การออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

น.ส.พิมพ์ชนก สินสมบูรณ์ชัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENERGY DATA COMMUNICATION DESIGN FOR OFFICE BUILDING: A CASE STUDY OF CU BEMS PROJECT CHARMCHURI 5 CHULALONGKORN UNIVERSITY

Miss Pimchanok Sinsomboonchai

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Architecture
Department of Architecture
FACULTY OF ARCHITECTURE
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โดย	น.ส.พิมพ์ชนก สินสมบูรณ์ชัย
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พิมพ์ชนก สินสมบูรณ์ชัย : การออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ENERGY DATA COMMUNICATION DESIGN FOR OFFICE BUILDING: A CASE STUDY OF CU BEMS PROJECT CHARMCHURI 5 CHULALONGKORN UNIVERSITY) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานระหว่างข้อมูลภาพ และข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อออกแบบและประเมินรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานที่ส่งผลต่อแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงาน และคุณภาพในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันของผู้ใช้อาคาร โดยงานวิจัยนี้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 40 คน ใช้วิธีดำเนินงานวิจัยแบบผสมผสาน ประกอบด้วยวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ และวิธีวิจัยเชิงปริมาณ โดยเก็บข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม และการใช้แบบสอบถามวัดระดับแรงจูงใจต่อการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน 5 ระดับ หลังทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบคือ 1) รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติซึ่งเป็นรูปแบบเดิมของโครงการ CU BEMS 2) รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง 3) รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม ทดลองใช้งานรูปแบบละ 1 สัปดาห์ รวม 3 สัปดาห์ เพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาการออกแบบครั้งที่ 2 เพิ่มเติมเป็นรูปแบบที่ 4 รูปแบบผสมผสานระหว่างภาพเสมือนและข้อมูลเชิงสถิติ เปรียบเทียบระดับแรงจูงใจกับการออกแบบครั้งที่ 1 และทดสอบความสามารถในการใช้งาน ด้วยวิธีการทดสอบทางไกล (Remote Usability Testing) ตามหลัก ISO 9241-11 วิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับแบบสอบถามความพึงพอใจจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (PSSUQ)

ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการสื่อสารข้อมูลพลังงานในสำนักงาน ควรประกอบด้วย 6 ส่วนได้แก่ 1) ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน 2) ส่วนการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน 3) ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลพลังงาน 4) ส่วนการให้รางวัล 5) ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน 6) ส่วนการแจ้งเตือน การใช้เว็บแอปพลิเคชันทั้ง 4 รูปแบบ ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ารูปแบบผสมผสานส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานมากที่สุด จากการทดสอบความสามารถในการใช้งานพบว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานถูกต้องสมบูรณ์ 100% มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จึงสรุปได้ว่าการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจึงควรเป็นรูปแบบผสมผสาน และเนื่องจากการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้อยู่ระหว่างสถานการณ์การแพร่ระบาดเชื้อไวรัสโคโรน่า (COVID-19) ทำให้อาคารจามจุรี 5 ปิดทำการ จึงไม่สามารถวัดผลการใช้พลังงานจริงของอาคารได้ ท้ายที่สุดหากมีการศึกษาเพิ่มเติมงานวิจัยนี้จึงเสนอให้ขยายผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารก่อน และหลังการทดลอง เพื่อศึกษาการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6173568025 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORD: Energy saving in workplace, Web application, Persuasive Technology

Pimchanok Sinsomboonchai : ENERGY DATA COMMUNICATION DESIGN FOR OFFICE BUILDING: A CASE STUDY OF CU BEMS PROJECT CHARMCHURI 5 CHULALONGKORN UNIVERSITY. Advisor: Asst. Prof. VORAPAT INKAROJRIT, Ph.D.

The goals of this study are to evaluate an effective web application platform for energy data communication in the office building by comparing between visual data and statistical data in order to design and evaluate the results of the proposed persuasive effects model. The participants are forty office workers who work in Chamchuri 5 building, Chulalongkorn University. The study has been applied mixed research methods which include qualitative and quantitative research. The information was collected by a focus group and rating scale surveys to examine the persuasive levels of energy reduction in the office building. The study is to be conducted in three weeks and participants will receive three different web application platforms for each week which included 1) Statistical data, as the same platform of CU BEMS 2) Visual pet data and 3) Visual farm data. The result was adopted to second web application design which is the fourth type (mixed web application) to compare persuasion levels with the first design. Evaluation through remote usability testing and analyzed with post-study system usability questionnaire regarding to ISO 9241-11.

The major findings have revealed that the effective energy communication web application must include six following elements such as 1) Suggestion of how to decrease energy consumption, 2) Energy self-monitoring, 3) Energy consumption comparison, 4) Virtual Rewards, 5) Application instructions and 6) Notification message. There are different results in each application which indicates the persuasion levels with the statistical significance level at .05. And the mixed web application is the most persuasive. The result from usability testing shown that the mixed web application is 100% effective as all tasks were completed by all participants and overall satisfaction was in highest level. This research is in the middle of the coronavirus (COVID-19) situation, so the energy consumption of the building could not be measured. In addition, the suggestions for future research are to analyze an actual energy data before and after web application testing for more information.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Architecture Student's Signature .....
Academic Year: 2020 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา รวมทั้งข้อคิดที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการทำวิทยานิพนธ์และการดำเนินชีวิต

ขอขอบพระคุณประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน กรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร และกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย และการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจาย์ ดร.กุลยศ อุดมวงศ์เสรี หัวหน้าโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS: Building Energy Management System) ในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำ และคำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ปฏิบัติงานในอาคารจามจุรี 5 ทุกท่านที่ได้สละเวลาเข้าร่วมการวิจัยทั้งเสนอความคิดเห็นต่อการออกแบบ ร่วมทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชัน และตอบแบบสอบถาม รวมถึงผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อนๆ และผู้ร่วมงานท่านที่เป็นกำลังใจ สนับสนุนและช่วยผลักดันตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พิมพ์ชนก สินสมบูรณ์ชัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 ขอบเขตการศึกษา 4

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

1.6 ผังขั้นตอนลำดับในการดำเนินงานวิจัย 6

1.7 นิยามและคำจำกัดความของศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย 7

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงาน 8

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อการโน้มน้าวใจ (Persuasive Technology) 11

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience-Design) 13

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface design) 15

2.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (Infographic) 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคาร 17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 28
3.1 ส่วนที่ 1 การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น 28
3.2 ส่วนที่ 2 ออกแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 1 30
3.3 ส่วนที่ 3 การเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนารูปแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 2 37
3.4 ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์ผลการศึกษา 42
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปราย 45
4.1 ผลการวิจัยและอภิปรายจากการสนทนากลุ่ม (Focus Group) 45
4.2 ผลการวิเคราะห์แรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน 50
4.3 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน 59
4.4 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักจากการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันทั้ง 4 รูปแบบ 62
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 63
5.1 สรุปผลงานวิจัย 63
5.2 ข้อเสนอแนะ 67
บรรณานุกรม 69
ภาคผนวก 75
ภาคผนวก ก. บันทึกข้อความคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน 76
ภาคผนวก ข. เครื่องมือในการสนทนากลุ่ม 90 นาที 78
ภาคผนวก ค. เครื่องมือในการสอบถามรายบุคคล 81
ภาคผนวก ง โครงเรื่องสำหรับงานทดสอบ (Scenario) 85
ภาคผนวก จ เครื่องมือในการสอบถามรายบุคคล 86
ประวัติผู้เขียน 90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคาร 24

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการเก็บข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม 40

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการสำรวจโดยแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจในการใช้งาน 41

ตารางที่ 3.3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลความสามารถในการใช้งาน และแรงจูงใจจากการใช้เว็บ แอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน 42

ตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์ระดับแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ (n=40) 51

ตารางที่ 4.2 ผลวิเคราะห์ความถูกต้องสมบูรณ์ของงานที่ทำ 59

ตารางที่ 4.3 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงาน 60

ตารางที่ 4.4 ผลวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน (n=5) 61

ตารางที่ 4.5 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ และรูปแบบผสมผสาน 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 ที่ตั้งจอแสดงผลข้อมูลพลังงานในโครงการ CU BEMS 1
ภาพที่ 1.2 เว็บไซต์โครงการ CU BEMS ในปัจจุบัน 3
ภาพที่ 1.3 แผนผังขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย 6
ภาพที่ 2.1 แบบจำลองการเลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดย Fogg (1998) 9
ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของเทคนิคการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน ... 11
ภาพที่ 2.3 ตัวย่างหน้าจอโปรแกรม loop11 14
ภาพที่ 2.4 เกมเพื่อประหยัดพลังงาน 18
ภาพที่ 2.5 ตู้ปลาดิจิทัล (Digital Aquarium) 18
ภาพที่ 2.6 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อแสดงข้อมูลพลังงาน 19
ภาพที่ 2.7 หน้าส่วนแสดงผลข้อมูลพลังงาน 20
ภาพที่ 2.8 เกมสัตว์เลี้ยงเสมือนจริง : Energy Chicken 21
ภาพที่ 2.9 ส่วนควบคุมการแสดงผลพลังงานในอาคารสำนักงาน 21
ภาพที่ 2.10 หน้าควบคุมข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร 22
ภาพที่ 2.11 เปรียบเทียบการให้ข้อมูลพลังงานระหว่างรูปแบบแผนภูมิ และภาพต้นไม้ 23
ภาพที่ 2.12 เว็บแอปพลิเคชันสำหรับมือถือเพื่อการสื่อสารข้อมูลพลังงาน 23
ภาพที่ 3.1 การแสดงผลและการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงาน 29
ภาพที่ 3.2 การจัดอันดับการอนุรักษ์พลังงานของหน่วยงานต่าง ๆ ในอาคาร 29
ภาพที่ 3.3 การแปลงข้อมูลพลังงาน 30
ภาพที่ 3.4 รูปแบบที่ 1 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบสัตว์เลี้ยง 31
ภาพที่ 3.5 รูปแบบที่ 2 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบระบบนิเวศในฟาร์ม 31
ภาพที่ 3.6 รูปแบบที่ 3 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ 31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำการลดใช้พลังงานในสำนักงาน 32
ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างการแสดงผลพลังงานอาคารระดับดี ระดับควรปรับปรุง และระดับแย่ 33
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างส่วนการเปรียบเทียบพลังงานรูปแบบภาพเสมือน 34
ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างส่วนการให้รางวัล 35
ภาพที่ 3.11 การจัดหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบสุ่ม 38
ภาพที่ 4.1 ผังมโนทัศน์ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม 49
ภาพที่ 4.2 ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน 53
ภาพที่ 4.3 ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน 54
ภาพที่ 4.4 ส่วนการการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน 55
ภาพที่ 4.5 ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร 56
ภาพที่ 4.6 ส่วนการให้รางวัล 56
ภาพที่ 4.7 ส่วนการแจ้งเตือน 57
ภาพที่ 4.8 แผนผังระบบการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน 58
ภาพที่ 5.1 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน 65

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

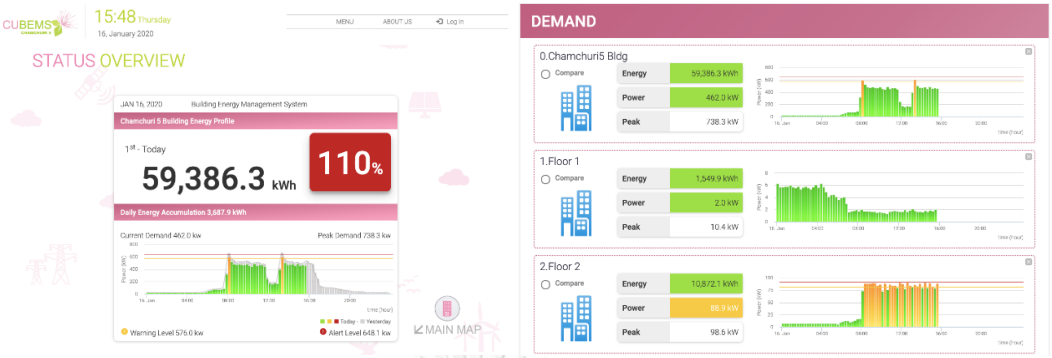
แนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันได้มีการนำระบบมิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Meter) มาใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ถูกออกแบบมาเพื่อแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าแก่ผู้ใช้แบบ ณ เวลาจริง (Real Time) ทำให้สามารถสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานสู่ผู้ใช้อาคารเพื่อวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าด้วยตนเอง นำมาสู่การสร้างนโยบายเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานให้กับผู้ใช้อาคารได้ (จุมพล ทุมมาวัด, 2555) โดยโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS: Building Energy Management System) ในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดทำโครงการโดยศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้นำแนวคิดและระบบการทำงานของมิเตอร์อัจฉริยะมาใช้ทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) และการติดตั้งระบบซอฟท์แวร์ (Software) ซึ่งใช้เว็บแอปพลิเคชันเป็นสื่อหลักในแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารกับผู้ใช้ (User) สามารถให้ผู้ใช้ติดตามข้อมูลพลังงานของอาคาร เปรียบเทียบการใช้พลังงานย้อนหลัง แสดงผลการแข่งขันการอนุรักษ์พลังงานของแต่ละหน่วยงาน และมีการแทรกส่วนกระตุ้นความสนใจเช่น แสดงการจัดอันดับหน่วยงานอนุรักษ์พลังงานดีเด่น การใช้สีและการใช้สัญลักษณ์ (Icon) แจ้งเตือน เพื่อสร้างการรับรู้ความตระหนักในความสำคัญของการใช้พลังงาน

จากการสำรวจพบว่าโครงการ CU BEMS มีการติดตั้งหน้าจอแสดงผลของมูลพลังงานอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริเวณด้านหน้าลิฟต์ทางเข้าอาคาร แสดงดังภาพที่ 1.1

ภาพที่ 1.1 ที่ตั้งจอแสดงผลข้อมูลพลังงานในโครงการ CU BEMS อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอาคารสำนักงานที่มีความพร้อมทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ที่เหมาะสมต่อการติดตามข้อมูลการใช้พลังงานของอาคาร เพื่อสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานสู่ผู้ใช้อาคารโดยตรง อันจะนำมาสู่แรงจูงใจในการติดตามผลการใช้พลังงาน เพื่อส่งเสริมความต้องการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานได้ หากแต่โครงการ CU BEMS ยังไม่สามารถสร้างการดึงดูดความสนใจจากผู้ใช้อาคารให้มีการเกิดปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลพลังงานได้ และผู้ใช้อาคารไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจึงยากต่อการสร้างแรงจูงใจในการติดตามข้อมูลเพื่อการเกิดพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงาน จากการสำรวจหน้าแสดงข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชันของโครงการ CU BEMS พบว่า การสื่อสารข้อมูลพลังงานนั้นเป็นข้อมูลเชิงเทคนิคทางวิศวกรรมศาสตร์และสถิติ ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจของผู้ใช้งานอาคารโดยทั่วไป แสดงดังภาพที่ 1.2 ส่งผลให้การดำเนินโครงการเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารจามจุรี 5 ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากการแสดงผลข้อมูลพลังงานเพื่อสร้างการเกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานนั้นประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบที่สำคัญคือ การเรียนการสอน แรงจูงใจ และการสนับสนุน (Geller, 2002) ซึ่งทฤษฎีนี้ได้ถูกนำมาอ้างอิงในงานวิจัยอย่างหลากหลายตัวอย่างเช่น งานวิจัยโดย Yun (2013) ได้ศึกษาเพิ่มเติมจากทฤษฎีของเกลเลอร์ในการสร้างเทคนิคการออกแบบหน้าควบคุม (Dashboard) เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน ซึ่งสามารถสรุปองค์ประกอบของการสร้างหน้าควบคุมได้ 9 องค์ประกอบได้แก่ ขั้นแรกคือการเรียนการสอนประกอบไปด้วย การให้ความรู้ การให้คำแนะนำ การตรวจสอบด้วยตนเอง ขั้นแรงจูงใจคือการกำหนดเป้าหมาย การแข่งขัน การมีส่วนร่วม ขั้นการสนับสนุนคือ การสื่อสาร การควบคุม และการให้รางวัล นอกจากนี้ยังได้นำเสนอเรื่องการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานโดยการใช้เทคโนโลยีเพื่อการโน้มน้าวใจ (Persuasive Technology) ซึ่งเป็นการใช้นวัตกรรมในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานผ่านการออกแบบที่หลากหลายเช่น การแสดงผลสภาพแวดล้อม การให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการประหยัดพลังงาน การให้ผลข้อมูลพลังงานแบบเวลาจริง การใช้เกมคอมพิวเตอร์ การให้รางวัลเสมือนจริงผ่านแอปพลิเคชันในมือถือ (Yun และคณะ,2013) โดย Chao และคณะ(2010) ได้นำเสนอการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานควรมุ่งเน้นการแสดงข้อมูลที่กระตุ้นอารมณ์ ซึ่งมนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิตเช่น ต้นไม้ สัตว์เลี้ยง หรือฟาร์ม เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยโดย Koop และคณะ(2019) ที่กล่าวว่า การกระตุ้นอารมณ์ผ่านสื่อวีดีโอภาพเคลื่อนไหวหรือรูปภาพสามารถสร้างการตอบสนองและการเรียนรู้เรื่องการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าการให้ข้อมูลความรู้ทางสถิติ ซึ่งการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันของโครงการ CU BEMS นั้นไม่มีส่วนการให้ความรู้ คำแนะนำการอนุรักษ์พลังงาน และส่วนการให้รางวัลนั้นเป็นการแสดงการจัดอันดับหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในแต่ละชั้นของอาคาร ซึ่งในปัจจุบันตำแหน่งที่ตั้งของบางหน่วยงานคละกันไปตามแต่ละชั้น การแสดงผลการจัดอันดับหน่วยงานแยกตามชั้นจึงมีความคลาดเคลื่อน อีกทั้งรูปแบบการสื่อสาร

ข้อมูลพลังงานเป็นข้อมูลเชิงสถิติที่มากเกินความจำเป็น จึงยังไม่สามารถสร้างแรงจูงใจให้เกิดความต้องการติดตามผลการใช้พลังงานที่จะนำมาสู่พฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานได้



ภาพที่ 1.2 เว็บไซต์โครงการ CU BEMS ในปัจจุบัน
(ที่มา: http://www.bems.chula.ac.th/)

งานวิจัยนี้จึงต้องการออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษาโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยนำเทคนิคในการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผ่านการออกแบบหน้าควบคุม (Yun และคณะ,2013) มาวิเคราะห์เพื่อสร้างองค์ประกอบของหน้าเว็บแอปพลิเคชันในการสื่อสารข้อมูลพลังงานอาคารสำนักงาน ร่วมกับหลักการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience Design) หลักการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface Design) และทฤษฎีการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (Infographic) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการสื่อสารข้อมูลพลังงานรูปแบบสถิติ และรูปแบบภาพที่ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามข้อมูลพลังงาน และคุณภาพในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันของผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างการออกแบบสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานระหว่างข้อมูลภาพ และข้อมูลรูปแบบแผนข้อมูลเชิงสถิติ

1.2.2 เพื่อออกแบบและประเมินรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารที่ส่งผลต่อแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงาน และคุณภาพในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันของผู้ใช้อาคาร

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาส่วนการสื่อสารข้อมูลพลังงานจากโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS: Building Energy Management System)

1.3.2 ศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

งานวิจัยเรื่องการออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษาโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 4 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น ส่วนที่ 2 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 1 ส่วนที่ 3 การเก็บข้อมูล และพัฒนารูปแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 2 ส่วนที่ 4 วิเคราะห์และอภิปรายผลการศึกษา

1.4.1 การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น โดยศึกษาแนวคิดและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการสื่อสารข้อมูลพลังงาน เพื่อส่งเสริมการเกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานประกอบไปด้วย ระบบการทำงานของโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงานอาคารจามจุรี 5 (CU BEMS) ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Behavior Change for Energy Conservation) ทฤษฎีการใช้เทคโนโลยีเพื่อการโน้มน้าวใจ (Persuasive Technology) ทฤษฎีการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience Design) ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design) ทฤษฎีการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (Infographic) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นด้านการรับสื่อข้อมูลพลังงานของผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 โดยวิธีการสำรวจผ่านการสังเกต และสอบถามผู้รู้โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) กับผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4.2 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 1 จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การกำหนดรูปแบบภาพเสมือนเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานควรมุ่งเน้นให้เกิดการกระตุ้นทางอารมณ์ซึ่งมนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิตเช่น สัตว์ ต้นไม้ หรือฟาร์ม เป็นต้น (Chao และคณะ,2010) งานวิจัยนี้จึงได้เลือกออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน จำนวน 2 รูปแบบเพื่อทำการศึกษารูปแบบที่เหมาะสมที่สุดต่อการให้ข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานได้แก่ รูปแบบที่ 1 คือภาพแมวซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงที่มีความนิยมมากที่สุด (Global Gfk Survey, 2016) รูปแบบที่ 2 คือภาพระบบนิเวศในฟาร์มซึ่งเป็นรูปแบบที่รวมทั้งสัตว์ และต้นไม้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับการสื่อสารเชิงสถิติซึ่งเป็นรูปแบบการสื่อสารที่ใช้ในเว็บแอปพลิเคชันของโครงการ CU BEMS ในปัจจุบัน

1.4.3 การเก็บข้อมูล และออกแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 2 งานวิจัยนี้ได้แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อเก็บข้อมูลทัศนคติต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ความพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสาร และความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบ นำมาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบก่อนนำไปทดลองใช้จริงกับผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่วนที่ 2 สำรวจการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 รูปแบบ โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน สรุปแนวทางเพื่อพัฒนารูปแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 2 ส่วนที่ 3 ทดสอบความสามารถในการใช้งาน (Usability Testing) ของเว็บแอปพลิเคชันที่ 2 ที่ออกแบบขึ้น และเปรียบเทียบแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานระหว่างการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่ออกแบบครั้งที่ 1 และ 2

1.4.4 การวิเคราะห์ และอภิปรายผลการศึกษา งานวิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ผลการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) วิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ใช้วิธีการจัดระเบียบข้อมูลจากการจดบันทึก และการบันทึกเสียง กำหนดรหัสของข้อมูล (Coding) เพื่อเชื่อมโยงคำสำคัญ นำเสนอข้อมูลในรูปแบบผังมโนทัศน์ (Concept map) (Miles และ Huberman, 1994) เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน 2) วิเคราะห์ผลแรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานโดยใช้การหาค่าสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวน (ANOVA) (Chenและคณะ, 2012) 3) ทดสอบการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (Usability Testing) วิเคราะห์ความถูกต้องสมบูรณ์ (Effectiveness) ประสิทธิภาพ (Efficiency) และความพึงพอใจ (Satisfaction) จากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ตามกำหนดมาตรฐานความสามารถและคุณลักษณะในการใช้งาน (Usability) ISO 9241-11 4) สรุปผลการวิจัย และเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

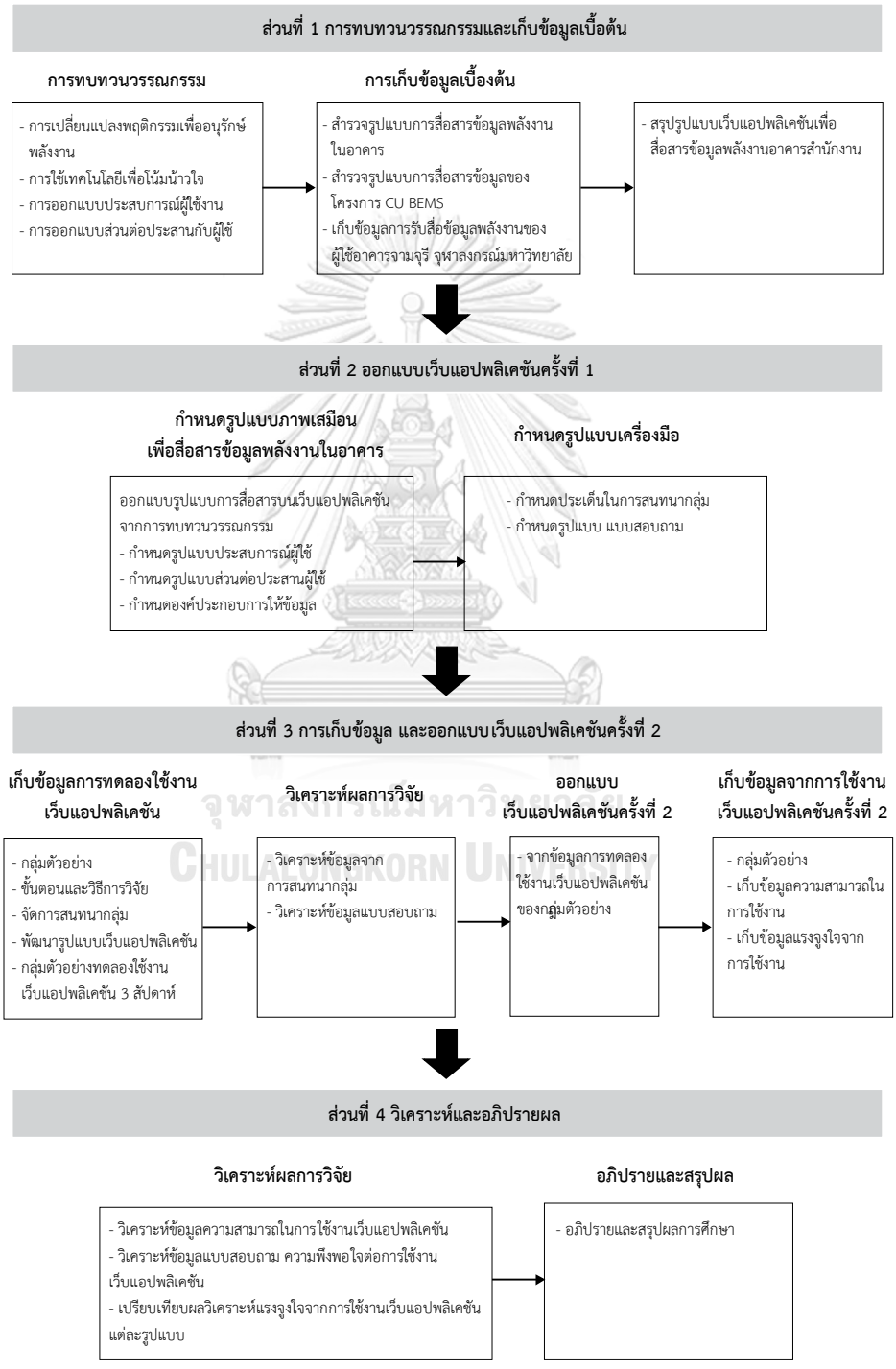
1.5.1 รับรู้ถึงรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานที่เหมาะสมต่อผู้ใช้อาคารสำนักงาน

1.5.2 รับรู้ถึงองค์ประกอบการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน

1.5.3 รับรู้ถึงปัจจัยที่ส่งผลการเกิดแรงจูงใจในการติดตามข้อมูลพลังงาน และคุณภาพในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันของผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.4 เป็นแนวทางในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงาน เพื่อสร้างการเกิดแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานให้กับอาคารสาธารณะที่ผู้ใช้อาคารไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับค่าใช้จ่ายอาคาร

