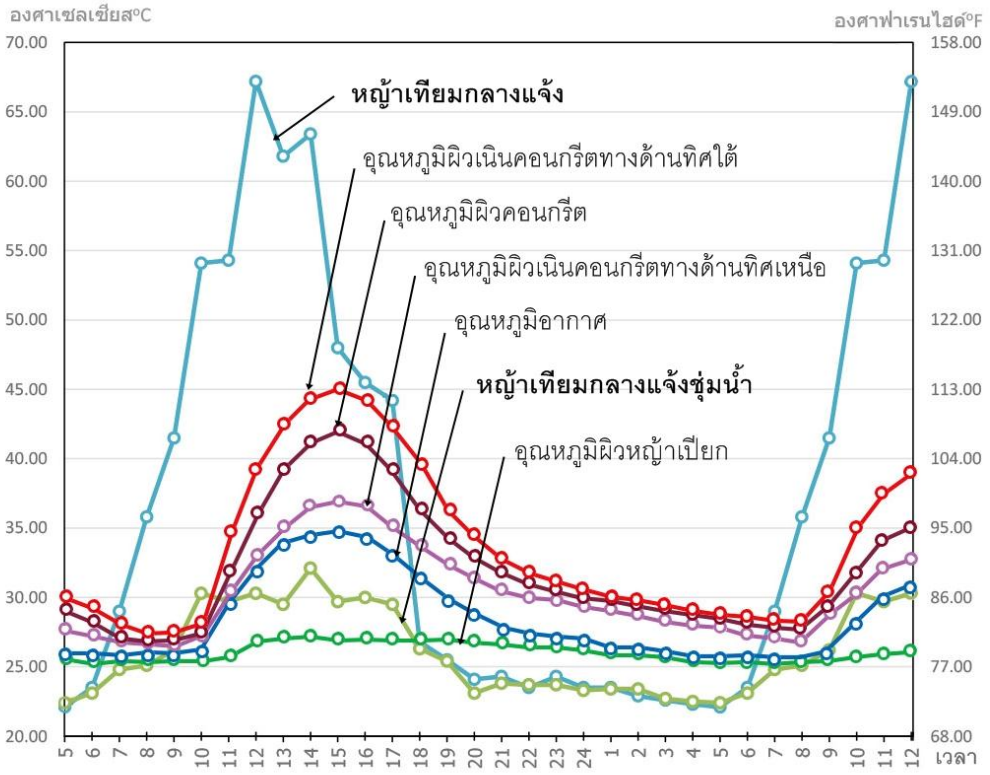
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3.1.2 การใช้วัสดุปูพื้นด้วยหญ้าหรือหญ้าเทียมในร่ม เพื่อเป็นการลดอิทธิพลความร้อนที่จะแผ่รังสีเข้าสู่ร่างกาย จากการเก็บข้อมูลหญ้าเทียบในลักษณะต่างๆ พบว่าหญ้าเทียมกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงถึง 67.50 องศาเซลเซียส ดังนั้นการใช้หญ้าเทียมในการเป็นวัสดุปูพื้นเพื่อจะช่วยลดอุณหภูมินั้น ควรจะเป็นหญ้าเทียมในร่มและมีความชุ่มน้ำโดยมีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ซึ่งจะสังเกตุว่าจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ



ภาพที่ 5. 5 แสดงค่าเปรียบเทียบอุณหภูมิความร้อนของหญ้าเทียม กับอุณหภูมิอากาศ (ข้อมูล ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2557)

เมื่อศึกษาเพิ่มเติมจากวัสดุปูพื้นคอนกรีตพบว่า อุณหภูมิของคอนกรีตทางด้านทิศใต้ที่มีอุณหภูมิสูงถึง 45 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิหญ้าเทียมมีอุณหภูมิหญ้าเทียมสูงกว่าคอนกรีต 22 องศาเซลเซียส แต่ทั้งคอนกรีตและหญ้าเปียกก็ยังมีอุณหภูมิสูงกว่าหญ้าในร่มซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ดังนั้นแนวทางการเลือกวัสดุปูพื้นควรจะเลือกวัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิอากาศเพื่อลดการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ร่างกายที่จะทำให้ให้รู้สึกร้อน



ภาพที่ 5. 6 แสดงการอุณหภูมิของคอนกรีต กับหญ้าเทียม เมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศ

5.3.1.3 ความเร็วลม

จากการศึกษาอิทธิพลของความเร็วลม โดยพิจารณาจากแผนภูมิไบโอไคลเมตริก ทำให้ทราบได้ว่า การที่ความเร็วลมที่มีอิทธิผลสูงต่อความรู้สึกสบายในบริเวณนอกร้านกาแฟ เนื่องจาก

- สภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์สูงนั้น การทำให้เหงื่อที่ผิวกายระเหยเพื่อเป็นการระบายความร้อนออกจากร่างกายเป็นไปได้ยาก เพราะไอน้ำที่มีอยู่มากในบรรยากาศจะทำให้อัตตราการระเหยเป็นไปอย่างช้าๆ ดังนั้นเมื่อต้องการเพิ่มอัตราเร่งการระเหยของเหงื่อ จึงจำเป็นต้องใช้การเคลื่อนที่ของอากาศช่วย เมื่อมีลมพัดผ่านคนจึงรู้สึกสบาย
- การเคลื่อนที่ของอากาศที่มีในสถานที่จริงนั้นมักเป็นการเคลื่อนี่แบบไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีผลทำให้คนรู้สึกเย็นสบายได้มากกว่าลมที่เคลื่อนที่แบบสม่ำเสมอ
- เมื่อบรรยากาศมีความดันไอน้ำอยู่สูง เราจะรู้สึกว่าสภาพภูมิอากาศในเวลานั้นไม่สบาย การเคลื่อนที่ของอากาศช่วยให้ความรู้สึกอึดอัดเนื่องจากการมีความดันไอน้ำในบรรยากาศสูงคลายลงได้ เช่น การใช้พัดลมไอน้ำ

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อหาแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ โดยวิธีการรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์จากแบบสอบถาม เครื่องมือวัด และวิเคราะห์ทางด้านสถิติ

6.1.1 ข้อมูลจากการสำรวจและวิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อสรุปตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ พบว่าต้องเลือกใช้ตัวแปรอิสระ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ Globe Temperature หรือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย ทีละตัวแปรวิเคราะห์การถดถอยร่วมกับตัวแปรอิสระอื่น ๆกับความรู้สึกร้อนหนาว เพื่อพยากรณ์ระดับความรู้สึกร้อนหนาวได้โดยไม่มีปัญหามัลติโคลิเนียริตี้

6.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์ถดถอยโดย ต้องเลือกใช้ตัวแปรอิสระ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ Globe Temperature หรือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย ทีละตัวแปรวิเคราะห์การถดถอยร่วมกับตัวแปรอิสระอื่น ๆกับความรู้สึกร้อนหนาว เพื่อพยากรณ์ระดับความรู้สึกร้อนหนาวได้โดยไม่มีปัญหามัลติโคลิเนียริตี้ ให้

ตัวแปรตาม Sensation คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว 7 ระดับ มีค่าตั้งแต่ -3 ถึง 3 คือ หนาว ถึงร้อน

ตัวแปรอิสระ

RH	คือ	ความชื้นสัมพัทธ์
Wind	คือ	ความเร็วลม
$Globe$	คือ	Globe Temperature
$TEMP$	คือ	อุณหภูมิอากาศ
Clo	คือ	ค่าความต้านทานความร้อน
MRT	คือ	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ

6.1.2.1 การวิเคราะห์การถดถอย ระหว่าง อุณหภูมิอากาศ ร่วมกับตัวแปรอิสระอื่นๆ กับระดับความรู้สึกร้อนหนาวการวิเคราะห์ความสามารถของตัวแปรอิสระในการทำให้เกิดความรู้สึกสบายต่อสภาพแวดล้อมร้านกาแฟเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยการใช้สมการถดถอย

ตารางที่ 6-1 แสดงระดับความรู้สึกร้อนหนาวการวิเคราะห์เพื่อหาค่าที่ดีที่สุดของตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	สมการทำนาย	Multiple R	R Square	Standard error
Sensation	TEMP ร่วมกับ Wind clo RH	Sensation = -7.3663+0.3050*TEMP - 0.0290*RH -0.1349*Wind	0.7150	0.5112	1.2522
Sensation	Globe ร่วมกับ Wind clo RH	Sensation = -9.0098-0.0202*RH -0.1320*Wind+0.3291*Globe	0.7530	0.5671	1.1784
Sensation	MRT ร่วมกับ Wind clo RH	Sensation = -7.6933-0.0397*RH - 0.1368*Wind+0.3140*MRT	0.7279	0.5298	1.2281

