ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

วิทยานิพนธ์

ของ

ณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล

ธันวาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

วิทยานิพนธ์

ของ

ณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล
ธันวาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ELECTRICAL POWER MANAGEMENT SYSTEM IN BUILDINGS VIA THE INTERNET OF THINGS: A CASE STUDY OF SRIKODTRABOON BUILDING OF NAKHON PHANOM UNIVERSITY

BY

NATTAPAT APIRUCHPINYO

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Master of Science Program in Technology and Digital Management

at Sakon Nakhon Rajabhat University

December 2022

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ ณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ศรัญญา แซ่ตั้ง ประธานกรรมการสอบ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัญญา แซ่ตั้ง) และผู้ทรงคุณวุฒิ

สมบูรณ์ ชาวชายโขง กรรมการสอบและประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง)

สุทิศา กรรมการสอบ (ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก) แต่งตั้งเพิ่มเติม

กรรมการสอบ (รองศาสตราจารย์ ดร.จำนง วงษ์ชาชม) แต่งตั้งเพิ่มเติม

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

สมบูรณ์ ชาวชายโขง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 25 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัลทุกท่านที่ให้ความรู้ คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยจนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย รวมถึงใช้สถานที่อาคารศรีโคตรบูรณ์ในการทดลอง ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

ประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและแรงใจอันสำคัญยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจน ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ชีวิตอันดีงามและเสริมสร้างสติปัญญาให้แก่ผู้วิจัย

ณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ

ชื่อเรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้วิจัย ณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ
กรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง
ปริญญา วท.ม. (เทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล)
สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่ตีพิมพ์ พ.ศ. 2565

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า 2) พัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า 3) ทดสอบประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ประชากร คือ บุคลากรวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม จำนวน 40 คน การพัฒนาระบบพบว่า ระบบสามารถบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องต่าง ๆ แสดงรายงานการใช้พลังงาน ณ ปัจจุบันและย้อนหลัง รวมถึงสรุปค่าไฟฟ้า โดยผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยตัวเองหรือสั่งเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk การประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) และความพึงพอใจต่อระบบพบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)

คำสำคัญ ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

TITLE Electrical Power Management System in Buildings via the Internet of Things: A Case Study of Srikodtraboon Building of Nakhon Phanom University

AUTHOR Nattapat Apiruchpinyo

ADVISORS Asst. Prof. Dr. Somboon Chaochaikong

DEGREE M.Sc. (Program in Information Science and Digital Information Management)

INSTITUTION Sakon Nakhon Rajabhat University

YEAR 2022

ABSTRACT

This research aimed to 1) study the current conditions, problems, and needs of the building's electric power management system, 2) develop the electric power management system, 3) test the performance and satisfaction of the electric power management system by using the Internet of Things in the buildings and the electric power system of Srikodtraboon Building, Nakhon Phanom University was adopted for the investigation in this case study. The samples included 40 personnel who worked at Tourism and Service Industry College, Nakhon Phanom University. The study revealed that the system could record the uses of electricity in different rooms, display current and historical energy consumption reports, as well as summarize the energy consumption in the electricity bills. In addition, the system users were able to control the electrical appliances by themselves, or set the system to automatically turn these electrical appliances on–off through the Blynk application when nobody was in the building rooms. The system was evaluated by the experts and it was found that its overall performance and satisfaction were at a high level. Regarding all aspects of the system, its function based on the Functional Test got the highest mean for the performance. At the same time, of all aspects of the satisfactions of the system, the ability to meet or fulfill the users' needs according to the Functional Requirement Test gained the highest mean.