1.6 ผังขั้นตอนลำดับในการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 1.3 แผนผังขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1.7 นิยามและคำจำกัดความของศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) หมายถึง ระบบการทำงานบนเว็บผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือ อินเทอร์เน็ต (Internet) เพื่อเป็นเบราเซอร์ (Browser) สำหรับการใช้งานเว็บต่าง ๆ โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เพื่อใช้งาน (Sittiwa, 2012) และถูกปรับแต่งส่วนการแสดงผลให้มีเท่าที่จำเป็น เพื่อลดทรัพยากรในการประมวลผลของตัวเครื่องสมาร์ทโฟนหรือ แท็บเล็ต ทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้รวดเร็วขึ้น

ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร (Building Energy Management System : BEMS) หมายถึง การจัดการด้านพลังงานในอาคารโดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) เทคโนโลยีมิเตอร์อัจฉริยะ (Smart Meter) และระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติมาทำงานร่วมกันเพื่อส่งเสริมนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2558)

การใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจ (Persuasive Technology) หมายถึง การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ และพฤติกรรมของมนุษย์ ผ่านวิธีการโน้มน้าว และการใช้อิทธิพลของผู้คนในสังคมโดยไม่ใช่การบังคับ (Fogg, 1998)

การออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience Design) หมายถึง การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human – Computer Interaction : HCI) ซึ่งเป็นกระบวนการศึกษาประสบการณ์ผู้ใช้ โดยทั่วไปหมายถึงประสบการณ์ที่มนุษย์ได้รับจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ หรือการบริการ Hassenzahl และ Tractinsky (2006)

การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface Design) หมายถึง การออกแบบการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความง่ายในการใช้งาน และสามารถสร้างความเข้าใจแก่ผู้ใช้ (Xudong & Jiancheng, 2007)

การนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (Infographic) หมายถึง การสื่อสารข้อมูลโดยเป็นการผสมผสานกันระหว่างภาพ และเนื้อหาการออกแบบจึงไม่ใช่เพียงความสวยงาม แต่ต้องสามารถใช้งานทางการสื่อสารให้เกิดประโยชน์ต่อผู้รับได้ (สฤณี อาชวานันทกุล, 2013)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการออกแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งตามหัวข้อดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงาน (Behavior Change for Energy Conservation)

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อการโน้มน้าวใจ (Persuasive Technology)

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience Design)

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design)

2.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (Infographic)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

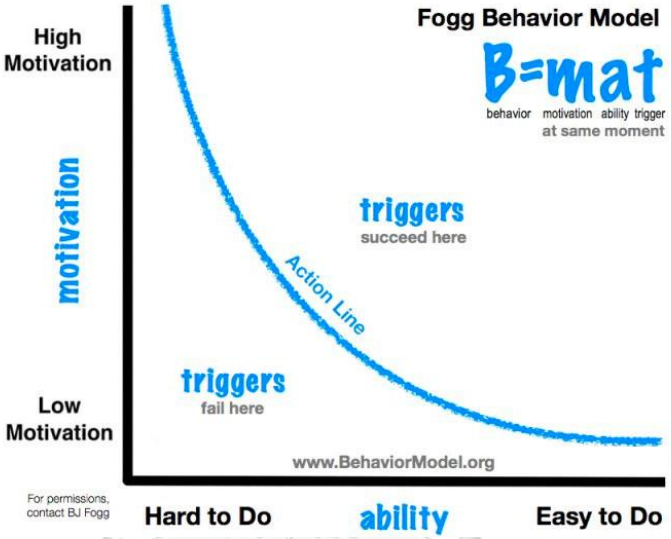
2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

2.1.1 นิยามและความหมายของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

Leavitt (1951) เสนอทฤษฎีพฤติกรรมมนุษย์จะเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของสมมติฐาน 3 ประการอันเป็นพื้นฐานพฤติกรรมมนุษย์ในทุกเพศ และทุกช่วงวัยประกอบไปด้วย พฤติกรรมจะเกิดขึ้นได้จำเป็นต้องมีสาเหตุแห่งการเกิดพฤติกรรมนั้น ๆ (Behavior is Caused) พฤติกรรมจะเกิดขึ้นได้ต้องมีแรงกระตุ้น (Behavior is Motivated) พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจะต้องมีจุดมุ่งหมายเสมอ (Behavior is Goal Directed) จากสมมติฐานข้างต้น กล่าวได้ว่า พฤติกรรมมนุษย์ที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องเกิดจากความต้องการได้รับการตอบสนอง คือ แรงจูงใจและแรงกระตุ้น

2.1.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

Fogg (1998) ได้นำเสนอปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ (Fogg Behavior Model) ประกอบไปด้วยพฤติกรรมที่ต้องการ แรงจูงใจ ความสามารถ และการกระตุ้น ซึ่งต้องเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันเสมอ การเกิดพฤติกรรมจึงมาจากแรงจูงใจและความสามารถในการกระทำ หากแรงจูงใจสูงมนุษย์จะสามารถกระทำในสิ่งที่ยุ่งยากได้ หากแรงจูงใจต่ำการกระทำจึงต้องเป็นเรื่องที่ง่ายกว่า ทฤษฎีแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แบบจำลองการเลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดย Fogg (1998)
(ที่มา: Persuasive Lab,1998)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (Fogg, 1998) Geller (2002) ได้นำเสนอทฤษฎีที่เจาะจงไปที่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน โดยมุ่งเน้นที่องค์ประกอบ 3 รูปแบบที่จะส่งผลต่อการเกิดพฤติกรรมคือ การเรียนการสอน แรงจูงใจ และการสนับสนุน โดย Yun (2013) ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีของเกลเลอร์เพื่อสร้างเทคนิคในการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานประกอบไปด้วย 9 องค์ประกอบดังนี้

1) การให้ความรู้ (Education) คือ การแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงาน (Geller, 2002) Ester และ Winett (1982) ได้ทำการศึกษาโดยการให้ความรู้เรื่องความสำคัญของการลดพลังงานในอาคารสำนักงานพบว่า สามารถลดการใช้พลังงานได้ 28% โดยสามารถทำได้ผ่านการจัดอบรม การให้ข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ขององค์กร

2) การให้คำแนะนำ (Advice) คือ การนำเสนอวิธีการลดใช้พลังงานอาคารสำนักงานสามารถลดการใช้พลังงานได้ 14.4% (Fischer, 2008) ซึ่งปัญหาใหญ่ที่ไม่สามารถสร้างการลดพลังงานในอาคารสำนักงานได้นั้นเกิดจากการขาดความรู้ในทางปฏิบัติ การนำเสนอวิธีการลดพลังงานสามารถทำได้โดยการส่งข้อความผ่านมือถือ การส่งอีเมล์ การให้ภารกิจผ่านเกม (Shiraishiและคณะ, 2009)

3) การติดตามผล (Self-monitoring) คือ การให้ผู้ใช้สามารถติดตามผลการใช้พลังงานได้สามารถลดการใช้พลังงานได้ 4% (Wilhite, Høivik, & Olsen, 1999) โดย Foster (2012) กล่าวว่าพนักงานในสำนักงานต้องการทราบถึงผลการใช้พลังงานที่เป็นรูปธรรม เข้าใจง่ายเช่น การแสดงผลในรูปแบบค่าใช้จ่าย การแสดงปริมาณการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

4) การกำหนดเป้าหมาย (Goal) คือ การตั้งวัตถุประสงค์ของการกระทำจะต้องเป็นรูปธรรมเป็นเป้าหมายระยะสั้น เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติ

5) การเปรียบเทียบ (Comparison) คือ การแสดงผลการใช้พลังงานที่สามารถเปรียบเทียบการใช้พลังงานในอดีตและกับผู้อื่น ซึ่งจะสามารถสร้างแรงจูงใจให้เกิดการลดพลังงานได้ (Fosterและคณะ, 2012)

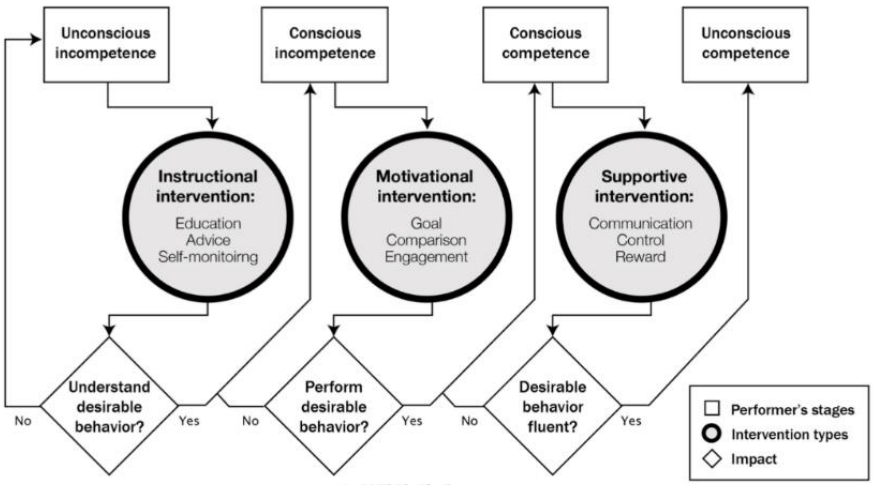
6) การมีส่วนร่วม (Engagement) คือ การสร้างแรงจูงใจต่อความอยากรู้อยากเห็นซึ่งส่งผลต่ออารมณ์ นำมาสู่การเกิดพฤติกรรมการมีส่วนร่วม (Yun และคณะ,2013) สามารถจัดทำได้หลากหลายรูปแบบเช่น การจัดบรรยากาศของสำนักงานที่ส่งเสริมต่อการลดการใช้พลังงาน การสร้างงานศิลปะ การสร้างเกม

7) การสื่อสาร (Communication) คือ การเผยแพร่ข้อมูลการลดใช้พลังงานให้กับผู้อื่นผ่านสื่อสังคมออนไลน์เช่น เฟสบุ๊ค หรือทวิตเตอร์ เพื่อสร้างการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Froehlich, Findlater, & Landay, 2010)

8) การควบคุม (Control) คือ การให้ผู้ใช้สามารถควบคุมการใช้พลังงานได้อย่างง่ายด้วยตนเองผ่านอุปกรณ์เช่น โทรศัพท์มือถือ (Yun และคณะ,2013) โดยการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อกับสัญญาณกับโทรศัพท์มือถือได้

9) การให้รางวัล (Reward) คือ การให้ผลตอบแทนจากการกระทำ และต้องจูงใจให้เกิดการกระทำที่ต่อเนื่อง (Skinner, 1965) โดย Kohlenberg (1976) ได้เสนอเพิ่มเติมถึงการให้ของรางวัลสามารถสร้างแรงจูงใจในการลดใช้พลังงานได้ 15%

โดยความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการออกแบบดังกล่าวแสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของเทคนิคการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (ที่มา: Yun และคณะ, 2013)

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงาน งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาเทคนิคในการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Yun และคณะ,2013) โดยซึ่งมุ่งเน้นไปที่องค์ประกอบการสร้างหน้าควบคุม (Dashboard) โดยเทคนิคที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานมากที่สุด คือ การให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน การตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน การเปรียบเทียบข้อมูลพลังงาน และการให้รางวัล ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้กับการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันในงานวิจัยนี้ได้

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อการโน้มน้าวใจ (Persuasive Technology)

การใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจ เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการผสานกันระหว่างเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และทฤษฎีการโน้มน้าวใจทางจิตวิทยา Fogg (1998) ได้ให้คำนิยามของการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจคือ การโต้ตอบทางเทคโนโลยีที่สามารถโน้มน้าวให้ผู้คนเปลี่ยนแปลงทัศนคติ หรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามความต้องการนั้น ๆ โดยปัจจัยสำคัญในการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจคือเจตนาของผู้ชักชวน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ แรงจูงใจ ความสามารถ และการกระตุ้น ซึ่งหากต้องการสร้างการเกิดพฤติกรรมที่ต้องการจะต้องมีแรงจูงใจ ความสามารถ และการกระตุ้นเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ (Fogg, 1998) นอกจากการสร้าง 9 เทคนิคการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานแล้ว Yun และคณะ (2015) ได้เสนอเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นการใช้นวัตกรรมสร้างการออกแบบที่หลากหลายเช่น การใช้เกมคอมพิวเตอร์ การให้รางวัลเสมือนจริงผ่านแอปพลิเคชันในมือถือเป็นต้น

Meijnders และคณะ (2001) นำเสนอการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจให้เกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารมีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้ผู้ใช้ปรับปรุงพฤติกรรมการใช้งานภายในอาคาร โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร Kukkonen และคณะ (2012) ได้นำเสนอกลยุทธ์การใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวในให้เกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้กันอย่างแพร่พลายคือ การสร้างระบบให้ผู้ใช้สามารถติดตามผลการใช้พลังงานด้วยตนเองได้ โดยแสดงความคืบหน้าของการใช้พลังงาน และสามารถสะท้อนผลการใช้พลังงานได้อย่างต่อเนื่องเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการใช้พลังงานได้ โดยส่วนมากการติดตามผลการใช้พลังงานไม่ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากผู้ใช้รู้สึกถึงความยุ่งยากในการใช้งานระบบ ทำให้ระบบการติดตามผลการใช้พลังงานนั้นไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้งานของผู้ใช้ได้ ซึ่งงานวิจัยโดย Chen และคณะ (2012) ได้นำเสนอการให้ผลข้อมูลการใช้พลังงานด้วยการใช้ภาพหรือวัตถุเสมือนจริงในรูปแบบตู้ปลาดิจิทัล (Digital Aquarium) บ่งบอกถึงสถานะการใช้พลังงานในอาคารเปรียบเทียบกับระบบนิเวศในตู้ปลาโดยนำเสนอผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อกระตุ้นให้เกิดอารมณ์ความรู้สึกในการอนุรักษ์พลังงาน สามารถให้ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับการใช้พลังงานในอาคารได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีการออกแบบภาพเสมือนจริงตามแนวคิดการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจให้เกิดพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงาน สอดคล้องกับงานวิจัยโดย Chao และคณะ (2010) ที่นำเสนอการออกแบบการให้ข้อมูลพลังงานควรมุ่งเน้นให้เกิดการกระตุ้นทางอารมณ์ ซึ่งมนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิตเช่น ต้นไม้ สัตว์เลี้ยง หรือฟาร์ม เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยของ Koop และคณะ (2019) ได้เสนอเพิ่มเติมว่า การกระตุ้นอารมณ์ผ่านสื่อวีดีโอภาพเคลื่อนไหวหรือรูปภาพสามารถสร้างการตอบสนองและการเรียนรู้เรื่องการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าการให้ข้อมูลความรู้ทางสถิติ

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจพบว่า การใช้เทคโนโลยีเพื่อกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารสำนักงานจะต้องมีการให้ข้อมูลพลังงานที่ผู้ใช้สามารถติดตามข้อมูลพลังงานได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ให้ข้อมูลที่มากเกินความจำเป็น เพื่อนำไปสู่เป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานได้ โดยการออกแบบการสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานควรใช้ภาพหรือวัตถุเสมือนจริงในการกระตุ้นอารมณ์ และความรู้สึกของผู้ใช้ ซึ่งควรเป็นรูปแบบของสิ่งมีชีวิตที่ง่ายต่อการรับรู้ และสะดวกในการใช้งาน จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่า เว็บแอปพลิเคชันของโครงการ CU BEMS ในปัจจุบันนั้นมีข้อมูลที่ยากต่อการทำความเข้าใจในผู้ใช้อาคารทั่วไป และมีรายละเอียดที่มากเกินความจำเป็น อีกทั้งเป็นข้อมูลที่ไม่ส่งผลต่อการตอบสนองต่ออารมณ์ความรู้สึกถึงความสำคัญในการอนุรักษ์พลังงาน งานวิจัยนี้จึงได้เลือกศึกษาการออกแบบภาพเสมือนจริงในรูปแบบของสิ่งมีชีวิตบนเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานจากอาคารที่ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

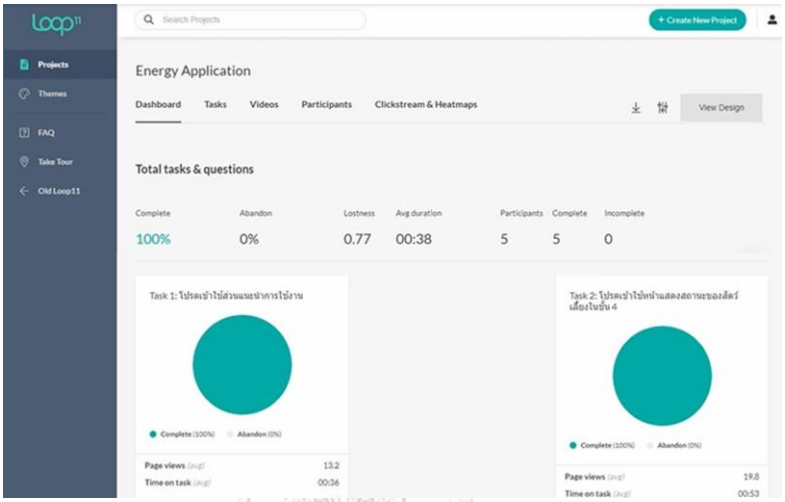
2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience-Design)

Hassenzahl และ Tractinsky (2006) ได้ให้ความหมายว่า ประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience : UX) เป็นการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human – Computer Interaction : HCI) โดยทั่วไปหมายถึง ประสบการณ์ที่มนุษย์ได้รับจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ หรือการบริการ เพื่อเก็บผลข้อมูลและผลตอบกลับ (Feedback) จากผู้ใช้เพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการ การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience Research : UX Research) เป็นการศึกษาประสบการณ์ผู้ใช้โดยมุ่งเน้นด้านอารมณ์ และการใช้งานระบบหรือผลิตภัณฑ์ (Obristและคณะ, 2011) เพื่อให้เกิดการออกแบบตอบสนองความพึงพอใจของผู้ใช้จากข้อมูลปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้และผลิตภัณฑ์ โดยมุ่งเน้นการศึกษาความเข้าใจพฤติกรรม ความต้องการจำเป็น และแรงจูงใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้ (สุวิมล ว่องวาณิช, 2560) ซึ่ง Bergstrom & Strohl (2013) ได้กล่าวว่า การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้นั้นให้ความสำคัญกับองค์ประกอบอื่นที่ส่งผลต่อประสบการณ์ผู้ใช้ที่มากกว่าความสามารถด้านการใช้งาน (Usability) เช่น ความรู้สึก (Emotion) ประสบการณ์ด้านสุนทรียศาสตร์หรือภาพลักษณ์ (Visual and Aesthetic) คุณค่าและความหมายต่อผู้ใช้ (Value and Meaning) ISO 9241-11 ได้กำหนดมาตรฐานความสามารถและคุณลักษณะในการใช้งาน (Usability) คือ ขอบเขตที่กลุ่มผู้ใช้เป้าหมายสามารถใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างบรรลุวัตถุประสงค์ด้วยประสิทธิผล (Effectiveness) ประสิทธิภาพ (Efficiency) และความพึงพอใจ (Satisfaction)

การทดสอบความสามารถในการใช้งานนั้นมีหลากหลายวิธี ทั้งการทดสอบการใช้งานแบบเดี่ยว การทดสอบการใช้งานแบบกลุ่ม ซึ่งการทดสอบการใช้งานแบบเดี่ยวสามารถทำได้ทั้งการจัดทดสอบภายในห้องทดลอง (In-Lab Usability Testing) และการทดสอบทางไกล (Remote Usability Testing) โดยการจัดทดสอบภายในห้องทดลองเป็นวิธีการทดสอบแบบดั้งเดิมคือ ผู้ทำการทดสอบจะได้รับงานทดสอบ โดยมีการบันทึกเวลา และขั้นตอนในการทำงานโดยการตั้งกล้องวีดีโอบันทึกภาพ และมีผู้สังเกตการณ์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง และไม่สามารถสร้างสภาพแวดล้อมในการใช้งานเสมือนจริงได้ แต่ในปัจจุบันได้มีการนำเสนอการทดสอบทางไกล ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถให้ผู้ร่วมทดสอบได้ทดลองระบบ หรือผลิตภัณฑ์ในสภาพแวดล้อม และเวลาจริงได้โดยปราศจากความกดดัน (Hartson & Castillo, 1998) โดยเครื่องมือสำหรับการทดสอบระยะไกลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือ Loop11 พัฒนาโดยโทบี้ บิดเดิ้ล ในปีค.ศ.2009 แสดงดังภาพที่ 2.3 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถติดตั้งเว็บแอปพลิเคชันที่ได้ออกแบบ พร้อมกำหนดชิ้นงานทดสอบ และส่งให้ผู้ร่วมทดสอบใช้งานผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการ โดยโปรแกรมสามารถเก็บข้อมูลการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้วิจัยเข้าถึงข้อมูลเชิงลึก และพฤติกรรมในการเข้าใช้เว็บแอปพลิเคชันได้ ทั้งข้อมูลระยะเวลาในการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทำงานทดสอบ ความสำเร็จของแต่ละงานทดสอบ และภาพบันทึกหน้าจอของผู้ร่วมทดสอบขณะใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งในงานวิจัย (Alharbi & Mayhew, 2015) ได้เปรียบเทียบความสำเร็จของการทำงานทดสอบการใช้งานเว็บไซต์ระหว่างการใช้งานในสภาพแวดล้อมจริง และสภาพแวดล้อมในห้องทดลอง ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ทำงานทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง สามารถทำงานทดสอบได้สำเร็จทั้งหมด 20 ชิ้นงาน ซึ่งสำเร็จมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ทำงานทดสอบภายในห้องทดลองที่ทำงานทดสอบได้เพียง 10 ชิ้นงาน



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรม loop11

นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอวิธีการทดสอบการใช้งานแบบกลุ่ม (Group Usability Testing) เป็นวิธีการทดสอบการ ใช้งานที่สามารถให้ผู้วิจัยได้ศึกษาการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้ใช้ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และสามารถให้ผู้ใช้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่มีต่อการใช้งาน เพื่อเป็นการนำเสนอแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้น ๆ (Bødker & Buur, 2002) Downey (2007) ได้นำเสนอวิธีการทดสอบการใช้งานแบบกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30-50 คน โดยมีวิธีการดำเนินการทดสอบการใช้งานแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ การสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย และพื้นฐานการใช้งานเทคโนโลยี การทดสอบการใช้งานขั้นพื้นฐานจากผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทดสอบ และให้ผู้เข้าร่วมวิจัยได้ทดลองสร้างรูปแบบการใช้งานอย่างง่าย แสดงความคิดเห็นถึงประเด็นปัญหาของผลิตผลิตภัณฑ์

งานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้การทดสอบความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้งแบบกลุ่มและแบบเดี่ยว โดยการทดสอบความสามารถการใช้งานแบบกลุ่มจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อระดมความคิดสร้างต้นแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อนำไปทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง และการทดสอบแบบเดี่ยวผู้วิจัยเลือกใช้คือ การทดสอบทางไกล (Remote Usability Testing) ที่ผู้ร่วมทดสอบจะสามารถใช้งานได้ในสภาพแวดล้อมจริง เพื่อนำข้อมูลเชิงลึกมาวิเคราะห์พัฒนารูปแบบเว็บแอป

พลิเคชันในฉบับสมบูรณ์ที่ตอบสนองต่อความสามารถการใช้งานของผู้ใช้มากที่สุด และเป็นการสร้างเว็บแอปพลิเคชันที่จะสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้ใช้ติดตามผลการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานได้

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface design)

การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface design) คือ การออกแบบการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความง่ายในการใช้งาน และสามารถสร้างความเข้าใจแก่ผู้ใช้ (Xudong & Jiancheng, 2007) มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความสามารถในการใช้งาน (Saha, Mandal, & Pal, 2015) โดยการใช้ภาพเป็นตัวประสานงานกับผู้ใช้เช่น ภาพไอคอน (Icon) และเมนู (Menu) โดย Ramon และคณะ (2016) กล่าวว่า ภาพที่เป็นสัญลักษณ์นั้นสามารถสร้างความเข้าใจที่รวดเร็วกว่าตัวอักษร ซึ่งกระบวนการออกแบบส่วนประสานกับผู้ใช้ต้องประกอบไปด้วยการทำความเข้าใจผู้ใช้และระบบ การออกแบบหน้าจอ การพัฒนาระบบนำทาง และการออกแบบความสวยงาม เพื่อสร้างต้นแบบนำไปทดลองกับผู้ใช้กลุ่มเป้าหมาย ซึ่งการใช้ภาพเป็นตัวประสานกับผู้ใช้ (Graphic User Interface : GUI) มีหลักการที่สำคัญคือ ต้องมีการจัดระเบียบที่ดีโดยการใช้กฎเกสตัลท์ (Gestalt principle) ซึ่งเป็นทฤษฎีการออกแบบเพื่อการรับรู้ของมนุษย์ (Lin, Chang, & Liang, 2011) ประกอบไปด้วยกฎภาพเบื้องหน้าและเบื้องหลัง (Law of Figure/Ground) กฎความเรียบง่าย (Law of Simplicity) กฎความคล้ายคลึง (Law of Similarity) กฎความใกล้ชิด (Law of Proximity) กฎความต่อเนื่อง (Law of Continuation) และกฎการปิดล้อม (Law of Closure) (Köhler, 1920)ร่วมกับองค์ประกอบกราฟิกเช่น สี พื้นผิว ตัวอักษร รูปร่าง การจัดวาง และพื้นที่ว่างเพื่อชี้นำสายตา และสร้างการสื่อสารที่ง่ายต่อความเข้าใจของผู้ใช้ (Marcus, 1995)

การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อแสดงข้อมูลการใช้พลังงานนั้นสามารถลดการใช้พลังงานได้ 15-20% (Abrahamse, Steg, Vlek, & Rothengatter, 2005) การให้ข้อมูลเชิงเทคนิค ข้อมูลที่เกินความจำเป็น หรือข้อมูลที่ยากต่อการสื่อสาร จะไม่สามารถทำให้ผู้ใช้แปลงข้อมูลเป็นการแสดงพฤติกรรมได้ (Fischer, 2008) โดย Ware (2004) ได้นำเสนอหลักการดึงดูดความสนใจของงานออกแบบประกอบด้วย การดึงดูดความสนใจด้วยภาพ (Visual Attention) คือ การทำให้องค์ประกอบที่สำคัญโดดเด่นออกจากสภาพแวดล้อมเพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้ใช้ด้วยการใช้ความแตกต่างของสี พื้นผิว ขนาด และรูปร่าง แต่ผู้ออกแบบควรจำกัดขอบเขตการใช้สีเพื่อไม่ให้สร้างความสับสนต่อการมองเห็น การรับรู้สี (Color Perception) คือ ประสิทธิภาพของการแสดงผลภาพเบื้องหน้าต่อพื้นหลัง นักออกแบบควรเลือกใช้สีอย่างเหมาะสมเนื่องจากมนุษย์มีความไวต่อการรับรู้ความยาวคลื่นแสงที่แตกต่างกันการเลือกใช้สีจึงต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของการอ่านเป็นสำคัญ การใช้สีคู่ตรงข้ามในการออกแบบนั้นสามารถสร้างจุดสนใจ ความเครียด ความเหนื่อยล้าของดวงตาได้ (Marcus, 1995) และ