จึงทำการเลือกจากตัวแปรอิสระที่เลือกใช้เพื่อหาค่าความน่าเชื่อถือมากที่สุด เพื่อเลือกมาเป็นสมการพยากรณ์ พบว่า Globe Temperature มีระดับความน่าเชื่อถือสูงสุด โดยระดับความรู้สึกร้อนหนาวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดมากพอสมควร (Multiple R =0.7530) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความรู้สึกร้อนหนาวประมาณร้อยละ (R Square=)56.71R Square = (0.5671ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมา 43.29 ศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความรู้สึกร้อนหนาวจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ) ระดับ 1.1784 Standard error = (1.1784

สรุปว่าผล จากระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ พบว่า ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความรู้สึกเย็นสบายได้ คือ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และ Globe Temperature ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นสมการพยากรณ์จึงเป็น

$$Sensation = -9.0098 - 0.0202 * RH - 0.1320 * Wind + 0.3291 * Globe$$

6.1.3 สรุปแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ ได้แก่ตัวแปร Globe Temperature ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายนอกร้าน ดังนั้นจึงจึงนำตัวแปรทั้ง3 มาประยุกต์ใช้กับร้านกาแฟ เพื่อเสนอแนะเป็นแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ ดังนี้

ตารางที่ 6-2 สรุปแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ

ตัวแปรมีนำมาปรับปรุง	**แนวทางการปรับปรุง**
อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ(MRT)	1. การใช้หลังคาที่ใส่ฉนวน เพื่อสกัดกั้นความร้อนที่จะแผ่รังสีเข้าหาผู้ใช้บริการร้านกาแฟในช่วงที่ร้อนจัดของวันอุณหภูมิผิวใต้หลังคาเพียง 34 °C ซึ่งใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศ 2. การใช้หลังคาที่ใส่ฝ้าเพดานและมีช่องว่างอากาศระบายความร้อน เพื่อสกัดกั้นความร้อนที่จะแผ่รังสีเข้าหา ผู้ใช้บริการร้านกาแฟ 3. การใช้หลังคาที่ใช้การพ่นน้ำบนหลังคา เพื่อลดความร้อนของหลังคา และสกัดกั้นความร้อนที่จะแผ่รังสีเข้าหาผู้ใช้บริการร้านกาแฟ 4. การใช้วัสดุปูพื้นด้วยหญ้าหรือหญ้าเทียมในร่ม เพื่อเป็นการลดอิทธิพลความร้อนที่จะแผ่รังสีเข้าสู่ร่างกาย

ตัวแปรมีนำมาปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ(MRT)	5. ลดการแผ่รังสีจากถนนโดยการใช้ร่มเงาของต้นไม้ เพื่อให้ถนนไม่ร้อน จึงช่วยลดการแผ่รังสีเข้าสู่ร่างกาย 6. ปลูกต้นไม้บดบังและสกัดกั้นการแผ่รังสี ในกรณีที่ร้านอยู่ติดกับอาคารหรือตึกขนาดใหญ่ ลดการแผ่รังสีความร้อนจากตึกโดยการ
อุณหภูมิอากาศ (Temp)	1. ลดอุณหภูมิอากาศ ในกรณีที่ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยการระเหยของน้ำด้วยน้ำพุ หรือน้ำตก กรณีที่ต้องเป็นภายนอกอาคารเท่านั้น หรือเป็นห้องที่เปิดโล่ง เพื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและเมื่อเกิดการระเหยของน้ำก็จะทำให้เกิดความเย็นในพื้นที่นั้นๆ 2. ลดอุณหภูมิอากาศ ในกรณีที่ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยการระเหยของน้ำด้วยพัดลมไอน้ำ กรณีที่ต้องเป็นภายนอกอาคารเท่านั้น หรือเป็นห้องที่เปิดโล่ง 3. ลดอุณหภูมิอากาศ ด้วยการใช้ต้นไม้ใหญ่ที่มีศักยภาพในการดูดน้ำจากใต้ดินไประเหยที่ปากใบและต้นไม้ใหญ่ยังให้ร่มเงาและลดอิทธิพลจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์
ความเร็วลม (Wind speed)	1. การเพิ่มความเร็วลมโดยการหลีกเลี่ยงการ Block ลม ควรที่จะเลือกมุมที่ลมสามารถพัดผ่าน และลมควรเป็นลมที่เย็นที่ผัดผ่านผนังที่เย็น 2. เพิ่มความเร็วลมด้วยการใช้พัดลม
ความชื้นสัมพัทธ์ (RH)	1. การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในกรณีที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและเป็นพื้นที่โล่ง ให้ใช้พัดลมไอน้ำเพื่อลดอุณหภูมิอากาศ และเป็นการเพิ่มความเร็วลม