Keywords: Electric Power Management System, Internet of Things

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	คำถามของการวิจัย	6
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	6
	สมมุติฐานของการวิจัย	7
	ความสำคัญของการวิจัย	7
	ขอบเขตของการวิจัย	7
	กรอบแนวคิดของการวิจัย	9
	นิยามศัพท์เฉพาะ	10
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
	การจัดการพลังงานไฟฟ้า	13
	ความหมายของการจัดการพลังงานไฟฟ้า	13
	ความสำคัญของการจัดการพลังงานไฟฟ้า	14
	ปัญหาการจัดการพลังงานไฟฟ้าและแนวทางแก้ไข	15
	แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน	17
	การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร	21
	แนวทางและทฤษฎีการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร	21
	ประโยชน์ของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร	22
	ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	25
	ความหมายของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	26
	แนวคิดและทฤษฎีการพัฒนาระบบ	27
	การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	29
	แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อระบบ	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ความหมายของการประเมินประสิทธิภาพระบบ Black Box Testing และ White Box Testing 34
การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ 36
การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 38
บริบทมหาวิทยาลัยนครพนม 38
อาคารศรีโคตรบูรณ์ 39
การใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารศรีโคตรบูรณ์ 40
ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยนครพนม และอาคารศรีโคตรบูรณ์ 43
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 45

3 วิธีดำเนินการวิจัย 52
ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 53
ประชากร 53
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 53
วิธีการสร้างเครื่องมือและดำเนินการเก็บข้อมูล 54
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 56
ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 56
การศึกษาโครงสร้างระบบไฟฟ้าและอินเทอร์เน็ตภายในอาคาร 57
อุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า 57
การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า 60
การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า 62

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 63
การประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 63
การประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 66
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ 69

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 71
ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 71
การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้บริหาร 71
การเก็บรวบรวมข้อมูลจากบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน 74
สรุปผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 86
ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 92

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ขั้นตอนการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร
ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์
มหาวิทยาลัยนครพนม 92
ขั้นตอนการใช้งานและผลการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า
ในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา
อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 102
สรุปผลการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร
ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์
มหาวิทยาลัยนครพนม 107
ระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบ
การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 108
การประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร
ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์
มหาวิทยาลัยนครพนม 109
การประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร
ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์
มหาวิทยาลัยนครพนม 113

5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ 118
ความมุ่งหมายของการวิจัย 118
สมมติฐานของการวิจัย 118
สรุปผลการวิจัย 119
อภิปรายผลการวิจัย 122
ข้อเสนอแนะ 127

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

บรรณานุกรม 128

ภาคผนวก 132

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือราชการ 133

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 146

ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย 161

ประวัติย่อของผู้วิจัย 174

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ปริมาณไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าอาคารศรีโคตรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2561–2562 ... 41
2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ... 75
3 สภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงานจำแนกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า ... 76
4 สรุปข้อมูลสภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าและปัญหาการใช้งาน ... 81
5 พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน ... 83
6 ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน ... 85
7 สรุปประเด็นสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ... 87
8 แนวทางในการออกแบบระบบ ... 92
9 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน ... 109
10 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบรายด้าน ... 110
11 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) ... 110
12 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) ... 111
13 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) ... 111
14 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ... 112
15 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ... 113
16 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายด้าน ... 114
17 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) ... 115
18 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) ... 116

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

19 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) 116
20 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) 117
21 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบสัมภาษณ์ 161
22 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบสอบถามสภาพปัจจุบันของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงาน 164
23 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบสอบถามพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน 166
24 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบสอบถามความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า 167
25 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบประเมินประสิทธิภาพ 169
26 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบประเมินความพึงพอใจ 171

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 กรอบแนวคิดระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 10

2 สถาปัตยกรรมระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียง ด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับสถานศึกษา 31

3 การใช้งานโปรแกรม Arduino IDE 32

4 สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบของระบบ 33

5 การทดสอบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) 35

6 การทดสอบแบบกล่องขาว (White-Box Testing) 36

7 ข้อมูลค่าไฟฟ้าอาคารศรีโคตรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2561-2562 42

