DOI : 10.14456/bei.2020.17

การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Designing Web application for Energy Data Communication in Office Building: A Case study of CU BEMS Project Chamchuri 5 Chulalongkorn University

พิมพ์ชนก สินสมบูรณ์ชัย* และวรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์**

Pimchanok Sinsomboonchai* and Vorapat Inkarojrit**

Received : September 14, 2020 Revised : October 31, 2020 Accepted : November 11,2020

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานระหว่างข้อมูลภาพ และข้อมูลรูปแบบแผนภูมิเชิงสถิติ และเพื่อประเมินรูปแบบการสื่อสารที่ส่งผลต่อแรงจูงใจ และความต้องการใช้งานของผู้ใช้อาคาร กลุ่มตัวอย่างคือผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 40 คน มีวิธีดำเนินงานวิจัยแบบผสมผสาน ประกอบด้วยวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยเก็บข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม และแบบสอบถามวัดระดับแรงจูงใจ 5 ระดับ เพื่อประเมินแรงจูงใจต่อการลดพลังงานในอาคารสำนักงานจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ คือ 1) รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง 2) รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม 3) รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ โดยให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้รูปแบบละ 1 สัปดาห์ รวมระยะเวลาในการทำวิจัยทั้งหมด 3 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการสื่อสารข้อมูลพลังงานในสำนักงานควรประกอบด้วย 6 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน 2) ส่วนการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน 3) ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลพลังงาน 4) ส่วนการให้รางวัล 5) ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน 6) ส่วนการแจ้งเตือน เพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเข้าใช้เว็บแอปพลิเคชันติดตามผลการใช้พลังงานในสำนักงาน โดยเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงมีผลต่อการเกิดแรงจูงใจ

* นิสิตระดับปริญญาโท คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

* Master of Architectural Design, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

** Faculty of Architecture, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand
Corresponding author e-mail: pimchanoq.s@gmail.com

ในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานมากที่สุด รองลงมาคือรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติตามลำดับ ท้ายที่สุดงานวิจัยนี้สรุปได้ว่าเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจมากที่สุด เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างสามารถเลือกประเภทของสัตว์เลี้ยงที่ตรงตามความชอบของตนเองได้ จึงส่งผลต่อการกระตุ้นอารมณ์ความรู้สึกได้ดีที่สุด โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานระหว่างภาพและข้อมูลเชิงสถิติ และวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานจริงก่อนและหลังการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันในการวิจัยครั้งต่อไป

Absract

This study has its goal to evaluate an effective web application platform for energy data communication in an office building by comparing between visual data and statistical data web application in order to evaluate the results of the proposed model's persuasive effects. The participants in the study are forty office workers

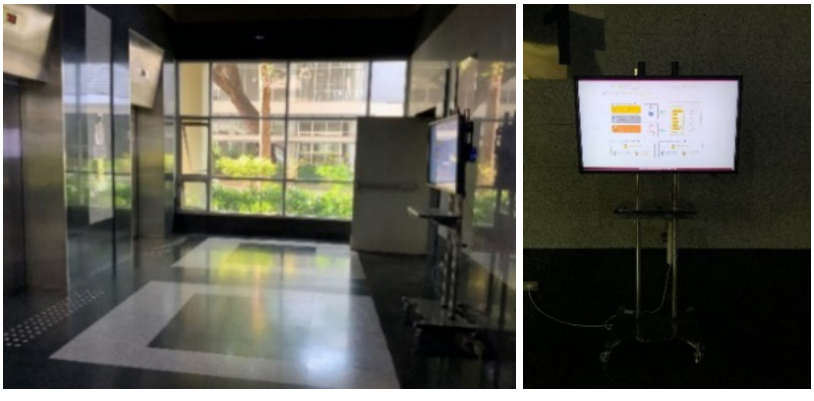
who work in Chamchuri 5, Chulalongkorn University. The study has been applied mixed research methods which include qualitative and quantitative research. The information was collected by a focus group and rating scale surveys to examine the persuasion levels regarding the topic of energy reduction in the office building. The study is to be conducted in the period of three weeks and the participants are to receive three different web application platforms for each week.

The major findings have revealed that the effective energy communication web application must include six following elements such as 1) Information and suggestion of how to decrease energy consumption, 2) Energy self-monitoring, 3) Energy consumption comparison, 4) Energy consumption 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 0.05 for each application. It was discovered that the virtual pet is the most persuasive application. While the second is virtual farm. The least effective application is statistical data. In conclusion, for this study, the virtual pet web application is the most persuasive approach because the participants can choose their favorite types of pets which motivate participants' emotions. In addition, the suggestions for future research are develop integrated platforms of web application between the virtual pet which is the most effective method and the statistical data and analyze an actual energy data usage of Chamchuri 5 building before and after web application testing for a further study.

คำสำคัญ: การอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน เว็บแอปพลิเคชัน การใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจ
Keywords: Energy saving in workplace, Web application, Persuasive Technology

บทนำ

แนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันได้มีการนำระบบมิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Meter) มาใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ถูกออกแบบมาเพื่อสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานสู่ผู้ใช้อาคารได้วิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าด้วยตนเอง 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 และแสดงผลการแข่งขันการอนุรักษ์พลังงานของแต่ละหน่วยงานได้ โครงการ CU BEMS มีการติดตั้งหน้าจอแสดงผลของมูลพลังงานอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริเวณด้านหน้าลิฟต์ทางเข้าอาคาร แสดงดังภาพที่ 1