6.2 ข้อเสนอแนะ

การทำการวิจัยในครั้งนี้ หากมีผู้สนใจในการศึกษาแนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟนี้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมนอกร้านกาแฟ อันได้แก่ ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวัสดุที่จะสามารถควบคุมอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ เช่นวัสดุพื้น ผนัง หลังคา หรือ เครื่องเรือน เช่นโต๊ะ เก้าอี้ ที่ ส่งผลกระทบกับการควบคุมอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (MRT) ศึกษาเพิ่มเติมการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมนอกร้านกาแฟให้รู้สึกสบาย ในต่างจังหวัดที่มีสภาพอากาศที่ต่างจาก กทม และในฤดูกาลอื่น เช่น . ในฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงอากาศที่รุนแรงและ .หนาว ฤดูฝน ซึ่งทางผู้วิจัยได้ศึกษาเพียงแต่ กทมฤดูต้องควบคุมเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ทำให้เกิดความรู้สึกสบาย ยกตัวอย่างเช่น ในฤดูหนาวในเชียงใหม่ จะสามารถปรุงแต่งสภาพแวดล้อมนอกร้านกาแฟให้รู้สึกสบายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

1. Bowring, J.I., *Exercise in a weightless environment.* Phys Ther Rev, 1960. **40**: p. 584-7.
2. ชญาณิน จิตรานุเคราะห์, การวิเคราะห์สาระสำคัญของเทคโนโลยีเรือนไทยภาคกลาง. 2550, กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
3. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers., *ASHRAE handbook. Fundamentals*. 1981, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers: Atlanta, Ga.
4. สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณชีวิตที่ดีกว่า. 2541, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
5. Olgyay, V., *Design with Climate : Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. 1992, New York: Van Nostrand Reinhold.
6. สุนทร บุญญาธิการ, การออกแบบประสานระบบมหาวิทยาลัยชินวัตร 2545, กรุงเทพมหานคร: จี.เอ็ม.แม๊ก มีเดีย.
7. Richard Nisley. *The best clothing combinations for backpacking or hiking*. 2007; Available from: http://www.backpackinglight.com/cgi-bin/backpackinglight/forums/thread_display.html?forum_thread_id=9378&startat=40.
8. Innova AirTech Instruments. *Thermal Comfort*. 1997; Available from: http://www.blowtex-educair.it/DOWNLOADS/Thermal%20Comfort.htm.
9. Infocollections.org. *Climate Responsive Building*. 1993; Available from: http://collections.infocollections.org/ukedu/en/d/Jsk02ce/2.3.html.
10. วัฒนา สุนทรธัย, เรียนสถิติด้วย *SPSS* ภาคสถิสิอิงพารามิตเตอร์. กรุงเทพมหานคร: วิทยพัฒน์.
11. ทรงศิริ แต้สมบัติ, การวิเคราะห์การถดถอย. 2541, สำนักงานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพมหานคร.
12. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers., *ASHRAE Aplication Handbook*. 2001, Atlanta Geogia: I-P Edition.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

13. สุนทร บุญญาธิการ, บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน. 2547, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแบบสอบถาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่.....แบบสอบถามลำดับที่…….
ชื่อร้าน.....ที่อยู่ ..... ที่นั่ง.....

แบบสอบถาม
เพื่อประกอบวิทยานิพนธ์สำหรับปริญญามหาบัณฑิต
หัวข้อเรื่อง :แนวทางการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อความรู้สึกสบายนอกร้านกาแฟ
โดย นางสาวจิตรา สุขประเสริฐ นิสิตปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงใน ❒หรือเติมข้อความลงในช่องว่างตรงตามความเป็นจริง หรือความคิดเห็นของท่าน

1. เพศ ❒ ชาย ❒ หญิง

2. อายุ……ปี

3. อาชีพ ❒ นักเรียน/นักศึกษา ❒ ข้าราชการ/พนักงานราชการ ❒ พนักงานบริษัท
❒ เจ้าของกิจการ/ธุรกิจ ❒ ค้าขาย ❒ เกษตรกร
❒ แม่บ้าน/พ่อบ้าน ❒ รับจ้าง
❒ อื่นๆ (ระบุ)……..