8 พื้นที่ห้องทำงานและสัญญาณอินเทอร์เน็ตบริเวณชั้น 1 อาคารศรีโคตรบูรณ์ 57

9 เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 58

10 อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM-004T 58

11 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor 59

12 ชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์ 4 Channel 59

13 โปรแกรม Arduino IDE 60

14 แอปพลิเคชัน Blynk 61

15 การเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE 61

16 การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า 62

17 การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า 62

18 แนวทางการพัฒนาระบบ 95

19 กระบวนการเชิงระบบ (Input-Process-Output) 95

20 โครงสร้างผู้ใช้งานระบบ 97

21 แผนภาพบริบท (Context Diagram) 98

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

22 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบ 99
23 ผังวงจรการติดตั้งอุปกรณ์ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 101
24 ภาพถ่ายการติดตั้งอุปกรณ์ 101
25 ภาพถ่ายการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องทำงาน 101
26 การดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชัน Blynk 102
27 ภาพแสดงการเข้าสู่แอปพลิเคชัน Blynk 103
28 ภาพแสดงการสแกน QR-Qode สำหรับผู้ใช้งานระบบ 103
29 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ต ของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับบุคลากร 104
30 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ต ของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับผู้บริหาร 105
31 ข้อมูลและกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องทำงาน ภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 106
32 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อน-หลังการใช้ระบบ การจัดการพลังงานไฟฟ้า ในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 106

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่สำคัญของการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันทั้งในเรื่องส่วนตัว การทำงานหรือการพักผ่อนหย่อนใจ ยิ่งมีสิ่งประดิษฐ์ที่อำนวยความสะดวกให้กับชีวิตมากเท่าไร พลังงานไฟฟ้าก็จะถูกนำมาใช้มากขึ้นเท่านั้น (สันติภาพ กั๊วพรหม, 2562) ส่งผลให้ปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น โดยจากสถิติ 10 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ พ.ศ. 2548 ประเทศไทยมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยข้อมูลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยพบว่าประเทศไทยมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงสุดถึง 10% ต่อปี เฉลี่ยแล้วความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณ ปีละ 1,200 เมกะวัตต์ทุกปี ซึ่งภาคอุตสาหกรรมเป็นส่วนที่มีการใช้พลังงานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.7 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ภาคขนส่ง บ้านอยู่อาศัย ธุรกิจการค้า โดยโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่มีการใช้พลังไฟฟ้าในปริมาณสูงสุด โดยประเทศไทยมีกำลังผลิตไฟฟ้ารวมทั้งประเทศอยู่ที่ประมาณ 42,000 เมกะวัตต์ ซึ่งมากกว่า 60% หรือ 28,129 เมกะวัตต์ ผลิตจากก๊าซธรรมชาติ อีกประมาณ 15% ผลิตจากถ่านหินที่เหลือเป็นไฟฟ้าที่ได้จากเขื่อนพลังงานหมุนเวียน เช่น ชีวมวล แสงอาทิตย์ ลม และรับซื้อจากต่างประเทศ ได้แก่ ลาวและมาเลเซีย อีก 10% เฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ต้องนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจาก สปป.ลาว ในสัดส่วนที่สูงถึงร้อยละ 68 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งช่วยให้มีไฟฟ้าใช้อย่างเพียงพอแต่ในขณะเดียวกันก็เป็นความเสี่ยงต่อความมั่นคงทางพลังงานของประเทศได้เช่นกัน (ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน, 2559)

จากที่มาดังกล่าวข้างต้นกระทรวงพลังงานได้รณรงค์และมีนโยบายประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยจัดทำโครงการลดการใช้พลังงานในภาครัฐ เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 โดยกำหนดให้ทุกหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจลดการใช้พลังงานลง ร้อยละ 10–15 เทียบกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงของปีงบประมาณ พ.ศ. 2546 แต่ไม่สามารถดำเนินการให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ ซึ่งจากรายงานข้อมูลการใช้