การใช้สีที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของภาพสามารถดึงดูดความสนใจได้ แต่ไม่สมควรใช้ในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ (Laird, 2010)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นส่วนสำคัญในการสื่อสารข้อมูลพลังงานสู่ผู้ใช้ โดยจะต้องอาศัยความเข้าใจพื้นฐานของหลักการออกแบบทั้งสี พื้นที่ว่าง ขนาด และรูปร่างเพื่อสร้างการรับรู้ต่อผู้ใช้ โดยสื่อสารข้อมูลที่จำเป็น และสามารถแปลงข้อมูลให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจได้ง่ายเพื่อการมีปฏิสัมพันธ์กับผลการใช้พลังงาน งานวิจัยชิ้นนี้จึงต้องการประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ทั้งกฎของเกสตัลท์ แนวการดึงดูดความสนใจด้วยภาพ (Ware, 2004) และหลักการออกแบบภาพเป็นตัวประสานกับผู้ใช้ ร่วมกับการศึกษาประสบการณ์การใช้งานของผู้ใช้ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการรับรู้ ความน่าสนใจ และความต้องการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (Infographic)

อินโฟกราฟิก (Infographic) เป็นเครื่องมือที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อการสื่อสารข้อมูลสู่ผู้รับสารในปัจจุบัน เนื่องจากมนุษย์ร้อยละ 50 ถูกออกแบบมาให้มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการมองเห็น และสามารถประมวลผลข้อมูลจากภาพได้รวดเร็วกว่าข้อมูลที่เป็นข้อความ (Marieb & Hoehn, 2007) การออกแบบอินโฟกราฟิกจึงมีส่วนช่วยในการสื่อสารข้อมูลโดยเป็นการผสมผสานกันระหว่างภาพ และเนื้อหา การออกแบบจึงไม่ใช่เพียงความสวยงาม แต่ต้องสามารถใช้งานทางการสื่อสารให้เกิดประโยชน์ต่อผู้รับได้ (สฤณี อาชวานันทกุล, 2013)

Krauss (2012) กล่าวว่า อินโฟกราฟิกเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลชุดให้รวมเป็นหนึ่งเดียว เพื่อการนำเสนอที่น่าสนใจ และทำให้ข้อมูลที่มีความซับซ้อนเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Lester (2013) กล่าวว่า อินโฟกราฟิก ยังรวมไปถึงสื่อนำเสนอ (Media Presentation) เพื่ออธิบายเรื่องราวที่เป็นการผสมผสานกันระหว่างตัวหนังสือ ภาพ วีดีโอ

ดังนั้นสรุปได้ว่าอินโฟกราฟิก (Infographic) คือ การนำเสนอข้อมูลที่มีความซับซ้อน ผ่านการผสมผสานกันระหว่างตัวหนังสือ ภาพ และภาพเคลื่อนไหว เพื่อสร้างการสื่อสารที่มีความสมบูรณ์ชัดเจน และทำให้ผู้รับสารสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว

หลักการออกแบบอินโฟกราฟิก โดย Dona (2010) ได้กำหนดแนวปฏิบัติในการออกแบบและการจัดองค์ประกอบภาพไว้ดังนี้

1.การนำเสนอข้อมูลตัวเลข (Numbers) ควรใส่ตัวเลขให้ถูกต้องตามบริบทที่ใช้ เช่น การใช้แผนภูมิโดยมีตัวเลขบอกปริมาณ การใส่ข้อมูลตัวเลขอ้างอิง

2.การนำเสนอข้อมูล (Data) ต้องเป็นข้อมูลที่มีที่มาน่าเชื่อถือ และคัดกรองเพียงเฉพาะข้อมูลที่มีประโยชน์กับผู้อ่าน

3.การนำเสนอข้อมูลตัวอักษร (Fonts) ต้องคำนึงถึงความชัดเจนเป็นหลัก ควรเลือกสีในการใช้ตัวอักษรที่อ่านง่าย

4.การใช้สี (Color) ควรเลือกใช้ตามทฤษฎีสีเช่น หากต้องการจุดเด่นควรใช้สีที่แตกต่างกัน หรือการปรับสีให้เป็นโทนขาว เทา ดำ (Convert to Grayscale) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการสื่อสารเปรียบเทียบสี

5.การเลือกใช้แผนภูมิที่ดี (Chart) เพื่อให้การนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายขึ้นในแต่ละรูปแบบ

6.การใช้ตาราง (Table) การแบ่งสีและเส้นเพื่อความง่ายต่อการรับรู้ข้อมูล

7.การใช้รูปสัญลักษณ์ (Pictograms) ควรออกแบบรูปที่มีความเรียบง่าย สมมาตร มีความชัดเจนแม้จะปรับขนาดให้เล็กลง ไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไป

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การออกแบบอินโฟกราฟิก เป็นการใช้ภาพ ตัวอักษร และภาพเคลื่อนไหว มาประกอบกันเพื่อนำเสนอข้อมูลเพื่อสื่อสารต่อผู้รับสาร โดยเป็นการดัดแปลงข้อมูลที่มีความซับซ้อนให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยต้องอาศัยหลักการออกแบบเพื่อการสร้างอินโฟกราฟฟิกที่มีประสิทธิภาพ นอกจากความสวยงามแล้วจะต้องสื่อสารข้อมูลที่ถูกต้องสมบูรณ์

2.6 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคาร

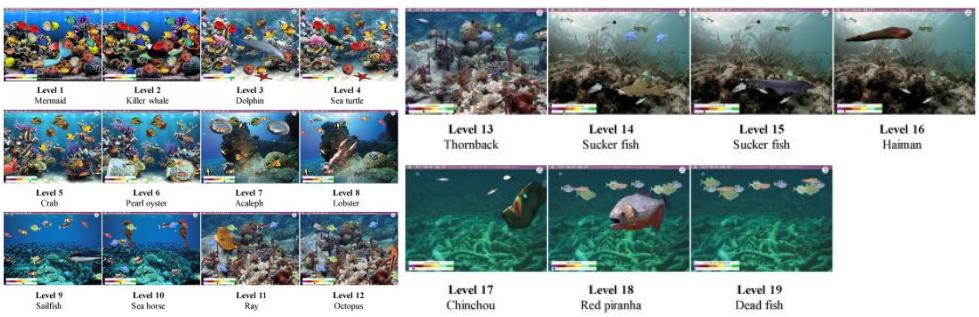
Brewer และคณะ(2011) ได้นำเสนอเกมการแข่งขันเพื่อลดการใช้พลังงานบนเว็บไซต์ ประกอบไปด้วยการสื่อสารข้อมูลพลังงานในรูปแบบการใช้ภาพสัญลักษณ์และข้อความ การให้ความรู้ วิธีการอนุรักษ์พลังงาน การเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับผู้อื่น การสื่อสารระหว่างผู้เล่น การจัดอันดับ และการให้รางวัลรูปแบบการสะสมแต้ม ซึ่งสอดคล้องกับเทคนิคการออกแบบหน้าควบคุม (Dashboard) เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Yun และคณะ,2013) โดยทำการทดลองกับนักศึกษามหาวิทยาลัยเป็นเวลา 3 สัปดาห์ มีผู้เข้าร่วมเล่นเกมจำนวน 1,080 คน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างเกิดการเรียนรู้เรื่องการลดใช้พลังงานในอาคาร และมีส่วนร่วมต่อการทำกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานแบบกลุ่ม ส่งผลให้การใช้พลังงานลดลงทั้งส่วนอาคารเรียน และหอพัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 2.4 เกมเพื่อประหยัดพลังงาน

(ที่มา: Brewer และคณะ, 2011)

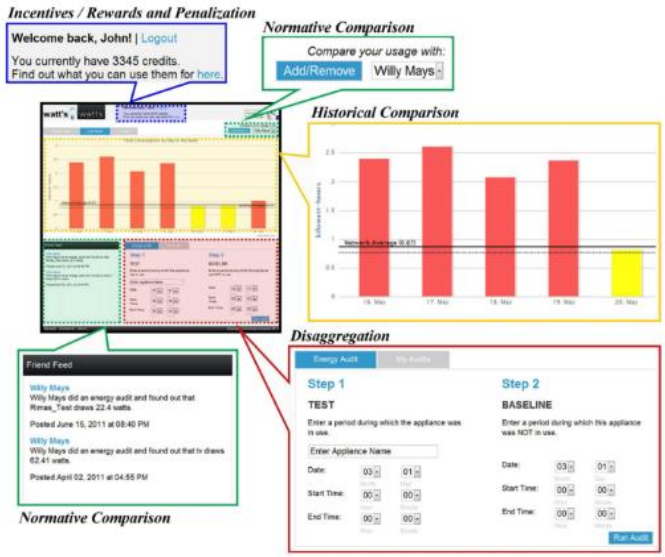
Chen และคณะ (2012) ศึกษาการออกแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานที่ส่งผลต่ออารมณ์ และความรู้สึกเพื่อส่งเสริมการเกิดพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงาน ทำการทดลองกับนักศึกษามหาวิทยาลัย จำนวน 20 คน ผ่านการให้ข้อมูลการสถานะการใช้พลังงานในอาคารในรูปแบบตู้ปลาดิจิทัล (Digital Aquarium) ที่แสดงถึงระบบนิเวศในตู้ปลาเพื่อสื่อสารถึงการใช้พลังงานที่ดี และแย่ หากมีการใช้พลังงานดีการใช้สีและองค์ประกอบของสัตว์จะมีความอุดมสมบูรณ์ แต่หากการใช้พลังงานอยู่ในระดับแย่กว่ามาตรฐาน หน้าจอจะแสดงผลในรูปปลาตาย น้ำเน่า โดยทำการติดตั้งระบบที่จอคอมพิวเตอร์ของกลุ่มตัวอย่างห้องละ 1 เครื่อง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องเรียนลดน้อยลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยพลังงานเดิม โดยพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น ที่ตั้งของห้องเรียน ชั่วโมงในการใช้งาน เป็นต้น โดยงานวิจัยนี้ไม่ได้กล่าวถึงองค์ประกอบอื่น ๆ นอกจากการแสดงผลข้อมูลพลังงานรูปแบบภาพ



ภาพที่ 2.5 ตู้ปลาดิจิทัล (Digital Aquarium)

(ที่มา: Chen และคณะ, 2012)

Jain และคณะ(2012) ทำการประเมินการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อสื่อสารการลดใช้พลังงานในอาคารโดยในการออกแบบหน้าควบคุมประกอบไปด้วยการสื่อสารข้อมูลพลังงานในรูปแบบสถิติ การเปรียบเทียบข้อมูลพลังงานในอดีต ข้อมูลค่าใช้จ่าย การสื่อสารออนไลน์ระหว่างผู้ใช้ การสะสมแต้ม การให้ปฏิทินทำนายการใช้พลังงานในแต่ละอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์กับกลุ่มทดลองจำนวน 43 คน ผลการทดลองพบว่าการมีส่วนร่วมของผู้ใช้ (วัดจากการเข้าสู่ระบบ) และการใช้พลังงานที่ลดลงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยองค์ประกอบด้านการให้ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานย้อนหลัง และข้อมูลค่าใช้จ่าย มีผลต่อการลดใช้พลังงานมากที่สุด เนื่องจากการวิจัยนี้เน้นการสื่อสารกับผู้ใช้ที่เป็นเจ้าของอาคาร และเป็นผู้ที่เสียค่าไฟฟ้าด้วยตนเอง



ภาพที่ 2.6 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อแสดงข้อมูลพลังงาน
(ที่มา: Jain และคณะ, 2012)

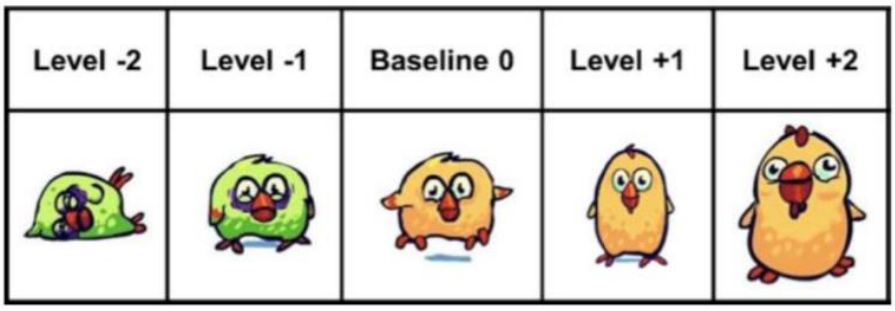
Filonik และคณะ (2013) ศึกษาเรื่องการออกแบบหน้าแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร ทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างสามารถเลือกรูปแบบหน้าควบคุม (Dashboard) ในการใช้การตรวจสอบข้อมูลการใช้พลังงานตามความต้องการเพื่อสร้างการมีส่วนร่วมระหว่างผู้ใช้งาน และข้อมูลการใช้พลังงานกับกลุ่มตัวอย่างที่มีความสนใจในการติดตามผลการใช้พลังงานและมีการติดตั้งระบบติดตามพลังงานที่บ้านอยู่แล้ว ผู้ร่วมทดลองบางส่วนเป็นนักศึกษา Human Interaction Design ระดับปริญญาเอก ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการรับรู้ข้อมูลพลังงานและสามารถสร้างหน้าควบคุมที่ตอบสนองต่อความสนใจของตนเองได้ โดยส่วนที่มีความสำคัญของรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานคือ ส่วนการนำเสนอข้อมูลพลังงาน การสื่อสารสภาพอากาศซึ่งจะเป็นการทำนายการใช้พลังงานในแต่ละวัน และการเปรียบเทียบการใช้พลังงานผ่านสื่อสังคมออนไลน์

โดยในงานวิจัยนี้เป็นการสื่อสารข้อมูลเชิงสถิติ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีประสบการณ์การใช้งานและเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์จึงไม่มีอุปสรรคต่อการทำความเข้าใจข้อมูลพลังงานแตกต่างจากกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป

ภาพที่ 2.7 หน้าส่วนแสดงผลข้อมูลพลังงาน
(ที่มา: Filonik และคณะ, 2013)

Orland และคณะ (2013) ได้นำเสนอการออกแบบเกมสัตว์เลี้ยงเสมือนจริง (Virtual pet game : Energy Chicken) เพื่อการสร้างแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน โดยทำการทดลองเป็นเวลา 6 เดือนกับพนักงานจำนวน 57 คน แบ่งการสื่อสารออกเป็นรูปภาพไก่ 5 ภาพที่แสดงถึงการใช้พลังงานเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของไก่โดยใช้หลักการใช้สีและภาพในการออกแบบ หากไก่มีความอุดมสมบูรณ์มากจะเป็นภาพตัวโตเต็มวัยให้สีสันสดใส หากการใช้พลังงานแย่จะสื่อสารในรูปแบบไก่ที่ใกล้ตาย โดยผู้ใช้จะได้รับการสะสมไข่ เพื่อนำไปแลกเป็นของรางวัลเช่น หมวก ผลไม้ เพื่อใช้ในการตกแต่งไก่ของตนเอง และในทุก ๆ สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างจะได้รับผลการใช้พลังงานของตอนเองและเพื่อนร่วมงาน เพื่อสร้างการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน ผลการทดลองพบว่าการใช้พลังงานในสำนักงานลดลง 13% จากการสำรวจทัศนคติต่อการใช้งานพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติที่ดีขึ้นต่อการปะหยัดพลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยโดย Yun และคณะ (2015) ที่กล่าวว่า การให้รางวัลเสมือนจริงผ่านแอปพลิเคชันเป็นหนึ่งในวิธีการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจให้เกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.8 เกมสัตว์เลี้ยงเสมือนจริง : Energy Chicken
(ที่มา: Orland และคณะ, 2013)

Yun และคณะ (2015) ศึกษาการออกแบบส่วนควบคุมการแสดงผลพลังงานในอาคารสำนักงาน โดยทำการทดลองแบบระยะยาวเป็นเวลา 27 สัปดาห์กับกลุ่มทดลอง 4 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ไม่ได้รับข้อมูล (A) กลุ่มที่ได้รับข้อมูลพลังงานและคำแนะนำการลดใช้พลังงาน (B) กลุ่มที่ได้รับข้อมูลพลังงาน คำแนะนำการลดใช้พลังงาน และการควบคุมพลังงาน (C) กลุ่มที่ได้รับข้อมูลพลังงาน คำแนะนำการลดใช้พลังงาน การควบคุมพลังงาน และปฏิทินคาดการณ์การใช้พลังงาน (D) เพื่อศึกษาการเกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในระยะยาว ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มได้รับข้อมูลมากที่สุด(D) สามารถลดใช้พลังงานได้มากที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานระยะยาวในสำนักงาน จะต้องประกอบไปด้วย 3 ปัจจัยหลักคือ การให้ความรู้และคำแนะนำ การสร้างแรงจูงใจ และการสนับสนุน สอดคล้องกับทฤษฎีการเกิดพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Geller, 2002) และส่วนหน้าการแสดงผลที่ผู้ใช้สามารถควบคุมการใช้พลังงานได้ส่งผลต่อความพึงพอใจในการใช้งานมากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

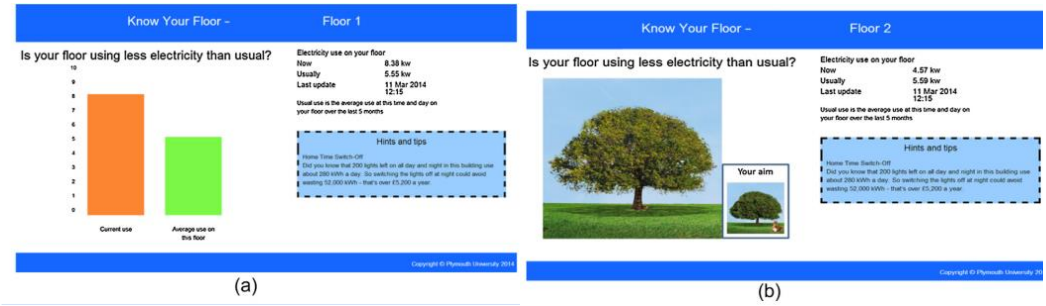
ภาพที่ 2.9 ส่วนควบคุมการแสดงผลพลังงานในอาคารสำนักงาน
(ที่มา: Yun และคณะ, 2015)

Timm และคณะ (2016) นำเสนอข้อมูลพลังงานอาคารผ่านภาพกราฟิก เพื่อศึกษารูปแบบการให้ข้อมูลที่ส่งผลต่อทัศนคติ และพฤติกรรมการใช้พลังงาน โดยทำการทดลองกับนักศึกษา และบุคลากรในมหาวิทยาลัยเป็นเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานที่เปลี่ยนไป และได้จัดทำการสำรวจออนไลน์เกี่ยวกับทัศนคติต่อการใช้งานทั้งก่อนและหลังการทดลอง โดยผู้วิจัยได้ติดตั้งหน้าจอแสดงผลพลังงานบริเวณหน้าทางเข้าอาคารโดยแสดงผลในรูปแบบปริมาณการใช้พลังงานในหน่วยกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (kWh) แบบ ณ เวลาจริง ผลการทดลองพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนลดลง 7-10% และมีการใช้ก๊าซธรรมชาติลดลง 50% โดยหลังจากการทดลองพบว่า การสื่อสารข้อมูลพลังงานรูปแบบนี้จะส่งผลต่อการลดใช้พลังงานได้มากกว่าหากสื่อสารต่อผู้ควบคุมหรือผู้ดูแลอาคารโดยตรง เนื่องจากผู้ใช้โดยทั่วไปอาจไม่มีความสนใจต่อข้อมูล โดยในงานวิจัยนี้เป็นการสื่อสารข้อมูลที่มีความซับซ้อน จึงไม่สามารถทำให้ผู้ใช้ทั่วไปเกิดความสนใจในข้อมูลได้

ภาพที่ 2.10 หน้าควบคุมข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร
(ที่มา: Timm และคณะ, 2016)

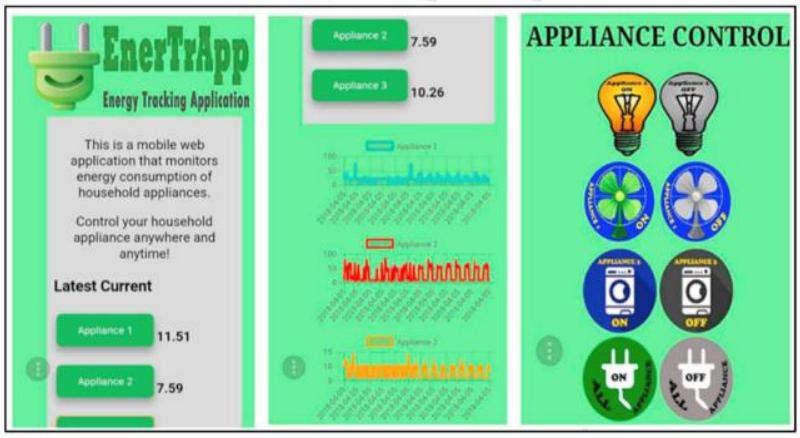
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Boomsma และคณะ (2016) ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานในเว็บไซต์ระหว่างข้อมูลรูปแบบแผนภูมิเชิงสถิติ และภาพต้นไม้ที่แสดงเปรียบเทียบถึงการใช้พลังงาน โดยหากต้นไม้อุดมสมบูรณ์หมายถึง การใช้พลังงานอยู่ในระดับดี หากต้นไม้ร่วงโรยหมายถึง การใช้พลังงานอยู่ในระดับแย่ ทำการทดลองกับผู้ใช้อาคารจำนวน 70 คนเป็นเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อวัดผลความพึงพอใจและผลการใช้พลังงาน จากการศึกษาพบว่า การใช้ภาพต้นไม้สามารถทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายกว่า ในด้านการรับรู้สถานะการใช้พลังงาน ณ ปัจจุบันโดยสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการใช้พลังงานอยู่ในระดับที่ดี หรือไม่ และความพึงพอใจต่อการใช้งานขึ้นอยู่กับความง่ายต่อการเข้าถึงของระบบ ซึ่งส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานที่ลดลงคือ ต้องเกิดการมีส่วนร่วมให้เกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานร่วมกันผ่านการสื่อสารระหว่างผู้ร่วมงาน



ภาพที่ 2.11 เปรียบเทียบการให้ข้อมูลพลังงานระหว่างรูปแบบแผนภูมิ และภาพต้นไม้
(ที่มา: Boomsma และคณะ, 2016)

Escanilan-Galera และ Vilela-Malabonan (2019) นำเสนอแบบจำลองเว็บแอปพลิเคชันสำหรับมือถือเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานกับผู้ใช้ โดยทำการทดลองความสามารถในการใช้งาน (Usability Test) โดยใช้วิธีการจับเวลาขณะปฏิบัติคำสั่ง (Time-Base Efficiency) ประกอบไปด้วย 10 ชุดคำสั่ง และใช้มาตรวัดความสามารถในการใช้งานระบบ (System Usability Scale : SUS) โดยเว็บแอปพลิเคชันนี้ประกอบไปด้วย ส่วนการแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานซึ่งแสดงในรูปแบบสถิติ ส่วนการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งชายและหญิงอายุ 18-50 ปี จำนวน 35 คน ที่มีความสามารถในการอินเตอร์เน็ตผ่านมือถือ ผลการทดลองพบว่าการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับมือถือนี้มีประสิทธิภาพต่อการใช้งาน 100% จากการวัดผลความพึงพอใจพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งาน และจะสามารถเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการลดใช้พลังงานได้



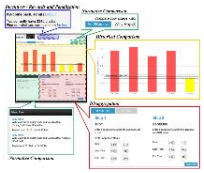
ภาพที่ 2.12 เว็บแอปพลิเคชันสำหรับมือถือเพื่อการสื่อสารข้อมูลพลังงาน
(ที่มา: Escanilan-Galera และ Vilela-Malabonan, 2019)

นอกจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สำรวจเว็บแอปพลิเคชัน หน้าแสดงการควบคุมผลการใช้พลังงาน (Dashboard) และแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบตามเทคนิคในการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งประกอบไปด้วย การให้ความรู้ การให้คำแนะนำ การตรวจสอบด้วยตนเอง การกำหนดเป้าหมาย การแข่งขัน การมีส่วนร่วม การสื่อสาร การควบคุม และการให้รางวัล (Yun และคณะ,2013) ร่วมกับการวิเคราะห์รูปแบบการสื่อสารประกอบไปด้วยการสื่อสารโดยใช้ข้อมูลทางสถิติ และการใช้ภาพหรือวัตถุเสมือนจริงดังตารางที่ 2.1

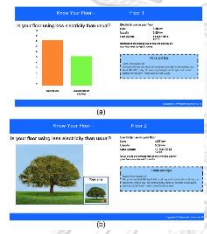
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคาร

ผู้วิจัย	ผลงาน	ตัวอย่างงานออกแบบ	การเรียนรู้	คำแนะนำ	ติดตามผลพลังงาน	เป้าหมาย	การเปรียบเทียบ	การมีส่วนร่วม	การสื่อสาร	การควบคุม	การให้รางวัล	ข้อมูลเชิงสถิติ	ภาพเสมือนจริง
The G1 (2008)	Ecorio				x		x					X	
Geelen แลคณะ (2010)	Wattson				x		x					x	x
Quality Attributes (2010)	Quality Attributes				x		x					x	
Brewer แลคณะ (2011)	The Kui Kui Cup		x	x	x	x	x		x		x	x	x
Pulse Management (2011)	Puise Energy			x	x		x	x				x	x

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชื่อผู้วิจัย	ผลงาน	ตัวอย่าง งานออกแบบ	การเรียนรู้	ให้ความรู้	ติดตามผลงานผสมผสาน	เป้าหมาย	การเปรียบเทียบ	การมีส่วนร่วม	การสื่อสาร	การควบคุม	การให้รางวัล	ข้อมูลเชิงลึก	ภาพเสมือนจริง
Jain และคณะ (2012)	Energy Dashboard				x	x	x	x	x			x	
Chen แลคณะ (2012)	Digital Aquarium				x								x
Daniel Filonik และคณะ (2013)	Energy Dashboard		x	x	x		x		x			x	
Aneez (2013)	Flower pot energy Monitori				x			x			x		x
Orland และคณะ (2014)	Energy Chicken		x	x			x	x	x		x		x
Smapee NV (2015)	smappee energy monitor				x		x					x	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชื่อผู้วิจัย	ผลงาน	ตัวอย่าง งานออกแบบ	การเรียนรู้	คำแนะนำ	ติดตามผลพลังงาน	เป้าหมาย	การเปรียบเทียบ	การมีส่วนร่วม	การสื่อสาร	การควบคุม	การให้รางวัล	ข้อมูลเชิงสถิติ	ภาพเสมือนจริง
Yun และคณะ (2015)	Persuasive system prototype		x	x	x		x	x				x	
Timm และคณะ (2016)	Energy dashboard				x		x					x	
Boomsma และคณะ (2016)	Three Display				x						x		x
Escanilan-Galera และ Vilela-Malabonan (2019)	EnerTrApp		x	x	x	x	x			x		x	

จากการสำรวจรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารพบว่า เว็บแอปพลิเคชันหน้าแสดงการควบคุมผลการใช้พลังงาน (Dashboard) และแอปพลิเคชันบนมือถือ ทั้งรูปแบบภาพ และรูปแบบแผนภูมิสถิติ มีส่วนติดตามผลพลังงานเป็นคุณลักษณะที่เหมือนกันตามเทคนิคในการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Yun และคณะ,2013) โดยการแสดงผลรูปแบบภาพมุ่งเน้นการนำเสนอภาพเสมือนของสิ่งมีชีวิตทั้งคน สัตว์ ต้นไม้ และมีส่วนการให้รางวัลเสมือนจริงเพื่อสร้างแรงจูงใจ ซึ่งการแสดงผลรูปแบบสถิติส่วนมากใช้การนำเสนอด้วยแผนภูมิแท่ง แผนภูมิคอลัมน์ แผนภูมิเส้น และแผนภูมิโดนัท ที่เน้นการให้ข้อมูลพลังงานเชิงลึกโดยเน้นส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลพลังงานย้อนหลัง หรือเปรียบเทียบกับผู้อื่น

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า องค์ประกอบหลักในการสื่อสารข้อมูลพลังงานอาคารคือส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน ส่วนการแสดงค่าพลังงานที่ให้ผู้ใช้สามารถ

ติดตามผลการใช้พลังงานได้แบบ ณ เวลาจริง ส่วนการเปรียบเทียบการใช้พลังงานย้อนหลัง หรือเปรียบเทียบกับผู้อื่น และส่วนการให้รางวัล ซึ่งข้อมูลที่เกิดขึ้นจะต้องง่ายต่อการรับรู้ของผู้ใช้ทั่วไปเข้าถึงการใช้งานระบบได้ง่าย และการลดใช้พลังงานจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นหากมีการสื่อสารระหว่างผู้ใช้ สอดคล้องกับเทคนิคในการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Yun และคณะ,2013) ซึ่งงานวิจัยส่วนมากได้นำเสนอการให้ข้อมูลการใช้พลังงานในเชิงสถิติ และยังมีงานวิจัยส่วนน้อยที่นำเสนอด้วยการใช้ภาพเสมือนจริง Chao และคณะ (2010) ได้เสนอการออกแบบการให้ข้อมูลพลังงานควรมุ่นเน้นให้เกิดการกระตุ้นทางอารมณ์ซึ่งมนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิตเช่น ต้นไม้ สัตว์เลี้ยง หรือฟาร์ม เป็นต้น ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันของโครงการ CU BEMS ในปัจจุบันมีความสามารถในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานผ่านการนำเสนอข้อมูลเชิงเทคนิคทางวิศวกรรมศาสตร์และสถิติ ส่วนการจัดอันดับหน่วยงานอนุรักษ์พลังงานไม่ตรงกับพื้นที่การทำงานจริงในปัจจุบัน และไม่มีส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน จึงยังไม่สามารถสร้างแรงจูงใจให้เกิดการติดตามผลพลังงานอันนำมาสู่การอนุรักษ์พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาเปรียบเทียบการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างข้อมูลเชิงสถิติ และข้อมูลภาพเสมือนในรูปแบบสิ่งมีชีวิต ผ่านการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยกำหนดให้มีองค์ประกอบการออกแบบที่สำคัญคือ ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน การตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน การเปรียบเทียบข้อมูลพลังงาน และการให้รางวัล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีคุณลักษณะร่วมกันตามการสำรวจรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานข้างต้น ตามทฤษฎีการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Yun และคณะ,2013) ซึ่งสอดคล้องกับ 3 องค์ประกอบการเกิดพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Geller, 2002) เพื่อออกแบบเว็บแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลการใช้พลังงานของอาคาร และความสามารถในการใช้งานระบบ อันจะนำมาสู่ความต้องการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษาโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 4 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น ส่วนที่ 2 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 1 ส่วนที่ 3 การเก็บข้อมูล และพัฒนาแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 2 ส่วนที่ 4 วิเคราะห์และอภิปรายผลการศึกษา

3.1 ส่วนที่ 1 การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น

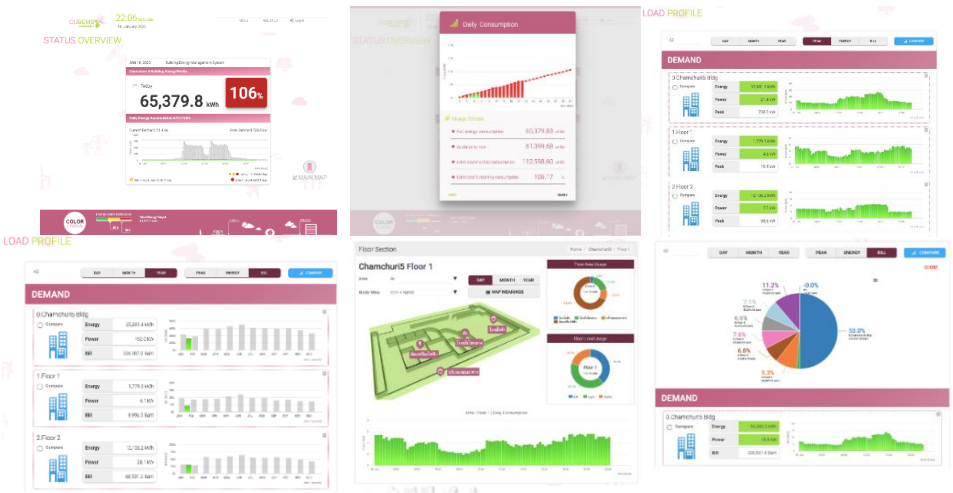
3.1.1ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการสื่อสารข้อมูลพลังงาน เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานประกอบไปด้วย ระบบการทำงานของโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงานอาคารจามจุรี 5 (CU BEMS) ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Behavior Change for Energy Conservation) ทฤษฎีการใช้เทคโนโลยีเพื่อการโน้มน้าวใจ (Persuasive Technology) ทฤษฎีการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience Design) ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design) ทฤษฎีการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (Infographic)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

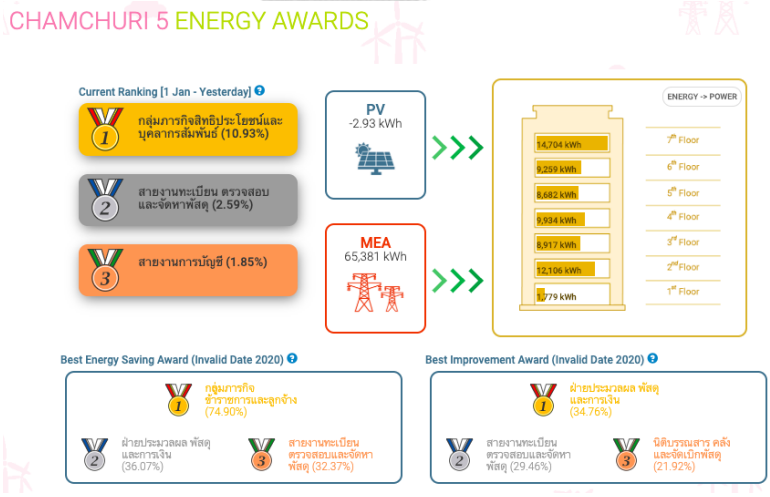
3.1.2 เก็บข้อมูลเบื้องต้นด้วยวิธีการสำรวจรูปแบบการสื่อสารข้อมูลของโครงการ CU BEMS

งานวิจัยนี้ได้มีการสำรวจเว็บแอปพลิเคชันโครงการ CU BEMS โดยสามารถจำแนกได้ทั้งหมด 3 ส่วน ประกอบไปด้วย ส่วนที่ 1 การแสดงผลและการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงาน ส่วนที่ 2 การจัดอันดับการอนุรักษ์พลังงานของหน่วยงานต่าง ๆ ในอาคาร ส่วนที่ 3 การแปลงข้อมูลพลังงาน ส่วนที่ 1 การแสดงผลและการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงาน จากการสำรวจพบว่าการแสดงข้อมูลพลังงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ การแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานโดยรวมทั้งอาคาร การแสดงผลแยกระหว่างชั้น และการแสดงผลแยกระหว่างพื้นที่การทำงานในแต่ละชั้น ซึ่งผลพลังงานสามารถดูได้แบบ ณ เวลาจริง โดยแสดงผลในรูปแบบรายชั่วโมง รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน และรายปี



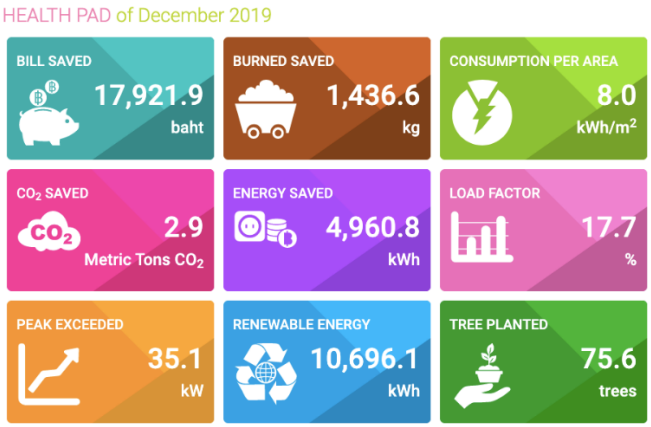
ภาพที่ 3.1 การแสดงผลและการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงาน
(ที่มา: http://www.bems.chula.ac.th/)

ส่วนที่ 2 การจัดอันดับการอนุรักษ์พลังงานของหน่วยงานต่าง ๆ ในอาคาร จากการสำรวจพบว่าการจัดอันดับแสดงตามหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในแต่ละชั้นของอาคาร ซึ่งในปัจจุบันตำแหน่งที่ตั้งของบางหน่วยงานคละกันไปตามแต่ละชั้น การแสดงผลการจัดอันดับหน่วยงานแยกตามชั้นจึงมีความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 3.2 การจัดอันดับการอนุรักษ์พลังงานของหน่วยงานต่าง ๆ ในอาคาร
(ที่มา: http://www.bems.chula.ac.th/)

ส่วนที่ 3 การแปลงข้อมูลพลังงาน ทางโครงการมีการจัดทำข้อมูลการเปรียบเทียบการลดใช้พลังงานกับกิจกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเช่น การปลูกต้นไม้ การลดการเผาไหม้ การลดการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อสร้างการเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตประจำวัน



ภาพที่ 3.3 การแปลงข้อมูลพลังงาน

(ที่มา: http://www.bems.chula.ac.th/)

3.1.3 สำรวจข้อมูลเบื้องต้นด้านการรับสื่อข้อมูลพลังงานผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยนี้มีวิธีการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นด้วยการสังเกตและสอบถามผู้รู้โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยอ้างอิงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงกัน (Eisenhardt, 1989) ทั้งเพศชายและหญิง อายุตั้งแต่ 23-55 ปีที่ปฏิบัติงานภายในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จากการศึกษานำร่องพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คน ไม่เคยรับรู้ถึงโครงการ CU BEMS แต่มีจำนวน 4 ใน 10 คน ที่เคยทดลองใช้หน้าจอแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานด้านหน้าทางเข้าอาคาร แต่ไม่สามารถเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของโครงการ และข้อมูลพลังงานที่สื่อสารได้ จึงไม่มีความสนใจในการติดตามข้อมูลพลังงาน

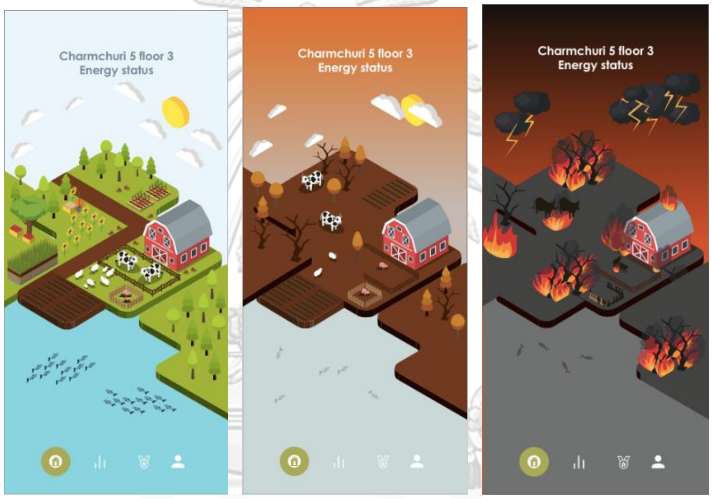
Chulalongkorn University

3.2 ส่วนที่ 2 ออกแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 1

3.2.1 การกำหนดเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคาร

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การกำหนดรูปแบบภาพเสมือนเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานควรมุ่งเน้นให้เกิดการกระตุ้นทางอารมณ์ซึ่งมนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิตเช่น สัตว์ ต้นไม้ หรือฟาร์ม เป็นต้น (Chao และคณะ,2010) งานวิจัยนี้จึงได้เลือกออกแบบเว็บแอปพลิเคชันจำนวน 2 รูปแบบเพื่อทำการศึกษารูปแบบที่เหมาะสมที่สุดต่อการให้ข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานได้แก่ รูปแบบที่ 1 คือภาพแมวซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงที่มีความนิยมมากที่สุด (Global Gfk Survey, 2016) แสดงดังภาพที่ 3.4 รูปแบบที่ 2 คือภาพระบบนิเวศในฟาร์มซึ่งเป็นรูปแบบที่รวมทั้งสัตว์ และต้นไม้ แสดงดังภาพที่ 3.5 เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับการสื่อสารเชิงสถิติซึ่งเป็นรูปแบบการสื่อสารที่ใช้ในเว็บแอปพลิเคชันของโครงการ CU BEMS ในปัจจุบัน

ภาพที่ 3.4 รูปแบบที่ 1 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบสัตว์เลี้ยง



ภาพที่ 3.5 รูปแบบที่ 2 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบระบบนิเวศในฟาร์ม

ภาพที่ 3.6 รูปแบบที่ 3 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ

โดยการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันคำนึงถึงการใช้รูปร่าง รูปทรง พื้นที่ว่าง ตัวอักษร และสี ตามหลักการออกแบบกราฟิก ร่วมกับการใช้ภาพสัญลักษณ์ในส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Graphic User Interface : GUI) เพื่อสื่อความหมายและง่ายต่อการจดจำ การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันภาพเสมือน ประกอบไปด้วย 4 ส่วนตามเทคนิคการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Yun และคณะ,2013) ประกอบไปด้วย 1) ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน 2) ส่วนการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน 3) ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลพลังงาน 4) ส่วนการให้รางวัล

1) ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำการลดใช้พลังงาน

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เนื้อหาที่นำมาออกแบบส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานอ้างอิงจากโครงการลดใช้พลังงานในสำนักงาน (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2558) ประกอบไปด้วย วิธีการลดใช้พลังงานจากการใช้ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำนักงาน และการใช้ลิฟต์ รวมทั้งหมด 6 หน้า โดยดังภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำการลดใช้พลังงานในสำนักงาน

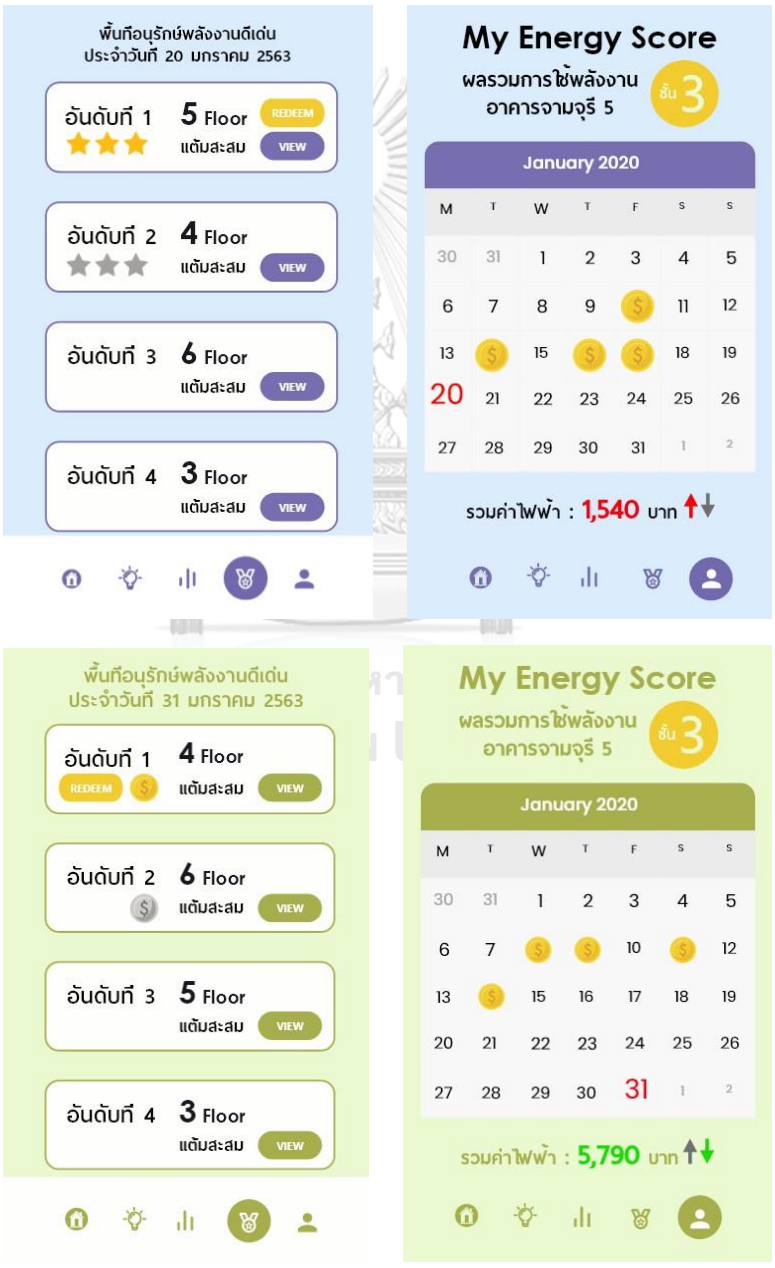
2) ส่วนการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานควรมุ่งเน้นการแสดงข้อมูลที่กระตุ้นอารมณ์ซึ่งมนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิตเช่น ต้นไม้ สัตว์เลี้ยง หรือฟาร์ม (Chao และคณะ,2010) ซึ่งในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้นำเสนอการให้ข้อมูลพลังงานรูปแบบภาพหรือวัตถุเสมือนในการเปรียบเทียบภาพที่มีความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตหมายถึง ระดับการใช้พลังงานที่ดี และภาพความแห้งแล้งหมายถึง ระดับการใช้พลังงานที่แย่ จากการสำรวจเว็บแอปพลิเคชัน CU BEMS พบว่า ระบบมีการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในแต่ละวันแบ่งเป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำกว่ามาตรฐาน ระดับมาตรฐาน และระดับเกินมาตรฐาน งานวิจัยนี้จึงได้กำหนดให้ภาพระบบนิเวศในฟาร์มแบ่งออกเป็น 3 ภาพ ตามระดับมาตรฐานการใช้พลังงานของอาคารจามจุรี 5 ดังภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างการแสดงผลพลังงานอาคารระดับดี ระดับควรปรับปรุง และระดับแย่

3) ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร

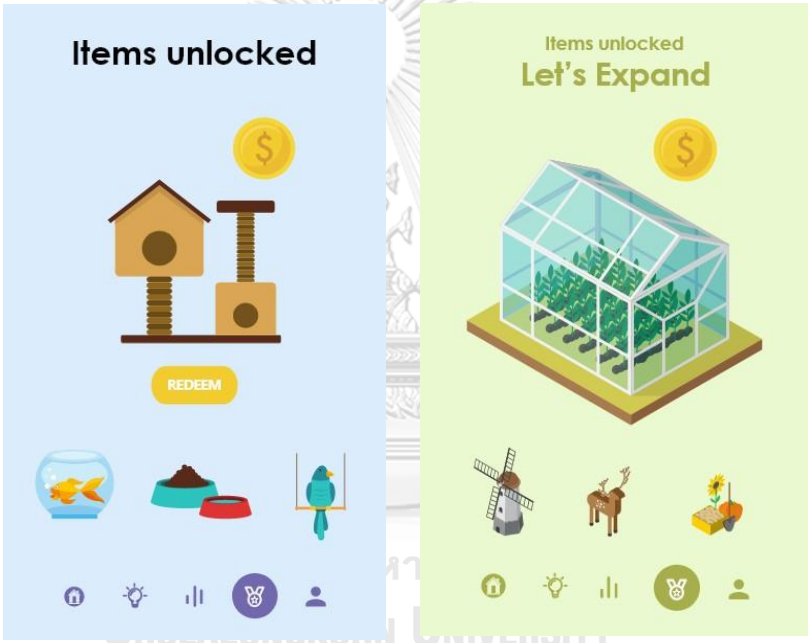
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานสามารถเปรียบเทียบได้กับการใช้พลังงานในอดีตของตนเอง และเปรียบเทียบกับผู้อื่นผ่านการจัดอันดับ งานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ภาพแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานที่แตกต่างกันตามแต่ละชั้นของอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสามารถดูผลการใช้พลังงานย้อนหลังของตนเองได้ในรูปแบบของการให้รางวัลเสมือนตามแนวคิดการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงาน (Yun และคณะ,2013)



ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างส่วนการเปรียบเทียบพลังงานรูปแบบภาพเสมือน

4) ส่วนการให้รางวัล

การให้รางวัลเป็นหนึ่งในการสนับสนุนให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน โดยการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน สามารถสร้างแรงจูงใจได้โดยการให้รางวัลเสมือนผ่านแอปพลิเคชัน (Yun และคณะ,2013) เนื่องจากผู้ใช้พลังงานในอาคารสำนักงานไม่มีส่วนได้ส่วนเสียจากค่าใช้ไฟฟ้า จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ารางวัลเสมือนแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ 1) การสะสมแต้มเพื่อแลกของรางวัลในเกมเช่น เครื่องประดับ เครื่องแต่งกาย ตัวละคร 2) การแสดงความเป็นผู้ชนะผ่านการจัดอันดับที่สามารถแสดงให้เห็นได้ชัดเจน งานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้การให้รางวัลเสมือนมาเป็นแรงจูงใจในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างส่วนการให้รางวัล

3.2.2 กำหนดรูปแบบเครื่องมือในการวิจัย

1) กำหนดประเด็นในการสนทนากลุ่ม

การกำหนดประเด็นในการสนทนากลุ่มแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อหลักตามแนวคิดการทดสอบการใช้งานแบบกลุ่ม (Downey, 2007) ได้แก่ หัวข้อที่ 1 การแนะนำตัวเพื่อทำความเข้าใจลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง หัวข้อที่ 2 ทัศนคติต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน หัวข้อที่ 3 ความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบ หัวข้อที่ 4 ความพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานบนเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ และหัวข้อที่ 5 ประเด็นปัญหาและความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบก่อนนำไปทดลองใช้งานจริง

2) กำหนดรูปแบบ แบบสอบถาม

ข้อมูลแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบทดสอบตาบอดสี (Ishihara Test for Color Blindness) ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบไปด้วยข้อมูลเบื้องต้นของผู้ทำแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์หรือสถาปัตยกรรมศาสตร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานมากที่สุด ส่วนที่ 3 แบบประเมินแรงจูงใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน โดยเป็นแบบสอบถามวัดระดับแรงจูงใจ 5 ระดับโดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) จำนวน 10 ข้อ และส่วนที่ 4 ข้อคิดเห็นอื่น ๆ ในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน (แบบสอบถามในภาคผนวก ค.) แบบสอบถามแรงจูงใจ 5 ระดับสามารถแปลความหมายของระดับคะแนนได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.2.3 การหาค่าความสอดคล้องของเครื่องมือแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ส่งเครื่องมือแบบสอบถามผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – IOC) ของข้อคำถามในแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ นำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของคำถาม โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .05 ขึ้นไป มาใช้ในแบบสอบถาม และปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามที่ยังไม่สมบูรณ์ตามคำแนะนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แบบสอบถามที่สมบูรณ์ต่อการใช้งานมากที่สุด

+1 หมายถึง มั่นใจว่าแบบสอบถามมีความสอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่มั่นใจว่าแบบสอบถามมีความสอดคล้อง
-1 หมายถึง มั่นใจว่าแบบสอบถามไม่มีความสอดคล้อง

จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้จำนวน 4 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานจำนวน 1 ท่าน พบว่า แบบสอบถามมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.95 โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงหัวข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อสร้างแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3 ส่วนที่ 3 การเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนารูปแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 2

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 5 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อเก็บข้อมูลทัศนคติต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ความพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสาร และความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบ นำมาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบก่อนนำไปทดลองใช้จริงกับผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่วนที่ 2 สำรวจการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามประเมินแรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน ส่วนที่ 3 พัฒนารูปแบบเว็บแอปพลิเคชันจากการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองใช้งานให้เหมาะกับกลุ่มตัวอย่างที่ ส่วนที่ 4 ทดสอบความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น (Remote Usability Testing) โดยประเมินประสิทธิภาพ ความถูกต้องสมบูรณ์ และความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับการใช้เครื่องมือแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจโดยรวมหลังการใช้งาน (The Post-Study System Usability Questionnaire: PSSUQ) ส่วนที่ 5 เปรียบเทียบแรงจูงใจต่อความต้องการลดใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน จากการใช้เว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบ

3.3.1เก็บข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม

1) ประชากรวิจัยและกลุ่มตัวอย่าง

1.1) กลุ่มตัวอย่าง

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการร่วมสนทนากลุ่ม กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นผู้ที่ทำงานอยู่ในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทั้งเพศชายและเพศหญิง อายุ 21 - 60 ปี จำนวนทั้งหมด 40 คน ด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Sampling) โดยอ้างอิงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงกัน (Downey, 2007)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการร่วมสนทนากลุ่มจำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คนรวมทั้งหมด 40 คน โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่างอ้างอิงจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงกัน (Downey, 2007) เพื่อทำการเก็บข้อมูลทัศนคติต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ความพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสาร และความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบ

1.3) เกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมและเกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง

การพิจารณาให้กลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือกทั้งหมดต้องผ่านการทดสอบ แบบทดสอบตาบอดสี (Ishihara Test for Color Blindness) ก่อนเริ่มทำการสนทนากลุ่ม และต้องเป็นผู้ที่มองเห็นสีได้ปกติเท่านั้น จึงจะสามารถเข้าร่วมเป็นกลุ่ม

ตัวอย่างได้ หากกลุ่มตัวอย่างไม่ผ่าน แบบทดสอบตาบอดสีจะไม่ได้เข้าร่วมแต่จะได้รับของที่ระลึก รวมไปถึงในระหว่างการเข้าร่วมการวิจัยหากกลุ่มตัวอย่างเกิดความไม่สบายใจ ไม่สบายตาหรืออึดอัด สามารถยกเลิกการเข้าร่วม และออกจากการเข้าร่วมวิจัยได้โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลแก่ผู้วิจัย