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลด้านความรู้สึกร้อน-หนาวบริเวณภายนอกร้านกาแฟ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่อง ❒ ที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดเพียงช่องเดียว

1. ท่านมีความรู้สึกร้อน-หนาวเมื่ออยู่บริเวณภายนอกร้านกาแฟในระดับใด

❒ ร้อน ❒ อุ่น ❒ ค่อนข้างอุ่น

❒ ไม่ร้อนไม่หนาว ❒ ค่อนข้างเย็น ❒ เย็น

❒ หนาว

2. ท่านรู้สึกว่ามีการเคลื่อนไหวอากาศอยู่ในระดับใด

❒ ลมแรงมาก ❒ ลมแรง ❒ ลมค่อนข้างแรง

❒ ลมกลางๆ ❒ ลมค่อนข้างน้อย ❒ ลมน้อย

❒ ไม่มีลม

3. ท่านชอบ หรือไม่ชอบ มานั่งร้านกาแฟแห่งเพราะเหตุผลอะไร

❒ ชอบ เพราะ(โปรดระบุ)……..

❒ ไม่ชอบ เพราะ (โปรดระบุ)……

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ…….

……..

ภาคผนวก ข
ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำอธิบายอักษรย่อ

TEMP	อุณหภูมิอากาศ (Temperature)
RH	ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)
Wind	ความเร็วลม (Wind Speed)
Clo	เสื้อผ้าที่สวมใส่ หรือค่าต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (Clo-Value)
GT	Globe Temperature
MRT	อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean radiant temperature ; MRT)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

sample	เพศ	อายุ	TEMP	RH	Wind	Clo	GT	MRT	Sensation
1	1	27	31.00	54.00	3.60	0.41	32.00	33.22	1
2	1	29	31.40	55.00	3.80	0.48	32.00	33.40	2
3	1	19	32.20	57.00	4.10	0.41	32.00	34.20	2
4	1	19	32.00	57.00	4.10	0.47	32.00	33.88	2
5	1	19	32.10	57.00	3.60	0.57	32.00	33.58	1
6	1	20	32.30	57.00	4.10	0.52	32.00	33.72	1
7	1	20	32.40	57.00	4.30	0.46	32.00	33.77	1
8	1	21	32.00	57.00	4.10	0.49	32.00	33.58	1
9	1	20	32.80	57.00	4.10	0.51	32.00	33.42	2
10	1	18	33.00	57.00	4.60	0.43	32.00	33.93	1
11	0	27	32.00	47.00	3.60	0.42	32.00	33.50	0
12	1	33	32.00	47.00	3.60	0.35	32.00	33.80	1
13	1	20	33.00	52.00	4.00	0.41	34.00	33.00	2
14	1	30	32.00	53.00	3.60	0.26	34.00	34.00	2
15	0	19	32.00	52.00	3.60	0.41	33.00	37.00	1
16	0	18	32.00	54.00	3.60	0.38	34.00	38.70	0
17	0	21	32.00	52.00	3.60	0.28	34.00	38.00	1
18	0	21	32.00	52.00	3.60	0.53	34.00	38.00	2
19	1	22	32.00	52.00	3.60	0.48	33.00	38.00	2
20	1	20	32.00	52.00	3.60	0.40	34.00	37.00	2
21	1	29	31.40	55.00	3.80	0.39	32.00	39.40	2
22	1	19	32.20	57.00	4.10	0.40	32.00	34.20	2
23	1	21	32.00	57.00	4.10	0.40	32.00	33.58	1
24	1	20	32.80	57.00	4.10	0.57	32.00	33.42	2
25	0	19	32.00	52.00	3.60	0.52	33.00	33.75	1
26	1	27	27.00	60.00	3.60	0.46	27.00	33.22	-1
27	1	29	26.00	60.00	3.80	0.49	28.00	33.40	-1
28	1	19	28.00	60.00	4.10	0.51	25.00	34.20	-2
29	1	19	29.00	60.00	4.10	0.43	27.00	33.88	-1
30	1	29	26.00	60.00	3.80	0.42	28.00	33.40	-1