พลังงานไฟฟ้าของภาครัฐผ่านระบบ E-report.energy.go.th ในช่วง 5 ปีย้อนหลังตั้งแต่ พ.ศ. 2551-2555 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมและอาคารขนาดใหญ่ยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าส่วนอื่น ๆ เฉลี่ยร้อยละ 3.9 ต่อปี จากแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมและอาคารขนาดใหญ่ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง กระทรวงพลังงานได้มีนโยบายด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารขนาดใหญ่ โดยกำหนดเป้าหมายให้ลดระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าในระยะยาวลงร้อยละ 25 ภายใน 20 ปี เฉลี่ยแล้วอาคารขนาดใหญ่ต้องลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง 1.25% ต่อปี โดยมีเป้าหมายลดการใช้พลังงานไฟฟ้าตามเป้าประสงค์ภายในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งวิธีการรณรงค์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้กำหนดมาตรการ 4 ป. ได้แก่ ปิด ปรับ ปลด เปลี่ยน หมายถึง ให้บุคลากรที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปิดไฟดวงที่ไม่จำเป็น ปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ 25 องศาเซลเซียส ปลดปลั๊กไฟเมื่อเลิกใช้และเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานเบอร์ 5 โดยหน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ได้นำวิธีการดังกล่าวไปปรับใช้ในหน่วยงานของตนตามความเหมาะสม เช่น การรณรงค์ของกระทรวงแรงงาน มีจัดทำโปสเตอร์สื่อสารผ่านเสียงตามสาย เพื่อประชาสัมพันธ์รณรงค์ให้ชาวกระทรวงแรงงานได้ตระหนักและร่วมมือกันลดการใช้พลังงานไฟฟ้า รวมไปถึงบริษัทโกลบอลเฮ้าส์ จัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ผ่านโซเชียลมีเดียต่าง ๆ ให้พนักงานและลูกค้าเกิดจิตสำนึกร่วมมือกันให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลสรุปผลการดำเนินการตามมาตรการนี้ในปี พ.ศ. 2560 ที่ผ่านมาพบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศสูงขึ้นประมาณ 1,086 เมกะวัตต์ หรือ 3.5% เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2562) ซึ่งสาเหตุเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น การสร้างอาคารขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น มีการใช้พื้นที่และเครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ทำให้บุคลากรผู้ควบคุมและการจัดการระบบไฟฟ้าไม่ทั่วถึง และที่สำคัญคือพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของบุคลากรในหน่วยงานหรือองค์กรต่าง ๆ

ด้วยปัจจัยที่ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นทุกปีทำให้ภาครัฐและภาคเอกชนนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทในการบริหารและการจัดการพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น มีส่วนให้การเจริญเติบโตของอุปกรณ์เคลื่อนที่และอินเทอร์เน็ตการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นสิ่งสำคัญด้วยเทคโนโลยีและความสามารถในการรวบรวมข้อมูลส่งผลให้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ได้เข้ามามีบทบาทใน

ชีวิตประจำวันของผู้คนมากขึ้น การเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าสู่อินเทอร์เน็ตทำให้การควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีอิสระมากขึ้น รวมไปถึงการนำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เข้ามาบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานและองค์การต่าง ๆ เช่น การดูสถานะการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในครัวเรือนหรือที่ทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ให้เหมาะสมในการจัดการพลังงานไฟฟ้าในด้านต่าง ๆ เพื่อมุ่งเน้นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพให้เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและคุ้มค่า (อภิรักษ์ พันธุ์พณาสกุล, ฟิตรี ยะปา และอัลนิสฟาร์ เจะดือราแม, 2563)

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า IoT เป็นกรอบแนวคิดของระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิด ตั้งแต่ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ และวัตถุต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อันเป็นผลให้ระบบต่าง ๆ สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นอัตโนมัติ ทั้งยังเป็นผลให้มนุษย์สามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลากหลายยิ่งขึ้น ควบคุมอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น IoT เป็นผลสืบเนื่องของการพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างโครงข่ายเพื่อเชื่อมโยงอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานแตกต่างกันให้สามารถสื่อสารกันได้ โดย IoT จะเปิดโอกาสให้มีการเชื่อมต่อในรูปแบบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น และรองรับอุปกรณ์ที่พัฒนาโดยผู้ผลิตที่มีเทคโนโลยีแตกต่างกันมากกว่าเดิม (ถิรพิรุฬห์ ทองคำวิฑูรย์, 2559)