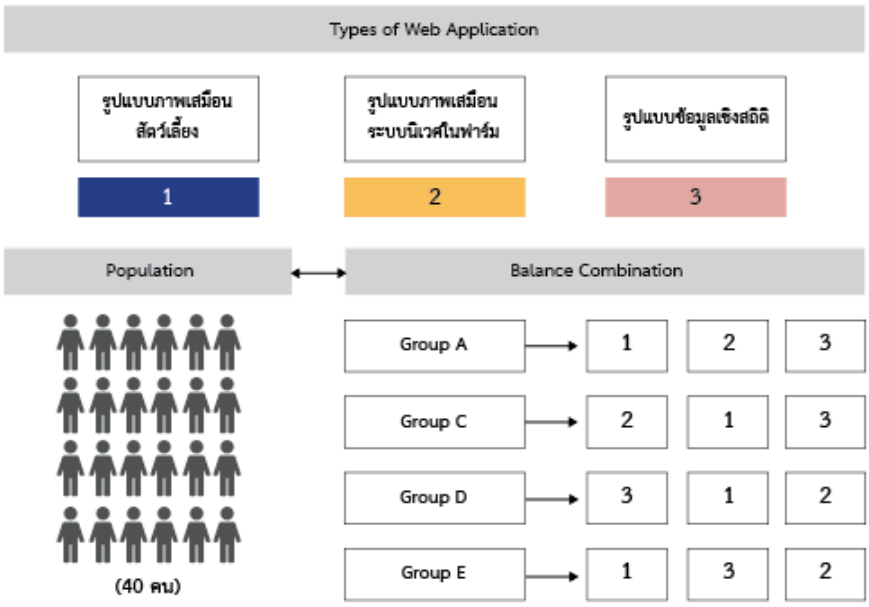
1.4) การเข้าหาและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ในการเข้าหากลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยใช้วิธีส่งจดหมายขอความร่วมมือในการวิจัยไปยังผู้อำนวยการสำนักงานทั้งหมดจำนวน 10 สำนักงานในอาคารจามจุรี 5 หลังจากได้รับการตอบรับเข้าศึกษาวิจัย ผู้วิจัยแนะนำตัวและอธิบายวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย พร้อมทั้งอธิบายถึงรายละเอียด วิธีในการสนทนากลุ่ม และการเก็บข้อมูล จากนั้นสอบถามถึงความสมัครใจในการเข้าร่วมสนทนากลุ่ม ทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน และตอบแบบสอบถาม

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง จากการทบทวนวรรณกรรม และการศึกษานำร่องผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Sampling) คือผู้ที่ปฏิบัติงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งเพศชายและเพศหญิง อายุ 21-60 ปี

1.5) การจัดหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบสุ่ม (Random Assignment)

การจัดหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มได้จัดให้มีการสุ่มรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันให้กับกลุ่มตัวอย่างอย่างเท่าเทียมกัน โดยวิธีการแบ่งกลุ่มเว็บแอปพลิเคชันออกเป็น 3 กลุ่ม (กลุ่ม 1 – กลุ่ม 3) โดยกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการจับฉลากหมายเลขกลุ่มเว็บแอปพลิเคชันแบบไม่ใส่คืน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและความลำเอียง แสดงข้อมูลขั้นตอนการจัดหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบสุ่มในภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 การจัดหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบสุ่ม

1.6) การพิทักษ์สิทธิ ป้องกันความเสี่ยง และรักษาความลับ

ในขั้นตอนการเก็บข้อมูล ข้อมูลส่วนตัวและคำตอบจากการสนทนากลุ่มและการตอบแบบสอบถามทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างจะถูกปิดเป็นความลับ ข้อมูลที่ได้รับมาจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์การศึกษาครั้งนี้เท่านั้น ไม่มีการเปิดเผยหรือเผยแพร่สู่สาธารณะ เพื่อไม่ให้มีผลกระทบด้านลบและเกิดความไม่สบายใจต่อกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเสร็จสิ้นการศึกษา ข้อมูลทั้งหมดจะถูกทำลาย และในระหว่างเข้าร่วมวิจัย หากกลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายใจหรืออึดอัดในขณะเข้าร่วมทดสอบ สามารถยกเลิกการเข้าร่วมวิจัยโดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลแก่ผู้เก็บข้อมูลวิจัย

2) ขั้นตอนการเก็บผลข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม

ผู้วิจัยจะอธิบายวัตถุประสงค์และชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนการสนทนากลุ่มและการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นผู้วิจัยจะขอให้กลุ่มตัวอย่างคัดกรองภาวะตาบอดสี ด้วยแบบทดสอบตาบอดสี (Ishihara Test for Color Blindness) หากกลุ่มตัวอย่างมีภาวะตาบอดสี กลุ่มตัวอย่างไม่ต้องเข้าร่วมวิจัยต่อและจะได้รับของที่ระลึก หากกลุ่มตัวอย่างผ่านขั้นตอนการทดสอบตาบอดสี ผู้วิจัยจะเริ่มการสนทนากลุ่มในหัวข้อที่ 1 คือ ให้กลุ่มตัวอย่างแนะนำตัวเพื่อเก็บข้อมูลทั่วไป หัวข้อที่ 2 ทัศนคติต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน จากนั้นผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างมองภาพสีเทาเพื่อปรับสายตาเป็นเวลา 10 วินาที และให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจำนวน 3 รูปแบบ จากสมาร์ทโฟนส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการสนทนาต่อในหัวข้อที่ 3 คือ ความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบ หัวข้อที่ 4 ความพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานบนเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ และหัวข้อที่ 5 การสนทนาในประเด็นปัญหาและความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบก่อนนำไปใช้งานจริง โดยผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างเขียนแสดงความคิดเห็นลงบนกระดาษเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยระหว่างการสนทนาผู้วิจัยได้ใช้การบันทึกข้อมูลด้วยวิธีการจดบันทึก และวิธีการบันทึกเสียง หลังจากการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันและการแสดงความคิดเห็นในการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยจะขอให้กลุ่มตัวอย่างนำเว็บแอปพลิเคชันไปทดลองใช้รูปแบบละ 1 สัปดาห์ รวม 3 รูปแบบ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 3 สัปดาห์ โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใช้เว็บแอปพลิเคชันอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง หลังจากทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันแต่ละสัปดาห์กลุ่มตัวอย่างจะได้รับแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่ออนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานผ่านทางอีเมล์ ขั้นตอนการเก็บข้อมูลในการสนทนากลุ่มใช้เวลารวม 90 นาที โดยแสดงรายละเอียดขั้นตอน ดังตารางที่ 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการเก็บข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม

ระยะเวลา	ขั้นตอนการเก็บข้อมูลตัวอย่าง	
	คัดเลือกผู้เข้าร่วมการทดสอบที่ตรงตามวัตถุประสงค์และมีความสมัครใจ	
5 นาที	1.ผู้ดำเนินการวิจัยแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ และชี้แจงรายละเอียดการดำเนินการวิจัย	
	2.ทดสอบการมองเห็นสี ด้วยแบบทดสอบตาบอดสี (Ishihara test for color blindness)	
15 นาที	3.สอบถามข้อมูลทั่วไปกับกลุ่มตัวอย่าง	เกณฑ์การคัดออก -ผู้มองเห็นสีผิดปกติจะเสร็จสิ้นการเข้าร่วมวิจัยและได้รับของที่ระลึก
	4.สอบถามทัศนคติต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อลดพลังงาน	
	5. พักสายตาดูภาพสีเทา 10 วินาที	
60 นาที	6. กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เว็บแอปพลิคชันจำนวน 3 รูปแบบ - กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันทีละรูปแบบ - กลุ่มตัวอย่างร่วมแสดงความคิดเห็นผ่านการสนทนากลุ่ม	
10 นาที	7.ผู้วิจัยขอให้กลุ่มตัวอย่างนำเว็บแอปพลิเคชันไปทดลองใช้เป็นเวลา 3 สัปดาห์	
	8.อธิบายการเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน และการตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจต่อการลดพลังงาน	
	เสร็จสิ้นการสนทนากลุ่ม รวมระยะเวลาทั้งหมด 90 นาที	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คนจากการเข้าร่วมการสนทนากลุ่ม ทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันจำนวน 3 รูปแบบ รูปแบบละ 1 สัปดาห์ รวมระยะเวลาในการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันทั้งหมด 3 สัปดาห์ โดยกำหนดให้เข้าใช้เว็บแอปพลิเคชันอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง โดยหลังการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันในแต่ละสัปดาห์ ผู้วิจัยทำการจัดส่งแบบสอบถามโดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) จำนวน 10 ข้อ เพื่อประเมินแรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีในการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน ผ่านทางอีเมล์ให้กับกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนการเก็บข้อมูลแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจในการใช้งานแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการสำรวจโดยแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจในการใช้งาน

ระยะเวลา	ขั้นตอนการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง	
สัปดาห์ที่ 1	1.กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบที่ 1	เกณฑ์การคัดออก -ผู้มองเห็นสีผิดปกติ จะเสร็จสิ้นการเข้าร่วมวิจัยและได้รับของที่ระลึก
	2.ส่งแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจครั้งที่ 1	
สัปดาห์ที่ 2	3.กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบที่ 2	
	4.ส่งแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจครั้งที่ 2	
สัปดาห์ที่ 3	5.กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบที่ 3	
	6.ส่งแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจครั้งที่ 3	
	เสร็จสิ้นการเข้าร่วมวิจัย รวมระยะเวลาทั้งหมด 3 สัปดาห์	

3.3.3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพิลเคชันในการออกแบบครั้งที่ 2 ที่พัฒนาขึ้น และเก็บข้อมูลแรงจูงใจจาการใช้เว็บแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน

ผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน โดย (Virzi, 1992) ได้กล่าวว่า จำนวนของผู้เข้าทดสอบความสามารถในการใช้งานนั้น หากเป็นกลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมายเฉพาะเจาะจง จำนวน 5 คนก็เพียงพอต่อการเก็บข้อมูลที่สามารถพบปัญหาได้ถึง 90% ผู้วิจัยจึงคัดเลือกผู้ร่วมทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างเดิมแบบเฉพาะเจาะจงทั้งผู้ที่มีและไม่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์หรือสถาปัตยกรรมศาสตร์ทำการทดสอบความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบผสมผสานระหว่างรูปแบบภาพเสมือน และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ ซึ่งเป็นรูปแบบที่พัฒนามาจากการเก็บข้อมูลความต้องการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างผ่านการสนทนากลุ่ม และการใช้แบบสอบถาม

โดยผู้วิจัยได้จัดทำงานทดสอบผ่านรูปแบบโครงเรื่องสถานการณ์จำลอง (แสดงในภาคผนวก ง.) ซึ่งแบ่งงานทดสอบออกเป็น 5 ชิ้นงาน คัดเลือกจากความต้องการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันผ่านการสนทนากลุ่มกับกลุ่มตัวอย่าง ประกอบไปด้วย 1) การเข้าใช้ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน 2) การเข้าใช้หน้าแสดงสถานะการใช้พลังงาน 3) การเข้าใช้หน้าแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน 4) การเข้าใช้ส่วนจัดอันดับพื้นที่อนุรักษ์พลังงานดีเด่น 5) การเข้าใช้ส่วนการให้ความรู้เรื่องการลดใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน ระหว่างทำการทดสอบจะมีการบันทึกระยะเวลาการทำงานทดสอบ และขั้นตอนการทำงานด้วยโปรแกรม Loop11 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมในการติดตั้งเข้ากับเว็บแอปพลิเคชันเพื่อบันทึกข้อมูลเวลา จำนวนหน้า และความสำเร็จของแต่ละงานทดสอบ (Alghamdi และคณะ, 2013) เพื่อประเมินประสิทธิภาพ ความถูกต้องสมบูรณ์ของการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

โดยกำหนดให้งานทดสอบใช้เวลาโดยรวม 30 นาที (Escanillan-Galera & Vilela-Malabanan, 2019) หลังจากการทดสอบใช้งานเว็บแอปพลิเคชันกลุ่มตัวอย่างจะได้รับ แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจโดยรวมต่อการใช้งาน (PSSUQ) และแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจต่อการเกิดความต้องการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร (แบบสอบถามแสดงในภาคผนวก จ.) ผ่านทางอีเมล์ ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลรวม 60 นาที ขั้นตอนการเก็บข้อมูลความสามารถในการใช้งาน และแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานแสดงตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลความสามารถในการใช้งาน และแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล (นาที)
1.กลุ่มตัวอย่างรับโครงเรื่องเพื่อทำงานทดสอบ	30 นาที
กลุ่มตัวอย่างทำงานทดสอบที่ 1: เข้าใช้ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน	
กลุ่มตัวอย่างทำงานทดสอบที่ 2: เข้าใช้หน้าแสดงสถานะการใช้พลังงาน	
กลุ่มตัวอย่างทำงานทดสอบที่ 3: เข้าใช้หน้าแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน	
กลุ่มตัวอย่างทำงานทดสอบที่ 4: เข้าใช้ส่วนจัดอันดับพื้นที่อนุรักษ์พลังงานดีเด่น	
กลุ่มตัวอย่างทำงานทดสอบที่ 5: เข้าใช้ส่วนการให้ความรู้เรื่องการลดใช้พลังงาน	
2.กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจโดยรวมต่อการใช้งาน (PSSUQ)	10
3.กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน	10
เสร็จสิ้นการเข้าร่วมวิจัย รวมระยะเวลาทั้งหมด 60 นาที	60 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

3.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม

วิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ใช้วิธีการจัดระเบียบข้อมูลจากการจดบันทึก และการบันทึกเสียง กำหนดรหัสของข้อมูล (Coding) เพื่อเชื่อมโยงคำสำคัญ นำเสนอข้อมูลในรูปแบบผังมโนทัศน์ (Concept map) (Miles และ Huberman, 1994) นำข้อมูลมาออกแบบเว็บแอปพลิชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานที่ตอบสนองต่อความต้องการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างได้มากที่สุด

3.4.2 วิเคราะห์ผลแรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

การวิเคราะห์ข้อมูลแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานทั้ง 3 รูปแบบคือ เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ ใช้การหาค่าสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวน (ANOVA) (Chen และคณะ, 2012)

3.4.3 วิเคราะห์ผลความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานระหว่างภาพเสมือนและข้อมูลเชิงสถิติ โดยวิเคราะห์ความถูกต้องสมบูรณ์ (Effectiveness) ประสิทธิภาพ (Efficiency) และความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (Satisfaction) ตามกำหนดมาตรฐานความสามารถและคุณลักษณะในการใช้งาน (Usability) (ISO9241-11, 2018)

1) ความถูกต้องสมบูรณ์ของงานที่ทำ (Effectiveness) คือ สัดส่วนความสำเร็จของงานทดสอบ นำเสนอความถูกต้องสมบูรณ์ของงานที่ทำ (Success Rate) ในรูปแบบร้อยละ หากผู้ทดสอบสามารถทำงานสำเร็จ 100% แสดงถึงความสมบูรณ์ในการทำงานดีมาก โดยเกณฑ์ความสำเร็จที่ยอมรับได้ต้องมีค่า 78% ขึ้นไป (Sauro และ Lewis, 2009) สามารถคำนวณได้ตามสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ความถูกต้องสมบูรณ์ของงานที่ทำ (Success Rate)} = \frac{\text{จำนวนงานที่ทำสำเร็จ}}{\text{จำนวนงานที่ได้รับมอบหมาย}} \times 100\% \qquad (3.1)$$

2) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้งานระบบหรือผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลเวลา จำนวนการคลิ๊กเมาส์ จำนวนครั้งในการสัมผัสหน้าจอ ที่ผู้ทดสอบใช้เพื่อบรรลุเป้าหมายในการทำงาน ประสิทธิภาพในการใช้งานสามารถวัดผลได้จากจำนวนเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่ม จนถึงสิ้นสุดการทำงาน และการหลงระหว่างใช้งาน (Lostness) (Smith, 1996) การคำนวณค่าการหลงแสดงรายละเอียดดังสมการต่อไปนี้

$$L = \sqrt{\left(\frac{N}{S}-1\right)^2 + \left(\frac{R}{N}-1\right)^2} \qquad (3.2)$$

หาก L > 0.5 คือ เกิดการหลงขณะใช้งานเว็บไซต์

L < 0.4 คือ ไม่เกิดการหลงขณะใช้งานเว็บไซต์

L = 0.0 คือ ใช้งานเว็บไซต์ได้ถูกต้อง

โดย L = การหลงขณะใช้งานเว็บไซต์

N = จำนวนหน้าเว็บไซต์ที่ใช้งานจริง (ไม่รวมหน้าที่เข้าใช้งานซ้ำ)

S = จำนวนหน้าเว็บต์ที่ใช้งานจริง (รวมหน้าที่ใช้งานซ้ำ)

R = จำนวนหน้าเว็บมาตรฐาน

3) ความพึงพอใจ (Satisfaction) คือ ความคิดเห็นด้านประโยชน์การใช้งาน ความง่ายของการใช้ระบบ ทัศนคติต่อการใช้งาน และความต้องการใช้งานระบบในอนาคต เก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือแบบสอบถาม (The Post-Study System Usability Questionnaire: PSSUQ) มีทั้งหมด 16 คำถาม ซึ่งเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบที่นิยมใช้ในหลายงานวิจัยถูกพัฒนาขึ้นโดย (Sauro และ Lewis, 2009) การประเมินความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 7 ระดับ (7-point Likert scale) ตั้งแต่เห็นด้วยอย่างยิ่ง “1” จนถึงระดับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง “7” โดยแบบสอบถามนี้สามารถแบ่งการประเมินได้ 3 ส่วนย่อยคือ ประโยชน์ของระบบ (System Usefulness) มีค่าความเชื่อมั่น (.96) คุณภาพของข้อมูล (Information Quality) มีค่าความเชื่อมั่น (.91) คุณภาพของส่วนต่อประสาน (Interface Quality) มีค่าความเชื่อมั่น (.91) วิเคราะห์ผลโดยใช้คะแนนค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แบบประเมิน PSSUQ แสดงในภาคผนวค จ. สามารถกำหนดช่วงของค่าเฉลี่ยเพื่อทำการวิเคราะห์ผลแบ่งเป็น 7 ระดับช่วงค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 0.00 – 1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ค่อนข้างมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ค่อนข้างน้อย

ค่าเฉลี่ย 5.51 – 6.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

ค่าเฉลี่ย 6.51 – 7.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

4) เปรียบเทียบแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานทั้ง 4 รูปแบบประกอบไปด้วย เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ และรูปแบบผสมผสานระหว่างภาพเสมือนและข้อมูลเชิงสถิติ โดยใช้การหาค่าสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวน (ANOVA) (Chen และคณะ, 2012)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปราย

ผลการวิจัยและอภิปรายของงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การสนทนากลุ่ม (Focus Group) กับผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 21-60 ปี จำนวน 40 คน เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้น และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาพัฒนาการออกแบบให้ตรงกับความต้องการใช้งานของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนที่ 2 แบบสอบถามแรงจูงใจจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กับกลุ่มตัวอย่างเดิมจากการสนทนากลุ่มจำนวน 40 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามหลังการทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบคือ 1) เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง 2) รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม 3) รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างใช้งานรูปแบบละ 1 สัปดาห์ รวมเวลาทั้งหมด 3 สัปดาห์ เพื่อสอบถามแรงจูงใจต่อการอนุรักษ์พลังงาน และสอบถามความคิดเห็นด้านการใช้งานเพื่อนำมาพัฒนารูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด ส่วนที่ 3 ความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้นจากข้อมูลการใช้งานของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การประเมินความสามารถในการใช้งานตามกำหนด ISO 9241-11 ประกอบไปด้วย ความถูกต้องสมบูรณ์ (Effectiveness) ประสิทธิภาพ (Efficiency) และความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (Satisfaction) ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดิมจำนวน 5 คน โดยมีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงทั้งผู้ที่มีและไม่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์หรือสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส่วนที่ 4 เปรียบเทียบแรงจูงใจจากการใช้งานเว็บแอปพลิคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด 4 รูปแบบคือ 1) เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง 2) รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม 3) รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ 4) รูปแบบผสมผสานระหว่างภาพเสมือนและข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อศึกษาองค์ประกอบที่เหมาะสมที่สุดต่อการออกแบบเว็บแอปพลิคชันที่ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลการใช้พลังงานของอาคาร และคุณภาพในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันของผู้ใช้อาคาร

4.1 ผลการวิจัยและอภิปรายจากการสนทนากลุ่ม (Focus Group)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ใช้วิธีการจัดระเบียบข้อมูลจากการจดบันทึก และการบันทึกเสียง กำหนดรหัสของข้อมูล (Coding) เพื่อเชื่อมโยงคำสำคัญ นำเสนอข้อมูลในรูปแบบผังมโนทัศน์ (Concept map) (Miles และ Huberman, 1994) ได้แนวทางการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันก่อนนำไปทดลองใช้งานจริง แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อรายละเอียดดังนี้

1.1 จากการสนทนากลุ่มหัวข้อทัศนคติต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงาน สามารถสรุปร่วมกันได้ว่า การใช้เว็บแอปพลิเคชันผ่านสมาร์ทโฟน สะดวกต่อการใช้งานมากกว่าการให้ผลพลังงานแบบเดิมของโครงการ CU BEMS ที่เป็นการตั้งจอโทรทัศน์แสดงผล ทั้งนี้การสร้างแรงจูงใจต่อการเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสามารถแยกประเภทแรงจูงใจออกเป็น 2 ประเภทคือ 1) แรงจูงใจภายในคือ การนำเสนอผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานต่อตัวบุคคลโดยตรงที่สามารถส่งผลต่ออารมณ์ผู้รับสารให้เกิดแรงจูงใจต่อการใช้งาน 2) แรงจูงใจภายนอกคือ การกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจากสิ่งเร้า ดังตัวอย่างคำกล่าวต่อไปนี้

“...ที่ผ่านมาเคยเห็นจอทีวีตรงหน้าลิฟท์แต่ไม่เคยเข้าไปกดดู เพราะโครงการไม่ได้มีการประชาสัมพันธ์อะไร ถ้าจะให้เกิดการใช้งานจริง ๆ การเปิดผ่านมือถือน่าจะสะดวกกว่า เพราะปัจจุบันนี้ก่อนเข้าอาคารทำงานก็ต้องนำมือถือมาสแกนคิวอาร์โค๊ดทุกครั้ง มือถือเลยเป็นสิ่งจำเป็น อยากเปิดดูตอนไหนก็ทำได้เลย...”

“...แต่ก่อนเคยมีแคมเปญลดพลังงานมาเรื่อยๆ แต่ว่ามันไม่เกิดอย่างต่อเนื่อง เราเป็นคนสนใจเรื่องสิ่งแวดล้อมอยู่แล้ว เลยคิดว่าถ้าโครงการพวกนี้มีอะไรกระตุ้นให้คนรับรู้อย่างต่อเนื่องน่าจะเห็นผลชัดขึ้น หรือถ้าอยากให้พนักงานมาใช้เว็บแอปฯนี้ก็น่าจะต้องเป็นคำสั่งจากผู้บริหารจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเช่น จัดเป็นแคมเปญแข่งกันลดพลังงานระหว่างสำนักงาน และมีของรางวัลให้สิ้นปี อาจเป็นรางวัลที่นำมาแบ่งกันใช้งานภายในออฟฟิศได้ ไม่ต้องยิ่งใหญ่มาก...”

“...ถ้าจะทำให้แอปพลิเคชันน่าสนใจมากกว่านี้น่าจะต้องปรับรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงาน ตอนนี้แสดงผลค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง มันดูง่ายแต่ไม่ดึงดูดเพราะเราไม่ได้เป็นคนจ่าย อาจต้องใช้ข้อความที่ทำให้อ่านแล้วรู้เลยว่าถ้าเราไม่ช่วยกันลดพลังงานมันจะส่งผลกระทบที่ให้ตัวเรายังไง ต้องไม่พูดเรื่องที่ไกลตัว หรือจะเอาประเด็นโลกร้อนที่ดังในโซเชียลมาร่วมด้วยก็ได้...”

1.2 จากการสนทนากลุ่มหัวข้อความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ สามารถสรุปร่วมกันได้ว่า ควรเพิ่มส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันก่อนเริ่มให้ผู้ใช้อาคารทั่วไปใช้งาน โดยเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม และรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงสามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารได้ง่ายกว่ารูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ ดังตัวอย่างคำกล่าวต่อไปนี้

“...ใช้งานครั้งแรกค่อนข้างสับสน เพราะไม่เคยใช้แอปฯ แนวนี้มาก่อน และไม่เล่นเกม ต้องอาศัยการกดตามน้องข้างๆ ถ้ามีหน้าสอนการใช้งานก่อนน่าจะดีกว่า ในตึกนี้มีคนทำงานหลายวัยการ

เล่นแอปฯอาจจะไม่เหมาะกับผู้สูงอายุ เพราะปกติก็ใช้งานมือถือยากอยู่แล้ว แอดไลน์ก็ยังไม่เป็นเลย เปรียบเทียบกันแล้วแบบกราฟจะเข้าใจยากมากที่สุดแต่ตัวหนังสือเล็กมาก มองไม่เห็น..."

"...ภาพกราฟิกน่ารักดีทั้งแบบฟาร์มและแมว อยากกดเข้าไปดูว่าวันนี้ฟาร์มหรือแมวของเราเป็นอย่างไร ดูได้ง่ายว่าพลังงานเพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่แบบแผนภูมิค่อนข้างน่าเบื่อ ไม่อยากจูงใจให้เข้าไปใช้งานเพราะรู้สึกว่ายากเกินจะเข้าใจ..."

1.3 จากการสนทนากลุ่มหัวข้อความพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานบนเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ สามารถสรุปร่วมกันได้ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีความพึงพอใจต่อส่วนการให้รางวัลในเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์มเนื่องจากมีระบบที่คล้ายกับการสะสมของรางวัลในเกม และพึงพอใจต่อรูปแบบสัตว์เลี้ยงที่ส่งผลต่ออารมณ์ของผู้ใช้ และกลุ่มตัวอย่างที่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์พึงพอใจต่อส่วนการแสดงผลข้อมูลพลังงานของเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติเนื่องจากข้อมูลมีความละเอียดมากกว่า ดังตัวอย่างคำกล่าวต่อไปนี้

"...รูปแบบฟาร์มมีความน่าสนใจอยากลองเล่นมากที่สุดเพราะเหมือนกับการเล่นเกมส์ สะสมรางวัลไปเรื่อย ๆ ได้ขยายอาณาจักรของเรา ส่วนแมวก็มีความน่ารักดี รู้สึกสงสารเวลาเห็นแมวป่วยใกล้ตาย ส่วนแบบแผนภูมิเข้าใจยากในหน้าแรกเพราะเป็นศัพท์เฉพาะ แต่มีความละเอียดตรงหน้าแผนภูมิวงกลมที่แยกส่วนให้เห็นไปเลยว่าพื้นที่ส่วนไหนใช้พลังงานมากที่สุด..."

"...ควรทำแค่สองแบบคือแบบแมวและฟาร์ม แต่เอากราฟมาประยุกต์ใช้กับทั้งสองแบบนี้ไปเลยให้เข้าใจง่ายๆ ฟาร์มออกแบบเรื่องราวเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมพลังงานมากกว่าดูแล้วนึกถึงสภาวะโลกร้อน แต่สัตว์เลี้ยงน่าจะเพิ่มตัวเลือกเป็นหมา หรืออื่นๆได้จะดี เพราะแต่ละคนอาจจะชอบสัตว์ไม่เหมือนกัน..."