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

sample	เพศ	อายุ	TEMP	RH	Wind	Clo	GT	MRT	Sensation
31	0	25	23.00	80.00	3.60	0.40	25.00	25.25	-3
32	0	26	23.00	80.00	3.20	0.57	24.00	26.20	-3
33	0	29	24.00	80.00	2.80	0.52	24.00	24.85	-3
34	0	29	25.00	80.00	2.40	0.46	24.00	26.57	-2
35	0	30	25.00	80.50	2.00	0.49	26.00	28.04	-2
36	1	26	33.50	52.00	5.20	0.51	32.30	31.25	0
37	1	31	33.50	47.00	5.20	0.43	32.30	31.25	-1
38	0	20	33.50	47.00	3.30	0.42	32.20	29.90	0
39	0	20	33.50	47.00	3.30	0.46	32.20	29.90	0
40	0	36	34.00	49.00	5.50	0.49	32.50	31.73	0
41	1	42	34.00	49.00	5.50	0.51	32.50	31.73	-1
42	0	25	34.00	49.00	2.60	0.38	32.70	31.98	0
43	1	26	34.00	49.00	2.60	0.28	32.70	31.98	0
44	0	30	34.00	50.00	5.30	0.53	31.80	30.97	3
45	1	31	34.00	50.00	5.30	0.49	31.80	30.97	0
46	1	27	34.00	51.00	7.20	0.51	32.30	31.55	-1
47	0	26	34.00	51.00	3.20	0.43	32.30	31.55	1
48	0	20	34.00	49.00	6.50	0.51	32.00	30.53	-1
49	0	24	34.00	49.00	6.50	0.43	31.80	31.33	2
50	1	37	33.50	50.00	4.10	0.42	31.80	31.88	-2
51	0	30	34.00	51.00	2.30	0.53	31.50	30.12	0
52	1	27	33.50	50.00	9.30	0.49	31.80	32.42	1
53	0	34	33.50	52.00	9.30	0.49	32.00	30.82	0
54	1	30	33.50	52.00	5.50	0.51	31.80	32.85	0
55	1	27	33.50	51.00	3.80	0.41	31.80	30.23	-1
56	0	30	33.50	54.00	4.30	0.26	31.40	29.63	1
57	0	24	33.50	54.00	4.30	0.53	31.40	29.63	0
58	0	26	33.50	56.00	4.30	0.41	30.90	29.40	-1
59	1	27	33.50	51.00	5.20	0.40	30.10	30.47	0
60	0	29	33.50	59.00	3.20	0.39	30.40	32.67	1

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

sample	เพศ	อายุ	TEMP	RH	Wind	Clo	GT	MRT	Sensation
61	1	29	26.00	53.50	5.30	0.38	28.00	28.00	-2
62	1	26	26.00	53.50	5.30	0.37	29.00	29.00	-1
63	0	32	26.00	53.50	5.30	0.36	28.50	27.00	0
64	1	25	26.00	53.50	5.30	0.35	29.60	29.00	0
65	0	31	26.00	53.00	5.30	0.34	28.00	28.00	-2
66	0	30	25.50	56.00	5.20	0.33	26.00	25.42	-3
67	0	31	25.00	55.00	5.00	0.32	25.50	26.20	-2
68	0	29	26.50	58.00	5.50	0.32	26.00	26.43	-1
69	0	28	25.00	60.00	4.80	0.31	25.50	26.38	-2
70	0	31	26.00	54.00	5.30	0.30	26.50	26.35	-3
71	1	42	32.00	51.00	0.80	0.46	32.00	31.67	2
72	1	43	32.00	51.00	0.80	0.49	32.00	32.25	0
73	1	30	31.80	51.00	1.80	0.51	30.60	32.25	0
74	1	30	32.00	51.00	4.00	0.43	31.00	32.28	0
75	1	31	32.00	51.00	4.00	0.42	31.00	31.97	3
76	1	30	31.80	50.00	4.00	0.51	31.00	32.33	1
77	1	40	31.50	53.00	0.50	0.43	32.70	30.83	-2
78	1	33	31.50	53.00	0.50	0.42	32.70	31.22	1
79	1	45	31.50	53.00	0.50	0.43	32.70	29.77	1
80	1	42	31.50	53.00	0.50	0.51	32.70	30.73	0
81	0	22	32.00	50.00	3.30	0.43	32.60	31.63	2
82	0	21	32.50	50.00	3.30	0.41	32.60	31.63	0
83	0	21	32.00	50.00	3.20	0.48	33.00	31.63	3
84	1	21	32.00	50.00	2.20	0.41	32.20	31.43	1
85	1	21	32.20	50.00	2.20	0.47	32.20	31.43	0
86	1	21	32.00	50.00	2.30	0.57	32.20	31.43	3
87	1	20	32.10	51.00	2.20	0.52	32.20	31.43	0
88	1	21	32.20	50.00	2.40	0.46	32.20	31.43	2
89	1	20	32.20	51.00	2.10	0.49	32.20	31.43	1
90	0	21	32.00	50.00	2.10	0.51	32.20	31.43	0