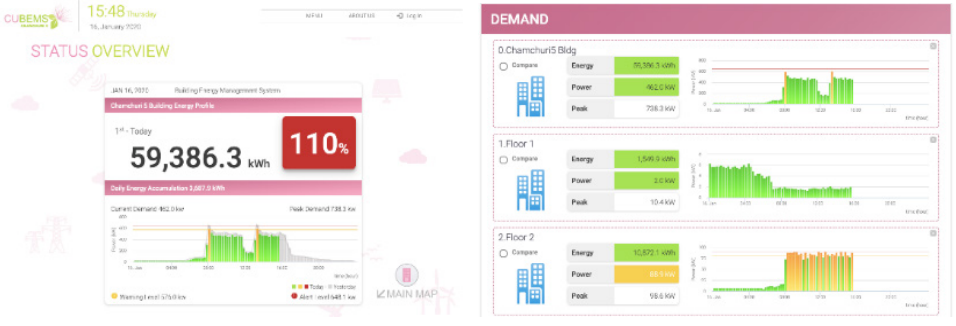


ภาพที่ 1 ที่ตั้งจอแสดงผลข้อมูลพลังงานในโครงการ CU BEMS อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า ผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารจามจุรี 5 ส่วนมากไม่เคยดูผลพลังงานจากจอแสดงผลของโครงการ CU BEMS และผู้ที่เคยใช้งานจอแสดงผลพลังงานงานบางส่วนไม่เข้าใจการสื่อสารข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร เนื่องจากการสื่อสารข้อมูลพลังงานนั้นเป็นข้อมูลเชิงเทคนิคทางวิศวกรรมศาสตร์และสถิติ แสดงดังภาพที่ 2 ส่งผลให้การดำเนินโครงการเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารจามจุรี 5 ยังไม่สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้ใช้อาคารติดตามผลพลังงาน และนำมาสู่การอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานได้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การแสดงผลข้อมูลพลังงานเพื่อสร้างการเกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานนั้นประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบที่สำคัญคือ การเรียนการสอน แรงจูงใจ และการสนับสนุน (Geller, 2002) ซึ่งทฤษฎีนี้ได้ถูกนำมาอ้างอิงในงานวิจัยอย่างหลากหลาย ตัวอย่างเช่น งานวิจัยโดย Yun (2013) ได้ศึกษาเพิ่มเติมจากทฤษฎีของเกลเลอร์ในการสร้างเทคนิคการออกแบบหน้าควบคุม (Dashboard) เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน ซึ่งสามารถสรุปองค์ประกอบของการสร้างหน้าควบคุมได้ 9 องค์ประกอบ ได้แก่ ขั้นแรก คือ การเรียนการสอนประกอบไปด้วย การให้ความรู้ การให้คำแนะนำ การตรวจสอบด้วยตนเอง ขั้นแรงจูงใจ

คือ การกำหนดเป้าหมาย การแข่งขัน การมีส่วนร่วม ขั้นการสนับสนุนคือ การสื่อสาร การควบคุม และการให้รางวัล นอกจากนี้ยังได้นำเสนอเรื่องการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานโดยการใช้เทคโนโลยีเพื่อการโน้มน้าวใจ (Persuasive Technology) ซึ่งเป็นการใช้นวัตกรรมในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานผ่านการออกแบบที่หลากหลาย เช่น การแสดงผลสภาพแวดล้อม การให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการประหยัดพลังงาน การให้ผลข้อมูลพลังงานแบบเวลาจริง การใช้เกมคอมพิวเตอร์ การให้รางวัลเสมือนจริงผ่านแอปพลิเคชันในมือถือ (Yun, 2013) โดย Chao และคณะ (2010) ได้นำเสนอการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานควรมุ่งเน้นการแสดงข้อมูลที่กระตุ้นอารมณ์ ซึ่งมนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิตเช่น ต้นไม้ สัตว์เลี้ยง หรือฟาร์ม เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยโดย Koop และคณะ (2019) ที่กล่าวว่า การกระตุ้นอารมณ์ผ่านสื่อวีดีโอภาพเคลื่อนไหว หรือรูปภาพสามารถสร้างการตอบสนองและการเรียนรู้เรื่องการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าการให้ข้อมูลความรู้ทางสถิติ ซึ่งการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันของโครงการ CU BEMS นั้นไม่มีส่วนการให้ความรู้คำแนะนำการอนุรักษ์พลังงาน และส่วนการให้รางวัลนั้นเป็นการแสดงการจัดอันดับหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในแต่ละชั้นของอาคาร ซึ่งในปัจจุบันตำแหน่งที่ตั้งของบางหน่วยงานคละกันไปตามแต่ละชั้น การแสดงผลการจัดอันดับหน่วยงานแยกตามชั้นจึงมีความคลาดเคลื่อน อีกทั้งรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานเป็นข้อมูลเชิงสถิติที่มากเกินความจำเป็น จึงยังไม่สามารถสร้างแรงจูงใจให้เกิดความต้องการติดตามผลการใช้พลังงานที่จะนำมาสู่การอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานได้



ภาพที่ 2 เว็บไซต์โครงการ CU BEMS ในปัจจุบัน
(ที่มา: http://www.bems.chula.ac.th/)

งานวิจัยนี้จึงต้องการออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยนำเทคนิคในการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผ่านการออกแบบหน้าควบคุม (Yun, 2013) มาวิเคราะห์เพื่อสร้างองค์ประกอบของหน้าเว็บแอปพลิเคชันในการสื่อสารข้อมูลพลังงานอาคารสำนักงาน ร่วมกับหลักการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience Design) และหลักการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface Design) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการสื่อสารข้อมูลพลังงานรูปแบบสถิติ และรูปแบบภาพที่ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามข้อมูลพลังงาน และความสามารถในการใช้งานของผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างการออกแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานที่ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานระหว่างข้อมูลภาพ และข้อมูลเชิงสถิติ

2. เพื่อออกแบบและประเมินรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานอาคารที่ส่งผลต่อแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานของผู้ใช้อาคาร

ขอบเขตในการวิจัย

1. ศึกษาส่วนการสื่อสารข้อมูลพลังงานจากโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS: Building Energy Management System)

2. ศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีวิจัย

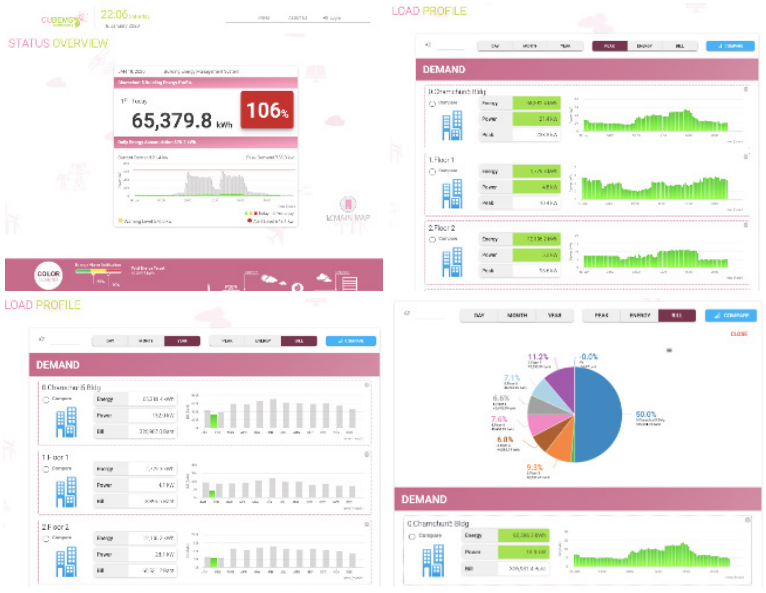
1. การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น