"...คิดว่าแบบฟาร์มน่ารักดี เข้าใจง่าย แบบแมวก็จะคล้าย ๆ กับฟาร์ม แต่ส่วนตัวชอบหมามากกว่า เลยอาจทำเป็นตัวละครให้เลือกก่อนเริ่มเล่นเช่น หมา ปลา นก คนใช้จะได้อินกับสัตว์ที่ชอบมากขึ้น แต่แบบที่เป็นแผนภูมิจะให้รายละเอียดการใช้พลังงานได้ดีกว่ามีการเปรียบเทียบชัดเจนแต่อาจจะต้องเป็นคนที่มีพื้นฐานเรื่องระบบงานอาคาร หรือพวกช่างจะเข้าใจได้ดี คนทำงานส่วนอื่น ๆ เข้าใจค่อนข้างยาก..."

1.4 จากการสนทนากลุ่มหัวข้อประเด็นปัญหาและความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบก่อนนำไปใช้งานจริง สามารถสรุปร่วมได้ทั้งหมด 4 แนวทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คือ 1) การเพิ่มส่วนการแนะนำการใช้งานก่อนเข้าใช้เว็บแอปพลิเคชัน 2) การปรับเนื้อหาส่วนการให้ความรู้ 3) การเพิ่มตัวเลือกประเภทสัตว์ในเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพสเมือนสัตว์เลี้ยง 4) การเพิ่มข้อความแจ้งเตือนเพื่อให้เกิดการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันอย่างต่อเนื่อง

"...ที่บอกว่าควรเพิ่มหน้าแนะนำการใช้งานหลังการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน เพราะไอคอนไม่คุ้นเคยต้องใช้การลองกดเข้าไปเล่นถึงจะรู้ว่าไอคอนนี้สื่อถึงอะไร ยิ่งถ้าเป็นผู้สูงอายุน่าจะยากต่อการเล่นถ้าไม่ได้สอนก่อน..."

"...ส่วนตัวชอบกลยุทธ์ที่เหมือนการเล่นเกมอยู่แล้ว จึงเข้าใจได้ว่าถ้าพลังงานลดเราจะได้สะสมของรางวัล แต่แอปฯนี้ไม่ได้เหมือนกับหน้าเกมโดยตรง เลยอยากให้เพิ่มส่วนแนะนำวิธีการใช้งาน จะได้รู้ว่ามันมีส่วนประกอบอย่างไรบ้าง ปกติเวลาเล่นเกมจะมีการแจ้งเตือนว่าตอนนี้ต้องเก็บเกี่ยวฟาร์ม ต้องป้อนอาหารสัตว์ หรือต้องทำภารกิจ ถ้าแอปฯนี้แจ้งเตือนเรื่องการใช้พลังงานได้จะทำให้คนติดตาม และเปิดใช้งานทุกวัน..."

"...เป็นคนรักสุนัข แต่ไม่ชอบแมว ถ้าทำสัตว์เลี้ยงรูปแบบอื่นๆมาให้เลือกก่อนเริ่มเล่นจะสนใจมากกว่านี้ คงจะอยากดูเรื่อยๆว่าตอนนี้น้องสุนัขเราเป็นอย่างไรบ้าง..."

"...ส่วนให้ความรู้ควรแฝงเรื่องผลกระทบที่เป็นเรื่องใกล้ตัวมากกว่า เพื่อดึงดูดให้คนใส่ใจจะลดพลังงานเพราะมันจะกระทบต่อตัวเองเช่น ผลกระทบต่อสุขภาพ ต่อสิ่งแวดล้อม..."

จากผลการสนทนากลุ่มข้างต้น สามารถสรุปประเด็นเพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ของข้อมูลในการออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นหลักประกอบไปด้วย 1) ทัศนคติต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงาน 2) ความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ 3) ความพึงพอใจต่อรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานทั้ง 3 รูปแบบ 4) ประเด็นปัญหาและความคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยนำเสนอในรูปแบบผังมโนทัศน์ (Concept Map) ได้ดังนี้

ภาพที่ 4.1 ผังมโนทัศน์ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ สามารถสรุปเพื่อปรับปรุงการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันได้ทั้งหมด 4 ส่วนคือ 1) ส่วนการแนะนำการใช้งาน 2) ส่วนการให้ความรู้ 3) เพิ่มตัวเลือกประเภทสัตว์ในเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพสเมือนสัตว์เลี้ยง 4) ส่วนการแจ้งเตือน เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้ตรงต่อความต้องการใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างก่อนนำไปทดลองใช้จริง โดยรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่นำมาพัฒนาคือรูปแบบระบบนิเวศในฟาร์ม และรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบแรงจูงใจ และความต้องการใช้งานกับรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติซึ่งเป็นรูปแบบผลการแสดงข้อมูลพลังงานของโครงการ CU BEMS เดิม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ส่วนแนะนำการใช้งาน เพิ่มเติมส่วนคำแนะนำในการกดดูส่วนต่าง ๆ บนเว็บแอปพลิเคชันพร้อมความหมายของไอคอนแต่ละส่วน ให้ผู้ใช้เรียนรู้ก่อนเริ่มใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

2) ส่วนการให้ความรู้ เพิ่มเติมเนื้อหาที่แสดงถึงผลกระทบที่ใกล้ตัวผู้ใช้หากไม่ร่วมกันลดใช้พลังงานในสำนักงาน ประกอบไปด้วยผลกระทบด้านสุขภาพ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม วิธีการลดใช้พลังงาน (GreenpeaceThailand, 2020)

3) เพิ่มส่วนการเลือกประเภทสัตว์เลี้ยง ในเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพสเมือนสัตว์เลี้ยง ประกอบไปด้วย สุนัข แมว ปลา เนื่องจากเป็นสัตว์เลี้ยงที่นิยมมากที่สุดจากข้อมูลการสนทนากลุ่มกับกลุ่มตัวอย่าง

4) ส่วนการแจ้งเตือน เพิ่มเติมให้มีการแจ้งเตือนการใช้พลังงานระหว่างวัน โดยใช้การส่งข้อความผ่านแอปพลิเคชันไลน์แอด (Line@) เนื่องจากสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนเข้าสมาร์ทโฟนของกลุ่มตัวอย่างได้โดยตรง และครบถ้วน เพื่อเตือนให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันอย่างต่อเนื่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ผลการวิเคราะห์แรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

งานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean:$\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) และค่าความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลแบบสอบถามวัดระดับแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบที่ได้รับการพัฒนาการออกแบบจากการเก็บข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม โดยกลุ่มตัวอย่างได้ประเมินแบบสอบถาม หลังการทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบคือรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ รูปแบบละ 1 สัปดาห์

ตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์ระดับแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ (n=40)

รายการ	รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศน์ในฟาร์ม			รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง			รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ			Sig.
	$\overline{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ	$\overline{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ	$\overline{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ	
1. แรงจูงใจต่อการเกิดพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน	3.55	0.96	มาก	4.13	1.16	มาก	2.75	0.81	ปานกลาง	.000
2. แรงจูงใจต่อการติดตามสถานะการใช้พลังงานในสำนักงาน	3.45	0.88	ปานกลาง	3.95	1.22	มาก	2.85	0.74	ปานกลาง	.000
3. แรงจูงใจต่อความต้องการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันในสำนักงาน	3.83	0.93	มาก	3.93	1.10	มาก	2.48	1.04	น้อย	.000
4. แรงจูงใจต่อความต้องการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันในที่พักอาศัย	3.15	1.00	ปานกลาง	3.80	1.24	มาก	2.58	0.90	ปานกลาง	.000
5. แรงจูงต่อการลดใช้พลังงานเพื่อรักษาระดับการใช้พลังงานในแต่ละวัน	3.80	0.94	มาก	3.93	1.16	มาก	3.58	0.75	มาก	.000
6. แรงจูงใจต่อการเรียนรู้เรื่องการลดใช้พลังงาน	3.58	1.01	มาก	3.83	1.01	มาก	3.38	1.15	ปานกลาง	.000
7. แรงจูงใจต่อการติดตามผลการแข่งขันเปรียบเทียบการลดใช้พลังงาน	3.63	1.08	มาก	3.85	1.17	มาก	3.38	0.93	ปานกลาง	.000
8. แรงจูงใจจากการได้รับของรางวัลในเว็บแอปพลิเคชัน	3.33	0.97	ปานกลาง	3.83	1.08	มาก	3.20	1.14	ปานกลาง	.000
9. แรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานอย่างต่อเนื่อง	3.63	1.05	มาก	4.53	0.88	มากที่สุด	2.50	0.78	ปานกลาง	.000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10. แรงจูงใจต่อความต้องการเผยแพร่เว็บแอปพลิเคชันกับเพื่อนร่วมงาน	3.70	1.07	มาก	3.95	1.13	มาก	2.68	0.76	ปานกลาง	.000
รวมคะแนนเฉลี่ย	3.57	0.99	มาก	3.97	1.11	มาก	2.94	0.16	ปานกลาง	.000

จากตารางที่ 4.1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีแรงจูงใจภาพรวมต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.97) รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์มอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.57) แรงจูงใจต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชัน รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{x}$ = 2.94) ตามลำดับ เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการใช้งานมากที่สุดในทุก ๆ ข้อ จากการใช้เว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างบางท่านที่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์หรือสถาปัตยกรรมศาสตร์ได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหลังการทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบว่า ควรเพิ่มเติมการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบที่เป็นการผสมผสานระหว่างรูปแบบภาพเสมือนและรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ผู้ใช้ดูได้ทั้งข้อมูลพลังงานในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และข้อมูลเชิงลึกสำหรับผู้ที่ต้องการรายละเอียดมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงซึ่งเป็นรูปแบบที่ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานมากที่สุดผสมผสานกับการให้ข้อมูลทางสถิติเชิงลึกซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากเว็บไซต์โครงการ CU BEMS เพื่อนำมาศึกษาเพิ่มเติมด้านความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน และวิเคราะห์แรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานเปรียบเทียบกับการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันครั้งที่ 1 โดยสามารถจำแนกองค์ประกอบการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันได้ทั้งหมด 6 องค์ประกอบตามข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ประกอบไปด้วยคำแนะนำในการกดดูส่วนต่าง ๆ พร้อมความหมายของแต่ละส่วน ก่อนเริ่มใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน พร้อมให้ผู้ใช้สามารถเลือกประเภทสัตว์เลี้ยงตามความชอบของตนเองได้ทั้งแมว สุนัข และปลา โดยอ้างอิงประเภทของสัตว์เลี้ยงที่กลุ่มตัวอย่างชื่นชอบมากที่สุดตามลำดับ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการติดตามผลการใช้พลังงาน ตัวอย่างส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันดังภาพที่ 4.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.2 ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

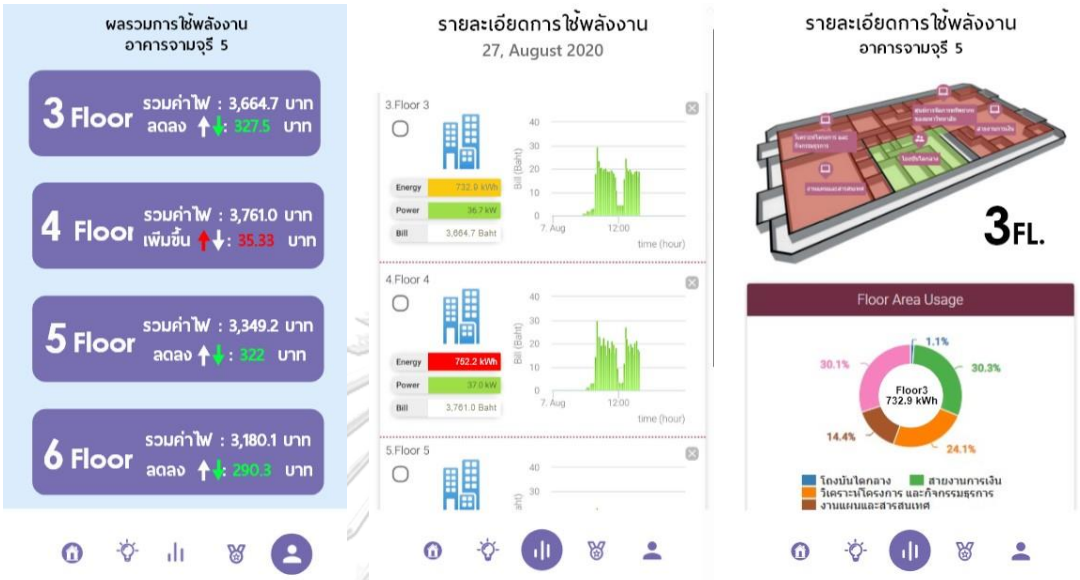
2) ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน ประกอบด้วยเนื้อหาที่แสดงถึงผลกระทบเรื่องการใช้พลังงานที่ใกล้ตัวผู้ใช้ทั้งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม และผลกระทบด้านสุขภาพ พร้อมแสดงคำแนะนำวิธีการลดใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน เพื่อสร้างองค์ความรู้ในทางปฏิบัติสำหรับการลดใช้พลังงานให้กับกลุ่มตัวอย่าง แสดงดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน

3) ส่วนการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน ใช้การนำเสนอข้อมูลพลังงานรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงซึ่งเป็นรูปแบบการแสดงข้อมูลพลังงานอย่างง่ายผ่านการสื่อสารภาพความสมบูรณ์ของสัตว์เลี้ยงเปรียบเทียบได้กับสถานะการใช้พลังงาน ร่วมกับการแสดงข้อมูลตัวเลขที่มีรายละเอียดการใช้พลังงานทั้งปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ ณ เวลาจริงในรูปแบบแผนภูมิ และรายละเอียดการใช้พลังงานของแต่ละบริเวณในแต่ละชั้น แสดงสถานะการใช้พลังงานในแต่ละชั้นของอาคารจามจุรี 5 แสดงดังภาพที่ 4.4

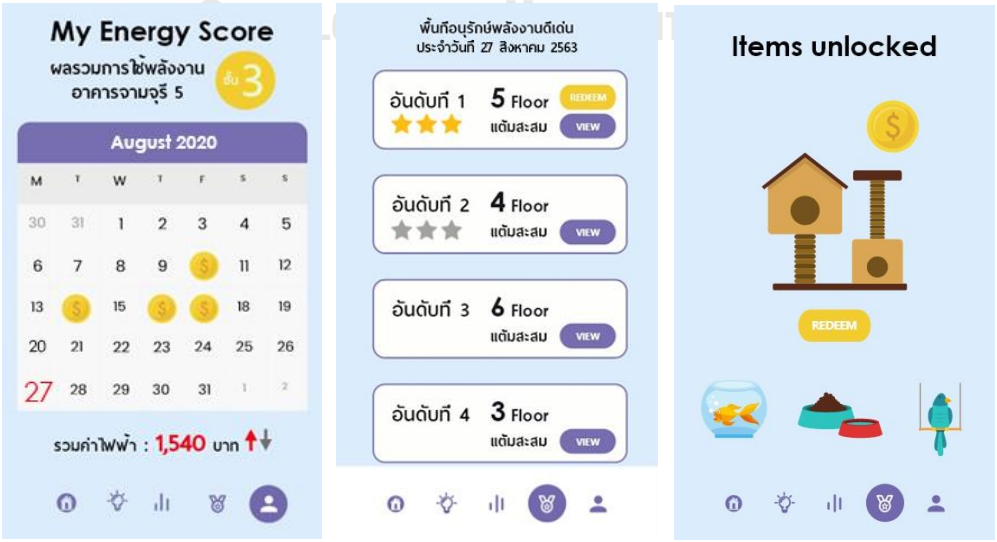
ภาพที่ 4.4 ส่วนการการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน

4) ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร ใช้การนำเสนอข้อมูลสถิติทั้งข้อมูลการใช้พลังงาน (kWh) ค่าไฟฟ้า (บาท) และแสดงการใช้พลังงานเชิงลึกในแต่ละส่วนพื้นที่การทำงานในแต่ละชั้นของอาคารจามจุรี 5 นำเสนอรูปแบบแผนภูมิประกอบภาพของการใช้พลังงานในแต่ละชั้นในอาคารจามจุรี 5 แสดงดังภาพที่ 4.5



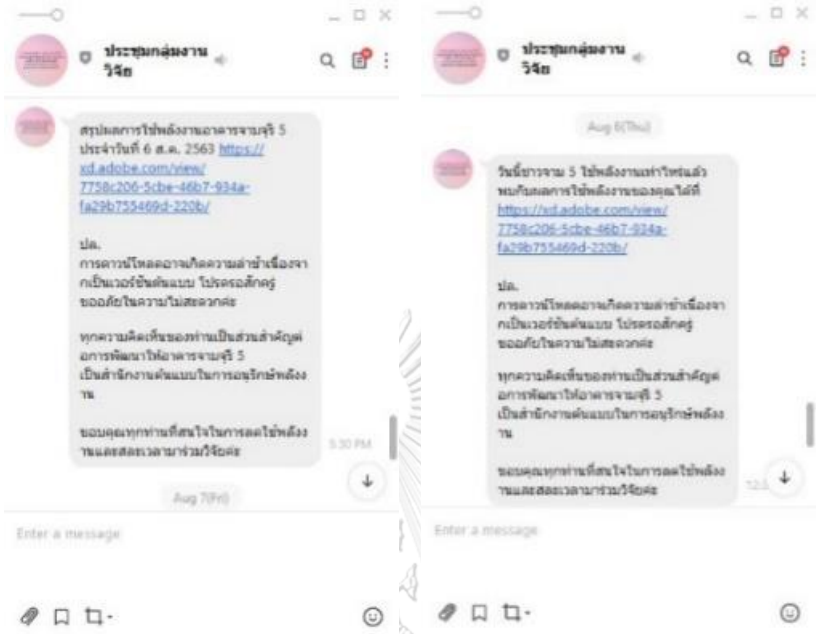
ภาพที่ 4.5 ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร

5) ส่วนการให้รางวัล แสดงผลการจัดอันดับพื้นที่อนุรักษ์พลังงานดีเด่นในแต่ละวัน โดยแสดงเปรียบเทียบระหว่างชั้น และแสดงประวัติการได้รับรางวัลของชั้นตนเองในแต่ละวัน พร้อมการสะสมแต้มเพื่อแลกของรางวัลเสมือนบนเว็บแอปพลิเคชันเช่น ของตกแต่งสัตว์เลี้ยง



ภาพที่ 4.6 ส่วนการให้รางวัล

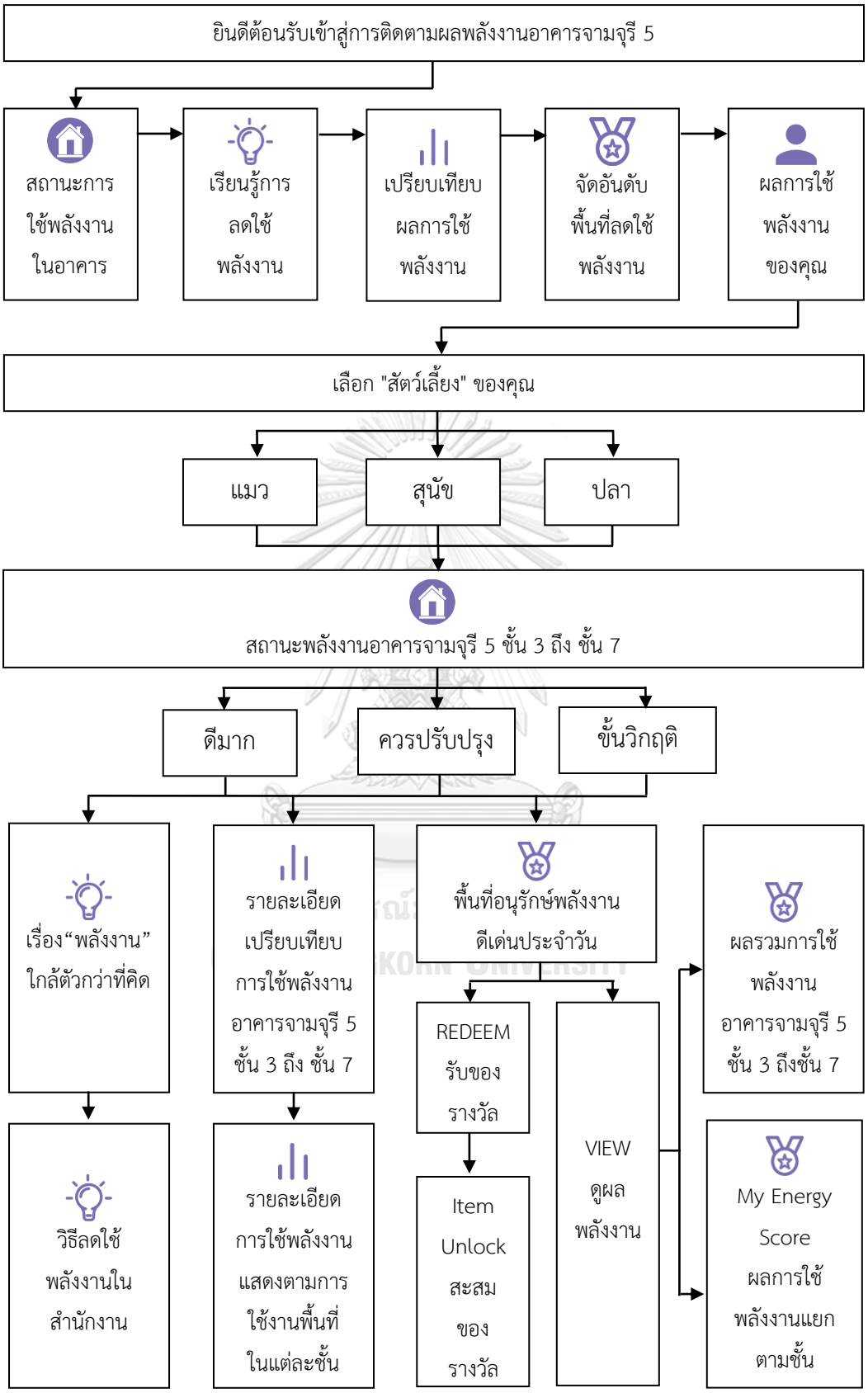
6) ส่วนการแจ้งเตือน เพื่อกระตุ้นให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใช้งานอย่างต่อเนื่อง โดยใช้การส่งข้อความผ่านแอปพลิเคชันไลน์แอด (Line@) เนื่องจากสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนเข้าสมาร์ทโฟนของกลุ่มตัวอย่างได้โดยตรง แสดงดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ส่วนการแจ้งเตือน

โดยเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานระหว่างภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง และข้อมูลเชิงสถิติ สามารถแสดงรายละเอียดในการใช้งานระบบ โดยเริ่มตั้งแต่การเข้าใช้ส่วนการแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อเรียนรู้ส่วนประกอบต่าง ๆ การเลือกสัตว์เลี้ยงที่ผู้ใช้ต้องการประกอบไปด้วยแมว สุนัข และปลา การเข้าถึงส่วนการแสดงสถานะการใช้พลังงานของอาคารจามจุรี 5 การเรียนรู้วิธีการลดใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน การเปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละชั้น และเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานที่ผ่านมาของชั้นตนเอง การแสดงพื้นที่อนุรักษ์พลังงานดีเด่น และการสะสมแต้มเพื่อแลกของรางวัลสำหรับการตกแต่งสัตว์เลี้ยง โดยสามารถแสดงรายละเอียดการทำงานของระบบได้ดังภาพที่ 4.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.8 แผนผังระบบการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน

4.3 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน

จากการทดสอบความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานระหว่างรูปแบบภาพเสมือน และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ กับกลุ่มตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานในอาคารจามจุรี 5 จำนวน 5 คน แบ่งเป็นผู้ที่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์หรือสถาปัตยกรรมสาสตร์จำนวน 2 คน และเป็นผู้ที่ไม่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์หรือสถาปัตยกรรมสาสตร์จำนวน 3 คน ทำการทดสอบบนสมาร์ทโฟนของกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการทดสอบทางไกล (Remote Usability Testing) โดยผู้วิจัยจัดทำงานทดสอบผ่านรูปแบบโครงเรื่องสถานการณ์จำลอง ซึ่งแบ่งงานทดสอบออกเป็น 5 ชิ้นงาน คัดเลือกจากความต้องการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจากการสนทนากลุ่มกับกลุ่มตัวอย่าง ประกอบไปด้วย 1) การเข้าใช้ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน 2) การเข้าใช้หน้าแสดงสถานะการใช้พลังงาน 3) การเข้าใช้หน้าแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน 4) การเข้าใช้ส่วนจัดอันดับพื้นที่อนุรักษ์พลังงานดีเด่น 5) การเข้าใช้ส่วนการให้ความรู้เรื่องการลดใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน ระหว่างการทดสอบใช้การบันทึกผลการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโดยโปรแกรม Loop11 และประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งานผ่านแบบสอบถาม PSSUQ เพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องสมบูรณ์ (Effectiveness) ประสิทธิภาพ (Efficiency) และความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (Satisfaction) ตามกำหนดมาตรฐานความสามารถและคุณลักษณะในการใช้งาน (Usability) ISO 9241-11 แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลวิเคราะห์ความถูกต้องสมบูรณ์ของงานที่ทำ (Effectiveness) จากการทดสอบใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน วัดผลจากจำนวนงานที่ทำสำเร็จ เทียบกับจำนวนงานที่ได้รับมอบหมาย ผลการทดสอบพบว่ากลุ่มตัวอย่างทุกคนสามารถทำงานจำนวน 5 งานที่ได้รับมอบหมายถูกต้องสมบูรณ์ 100% แสดงถึงความสมบูรณ์ของการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันดีมาก เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความถูกต้องสมบูรณ์ของงานที่ยอมรับได้ต้องมีค่า 78% ขึ้นไป แสดงผลดังตารางที่ 4.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.2 ผลวิเคราะห์ความถูกต้องสมบูรณ์ของงานที่ทำ

กลุ่มตัวอย่าง	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
ความถูกต้องสมบูรณ์ (Success Rate)	100%	100%	100%	100%	100%
ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ (วินาที)	43	43	34	26	32

4.3.2 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (Efficiency) จากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานใช้ผลข้อมูลเวลา (วินาที) และการหลงระหว่างการทำงานทดสอบสำเร็จตามงานที่ได้รับมอบหมาย แสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงาน

กลุ่มตัวอย่าง	เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (วินาที)				
	Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5
คนที่ 1	21	94	33	39	29
คนที่ 2	26	79	36	54	19
คนที่ 3	24	60	45	16	25
คนที่ 4	20	48	22	22	17
คนที่ 5	48	20	39	24	29
ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ (วินาที)	27.8	60.2	35	31	23.8
ความหลง (Lostness)	0.22	0.77	0.42	0.29	0.18