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

sample	เพศ	อายุ	TEMP	RH	Wind	Clo	GT	MRT	Sensation
91	0	33	31.50	51.00	0.50	0.43	31.70	32.87	1
92	1	27	32.00	51.00	1.70	0.42	32.90	33.08	2
93	1	27	31.80	51.00	1.50	0.35	33.60	32.03	3
94	0	26	31.50	51.00	0.40	0.49	33.60	33.35	0
95	0	24	31.50	49.00	0.50	0.51	33.40	31.45	2
96	0	25	24.00	80.00	1.80	0.41	25.00	25.25	-3
97	0	26	25.00	80.00	1.90	0.43	24.00	26.20	-3
98	0	29	26.00	80.00	2.10	0.42	24.00	25.00	-3
99	0	29	26.50	80.00	2.20	0.47	25.00	26.57	-2
100	0	30	27.00	80.50	1.70	0.47	27.00	28.04	-2
101	0	20	32.40	54.00	2.20	0.47	33.30	32.33	2
102	0	21	32.40	54.00	2.20	0.54	33.30	32.33	0
103	0	21	32.40	54.00	2.20	0.57	33.40	32.33	3
104	0	27	32.40	54.00	1.70	0.52	33.30	32.23	1
105	0	21	32.40	54.00	1.70	0.56	33.40	32.23	0
106	1	33	32.40	54.00	11.50	0.44	34.50	33.32	0
107	1	24	32.40	54.00	11.50	0.44	34.50	33.32	0
108	1	41	32.40	54.00	11.50	0.48	34.50	33.32	-1
109	0	27	31.50	52.00	3.70	0.50	34.50	33.32	0
110	1	34	31.50	52.00	3.70	0.44	36.50	32.10	3
111	0	38	31.50	52.00	3.70	0.49	36.50	32.10	0
112	0	28	31.50	52.00	3.70	0.35	36.50	32.10	0
113	0	24	31.80	57.00	1.70	0.49	33.00	32.95	3
114	0	26	31.80	57.00	1.70	0.44	33.00	32.95	3
115	1	27	31.80	57.00	1.70	0.44	33.00	32.95	0
116	1	29	31.80	57.00	1.70	0.44	33.00	32.95	2
117	0	30	31.50	54.00	1.70	0.43	34.00	32.58	2
118	0	26	31.80	52.00	1.50	0.43	33.30	32.58	2
119	0	30	31.80	52.00	1.50	0.43	33.30	34.60	2
120	0	24	31.80	52.00	3.30	0.43	34.30	33.03	3

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

sample	เพศ	อายุ	TEMP	RH	Wind	Clo	GT	MRT	Sensation
121	1	27	31.80	52.00	3.30	0.43	34.30	33.03	3
122	0	26	31.80	52.00	5.70	0.43	34.30	32.48	2
123	0	24	31.80	52.00	5.70	0.43	33.70	32.48	3
124	1	32	31.80	52.00	5.70	0.43	34.40	32.48	0
125	1	28	31.80	52.00	5.70	0.41	35.00	32.48	2
126	0	25	23.00	80.00	6.00	0.47	25.00	25.25	-3
127	0	26	23.00	80.00	6.20	0.47	24.00	26.20	-3
128	0	29	24.00	80.00	6.30	0.57	24.00	24.85	-3
129	0	29	25.00	80.00	5.90	0.43	24.00	26.57	-2
130	0	30	25.00	80.50	5.40	0.43	26.00	28.04	-2
131	0	41	28.60	39.00	2.20	0.50	30.10	29.78	1
132	0	26	28.60	55.00	2.20	0.44	30.10	30.08	0
133	0	24	28.60	43.00	2.20	0.49	29.20	29.93	0
134	0	43	28.60	38.50	1.70	0.35	27.90	27.33	3
135	1	47	28.60	39.50	1.70	0.49	27.90	27.12	3
136	0	30	30.60	37.50	11.50	0.44	30.10	31.35	-1
137	0	39	29.30	38.00	11.50	0.42	30.10	27.33	-1
138	1	29	28.00	38.50	11.50	0.35	31.70	30.77	-1
139	1	32	29.00	39.50	3.70	0.49	31.70	31.72	0
140	1	46	29.00	40.50	3.70	0.41	31.70	31.82	0
141	1	54	29.00	40.50	3.70	0.26	31.70	30.42	0
142	1	37	28.00	40.50	3.70	0.41	31.20	30.93	1
143	0	42	30.00	40.00	1.70	0.38	30.80	30.67	3
144	1	45	32.00	40.00	1.70	0.50	31.70	32.08	2
145	0	26	30.80	40.50	1.70	0.44	31.70	32.08	2
146	0	30	27.00	41.00	1.70	0.49	31.70	31.38	1
147	0	52	27.60	41.00	1.70	0.35	29.00	30.12	0
148	0	26	24.50	50.00	1.50	0.47	26.00	29.17	0
149	0	24	24.00	58.00	1.50	0.57	25.00	28.65	0
150	0	39	24.50	56.00	3.30	0.43	24.00	28.58	-2