1.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

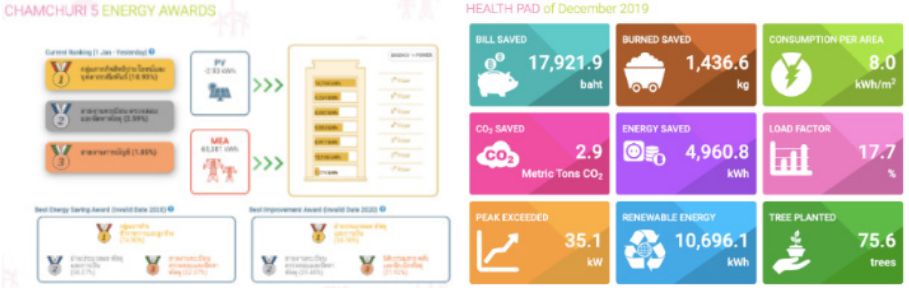
งานวิจัยนี้ได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการสื่อสารข้อมูลพลังงาน เพื่อส่งเสริมการเกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานประกอบไปด้วย ระบบการทำงานของโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงานอาคารจามจุรี 5 (CU BEMS) ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Behavior Change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

1.2 สำรวจรูปแบบการสื่อสารข้อมูลของโครงการ CU BEMS

งานวิจัยนี้ได้มีการสำรวจเว็บแอปพลิเคชันโครงการ CU BEMS โดยสามารถจำแนกได้ทั้งหมด 3 ส่วน ประกอบไปด้วย ส่วนที่ 1 การแสดงผลและการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงาน ส่วนที่ 2 การจัดอันดับการอนุรักษ์พลังงานของหน่วยงานต่าง ๆ ในอาคาร ส่วนที่ 3 การแปลงข้อมูลพลังงาน โดยเปรียบเทียบการลดใช้พลังงานกับกิจกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 3 การแสดงผลและการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงาน
(ที่มา: http://www.bems.chula.ac.th/)



ภาพที่ 4 การจัดอันดับการอนุรักษ์พลังงาน และการแปลงข้อมูลพลังงาน
(ที่มา: http://www.bems.chula.ac.th/)

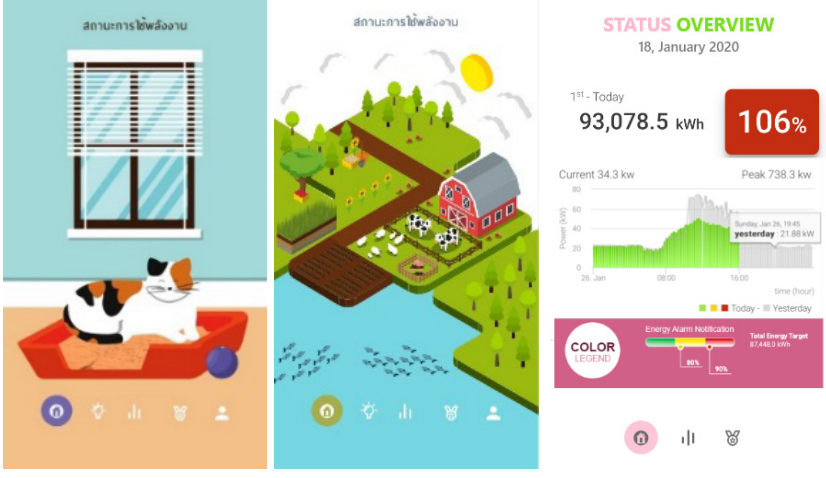
1.3 สำรวจข้อมูลเบื้องต้นด้านการรับสื่อข้อมูลพลังงานผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

2. การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

2.1 การกำหนดเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคาร

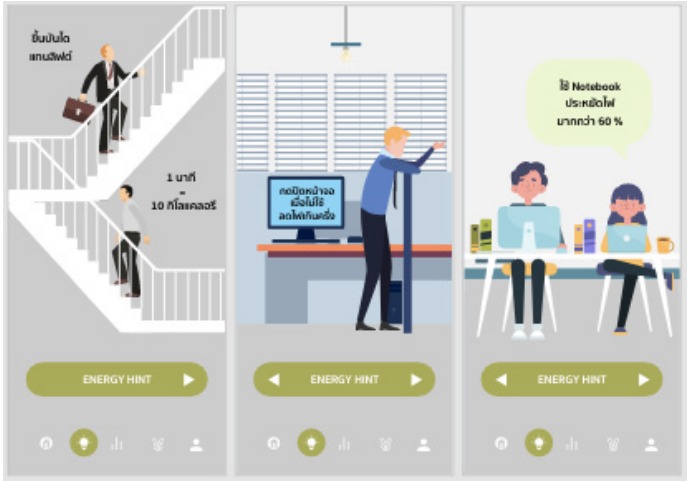
จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การกำหนดรูปแบบภาพเสมือนเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานควรมุ่งเน้นให้เกิดการกระตุ้นทางอารมณ์ซึ่งมนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิต เช่น สัตว์ ต้นไม้ หรือฟาร์ม เป็นต้น (Chao และคณะ, 2010) งานวิจัยนี้จึงได้เลือกออกแบบเว็บแอปพลิเคชันจำนวน 2 รูปแบบเพื่อทำการศึกษารูปแบบที่เหมาะสมที่สุดต่อการให้ข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานได้แก่ รูปแบบที่ 1 คือภาพแมวซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงที่มีความนิยมมากที่สุด (Global Gfk Survey, 2016) รูปแบบที่ 2 คือภาพระบบนิเวศในฟาร์มซึ่งเป็นรูปแบบที่รวมทั้งสัตว์ และต้นไม้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับการสื่อสารเชิงสถิติซึ่งเป็นรูปแบบการสื่อสารที่ใช้ในเว็บแอปพลิเคชันของโครงการ CU BEMS ตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชันแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ

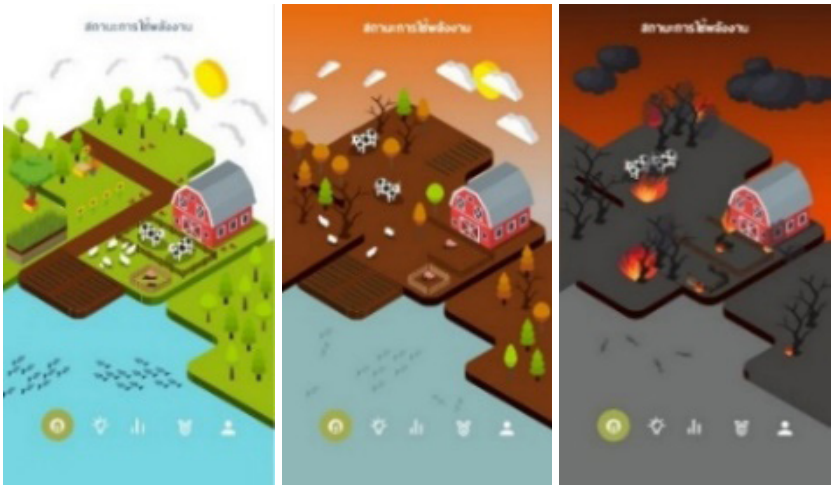
โดยการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันคำนึงถึงการใช้รูปร่าง รูปทรง พื้นที่ว่าง ตัวอักษร และสี ตามหลักการออกแบบกราฟิก ร่วมกับการใช้ภาพสัญลักษณ์ในส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Graphic User Interface : GUI) เพื่อสื่อความหมายและง่ายต่อการจดจำ การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันภาพเสมือนประกอบไปด้วย 4 ส่วนตามเทคนิคการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานในสำนัก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

1) ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำการลดใช้พลังงาน งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เนื้อหาที่นำมาออกแบบส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานอ้างอิงจากโครงการลดใช้พลังงานในภาครัฐ (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2558) ประกอบไปด้วย วิธีการลดใช้พลังงานจากการใช้ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำนักงาน และการใช้ลิฟต์ รวมทั้งหมด 6 หน้า ตัวอย่างการออกแบบดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตัวอย่างส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำการลดใช้พลังงานในสำนักงาน

2) ส่วนการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานควรมุ่งเน้นการแสดงข้อมูลที่กระตุ้นอารมณ์ซึ่งมนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ สัตว์เลี้ยง หรือฟาร์ม (Chao และคณะ, 2010) ซึ่งในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้นำเสนอการให้ข้อมูลพลังงานรูปแบบภาพหรือวัตถุเสมือนในการเปรียบเทียบภาพที่มีความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตหมายถึงระดับการใช้พลังงานที่ดี และภาพความแห้งแล้งหมายถึง ระดับการใช้พลังงานที่แย่ จากการสำรวจเว็บแอปพลิเคชัน CU BEMS พบว่า ระบบมีการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานในแต่ละวันแบ่งเป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำกว่ามาตรฐาน ระดับมาตรฐาน และระดับเกินมาตรฐาน งานวิจัยนี้จึงได้กำหนดให้ภาพระบบนิเวศในฟาร์มแบ่งออกเป็น 3 ภาพตามระดับมาตรฐานการใช้พลังงานของอาคารจามจุรี 5 ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ตัวอย่างแสดงพลังงานอาคารระดับดี ระดับควรปรับปรุง และระดับแย่

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

4) ส่วนการให้รางวัล การให้รางวัลเป็นหนึ่งในการสนับสนุนให้เกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน (Yun, 2013) โดยการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานในสำนักงานสามารถสร้างแรงจูงใจได้โดยการให้รางวัลเสมือนผ่านแอปพลิเคชัน (Yun, 2015) เนื่องจากผู้ใช้พลังงานในอาคารสำนักงานไม่มีส่วนได้ส่วนเสียจากค่าใช้ไฟฟ้า จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ารางวัลเสมือนแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) การสะสมแต้มเพื่อแลกของรางวัลในเกมเช่น เครื่องประดับ เครื่องแต่งกาย ตัวละคร 2) การแสดงความเป็นผู้ชนะผ่านการจัดอันดับที่สามารถแสดงให้เห็นได้ชัดเจน งานวิจัยนี้นี้จึงได้เลือกใช้การให้รางวัลเสมือนมาเป็นแรงจูงใจในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

ภาพที่ 8 ตัวอย่างส่วนการเปรียบเทียบพลังงาน และส่วนการให้รางวัล

3. กำหนดรูปแบบเครื่องมือในการวิจัย

3.1 กำหนดประเด็นในการสนทนากลุ่ม

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

3.2 กำหนดรูปแบบ แบบสอบถาม

ข้อมูลแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบทดสอบตาบอดสี (Ishihara Test For Color Blindness) ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 3 แบบประเมินแรงจูงใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน โดยเป็นแบบสอบถามวัดระดับแรงจูงใจโดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) จำนวน 10 ข้อ และส่วนที่ 4 ข้อคิดเห็นอื่น ๆ ในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน

3.3 การค่าความสอดคล้องของเครื่องมือแบบสอบถามโดยผู้เชียวชาญโดยผู้เชี่ยวชาญ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ส่งเครื่องมือแบบสอบถามผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – IOC) ของข้อคำถามในแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ นำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของคำถาม โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป มาใช้ในแบบสอบถาม และปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามที่ยังมาสมบูรณ์ตามคำแนะนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แบบสอบถามที่สมบูรณ์ต่อการใช้งานมากที่สุด

4. เก็บข้อมูล วิเคราะห์และการอภิปรายผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อเก็บข้อมูลทัศนคติต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ความพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสาร และความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบ นำมาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบก่อนนำไปทดลองใช้จริงกับผู้ใช้อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่วนที่ 2 สำรวจการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

4.1 เก็บข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม

1) ประชากรวิจัยและกลุ่มตัวอย่าง

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการร่วมสนทนากลุ่ม กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นผู้ที่ทำงานอยู่ในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทั้งเพศชายและเพศหญิง อายุ 21-60 ปี จำนวนทั้งหมด 40 คน ด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Sampling) โดยอ้างอิงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงกัน (Downey, 2007) การเข้าหากลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยใช้วิธีส่งจดหมายขอความร่วมมือในการวิจัยไปยังผู้อำนวยการสำนักงานทั้งหมดจำนวน 10 สำนักงานในอาคารจามจุรี 5 หลังจากได้รับการตอบรับเข้าศึกษาวิจัย ผู้วิจัยแนะนำตัวและอธิบายวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย พร้อมทั้งอธิบายถึงรายละเอียด วิธีในการสนทนากลุ่ม และการเก็บข้อมูล จากนั้นสอบถามถึงความสมัครใจในการเข้าร่วมสนทนากลุ่ม ทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน และตอบแบบสอบถาม การจัดหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มด้วยการสุ่มรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันให้กับกลุ่มตัวอย่าง อย่างเท่าเทียมกัน โดยวิธีการแบ่งกลุ่มเว็บแอปพลิเคชันออกเป็น 3 กลุ่ม (กลุ่ม 1 – กลุ่ม 3) ใช้วิธีการจับฉลากหมายเลขกลุ่มเว็บแอปพลิเคชันแบบไม่ใส่คืน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและความลำเอียง ในขั้นตอนการเก็บข้อมูล ข้อมูลส่วนตัวและคำตอบจากการสนทนากลุ่มและการตอบแบบสอบถามทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างจะถูกปิดเป็นความลับ ข้อมูลที่ได้รับมาจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์การศึกษาครั้งนี้เท่านั้น ไม่มีการเปิดเผยหรือเผยแพร่สู่สาธารณะ เพื่อไม่ให้มีผลกระทบด้านลบและเกิดความไม่สบายใจต่อกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเสร็จสิ้นการศึกษา ข้อมูลทั้งหมดจะถูกทำลาย