จากตาราง 4.3 พบว่า กลุ่มตัวอย่างใช้เวลาในการทำแต่ละงานทดสอบ (Task) แตกต่างกัน โดยสามารถเรียงลำดับการใช้เวลาในแต่ละการทำงานจากมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ดังนี้ งานที่ 2 การเข้าใช้หน้าแสดงสถานะการใช้พลังงานในพื้นที่ปฏิบัติงานของท่านค่าเฉลี่ยเวลา ($\overline{\boldsymbol{x}}$ = 60.2) ค่าการหลงขณะใช้งาน 0.77 งานที่ 3 การเข้าใช้หน้าแผนภูมิเปรียบเทียบการใช้พลังงานของชั้นต่าง ๆ ในอาคารจามจุรี 5 ($\overline{\boldsymbol{x}}$ = 35) ค่าการหลงขณะใช้งาน 0.42 งานที่ 4 การเข้าใช้ส่วนจัดอันดับพื้นที่อนุรักษ์พลังงานดีเด่น ($\overline{\boldsymbol{x}}$ = 31) ค่าการหลงขณะใช้งาน 0.29 งานที่ 1 การเข้าใช้ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ($\overline{\boldsymbol{x}}$ = 21.8) ค่าการหลงขณะใช้งาน 0.22 และงานที่ 5 การเข้าใช้ส่วนการให้ความรู้เรื่องการลดใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน ($\overline{\boldsymbol{x}}$ = 23.8) ค่าการหลงขณะใช้งาน 0.18 ตามลำดับ

จากการทดสอบการใช้งานแสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถทำงานทดสอบที่ 1, 4 และ 5 ได้สำเร็จโดยไม่เกิดการหลงขณะใช้งานคือ มีค่าการหลงน้อยกว่า 0.4 โดยงานที่ 3 มีค่าการหลงที่ 0.42 Smith (1996) ได้กล่าวว่า หากค่าการหลงอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.5 หมายถึง มีการหลงเกิดขึ้นบ้างแต่อยู่ในช่วงพอรับได้ และการทำงานที่ 2 มีค่าการหลงที่ 0.77 คือ กลุ่มตัวอย่างเกิดการหลงระหว่างใช้งาน

4.3.3 ผลวิเคราะห์ความพึงพอใจ (Satisfaction) จากแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (The Post-Study System Usability Questionnaire-PSSUQ) ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean:$\overline{\boldsymbol{x}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) แสดงผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน (n=5)

รายการ	$\overline{x}$	S.D.	
1. โดยรวมแล้ว ฉันพึงพอใจกับความง่ายต่อการใช้งาน	1.4	0.55	System Usefulness $\overline{x}$ = 1.33
2. มันเป็นเรื่องง่ายที่จะใช้เว็บแอปพลิเคชันนี้	1.2	0.45	
3. ฉันสามารถใช้เว็บแอปพิลเคชันนี้เพื่อเข้าถึงผลพลังงานได้อย่าง "รวดเร็ว"	1.4	0.55	
4. ฉันสามารถใช้เว็บแอปพลิเคชันนี้ได้อย่างสบายใจ	1.2	0.45	
5. มันเป็นเรื่องง่าย ที่จะเรียนรู้การใช้งาน เว็บแอปพลิเคชันนี้	1.6	0.55	
6. ฉันเชื่อว่า เมื่อใช้เว็บแอปพลิเคชันนี้ฉันจะเข้าถึงข้อมูลพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว	1.2	0.45	
7. ระบบได้แสดงข้อความเตือน บอกถึงข้อผิดพลาด และระบุวิธีการแก้ปัญหาการใช้งานระบบได้อย่างชัดเจน	1.6	0.89	Information Quality $\overline{x}$ = 1.75
8. เมื่อฉันกดใช้หน้าจอผิดพลาด ฉันสามารถแก้ไข เพื่อให้เข้าถึงหน้าที่ฉันต้องการได้อย่างง่ายดาย	2.2	1.30	
9. เว็บแอปพลิเคชันมีการแสดงข้อมูล (เช่น ข้อความบนหน้าจอ) ชัดเจน	1.6	0.89	
10. ฉันสามารถหาข้อมูลที่ฉันต้องการได้อย่างง่ายดาย	1.5	1.00	
11. เว็บแอปพลิเคชันมีการแสดงข้อมูลเพื่อนำทาง ที่ช่วยให้ฉันเรียนรู้การเข้าถึงหน้าต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ	1.8	0.84	
12. เว็บแอปพลิเคชันมีการแสดงข้อมูล ที่ง่ายต่อความเข้าใจ	1.8	0.84	
13. ส่วนแสดงผล (interface) ของระบบสวยงาม น่าพึงพอใจ	1.4	0.55	Interface Quality $\overline{x}$ = 1.4
14. ฉันชอบใช้ส่วนแสดงผล (interface) ของเว็บแอปพลิเคชันนี้	1.4	0.55	
15. เว็บแอปพลิเคชันนี้ มีฟังก์ชันการทำงาน และมีศักยภาพในการใช้งาน ได้ตามที่ฉันคาดหวังว่าควรจะมี	1.4	0.89	
16. โดยรวมแล้ว ฉันพึงพอใจกับระบบนี้	1.2	0.45	Overall Satisfaction $\overline{x}$ = 1.2

จากตารางที่ 4.4 พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 คนมีความพึงพอใจโดยรวม (Overall Satisfaction) ต่อการทดสอบใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 1.2) มีความพึงพอใจด้านประโยชน์การใช้งานของระบบ (System Usefulness) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 1.33) มีความพึงพอใจด้านคุณภาพส่วนต่อประสาน (User Interface) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 1.4) และมีความพึงพอใจด้านคุณภาพของข้อมูล (Information Quality) อยู่ใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระดับมาก ($\overline{x}$ = 1.75) โดยในแบบสอบถามหัวข้อที่มีการประเมินคะแนนความพึงพอใจต่ำที่สุดคือ ความสามารถในการแก้ไขเพื่อไปหน้าที่ต้องการ เมื่อกดหน้าจอผิดพลาด ($\overline{x}$ = 1.2)

4.4 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักจากการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันทั้ง 4 รูปแบบ

เว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทั้ง 4 รูปแบบประกอบด้วย 1) เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง 2) รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม 3) รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ 4) รูปแบบผสมผสานระหว่างภาพเสมือนและข้อมูลเชิงสถิติ วิเคราะห์เปรียบเทียบระดับแรงจูงใจจาการใช้งานโดยใช้การหาค่าสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวน (ANOVA) แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ และรูปแบบผสมผสาน

คะแนน	รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศนในฟาร์ม			รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง			รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ			รูปแบบผสมผสาน		
	$\overline{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ	$\overline{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ	$\overline{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ	$\overline{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ
รวมคะแนนเฉลี่ย	**3.57**	**0.99**	**มาก**	**3.97**	**1.11**	**มาก**	**2.94**	**0.16**	**ปานกลาง**	**4.34**	**0.56**	**มาก**

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานต่อเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 4 รูปแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F(3,36)=44.907, p<.05$) โดยมีแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานรูปแบบผสมผสานอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.34) รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.97) รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์มอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.57) และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{x}$ = 2.94) ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Post Hoc Tests โดยเลือกใช้สถิติ Games-Howell พบว่าเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบที่ 1, 2, 3 และ 4 ทุกรายคู่ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการใช้งานมากที่สุดในทุก ๆ ข้อ

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

แนวทางการลดใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ช่วยในการติดตามผลพลังงาน เพื่อเป้าหมายในการสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าสู่ผู้ใช้อาคาร นำมาสู่การสร้างนโยบายในการอนุรักษ์พลังงาน โดยโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) ได้นำแนวคิดการสื่อสารข้อมูลพลังงานผ่านเว็บแอปพลิเคชันมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการลดใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หากแต่รูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานนั้นเป็นข้อมูลเชิงวิศวกรรมศาสตร์และสถิติที่ยากต่อการทำความเข้าใจต่อผู้ใช้อาคารทั่วไป จึงไม่เกิดแรงจูงใจในการติดตามผลการใช้พลังงานในอาคาร ส่งผลให้อาคารจามจุรี 5 ยังไม่เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาองค์ประกอบในการสื่อสารข้อมูลพลังงานผ่านเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับผู้ใช้อาคารได้ติดตามผลพลังงาน และความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อนำมาสู่ความต้องการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานที่ผู้ใช้ไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่เกิดขึ้น จากการดำเนินการศึกษาวิจัยสามารถสรุปข้อค้นพบได้ 4 ประเด็นสำคัญ แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 ประเด็นองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน

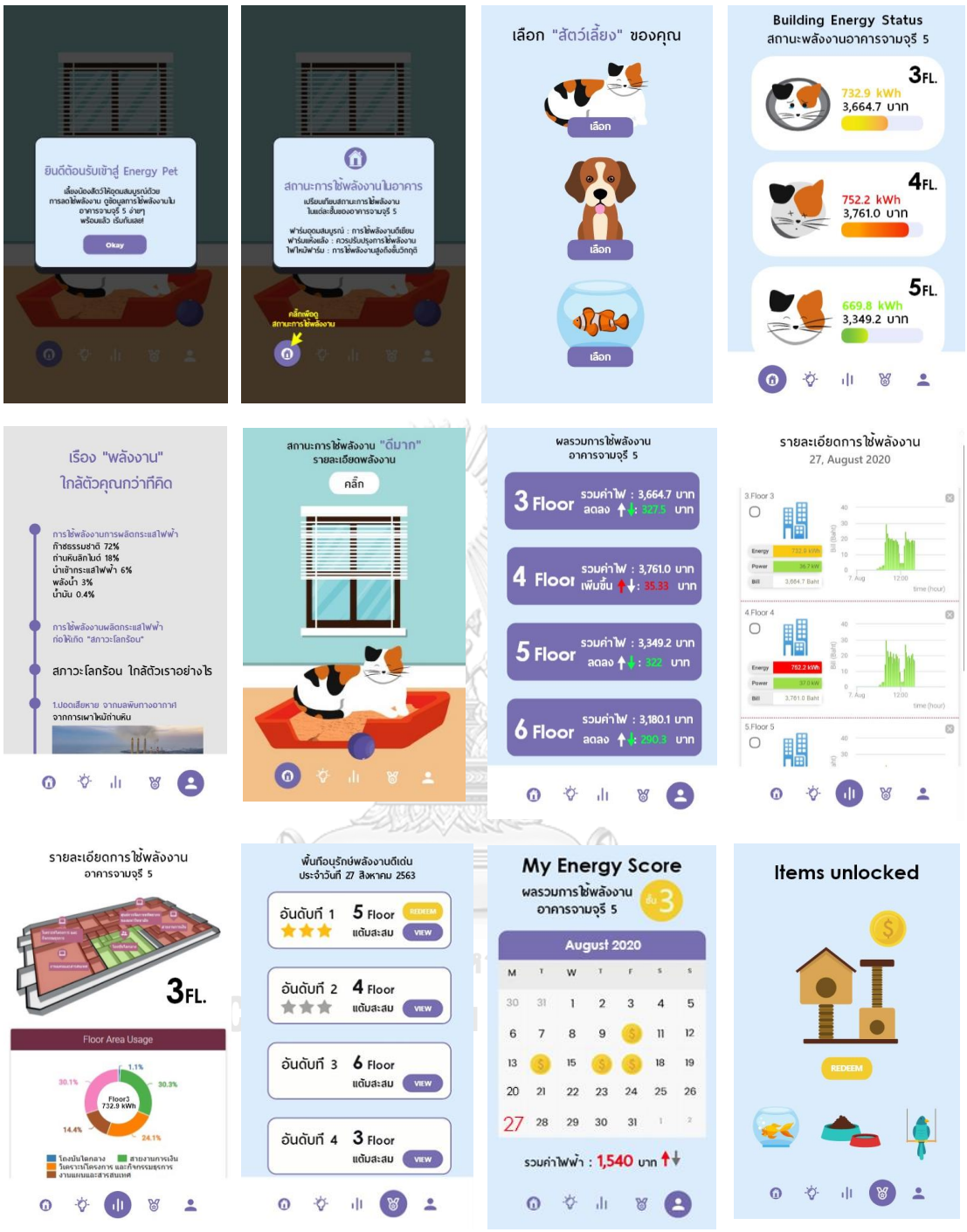
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการสนทนากลุ่มกับผู้ปฏิบัติงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 21-60 ปี จำนวน 40 คนพบว่า ส่วนประกอบในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานสอดคล้องกับทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานโดยการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจ (Yun และคณะ,2013) ทั้งนี้ในงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีผู้ใดกล่าวถึง การออกแบบส่วนการแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันก่อนเริ่มใช้งานครั้งแรก ซึ่งเป็นข้อค้นพบสำคัญจากการสนทนากลุ่ม เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันในการสื่อสารข้อมูลพลังงานเป็นสิ่งใหม่ที่กลุ่มตัวอย่างไม่มีความคุ้นเคยต่อการใช้งาน ส่วนการแนะนำการใช้งานจึงจำเป็นอย่างมากต่อการเกิดความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันอันนำมาสู่แรงจูงใจในการติดตามข้อมูลพลังงานในสำนักงาน งานวิจัยนี้จึงสามารถสรุปส่วนประกอบสำคัญในการออกแบบเว็บแอพลิเคชันได้ 6 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนการให้ความรู้และ

คำแนะนำในการลดใช้พลังงาน 2) ส่วนการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน 3) ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลพลังงาน 4) ส่วนการให้รางวัล 5) ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน 6) ส่วนการแจ้งเตือน

5.1.2 ประเด็นแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานระหว่างเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามระดับแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ หลังการทดลองใช้งานรูปแบบละ 1 สัปดาห์ รวมระยะเวลา 3 สัปดาห์พบว่า เว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงมีผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 รองลงมาคือรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.57 และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.94 ตามลำดับ จึงสามารถสรุปได้ว่าการสื่อสารข้อมูลพลังงานรูปแบบภาพเสมือนนั้นกระตุ้นให้กลุ่มตัวอย่างเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานได้มากกว่ารูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยโดย Chao และคณะ (2010) ที่กล่าวว่ามนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิตเช่น ต้นไม้ สัตว์เลี้ยง หรือฟาร์ม เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจมากที่สุด เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างสามารถเลือกประเภทของสัตว์เลี้ยงที่ตรงตามความชอบของตนเองได้ จึงส่งผลต่อการกระตุ้นอารมณ์ความรู้สึกได้ดีที่สุด โดยกลุ่มตัวอย่างมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมด้านความหลากหลายของกลุ่มประชากรที่ปฏิบัติงานในอาคารจามจุรี 5 ซึ่งเป็นอาคารที่ประกอบไปด้วยสำนักงานที่มีความหลากหลาย ทำให้มีทั้งผู้ใช้ที่มี และไม่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์หรือสถาปัตยกรรมศาสตร์ จากข้อเสนอแนะได้จึงนำมาสู่การออกแบบพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานระหว่างรูปแบบภาพเสมือนและรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ผู้ใช้สามารถดูผลได้ทั้งข้อมูลพลังงานในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และข้อมูลเชิงลึกสำหรับผู้ที่ต้องการรายละเอียดมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงซึ่งเป็นรูปแบบที่ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานมากที่สุด ผสมผสานกับการให้ข้อมูลทางสถิติเชิงลึกซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากเว็บไซต์โครงการ CU BEMS เพื่อนำมาศึกษาเพิ่มเติมด้านความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน และวิเคราะห์เปรียบเทียบแรงจูงใจจากการใช้งานเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานแสดงดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน

5.1.3 ประเด็นความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน

จากการทดสอบการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินความสามารถในการใช้งานตามกำหนดมาตรฐานความสามารถและคุณลักษณะในการใช้งาน (Usability) ISO 9241-11 สามารถสรุปผลการทดสอบได้ว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 คน สามารถใช้งาน

เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานมีความถูกต้องสมบูรณ์ (Effectiveness) 100% คือ สามารถทำงานได้สำเร็จทุกชิ้นงานตามที่ผู้วิจัยกำหนด มีประสิทธิภาพในการทำงาน (Efficiency) วัดผลจากการค่าเฉลี่ยเวลา (วินาที) ในการทำงานในชิ้นงานที่ 2 ใช้เวลามากที่สุด และมีการหลงระหว่างใช้งาน ในงานที่ 3 มีการใช้เวลารองลงมา มีการหลงในระดับพอรับได้ และในงานที่ 1, 4 และ 5 มีประสิทธิภาพในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่ดีกว่า ไม่เกิดการหลงระหว่างใช้งาน กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอพลิเคชัน (Satisfaction) โดยรวมในระดับมากที่สุด มีความพึงพอใจด้านประโยชน์การใช้งานของระบบ (System Usefulness) อยู่ในระดับมากที่สุด มีความพึงพอใจด้านคุณภาพส่วนต่อประสาน (User Interface) อยู่ในระดับมากที่สุด และมีความพึงพอใจด้านคุณภาพของข้อมูล (Information Quality) อยู่ในระดับมาก ซึ่งในแบบสอบถามหัวข้อที่มีการประเมินคะแนนความพึงพอใจต่ำที่สุดคือ ความสามารถในการแก้ไขเพื่อไปหน้าที่ต้องการ เมื่อกดหน้าจอผิดพลาด จากการวิเคราะห์ผลบันทึกหน้าจอระหว่างกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบสรุปได้ว่าในงานที่ 2 เป็นหน้าการแสดงผลพลังงานที่ไม่มีปุ่มกดย้อนกลับ เมื่อเกิดข้อผิดพลาดจากการกด จึงต้องย้อนกระบวนการเข้าสู่หน้าที่ต้องการใหม่ตั้งแต่ต้น ทำให้เสียเวลาในการเข้าใช้งานได้

5.1.4 ประเด็นเปรียบเทียบแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานรวม 4 รูปแบบ

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามวัดระดับแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานทั้ง 4 รูปแบบคือ รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ และรูปแบบผสมผสานพบว่า แรงจูงใจภาพรวมจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานรูปแบบผสมผสานมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{x}$ = **4.34**) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการใช้งานมากที่สุดในทุก ๆ ข้อ เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยการเกิดแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันทุกรูปแบบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่า การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานเป็นสิ่งสำคัญต่อนักออกแบบที่จำเป็นต้องเข้าใจความต้องการของผู้ใช้เพื่อนำเสนอข้อมูลพลังงานให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อาคาร เนื่องจากการลดใช้พลังงานในอาคารสำนักงานนั้นต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ใช้อาคารทุกคน เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่าควบคู่ไปกับประสิทธิภาพที่ดีต่อการทำงาน การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงควรเป็นรูปแบบที่ผสมผสานระหว่างการใช้ภาพ และข้อมูลเชิงสถิติเพื่อตอบสนองต่อความต้องการติดตามผลพลังงานที่หลากหลาย โดยภาพที่เลือกใช้เพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานควรอ้างอิงจากสิ่งมีชีวิตเช่น สัตว์เลี้ยง โดยให้ผู้ใช้สามารถเลือก

ประเภทสัตว์เลี้ยงที่ต้องการได้ เนื่องจากจะสามารถกระตุ้นให้ผู้ใช้เกิดอารมณ์ ความรู้สึกต่อความต้องการติดตามผลพลังงานบนเว็บแอปพลิเคชันได้ ซึ่งข้อสรุปจากงานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมายกตัวอย่างเช่น งานวิจัยโดย Chao และคณะ(2010) ที่ทำการเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อการติดตามผลข้อมูลพลังงานระหว่างข้อมูลเชิงสถิติ และภาพต้นไม้ ซึ่งได้ข้อสรุปว่าภาพต้นไม้สามารถสร้างความต้องการติดตามผลพลังงานได้ดีกว่าข้อมูลเชิงสถิติ และงานวิจัยโดย Chen และคณะ (2012) ที่ได้ใช้การสื่อสารข้อมูลพลังงานผ่านภาพระบบนิเวศตู้ปลา ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยใดกล่าวถึง การนำเสนอข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานรูปแบบผสมผสานระหว่างภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงและข้อมูลเชิงสถิติ สืบเนื่องมาจากงานวิจัยนี้มีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ปฏิบัติงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบไปด้วยผู้ใช้อาคารที่มีพื้นฐานหลากหลายทั้งผู้ที่มีและไม่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์หรือสถาปัตยกรรมศาสตร์ การสื่อสารข้อมูลพลังงานที่สามารถให้ผู้ใช้ได้เลือกดูข้อมูลอย่างง่าย หรือข้อมูลเชิงลึกได้ด้วยตนเองจึงตอบสนองต่อความต้องการที่หลากหลายได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังมีข้อค้นพบเพิ่มเติมจากแนวคิดเทคนิคการออกแบบหน้าควบคุมโดย (Yun และคณะ ,2013) ด้านส่วนประกอบที่สำคัญในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานคือ เพิ่มเติมส่วนการแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันเพื่อแสดงผลข้อมูลพลังงานนี้เป็นรูปแบบใหม่ที่กลุ่มตัวอย่างไม่คุ้นเคยต่อการใช้งาน ทำให้ส่วนการแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถบ่งบอกความหมายขององค์ประกอบ หรือไอคอนแต่ละแบบนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้เกิดความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันได้ ผู้วิจัยคาดหวังว่าการออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จะสามารถเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ที่ผู้ใช้อาคารไม่ได้มีส่วนได้ส่วนเสียกับค่าใช้จ่ายไฟฟ้าทั้งอาคารสำนักงานของภาครัฐและเอกชน หรือโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ที่มีจุดมุ่งหมายในการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สามารถถอดองค์ประกอบของการออกแบบสื่อสาร และประยุกต์ใช้กระบวนการศึกษาการสื่อสารข้อมูลพลังงานที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อาคารเพื่อสร้างแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานนำมาสู่การสร้างแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นผลการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น หากต้องการนำเสนอข้อมูลพลังงานเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสถานที่และกลุ่มตัวอย่างอื่น อาจมีองค์ประกอบของการออกแบบการสื่อสารที่ต่างกันออกไป งานวิจัยอื่น ๆ ที่ต้องการสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่ผู้ใช้ไม่ได้มีส่วนได้ส่วนเสียกับค่า

สาธารณูปโภค จึงสามารถนำกระบวนการในงานวิจัยนี้ไปต่อยอดได้โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน

ในช่วงของการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้อยู่ระหว่างสถานการณ์การแพร่ระบาดเชื้อไวรัสโคโรน่า (COVID-19) ทำให้อาคารจามจุรี 5 ปิดทำการ ระหว่างที่อาคารปิดทำการนั้นได้มีการปรับปรุงพื้นที่และย้ายพื้นที่การทำงานเช่น มีการย้ายสำนักงานบริเวณชั้น 2 ของอาคาร ไปทำการที่อาคารอื่น ส่งผลให้ในงานวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถวัดผลเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ใช้จริงของอาคารจามจุรี 5 ก่อนและหลังการทดลองได้ หากมีการขยายผลต่อจากการวิจัยนี้ จึงควรเพิ่มการประเมินการใช้พลังงานของอาคารจามจุรี 5 ก่อนและหลังการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าพลังงานที่เกิดขึ้น ควบคู่ไปกับการแสดงผลแรงจูงใจในการใช้งาน และความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน นอกจากนี้การศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นการให้ของรางวัลที่จับต้องได้ยังเป็นสิ่งที่น่าสนใจเนื่องจากอาจส่งผลต่อการเกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานได้ และสามารถสร้างข้อสรุปในเรื่องการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานได้ครอบคลุมยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

จุมพล ทุมมาวัด. (2555). แบบจำลองเว็บแอปพลิเคชั่นสำหรับการใช้งานมิเตอร์อัจฉริยะในโครงสร้างพื้นฐานระบบมิเตอร์ขั้นสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

สฤณี อาชวานันทกุล. (2013). อินโฟกราฟิกที่ดี. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2536 เข้าถึงได้จาก http://www.learningstudio.info/infographics-design/

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558). โครงการลดใช้พลังงานในภาครัฐปีงบประมาณ2558. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2562 เข้าถึงได้จาก http://www.e-report.energy.go.th/KPI58M_files/EUIBook58.pdf

สุวิมล ว่องวาณิช. (2560). เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยก่อรูปและการวิจัยอิงการออกแบบ (2756 648). กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C. and Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. Journal of Environmental Psychology, 25(3), 273-291.

Alghamdi, A., Al-Badi, A., Alroobaea, R. and Mayhew, P. J. (2013). A Comparative Study of Synchronous and Asynchronous Remote Usability Testing Methods. A Comparative Study of Synchronous and Asynchronous Remote Usability Testing Methods, 1, 2308-7056.

Alharbi, A.และMayhew, P. (2015, 28-30 July 2015). Users' performance in lab and non-lab enviornments through online usability testing: A case of evaluating the usability of digital academic libraries' websites. Paper presented at the 2015 Science and Information Conference (SAI).

Aneez. (2008). FlowerPod: A beautiful device to monitor your electricity usage. Retrieved: 15 July 2019 from http://greenupgrader.com/1069/flowerpod-energy-monitoring-device

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Bødker, S. and Buur, J. (2002). The design collaboratorium: A place for usability design. ACM Trans. Comput.-Hum. Interact., 9, 152-169.

Boomsma, C., Goodhew, J., Goodhew, S. and Pahl, S. (2016). Improving the visibility of energy use in home heating in England: Thermal images and the role of visual tailoring. Energy Research & Social Science, 14, 111-121.

Brewer, R., Lee, G. and Johnson, P. M. (2011). The Kukui Cup: A Dorm Energy Competition Focused on Sustainable Behavior Change and Energy Literacy.

Chao, H.-F. and Chang, J.-H. W., H.-L. (2010). Information framing affects pro-environmental decisions. Poster presented at the 11th Annual Meeting of the Society for Personality and Social Psychology. Las Vegas.

Chen, H.-M., Lin, C.-W., Hsieh, S.-H., Chao, H.-F., Chen, C.-S., Shiu, R.-S. (2012). Persuasive feedback model for inducing energy conservation behaviors of building users based on interaction with a virtual object. Energy and Buildings, 45, 106-115.

Downey, L. (2007). Group Usability Testing: Evolution in Usability Techniques. Journal of Usability Studies, 2, 133-144.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. The Academy of Management Review, 14(4), 532-550.

Escanillan-Galera, K. M. P. and Vilela-Malabanan, C. M. (2019). Evaluating on User Experience and User Interface (UX/UI) of EnerTrApp a Mobile Web Energy Monitoring System. Procedia Computer Science, 161, 1225-1232.

Ester, P. and Winett, R. A. (1982). Toward More Effective Antecedent Strategies for Environmental Programs. Journal of Environmental Systems, 201-221.

Filonik, D., Medland, R., Foth, M. and Rittenbruch, M. (2013). A Customisable Dashboard Display for Environmental Performance Visualisations. Paper presented at the PERSUASIVE.

Fischer, C. (2008). Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? Energy Efficiency, 1(1), 79-104.

Fogg, B. (1998). Persuasive computers: perspectives and research directions. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Los Angeles, California, USA.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Foster, D., Lawson, S., Wardman, J., Blythe, M. and Linehan, C. (2012). “Watts in it for me?”: design implications for implementing effective energy interventions in organisations. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Austin, Texas, USA.

Froehlich, J., Findlater, L. and Landay, J. (2010). The design of eco-feedback technology. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Atlanta, Georgia, USA.

G1, t. (2008). Android to Include Carbon Footprint Calculator Ecorio. Retrieved: 2 July 2019 from https://gigaom.com/2008/09/23/android-to-launch-carbon-footprint-calculator-ecorio/

Geelen, D., Brezet, J., Keyson, D. and Boess, S. (2010). Gaming for energy conservation in households. Retrieved: 2 July 2019 from https://www.buildings.com/articles/27874/3-energy-management-games-your-facility

Geller, E. S. (2002). The Challenge of Increasing Pro-Environment Behavior. Handbook of Environmental Psychology, 525-540.