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

sample	เพศ	อายุ	TEMP	RH	Wind	Clo	GT	MRT	Sensation
151	0	52	24.50	59.00	3.30	0.43	26.00	28.47	0
152	1	29	24.50	60.00	5.70	0.42	27.00	27.78	-2
153	0	30	24.50	62.00	5.70	0.43	25.00	27.55	-1
154	0	25	26.50	60.00	5.70	0.51	26.00	28.13	-1
155	0	25	27.00	63.00	5.70	0.28	28.00	28.20	-1
156	0	52	25.00	64.00	3.70	0.53	26.00	27.55	0
157	0	40	26.00	65.00	3.70	0.48	25.00	28.13	-2
158	0	25	26.00	58.00	5.70	0.40	24.00	28.65	-1
159	0	39	25.50	58.00	5.70	0.50	26.00	26.58	-1
160	1	29	25.80	59.00	11.50	0.53	25.00	27.78	-1
161	1	28	24.00	68.00	1.50	0.56	26.00	24.86	0
162	1	26	24.50	69.00	1.90	0.59	25.50	24.86	0
163	1	28	25.00	70.00	2.00	0.58	26.00	25.03	0
164	0	29	25.40	69.60	2.00	0.40	24.50	25.37	0
165	0	31	24.80	70.00	2.00	0.40	24.00	25.37	0
166	0	27	24.50	40.00	3.70	0.57	25.00	25.47	-3
167	1	35	23.50	42.00	3.70	0.43	24.00	25.25	-2
168	0	24	23.20	46.00	5.70	0.43	23.50	24.80	-1
169	0	24	24.00	52.00	1.70	0.50	24.00	25.50	0
170	0	26	24.60	51.00	1.70	0.44	24.60	25.90	-2
171	0	24	24.70	39.00	2.00	0.49	24.70	25.40	-3
172	0	31	24.00	47.80	2.10	0.35	24.00	25.00	-3
173	0	28	24.00	48.60	1.60	0.49	24.00	24.70	-2
174	0	47	23.80	49.40	1.80	0.44	23.80	24.90	0
175	0	39	23.90	50.20	1.78	0.42	24.10	24.70	0
176	0	36	23.90	51.00	1.76	0.35	24.00	25.60	-3
177	1	28	25.00	51.80	1.74	0.44	25.00	25.10	-3
178	1	45	25.00	52.60	1.72	0.44	25.00	25.90	-2
179	0	27	24.80	53.40	1.70	0.48	24.80	25.70	-3
180	1	45	26.00	54.20	1.68	0.50	25.00	25.20	-2

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

sample	เพศ	อายุ	TEMP	RH	Wind	Clo	GT	MRT	Sensation
181	0	26	24.00	55.00	1.66	0.44	24.00	24.70	-2
182	1	28	25.00	55.80	1.64	0.35	25.00	25.40	-3
183	0	47	25.60	56.60	1.62	0.49	26.00	25.60	0
184	0	39	24.50	57.40	1.60	0.51	24.50	24.90	0
185	0	27	24.30	58.20	1.58	0.28	24.30	24.50	-3
186	0	27	24.80	59.00	1.56	0.53	24.80	25.20	-3
187	1	28	24.90	59.80	1.54	0.43	24.90	25.50	-3
188	0	24	23.90	60.60	1.52	0.42	23.90	25.40	-3
189	0	31	24.70	61.40	1.50	0.40	24.70	24.70	-3
190	0	24	24.80	62.20	1.48	0.50	24.80	25.10	-3
191	0	31	24.80	63.00	1.46	0.53	25.50	25.40	-3
192	0	28	25.00	63.80	1.44	0.51	25.00	25.10	-2
193	0	47	25.70	64.60	1.42	0.28	25.50	25.00	0
194	0	39	25.90	65.40	1.40	0.53	25.90	25.00	0
195	1	45	23.00	66.20	1.38	0.43	24.00	25.60	-2
196	1	28	24.00	68.00	1.50	0.41	26.00	24.86	-3
197	1	26	24.50	69.00	1.90	0.48	25.50	24.86	-2
198	1	28	25.00	70.00	2.00	0.52	26.00	25.03	-1
199	0	29	25.40	69.60	2.00	0.46	24.50	25.37	-2
200	0	31	24.80	70.00	2.00	0.49	24.00	25.37	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University