การใช้ IoT ในการควบคุมระบบไฟฟ้า ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับระบบบ้านอัจฉริยะควบคุมด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย เซ็นเซอร์ และแอนดรอยด์แอปพลิเคชันภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดการการใช้พลังงานในสถานที่พักอาศัยแบบชาญฉลาดบนสมาร์ตโฟน แอนดรอยด์แอปพลิเคชันซึ่งระบบที่ได้พัฒนาขึ้นเน้นในด้านการจัดการพลังงานที่ใช้งานภายในสถานที่ที่พักอาศัย โดยนำตัวตรวจจับอินฟราเรดมาช่วยในการตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมกับนำระบบเครือข่ายไร้สายและสมาร์ตโฟนมาช่วยในการควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องพักอาศัย ซึ่งระบบจะทำการวัดค่าพลังงานที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้แล้วนำผลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในสถานที่พักอาศัยมาประมวลผลเป็นค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายโดยผู้จัดทำปัญหาพิเศษพบว่าสามารถช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานซึ่งถือว่า มีประสิทธิภาพและสามารถนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์แนวทางในการนำไปใช้ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อไป (ศิริวรรณ เอี่ยมบัณฑิต, 2563) และมี

การศึกษาและพัฒนาการพัฒนาสมาร์ตมิเตอร์สำหรับการใช้ในการจัดการพลังงานไฟฟ้า (Smart Meter) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสั่งการมาตรวัดไฟฟ้าอัจฉริยะภายในองค์กรโดยใช้ IoT และการเข้าใช้บริการการประมวลผลแบบแบ่งปันทรัพยากรผ่านเครือข่ายหรือการคำนวณแบบคลาวด์ (Cloud Computing) ให้สามารถแสดงผลผ่านระบบโทรศัพท์มือถือ เพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายและลดต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าขององค์กร นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า เบรกเกอร์อัจฉริยะ (Smart Circuit Breaker) ที่สามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าและเพิ่มความปลอดภัยให้ระบบไฟฟ้าโดยผู้ผลิตพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องรวมไปถึงสามารถเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบคลาวด์เพื่อควบคุมและคำนวนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม ซึ่งในการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารขนาดใหญ่ต้องมีการบริหารจัดการ ตรวจสอบ ควบคุม รายงาน และมีข้อมูลในการตัดสินใจ หากพัฒนาระบบการจัดการแบบอัจฉริยะที่นำเอา IoT smart meter และ Smart sircuit breaker เข้ามาติดตั้งและประยุกต์ให้เข้ากับระบบไฟฟ้าในอาคารนั้น ๆ จะช่วยให้สามารถตัดสินใจในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม ใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างคุ้มค้าอย่างมีประสิทธิภาพ และยังเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบไฟฟ้าในอาคารที่ติดตั้ง ซึ่งจะสามารถช่วยแก้ปัญหาในองค์กรที่มีอาคารใหญ่ ๆ ได้ (ภาคิณ มณีโชติ, วัชระวงค์ ปัญโญ และบุญวัฒน์ วิจารณ์พล, 2560)

มหาวิทยาลัยนครพนมเป็นมหาวิทยาลัยของรัฐ ที่เกิดจากการหลอมรวมสถานศึกษาในจังหวัดนครพนม ทำให้แต่คณะและวิทยาลัยกระจายตัวกันอยู่ในแต่ละพื้นที่ในจังหวัดนครพนมซึ่งทางมหาวิทยาลัยนครพนมมีโครงการสร้างอาคารเพื่อการเรียนการสอนหอประชุมและสนามกีฬาเพิ่มขึ้น เช่น อาคารสารสนเทศ 6 ชั้น สร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2560 อาคารหอประชุมอนุภาคลุ่มน้ำโขงมหาวิทยาลัยนครพนม จุคนได้ประมาณ 3,500 สร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2561 และสนามกีฬา NPU Sport Complex สร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2562 จุคนได้ประมาณ 16,000 ที่นั่ง และมีการใช้บริการอาคารเหล่านี้อย่างต่อเนื่องตลอดมาส่งผลให้มหาวิทยาลัยนครพนมประสบปัญหาค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปี เนื่องจากอาคารที่เพิ่มขึ้นและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มทำให้ให้พื้นที่การใช้พลังงานไฟฟ้ามีจำนวนมากขึ้นตามไปด้วย มหาวิทยาลัยนครพนมตระหนักถึงปัญหาได้มีความพยายามในการลดใช้พลังงานไฟฟ้าตามนโยบายรัฐบาล โดยที่ผ่านมาทางมหาวิทยาลัยนครพนมได้ขอความร่วมมือให้บุคลากรในมหาวิทยาลัยมีส่วนร่วมในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