Global Gfk Survey. (2016). Pet ownership. Retrieved: 12 March 2020 from https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2405078/cms-pdfs/fileadmin/user_upload/country_one_pager/nl/documents/global-gfk-survey_pet-ownership_2016.pdf

GreenpeaceThailand. (2020). 10 สถานการณ์สิ่งแวดล้อมรอบโลกท่ามกลางไวรัส Covid-19 (ตอนที่ 1). Retrieved: 25 August 2019 from https://www.greenpeace.org/thailand/story/16958/general-10-global-environment-situations-1/

Hartson, H. R. and Castillo, J. C. (1998). Remote evaluation for post-deployment usability improvement. Paper presented at the Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, L'Aquila, Italy.

Hassenzahl, M. and Tractinsky, N. (2006). User experience - A research agenda. Behaviour and Information Technology, 25, 91 – 97.

ISO9241-11. (2018). Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts. Retrieved: 3 November 2019 from https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:en

Jain, R. K., Taylor, J. E. and Peschiera, G. (2012). Assessing eco-feedback interface usage and design to drive energy efficiency in buildings. Energy and Buildings, 48, 8-17.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kohlenberg, R., Phillips, T. and Proctor, W. (1976). A behavioral analysis of peaking in residential electrical-energy consumers1. Journal of Applied Behavior Analysis L, 9, 13-18.

Köhler, W. (1920). Die Physischen Gestalten in Ruhe und im Stationären Zustand: eine naturphilosophische Untersuchung: Vieweg.

Koop, S. H. A., Van Dorssen, A. J. and Brouwer, S. (2019). Enhancing domestic water conservation behaviour: A review of empirical studies on influencing tactics. Journal of Environmental Management, 247, 867-876.

Krauss, J. (2012). Infographics: More than words can say. Learning & leading with Technology, 39(5), 10-14.

Laird, P. (2010). Principles and challenges of genomewide DNA methylation analysis. Nature reviews. Genetics, 11, 191-203.

Langrial, S., Oinas-Kukkonen, H. and Wang, S. (2012). Design of a Web-Based Information System for Sleep Deprivation – A Trial Study (Vol. 313).

Leavitt, H. J. (1951). Some effects of certain communication patterns on group performance. The Journal of Abnormal and Social Psychology, 46(1), 38-50.

Lester, P. M. (2013). Visual communication: Images with messages: Cengage Learning.

Lin, Y.-C., Chang, H.-M. and Liang, R.-H. (2011, 2011). Designing Poetic Interaction in Space. Paper presented at the Human-Computer Interaction. Towards Mobile and Intelligent Interaction Environments, Berlin, Heidelberg.

Marcus, A. (1995). Principles of effective visual communication for graphical user interface design. In Readings in human–computer interaction (pp. 425-441): Elsevier.

Marieb, E. N. and Hoehn, K. (2007). Human Anatomy & Physiology: Pearson Education. 8th ed. San Francisco: Pearson Education, pp.90-112.

Meijnders, A., Midden, C. and Wilke, H. (2001). Communications About Environmental Risks and Risk-Reducing Behavior: The Impact of Fear on Information Processing1. Journal of Applied Social Psychology, 31, 754-777.

Miles, M. B. and Huberman, A. M. (1994). Qualitative data analysis: An expanded sourcebook, 2nd ed. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

NV, S. (2015). Make buildings even smarter and more energy-efficient with the Smappee App. Retrieved: 15 July 2019 from https://www.smappee.com/blog/smappee-app-energy-management/.

Obrist, M., Law, E., Väänänen-Vainio-Mattila, K., Roto, V., Vermeeren, A.และKuutti, K. (2011). UX research: what theoretical roots do we build on--if any? In CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (pp. 165-168).

Orland, B., Loftness, V., Lang, D., Aziz, A., Ram, N., Yun, R. (2013). Energy Chickens and Dashboard Players: Giving Occupants the Power to Save Energy.

Saha, D., Mandal, A. and Pal, S. (2015). User Interface Design Issues for Easy and Efficient Human Computer Interaction: An Explanatory Approach. International Journal of Computer Sciences and Engineering, 3, 127-135.

Sánchez Ramón, Ó., Sánchez Cuadrado, J., García Molina, J. and Vanderdonckt, J. (2016). A layout inference algorithm for Graphical User Interfaces. Information and Software Technology, 70, 155-175.

Sauro, J. and Lewis, J. (2009). Correlations Among Prototypical Usability Metrics: Evidence for the construct of usability, Boston, MA, USA.

Shiraishi, M., Washio, Y., Takayama, C., Lehdonvirta, V., Kimura, H. and Nakajima, T. (2009). Using Individual, Social and Economic Persuasion Techniques to Reduce CO2 Emissions in A Family Setting. Paper presented at the Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology, Claremont, California, USA.

Sittiwa, E. (2012). Application Program VS Web application. Retrieved: 8 Septermber 2019 from https://www.gotoknow.org/posts/150337

Skinner, B. F. (1965). Science and Human Behavior. New York: Free Press.

Smith, P. A. (1996). Towards a practical measure of hypertext usability. Interacting with Computers, 8(4), 365-381.

Strohl, J. R. B., J. C. (2013). Improving Government Websites and Surveys with Usability Testing: A Comparison of Methodologies. Paper presented at the the Federal Committee on Statistical Methodology (FCSM) Conference, Washington, DC.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Timm, S. and Deal, B. (2016). Effective or ephemeral? The role of energy information dashboards in changing occupant energy behaviors. Energy Research & Social Science, 19, 11-20.

Virzi, R. A. (1992). Refining the Test Phase of Usability Evaluation: How Many Subjects Is Enough? Human Factors, 34(4), 457-468.

Ware, C. (2004). Information Visualization: Perception for Design: Elsevier Science.

Wilhite, H., Høivik, A. and Olsen, J. (1999). Advances in the Use of Consumption Feedback Information in Energy Billing: The Experiences of a Norwegian Energy Utility.

Wong, D. (2010). The Wall Street Journal Guide to Information Graphics: The Dos and Don'ts of Presenting Data, Facts, and Figures. New York: W. W. Norton.

Xudong, L. and Jiancheng, W. (2007, 30 July-1 Aug. 2007). User Interface Design Model. Paper presented at the Eighth ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distri buted Computing (SNPD 2007).

Yun, R., Aziz, A. and Lasternas, B. (2015). Design Implications for the Presentation of Eco-feedback Data. Archives of Design Research, 28, 95-106.

Yun, R., Scupelli, P., Aziz, A. and Loftness, V. (2013). Sustainability in the Workplace: Nine Intervention Techniques for Behavior Change, Berlin, Heidelberg.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก. บันทึกข้อความคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 0 2218 3210

ที่ อว 64.2.2 (จว.2)/612/2563 **วันที่** 22 มิถุนายน 2563

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

เรียน นางสาวพิมพ์ชนก สินสมบูรณ์ชัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ใบรับรองโครงการวิจัย
2. เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มผู้ร่วมการวิจัย
3. หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย
4. แนวคำถามสำหรับการสนทนากลุ่มและแบบสอบถาม

ตามที่ผู้วิจัยได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนั้น ในการนี้คณะกรรมการฯ เห็นสมควรให้โครงการวิจัยของท่านได้รับการพิจารณาแบบลดขั้นตอน (Expedited Review) ผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย มีดังนี้

โครงการวิจัยที่ 063/63 เรื่อง การออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษาโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ENERGY DATA COMMUNICATION DESIGN FOR OFFICE BUILDING: A CASE STUDY OF CU BEMS PROJECT CHARMCHURI 5 CHULALONGKORN UNIVERSITY) ของ นางสาวพิมพ์ชนก สินสมบูรณ์ชัย ผ่านการพิจารณารับรอง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ)
ประธานคณะกรรมการ

ผู้ประสานงาน นางสาวณัฐธิกา ศรีมกุฎพันธุ์ โทร. 0 2218 3210

ภาคผนวก ก. บันทึกข้อความคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารจามจุรี 1 ชั้น 1 ห้อง 114 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
โทรศัพท์ : 0 2218 3210-11 E-mail: curec2.ch1@chula.ac.th

COA No. 108/2563

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 063/63 การออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยหลัก นางสาวพิมพ์ชนก สินสมบูรณ์ชัย

หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยยึดหลัก ของ Declaration of Helsinki, the Belmont report, CIOMS guidelines และ The international conference on harmonization – Good clinical practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม.....
(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ)
ประธานคณะกรรมการ

ลงนาม.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หนึ่งหทัย แรงผลสัมฤทธิ์)
กรรมการและเลขานุการ

รูปแบบการพิจารณาทบทวน: แบบลดขั้นตอน

วันที่รับรอง: 22 มิถุนายน 2563

วันหมดอายุ: 21 มิถุนายน 2564

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

เลขที่โครงการ 063/63
วันที่รับรอง 22 มิ.ย. 2563
วันหมดอายุ 21 มิ.ย. 2564

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1. ข้อเสนอโครงการวิจัย
2. ประวัติและผลงานของผู้วิจัย
3. เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มผู้ร่วมการวิจัย
4. หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย
5. แนวคำถามสำหรับการสนทนากลุ่มและแบบสอบถาม

เงื่อนไข

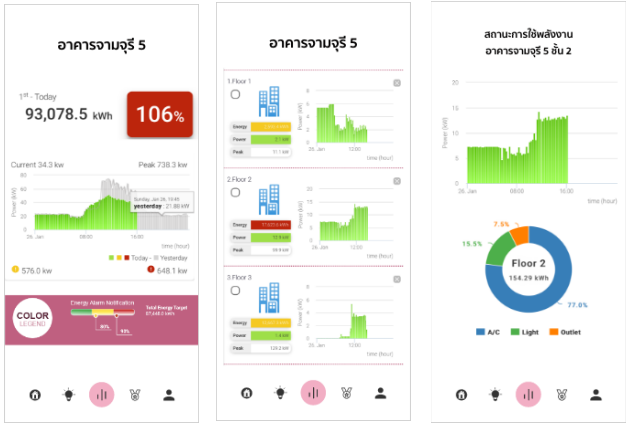
1. *ผู้วิจัยรับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ*
2. *หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย*
3. *ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด*
4. *ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) **เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น***
5. *หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ*
6. *หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ*
7. *โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-13) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นหลักฐานในการปิดโครงการ*
8. *โครงการวิจัยที่ได้รับการอนุมัติโครงการโดยการพิจารณาทบทวนแบบกรณียกเว้น (Exemption review) ปฏิบัติตามเงื่อนไข ข้อ 1,6 และ 7 เท่านั้น*

ภาคผนวก ข. เครื่องมือในการสนทนากลุ่ม 90 นาที

(1) ภาพตัวอย่างเว็บแอพพลิเคชัน 2 รูปแบบ และ การสื่อสารแบบสถิติมา 1 รูปแบบ รวม 3 ภาพ

รูปแบบที่ 1 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบสัตว์เลี้ยง

รูปแบบที่ 2 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบระบบนิเวศในฟาร์ม



รูปแบบที่ 3 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ

(2) แบบคำถามที่ใช้ดำเนินการสนทนากลุ่ม

1. กลุ่มตัวอย่างแนะนำตัวเพื่อเก็บข้อมูลทั่วไปเช่น ชื่อ อายุ

.....

.....

.....

2. ท่านมีทัศนคติอย่างไรต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

.....

.....

.....

3. ท่านมีความเห็นอย่างไรต่อความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจำนวน 3 รูปแบบ

.....

.....

.....

4. ท่านพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานบนเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ท่านมีประเด็นปัญหา และความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบก่อนนำไปใช้งานจริงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

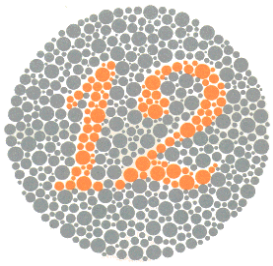
.....

.....

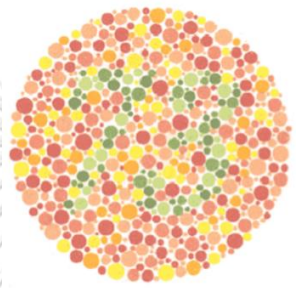
(3) แบบคัดกรองการทดสอบตาบอดสี ก่อนใช้เว็บแอปพลิเคชันในการสนทนากลุ่ม และแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

แบบคัดกรองการทดสอบตาบอดสี (Ishihara Test for Color Blindness)

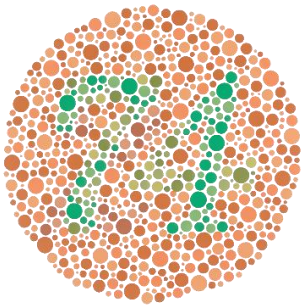
คำชี้แจง โปรดเติมตัวเลขที่ท่านมองเห็นลงในช่องว่าง



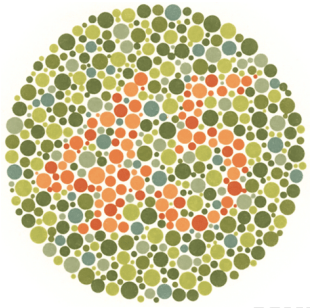
.....



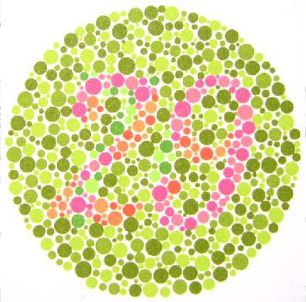
.....



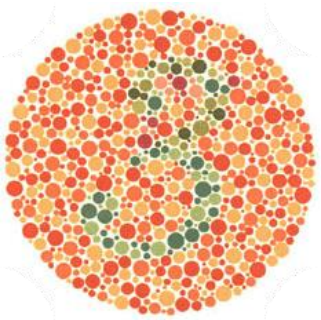
.....



.....



.....



.....

ภาคผนวก ค. เครื่องมือในการสอบถามรายบุคคล

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง : แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

วัตถุประสงค์ : งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าของนิสิตนะดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

คำชี้แจงแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน
ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล
ตอนที่ 2 แบบสอบถามตามแรงจูงใจ หลังทดลองเว็บแอพพลิเคชัน 3 อาทิตย์ รายบุคคล
- 2.1 แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง
- 2.2 แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม
- 2.3 แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็นอื่น ๆ ในการออกแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล
คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่อง ☐ ตามข้อความที่เป็นจริงของท่าน

1.เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2.อายุ ☐ 21-30 ปี
☐ 31-40 ปี
☐ 41-50 ปี
☐ 51-60 ปี

3.ท่านมีพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ หรือ สถาปัตยกรรมศาสตร์หรือไม่ ☐ มี ☐ ไม่มี

4.อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ท่านใช้งานมากที่สุด (เรียงลำดับด้วยตัวเลข 1 – 3 โดยเลข 1 คือ ใช้งานบ่อยที่สุด

( ) สมาร์ทโฟน ( ) ระบบปฏิบัติการ Android ( ) ระบบปฏิบัติการ IOS

( ) คอมพิวเตอร์

( ) แท็บเล็ต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 แบบสอบถามตามแรงจูงใจ หลังทดลองเว็บแอพพลิเคชัน 3 สัปดาห์ รายบุคคล

ตอนที่ 2.1 แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ในช่องข้อความที่ท่านเห็นด้วย

แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชัน **(รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง)**	ระดับแรงจูงใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1.ฉันคิดว่าเว็บแอปพลิเคชันนี้ สามารถจูงใจให้ลดการใช้พลังงานในสำนักงานได้					
2.ฉันมีความสนใจที่จะเปิดเว็บแอปพลิเคชันเพื่อดูสถานะการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน					
3.ฉันอยากใช้เว็บแอปพลิเคชั้นนี้ในสำนักงาน					
4.ฉันสนใจจะติดตั้งระบบนี้ที่บ้าน หรือที่อยู่อาศัย ที่ฉันเป็นคนจ่ายค่าไฟฟ้าเอง					
5.ฉันต้องการควบคุมการใช้พลังงาน เพื่อเลี้ยงดูสัตว์เลี้ยงของฉันให้อุดมสมบูรณ์อยู่เสมอ					
6.ฉันสนใจเรียนรู้ส่วนคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน					
7.ฉันสนใจดูการเปรียบเทียบผลพลังงานกับชั้นอื่น ๆ ในอาคารจามจุรี 5					
8.ของรางวัลในแอปพลิเคชันสามารถจูงใจให้ฉันลดการใช้พลังงานในอาคาร					
9.ฉันคิดว่าภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงสร้างแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานได้ดีกว่ารูปแบบอื่น					
10.ฉันสนใจจะแนะนำให้เพื่อนร่วมงานดาวน์โหลดแอปพลิเคชันนี้					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2.2 แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ในช่องข้อความที่ท่านเห็นด้วย

แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชัน **(รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม)**	ระดับแรงจูงใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1.ฉันคิดว่าเว็บแอปพลิเคชันนี้ สามารถจูงใจให้ลดการใช้พลังงานในสำนักงานได้					
2.ฉันมีความสนใจที่จะเปิดเว็บแอปพลิเคชันเพื่อดูสถานะการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน					
3.ฉันอยากใช้เว็บแอปพลิเคชั้นนี้ในสำนักงาน					
4.ฉันสนใจจะติดตั้งระบบนี้ที่บ้าน หรือที่อยู่อาศัย ที่ฉันเป็นคนจ่ายค่าไฟฟ้าเอง					
5.ฉันต้องการควบคุมการใช้พลังงาน เพื่อให้ฟาร์มของฉันให้อุดมสมบูรณ์อยู่เสมอ					
6.ฉันสนใจเรียนรู้ส่วนคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน					
7.ฉันสนใจดูการเปรียบเทียบผลพลังงานกับชั้นอื่น ๆ ในอาคารจามจุรี 5					
8.ของรางวัลในแอปพลิเคชันสามารถจูงใจให้ฉันลดการใช้พลังงานในอาคาร					
9.ฉันคิดว่าภาพเสมือนในฟาร์มสร้างแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานได้ดีกว่ารูปแบบอื่น					
10.ฉันสนใจจะแนะนำให้เพื่อนร่วมงานดาวน์โหลดแอปพลิเคชันนี้					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2.3 แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ในช่องข้อความที่ท่านเห็นด้วย

แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชัน **(รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ)**	ระดับแรงจูงใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1.ฉันคิดว่าเว็บแอปพลิเคชันนี้ สามารถจูงใจให้ลดการใช้พลังงานในสำนักงานได้					
2.ฉันมีความสนใจที่จะเปิดเว็บแอปพลิเคชันเพื่อดูสถานะการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน					
3.ฉันอยากใช้เว็บแอปพลิเคชั้นนี้ในสำนักงาน					
4.ฉันสนใจจะติดตั้งระบบนี้ที่บ้าน หรือที่อยู่อาศัย ที่ฉันเป็นคนจ่ายค่าไฟฟ้าเอง					
5.ฉันต้องการควบคุมการใช้พลังงาน เพื่อไม่ให้ตัวเลขเกินระดับมาตรฐาน					
6.ฉันสนใจเรียนรู้ส่วนคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน					
7.ฉันสนใจดูการเปรียบเทียบผลพลังงานกับชั้นอื่น ๆ ในอาคารจามจุรี 5					
8.การจัดอันดับการอนุรักษ์พลังงานดีเด่น สามารถจูงใจให้ฉันลดใช้พลังงาน					
9.ฉันคิดว่าข้อมูลเชิงสถิติตัวเลข สร้างแรงจูงใจให้ติดตามผลพลังงานได้มากกว่ารูปแบบอื่น					
10.ฉันสนใจจะแนะนำให้เพื่อนร่วมงานดาวน์โหลดแอปพลิเคชันนี้					

ข้อคิดเห็นอื่น ๆ ในการออกแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.....

.....

.....

- ขอขอบพระคุณที่กรุณาสละเวลาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง โครงเรื่องสำหรับงานทดสอบ (Scenario)

โครงเรื่องสำหรับงานทดสอบ (Scenario)

สมมุติว่าคุณเข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พลังงานของอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คุณสามารถติดตามการใช้พลังงานในอาคารของคุณได้ผ่านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เมื่อเปิดเว็บแอปพิลเคชันครั้งแรกคุณต้อง “(1) ทำการเรียนรู้ส่วนคำแนะนำในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน และเลือกสัตว์เลี้ยงที่คุณต้องการให้นำเสนอข้อมูลพลังงานของคุณ” จากนั้น “(2) เข้าดูสถานะการใช้พลังงาน ณ เวลาปัจจุบัน ของชั้นที่คุณทำงาน” หลังจากคุณรับรู้สถานะพลังงานของชั้นคุณแล้ว คุณต้องการเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับพื้นที่อื่น ๆ คุณจึง “(3) เข้าดูหน้าแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานของชั้นต่างๆ ในอาคารจามจุรี 5 คุณต้องการดูผลการลดใช้พลังงานของเมื่อวานว่าชั้นใดได้เป็นผู้ชนะ และได้รับรางวัล คุณจึง “(4) กดเข้าหน้าแสดงการจัดอันดับพื้นที่อนุรักษ์พลังงานดีเด่น” ในวันนี้คุณต้องการให้ชั้นที่คุณทำงานได้อันดับ 1 เป็นพื้นที่อนุรักษ์พลังงานดีเด่น เพื่อสะสมของรางวัลในเว็บแอปพลิเคชัน คุณจึง “(5) เข้าใช้หน้าแนะนำวิธีการลดพลังงานในอาคารสำนักงาน” เพื่อเรียนรู้การลดใช้พลังงานในอาคารสำนักงานอย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ เครื่องมือในการสอบถามรายบุคคล

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง : แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

วัตถุประสงค์ : งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าของนิสิตนะดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมิน แรงจูงใจ และความสามารถในการใช้งานใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

คำชี้แจงแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 แบบสอบถามวัดระดับแรงจูงใจเพื่ออนุรักษ์พลังงานหลังทดลองเว็บแอพพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน

ตอนที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน (The Post-Study System Usability Questionnaire - PSSUQ)

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่อง ☐ ตามข้อความที่เป็นจริงของท่าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ 21-30 ปี
   ☐ 31-40 ปี
   ☐ 41-50 ปี
   ☐ 51-60 ปี
3. ท่านมีพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ หรือ สถาปัตยกรรมศาสตร์หรือไม่ ☐ มี ☐ ไม่มี
4. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ท่านใช้งานมากที่สุด (เรียงลำดับด้วยตัวเลข 1 – 3 โดยเลข 1 คือ ใช้งานบ่อยที่สุด
   ( ) สมาร์ทโฟน ( ) ระบบปฏิบัติการ Android ( ) ระบบปฏิบัติการ IOS
   ( ) คอมพิวเตอร์
   ( ) แท็บเล็ต

ตอนที่ 2 แรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ในช่องข้อความที่ท่านเห็นด้วย

แรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชัน **(รูปแบบผสมผสาน)**	ระดับแรงจูงใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1.ฉันคิดว่าเว็บแอปพลิเคชันนี้ สามารถจูงใจให้ลดการใช้พลังงานในสำนักงานได้					
2.ฉันมีความสนใจที่จะเปิดเว็บแอปพลิเคชันเพื่อดูสถานะการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน					
3.ฉันอยากใช้เว็บแอปพลิเคชั้นนี้ในสำนักงาน					
4.ฉันสนใจจะติดตั้งระบบนี้ที่บ้าน หรือที่อยู่อาศัย ที่ฉันเป็นคนจ่ายค่าไฟฟ้าเอง					
5.ฉันต้องการควบคุมการใช้พลังงาน เพื่อเลี้ยงดูสัตว์เลี้ยงของฉันให้อุดมสมบูรณ์อยู่เสมอ และไม่ให้ตัวเลขเกินระดับมาตรฐาน					
6.ฉันสนใจเรียนรู้ส่วนคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน					
7.ฉันสนใจดูการเปรียบเทียบผลพลังงานกับชั้นอื่น ๆ ในอาคารจามจุรี 5					
8.การจัดอันดับการอนุรักษ์พลังงานดีเด่น สามารถจูงใจให้ฉันลดใช้พลังงาน					
9.ฉันคิดว่าภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง และข้อมูลเชิงสถิติตัวเลขสร้างแรงจูงใจให้ติดตามผลพลังงานได้มากกว่ารูปแบบอื่น					
10.ฉันสนใจจะแนะนำให้เพื่อนร่วมงานดาวน์โหลดแอปพลิเคชันนี้					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน (The Post-Study System Usability Questionnaire - PSSUQ)

คำชี้แจง กรุณาวงกลม O ระดับความพึงพอใจที่ท่านเห็นด้วย

แบบประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสาน						
1. โดยรวมแล้ว ฉันพึงพอใจกับความง่ายต่อการใช้งาน						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
2. มันเป็นเรื่องง่ายที่จะใช้แอปพลิเคชันนี้						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
3. ฉันสามารถใช้แอปพิลเคชันนี้เพื่อเข้าถึงผลพลังงานได้อย่าง "รวดเร็ว"						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
4. ฉันสามารถใช้แอปพลิเคชันนี้ได้อย่างสบายใจ						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
5. มันเป็นเรื่องง่าย ที่จะเรียนรู้การใช้งาน แอปพลิเคชันนี้						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
6. ฉันเชื่อว่า เมื่อใช้แอปพลิเคชันนี้ฉันจะเข้าถึงข้อมูลพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
7. ระบบได้แสดงข้อความเตือน บอกถึงข้อผิดพลาด และระบุวิธีการแก้ปัญหาการใช้งานระบบได้อย่างชัดเจน						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
8. เมื่อฉันกดใช้หน้าจอผิดพลาด ฉันสามารถแก้ไข เพื่อให้เข้าถึงหน้าที่ฉันต้องการได้อย่างง่ายดาย						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. แอปพลิเคชันมีการแสดงข้อมูล (เช่น ข้อความบนหน้าจอ) ชัดเจน						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
10. ฉันสามารถหาข้อมูลที่ฉันต้องการได้อย่างง่ายดาย						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
11. แอปพลิเคชันมีการแสดงข้อมูลเพื่อนำทาง ที่ช่วยให้ฉันเรียนรู้การเข้าถึงหน้าต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
12. แอปพลิเคชันมีการแสดงข้อมูล ที่ง่ายต่อความเข้าใจ						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
13. ส่วนแสดงผล (interface) ของระบบสวยงาม น่าพึงพอใจ						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
14. ฉันชอบใช้ส่วนแสดงผล (interface) ของแอปพลิเคชันนี้						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
15. แอปพลิเคชันนี้ มีฟังก์ชันการทำงาน และมีศักยภาพในการใช้งาน ได้ตามที่ฉันคาดหวังว่าควรจะมี						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7
16. โดยรวมแล้ว ฉันพึงพอใจกับระบบนี้						
เห็นด้วยอย่างยิ่ง						ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	2	3	4	5	6	7

ข้อคิดเห็นอื่น ๆ ในการออกแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.....

.....

- ขอขอบพระคุณที่กรุณาสละเวลาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พิมพ์ชนก สินสมบูรณ์ชัย
วัน เดือน ปี เกิด	29 เมษายน 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดสมุทรปราการ
วุฒิการศึกษา	- ครุศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) ภาควิชาศิลปะ ดนตรี และนาฏศิลป์ศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จบปีการศึกษา 2558 - เข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมสาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2562
ที่อยู่ปัจจุบัน	30/57 ม.1 ถนนสุขุมวิท ต.บางเมือง อ.เมือง จ.สมุทรปราการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University