2) ขั้นตอนการเก็บผลข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม

ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์และชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนการสนทนากลุ่มและการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นผู้วิจัยจะขอให้กลุ่มตัวอย่างคัดกรองภาวะตาบอดสี 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 หลังจากทดลองในแต่ละสัปดาห์กลุ่มตัวอย่างจะได้รับแบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานผ่านทางอีเมล์ ขั้นตอนการเก็บข้อมูลในการสนทนากลุ่มใช้เวลารวม 90 นาที

3) ขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินแรงจูงใจในการใช้งาน

ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คนจากการเข้าร่วมการสนทนากลุ่ม ทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันจำนวน 3 รูปแบบ รูปแบบละ 1 สัปดาห์ รวมระยะเวลาในการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันทั้งหมด 3 สัปดาห์ โดยกำหนดให้เข้าใช้เว็บแอปพลิเคชั่นอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง โดยหลังการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันในแต่ละสัปดาห์ ผู้วิจัยทำการจัดส่งแบบสอบถามโดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) จำนวน 10 ข้อ เพื่อประเมินแรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีในการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน ผ่านทางอีเมลให้กับกลุ่มตัวอย่าง

5. ผลการศึกษา

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

5.2 วิเคราะห์ผลแรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน ใช้การหาค่าสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวน (ANOVA) (Chen และคณะ, 2012)

ผลการศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และการสนทนากลุ่ม

จากการวิเคราะห์เนื้อหา และการสนทนากลุ่มกับผู้ปฏิบัติงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วงอายุตั้งแต่ 21-60 ปี จำนวนทั้งหมด 40 คน ได้แนวทางการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันก่อนนำไปทดลองใช้งานจริง แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อรายละเอียดดังนี้

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

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

“...แต่ก่อนเคยมีแคมเปญลดพลังงานมาเรื่อยๆ แต่ว่ามันไม่เกิดอย่างต่อเนื่อง เราเป็นคนสนใจเรื่องสิ่งแวดล้อมอยู่แล้ว เลยคิดว่าถ้าโครงการพวกนี้มีอะไรกระตุ้นให้คนรับรู้อย่างต่อเนื่องน่าจะเห็นผลชัดขึ้น หรือถ้าอยากให้พนักงานมาใช้เว็บแอปฯนี้ก็น่าจะต้องเป็นคำสั่งจากผู้บริหารจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเช่น จัดเป็นแคมเปญแข่งกันลดพลังงานระหว่างสำนักงาน และมีของรางวัลให้ลิ้นปี อาจเป็นรางวัลที่นำมาแบ่งกันใช้งานภายในออฟฟิศได้ไม่ต้องยิ่งใหญ่มาก...”

“...ถ้าจะทำให้แอปพลิเคชันน่าสนใจมากกว่านี้น่าจะต้องปรับรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานตอนนี้แสดงผลค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง มันดูง่ายแต่ไม่ดึงดูดเพราะเราไม่ได้เป็นคนจ่าย อาจต้องใช้ข้อความที่ทำให้อ่านแล้วรู้เลยว่าถ้าเราไม่ช่วยกันลดพลังงานมันจะส่งผลกระทบที่ให้ตัวเรายังไง ต้องไม่พูดเรื่องที่ไกลตัว หรือจะเอาประเด็นโลกร้อนที่ดังในโซเชียลมาร่วมด้วยก็ได้...”

1.2 จากการสนทนากลุ่มหัวข้อความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบสามารถสรุปร่วมกันได้ว่า ควรเพิ่มส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันก่อนเริ่มให้ผู้ใช้อาคารทั่วไปใช้งาน โดยเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม และรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารได้ง่ายกว่ารูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ ดังตัวอย่างคำกล่าวต่อไปนี้

“...ใช้งานครั้งแรกค่อนข้างสับสน เพราะไม่เคยใช้แอปฯ แนวนี้มาก่อน และไม่เล่นเกม ต้องอาศัยการกดตามน้องข้างๆ ถ้ามีหน้าสอนการใช้งานก่อนน่าจะดีกว่า ในตึกนี้มีคนทำงานหลายวัยการเล่นแอปฯ อาจจะไม่เหมาะกับผู้สูงอายุ เพราะปกติก็ใช้งานมือถือยากอยู่แล้ว แอดไลน์ก็ยังไม่เป็นเลย เปรียบเทียบกันแล้วแบบกราฟจะเข้าใจยากมากที่สุดแต่ตัวหนังสือเล็กมาก มองไม่เห็น...”

“...ภาพกราฟิกน่ารักดีทั้งแบบฟาร์มและแมว อยากกดเข้าไปดูว่าวันนี้ฟาร์มหรือแมวของเราเป็นอย่างไร ดูได้ง่ายว่าพลังงานเพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่แบบแผนภูมิค่อนข้างน่าเบื่อ ไม่อยากจูงใจให้เข้าไปใช้งานเพราะรู้สึกว่ายากเกินจะเข้าใจ...”

1.3 จากการสนทนากลุ่มหัวข้อความพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานบนเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ สามารถสรุปร่วมกันได้ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีความพึงพอใจต่อส่วนการให้รางวัลในเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์มเนื่องจากมีระบบที่คล้ายกับการสะสมของรางวัลในเกม และพึงพอใจต่อรูปแบบสัตว์เลี้ยงที่ส่งผลต่ออารมณ์ของผู้ใช้ และกลุ่มตัวอย่างที่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์พึงพอใจต่อส่วนการแสดงผลข้อมูลพลังงานของเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติเนื่องจากข้อมูลมีความละเอียดมากกว่า ดังตัวอย่างคำกล่าวต่อไปนี้

“...รูปแบบฟาร์มมีความน่าสนใจอยากลองเล่นมากที่สุดเพราะเหมือนกับการเล่นเกมส์ สะสมรางวัลไปเรื่อยๆ ได้ขยายอาณาจักรของเรา ส่วนแมวก็มีความน่ารักดี รู้สึกสงสารเวลาเห็นแมวป่วย ใกล้ตาย ส่วนแบบแผนภูมิเข้าใจยากในหน้าแรกเพราะเป็นศัพท์เฉพาะ แต่มีความละเอียดตรงหน้าแผนภูมิวงกลมที่แยกส่วนให้เห็นไปเลยว่าพื้นที่ส่วนไหนใช้พลังงานมากที่สุด...”

“...ควรทำแค่สองแบบคือแบบแมวและฟาร์ม แต่เอากราฟมาประยุกต์ใช้กับทั้งสองแบบนี้ไปเลยให้เข้าใจง่ายๆ ฟาร์มออกแบบเรื่องราวเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมพลังงานมากกว่าดูแล้วนึกถึงสภาวะโลกร้อน แต่สัตว์เลี้ยงน่าจะเพิ่มตัวเลือกเป็นหมา หรืออื่นๆได้จะดี เพราะแต่ละคนอาจจะชอบสัตว์ไม่เหมือนกัน...”

“...คิดว่าแบบฟาร์มน่ารักดี เข้าใจง่าย แบบแมวก็จะคล้าย ๆ กับฟาร์ม แต่ส่วนตัวชอบหมามากกว่าเลยอาจทำเป็นตัวละครให้เลือกก่อนเริ่มเล่นเช่น หมา ปลา นก คนใช้จะได้อินกับสัตว์ที่ชอบมากขึ้น แต่แบบที่เป็นแผนภูมิจะให้รายละเอียดการใช้พลังงานได้ดีกว่ามีการเปรียบเทียบชัดเจนแต่อาจจะต้องเป็นคนที่มีพื้นฐานเรื่องระบบงานอาคาร หรือพวกช่างจะเข้าใจได้ดี คนทำงานส่วนอื่น ๆ เข้าใจค่อนข้างยาก...”

1.4 จากการสนทนากลุ่มหัวข้อประเด็นปัญหาและความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบก่อนนำไปใช้งานจริง สามารถสรุปร่วมได้ทั้งหมด 4 แนวทางคือ 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 สามารถสรุปประเด็นเพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ของข้อมูลการออกแบบการสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในรูปแบบผังมโนทัศน์ (Concept Map) ได้ดังนี้

ทัศนคติต่อต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงาน	1. การสื่อสารผลพลังงานรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันผ่านสมาร์ทโฟนสะดวกต่อการใช้งานมากกว่ารูปแบบโทรทัศน์ของโครงการเดิม 2. แรงจูงใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชั่นแบ่งเป็น 2 แบบ - แรงจูงใจภายใน ออกแบบการสื่อสารให้ผู้ใช้รู้สึกถึงผลกระทบโดยตรงต่อตนเอง เพื่อกระตุ้นให้เกิดความต้องการลดใช้พลังงาน - แรงจูงใจภายนอก จากสิ่งเร้าเช่นของรางวัล คำสั่งจากผู้บริหาร
ความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ	1. รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศน์ในฟาร์ม และรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง - ภาพกราฟิกมีความน่าสนใจ ผลพลังงานเข้าใจง่าย - การใช้งานครั้งแรกใช้เวลานาน เพื่อทำความเข้าใจ 2. รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ - ข้อมูลเข้าใจได้ยาก เนื่องจากเป็นศัพท์ภาษาอังกฤษเฉพาะทาง - ตัวหนังสือมีขนาดเล็กมาก - ข้อมูลพลังงานมีความละเอียดมากกว่า
ความพึงพอใจต่อรูปแบบการสื่อสาร ข้อมูลพลังงานเว็บแอปพลิเคชัน ทั้ง 3 รูปแบบ	1. รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศน์ในฟาร์ม - กลยุทธ์การออกแบบคล้ายเกม น่าสนใจ ดึงดูด - ภาพกราฟิกสิ่งแวดล้อมเชื่อมโยงถึงการใช้พลังงาน 2. รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง - ควรสร้างตัวละครทางเลือก เพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้ใช้ที่มีความชอบแตกต่างกัน - ส่งผลทางด้านอารมณ์ต่อการใช้งานมากกว่ารูปแบบอื่น 3. รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ - ภาพกราฟิกมีความเข้าใจยาก ไม่ดึงดูดการเข้าใช้งาน - การจัดอันดับไม่ตรงสถานการณ์จริง รางวัลไม่ดึงดูดให้อยากลดพลังงาน
ประเด็นปัญหาและความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน	1. ประเด็นแรงจูงใจต่อการร่วมลดพลังงาน - ของรางวัลควรเป็นรูปธรรม เป็นของที่มาใช้ร่วมกันในสำนักงานได้ 2. ประเด็นปัญหาการใช้งาน เพื่อพัฒนาการออกแบบ - เพิ่มส่วนแนะนำการใช้งานก่อนเริ่มเว็บแอปพลิเคชัน - ส่วนให้ความรู้ควรสื่อถึงผลกระทบที่ใกล้ตัวผู้ใช้ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความน่าสนใจ - เพิ่มการส่งข้อความแจ้งเตือน เพื่อกระตุ้นให้ใช้งานต่อเนื่อง - รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติยากต่อการทำความเข้าใจกับผู้ใช้ทั่วไป

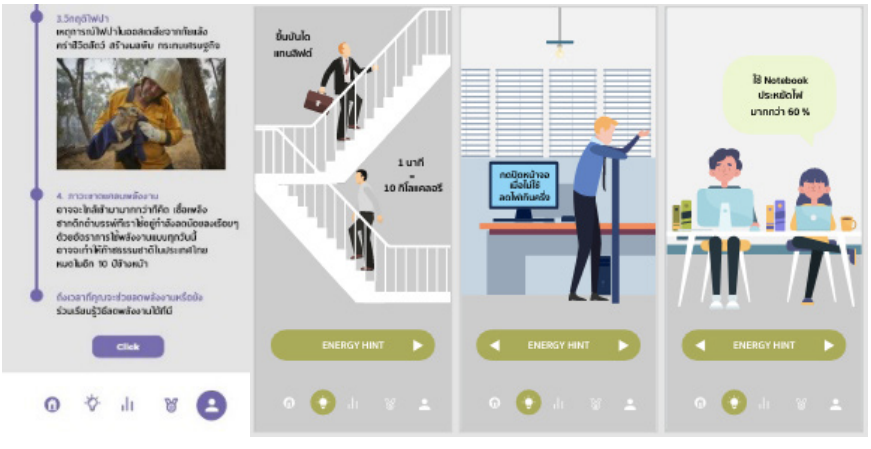
ภาพที่ 9 ผังมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม

จากวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ สามารถสรุปเพื่อปรับปรุงการออกแบบบเว็บแอปพลิเคชันได้ทั้งหมด 4 ส่วน คือ 1) ส่วนการแนะนำการใช้งาน 2) ส่วนการให้ความรู้ 3) เพิ่มตัวเลือกประเภทสัตว์ในเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพสเมือนสัตว์เลี้ยง 4) ส่วนการแจ้งเตือน เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้ตรงต่อความต้องการใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างก่อนนำไปทดลองใช้จริง โดยรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่นำมาพัฒนาคือรูปแบบระบบนิเวศน์ในฟาร์ม และรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบแรงจูงใจ และความต้องการใช้งานกับรูปแบบแผนภูมิเชิงสถิติ ซึ่งเป็นรูปแบบผลการแสดงข้อมูลพลังงานของโครงการ CU BEMSเดิมโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ส่วนแนะนำการใช้งาน ประกอบไปด้วยคำแนะนำในการกดดูส่วนต่างๆ พร้อมความหมายของแต่ละส่วนก่อนเริ่มใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ตัวอย่างส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันดัง ภาพที่ 10

ภาพที่ 10 ตัวอย่างส่วนแนะนำการใช้งานก่อนเริ่มใช้เว็บแอปพลิเคชัน

2) ส่วนการให้ความรู้ เพิ่มเติมเนื้อหาที่แสดงถึงผลกระทบที่ใกล้ตัวผู้ใช้หากไม่ลดใช้พลังงานประกอบไปด้วยผลกระทบด้านสุขภาพ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Greenpeace Thailand, 2563) ส่วนการให้ความรู้ดังภาพที่ 11

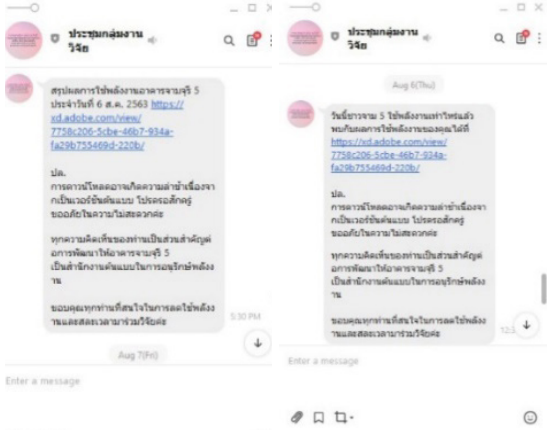


ภาพที่ 11 ตัวอย่างส่วนการให้ความรู้

3) เพิ่มส่วนการเลือกประเภทสัตว์เลี้ยง ในเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพสเมือนสัตว์เลี้ยง ประกอบไปด้วย สุนัข แมว ปลา เนื่องจากเป็นสัตว์เลี้ยงที่นิยมมากที่สุดจากข้อมูลการสนทนากลุ่มกับกลุ่มตัวอย่าง ดังภาพที่ 12

ภาพที่ 12 ตัวอย่างส่วนการเลือกประเภทสัตว์เลี้ยง

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



ภาพที่ 13 ตัวอย่างส่วนการแจ้งเตือน

3. ผลวิเคราะห์ผลแรงจูงใจจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

งานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) และค่าความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลแบบสอบถามระดับแรงจูงใจจากการใช้เว็บแปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ หลังการทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างเป็นเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ 1 แสดงผลวิเคราะห์ระดับแรงจูงใจจากการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศน์ในฟาร์ม รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ (n=40)

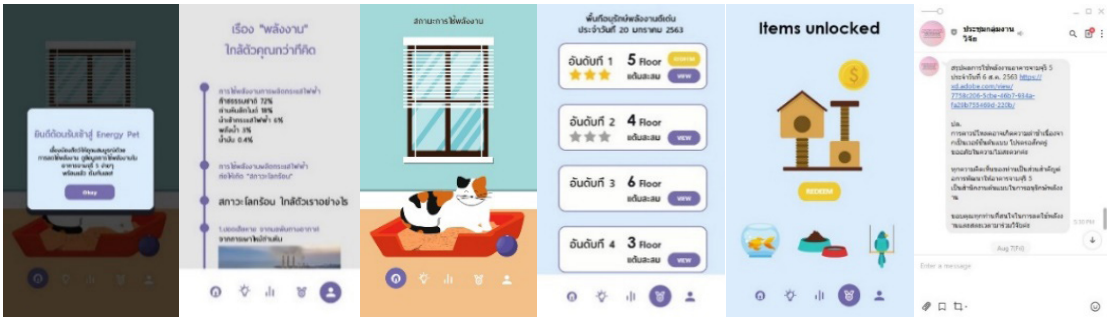
รายการ	รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศน์ในฟาร์ม			รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง			รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ			Sig.
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับแรงจูงใจ	
1. แรงจูงใจต่อการเกิดพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน	3.55	0.96	มาก	4.13	1.16	มาก	2.75	0.81	ปานกลาง	.000
2. แรงจูงใจต่อการติดตามสถานะการใช้พลังงานในสำนักงาน	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. แรงจูงใจต่อการติดตามผลการแข่งขัน เปรียบเทียบการลดใช้พลังงาน	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
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 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีแรงจูงใจภาพรวมต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.97) รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์มอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.57) แรงจูงใจต่อการใช้เว็บแอปพลิเคชัน รูปแบบข้อมูลเชิงสถิติอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 2.94) ตามลำดับ เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า เว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการใช้งานมากที่สุดในทุก ๆ ข้อ จากการใช้เว็บแอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาวิจัยการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สามารถสรุปข้อค้นพบได้ 2 ประเด็นสำคัญ แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ประเด็นการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน จากการสนทนากลุ่มพบว่า ส่วนประกอบในการออกแบบสอดคล้องกับทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่ออนุรักษ์พลังงานโดยการใช้เทคโนโลยีเพื่อโน้มน้าวใจ (Yun, 2013) ทั้งนี้ในงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีผู้ใดกล่าวถึง การออกแบบส่วนการแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันก่อนเริ่มใช้งานครั้งแรก ซึ่งเป็นข้อค้นพบสำคัญจากการสนทนากลุ่มเนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันในการสื่อสารข้อมูลพลังงานเป็นสิ่งใหม่ที่กลุ่มตัวอย่างไม่มีความคุ้นเคยต่อการใช้งาน ส่วนการแนะนำการใช้งานจึงจำเป็นอย่างมากต่อความสามารถในการใช้งาน อันนำมาสู่แรงจูงใจในการติดตามข้อมูลพลังงานในสำนักงาน งานวิจัยนี้จึงสามารถสรุปส่วนประกอบสำคัญในการออกแบบเว็บแอพลิเคชันได้ 6 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนการให้ความรู้และคำแนะนำในการลดใช้พลังงาน 2) ส่วนการตรวจสอบและติดตามผลพลังงาน 3) ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลพลังงาน 4) ส่วนการให้รางวัล 5) ส่วนแนะนำการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน 6) ส่วนการแจ้งเตือน และนำข้อสรุปทั้ง 6 ส่วนประกอบในการออกแบบมาพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่สมบูรณ์แสดงดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ตัวอย่างส่วนประกอบในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงาน

2. ประเด็นแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานระหว่างเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยง รูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ จากการวิเคราะห์แบบสอบถามระดับแรงจูงใจจากการใช้งานพบว่า เว็บแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงมีผลต่อการเกิดแรงจูงใจ

ในการอนุรักษ์พลังงานในสำนักงานมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 รองลงมาคือรูปแบบภาพเสมือนระบบนิเวศในฟาร์ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.57 และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.94 ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าการสื่อสารข้อมูลพลังงานรูปแบบภาพเสมือนนั้นกระตุ้นให้กลุ่มตัวอย่างเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานได้มากกว่ารูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยโดย Chao และคณะ (2010) ที่กล่าวว่ามนุษย์จะเกิดความรู้สึกกับสิ่งเร้าในรูปแบบสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ สัตว์เลี้ยง หรือฟาร์ม เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้รูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจมากที่สุด เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างสามารถเลือกประเภทของสัตว์เลี้ยงที่ตรงตามความชอบของตนเองได้ จึงส่งผลต่อการกระตุ้นอารมณ์ความรู้สึกได้ดีที่สุด

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่า การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงานนั้นสำคัญต่อนักออกแบบที่จำเป็นต้องเข้าใจความต้องการของผู้ใช้เพื่อนำเสนอข้อมูลพลังงานให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อาคาร เนื่องจากการลดใช้พลังงานในอาคารสำนักงานนั้นต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ใช้อาคารทุกคน เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่าควบคู่ไปกับประสิทธิภาพที่ดีต่อการทำงาน รูปแบบสื่อสารข้อมูลพลังงานจึงต้องมีองค์ประกอบที่สามารถจูงใจให้ผู้ใช้สามารถติดตามข้อมูลพลังงาน อันนำมาสู่ความต้องการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานได้

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นผลการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ซึ่งทั้งหมดเป็นผู้ปฏิบัติงานในอาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น หากต้องการนำเสนอข้อมูลพลังงานเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสถานที่ และกลุ่มตัวอย่างอื่น อาจมีองค์ประกอบของการออกแบบที่ต่างกันออกไป งานวิจัยอื่น ๆ ที่ต้องการสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่ผู้ใช้ไม่ได้มีส่วนได้ส่วนเสียกับค่าสาธารณูปโภค จึงสามารถนำกระบวนการในงานวิจัยนี้ไปต่อยอดได้โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน สำหรับงานวิจัยครั้งต่อไปในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารข้อมูลพลังงานในอาคารสำนักงาน: กรณีศึกษา โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (CU BEMS) อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 2 หัวข้อดังนี้

1. ควรเพิ่มการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานระหว่างรูปแบบภาพเสมือนสัตว์เลี้ยงซึ่งเป็นรูปแบบที่ส่งผลต่อการเกิดแรงจูงใจในการติดตามผลพลังงานมากที่สุด และรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติซึ่งเป็นรูปแบบที่แสดงถึงรายละเอียดพลังงานได้ดีที่สุด เนื่องจากอาคารจามจุรี 5 ประกอบไปด้วยหลายสำนักงาน กลุ่มผู้ใช้อาคารสำนักงานจึงมีพื้นฐานความรู้ความหลากหลาย การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบผสมผสานจึงอาจเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมต่อการใช้งานกับอาคารสำนักงานประเภทนี้ได้

2. ควรเพิ่มการประเมินการใช้พลังงานของอาคารจามจุรี 5 ก่อนและหลังการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าพลังงานที่เกิดขึ้นควบคู่ไปกับการแสดงผลแรงจูงใจในการใช้งาน และความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้สามารถสร้างข้อสรุปการลดใช้พลังงานได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Chao, H.F., Chang, J.H., & Wang, H.L. Information framing affects proenvironment decisions. *Society for Personality and Social Phychology,* 1(2010), 28-30.

Chen, H.M., Lin, C.W., Hsien, S.H., Chao, H.F., Chen, C.S., Shiu, R.S., YE, S.R., &Deng, Y.C. Persuasive feedback model for inducing energy conservation behaviors of building users based on interaction with virtual object. *Energy & Building,* 45 (2012), 106-115. doi: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.10.029

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

Escanillan-Galera. Evaluating on user experience and user interface (UX/UI) of EnerTrApp a mobile web energy monitoring system. *Procedia Computer Science,* 161 (2019), 1225-1232. doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.236

Fogg, B.J. Persuasive technology: using computers to change what we think and do. *Elsevier Science & Technology*, 1 (2003), 5-312. doi: https://doi.org/10.1145/274644.274677

Geller, E.S. The challenge of increasing proenvironmental behavior. *Handbook of Environmental Psychology,* 1 (2002), 525-540.

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

Koop, S.H.A., Van Dorssen, A.J. & Brouwer, S. Enhacing domestic water conservation behavior: A review of empirical studies on influencing tactics. *Journal of Environmental Management, 247 (2019)*, 867-876. doi: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.126

Yun, R., Scupelli, P., Aziz, A., & Loftness, V. Sustainability in the Workplace: Nine Intervention Techniques for Behavior Change. *Persuasive,* 7822 (2013), 253-265.

จุมพล ทุมมาวัด. (2555). *แบบจำลองเว็บแอปพลิเคชั่นสำหรับการใช้งานมิเตอร์อัจฉริยะในโครงสร้างพื้นฐานระบบมิเตอร์ขั้นสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)). บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558). *โครงการลดใช้พลังงานในภาครัฐปีงบประมาณ 2558*. จาก http://www.e-report.energy.go.th/KPI58M_files/EUIBook58.pdf