ด้วยมาตรการ 5 ป. ได้แก่ 1) เปิด เครื่องปรับอากาศ เปิดเวลา 09.00–11.30 น. และเวลา 13.30–16.00 น. 2) ปิด เครื่องปรับอากาศ ปิดเวลา 11.30–13.30 น. และเวลา 16.00 น. เป็นต้นไป 3) ปรับ ปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ ตั้งค่าอุณหภูมิที่ 26 องศาเซลเซียสทุกครั้ง 4) ปลด ปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อเลิกใช้ และ 5) เปลี่ยน พฤติกรรม โดยแจกสติ๊กเกอร์ติดสวิตช์ไฟฟ้าและปลั๊กไฟฟ้ารวมไปถึงประสัมพันธ์ผ่านสื่อออนไลน์ต่าง ๆ เพื่อรณรงค์ให้บุคลากรดำเนินการตาม มาตรการ 5 ป. และได้ดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างทั้งในอาคารและบริเวณโดยรอบของพื้นที่มหาวิทยาลัยนครพนมให้เป็นหลอด LED รวมถึงให้บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยนครพนมทำความสะอาดเครื่องใช้ไฟฟ้าในสถานที่ทำงานเพื่อให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเพื่อประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า และในปี พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยนครพนมได้จัดทำโครงการชาวมหาวิทยาลัยนครพนมร่วมใจประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นด้านไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิงหรือน้ำประปา ลดลง 20% ภายใน 6 เดือน ซึ่งผลการดำเนินงานพบว่าโครงการสามารถลดพลังงานทั้งหมดได้เพียง 4% และจากข้อมูลค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยนครพนม จากปี พ.ศ. 2561 ทั้งหมดรวมเป็นเงิน 16,772,353 บาท ต่อมาเมื่อปี พ.ศ. 2562 ทั้งหมดรวมเป็นเงิน 16,450,160 บาท เฉลี่ยค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยนครพนมลดลงเพียง 1.96%

การที่ค่าไฟฟ้าลดลงแต่ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เนื่องจากมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารขนาดใหญ่จำนวนมาก การควบคุมยังทำได้ไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่โดยเฉพาะอาคารศรีโคตรบูรณ์ ซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การเรียนการสอน สำนักงาน และห้องประชุม และเป็นอาคารหลักที่ใช้ในการจัดประชุมสัมมนาและโครงการต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย โดยจากการสรุปค่าไฟฟ้าภายใน 3 ปีย้อนหลัง ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเทียบจากปี พ.ศ. 2562–2564 อัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 25 สาเหตุหลักเกิดจากการสร้างห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอนและห้องประชุมเพื่อจัดกิจกรรมต่าง ๆ รวมไปถึงอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ถูกติดตั้งเพิ่มขึ้นในแต่ละส่วนของอาคารเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานกับจำนวนบุคลากรและนักศึกษาที่มีจำนวนมากขึ้น (มหาวิทยาลัยนครพนม, 2564)

จากปัญหาข้างต้นที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

โดยติดตั้งชุดอุปกรณ์ภายในห้องทำงานและเขียนโปรแกรมให้ระบบเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ และมีเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อไหวเพื่อให้ระบบเปิด-ปิดไฟฟ้าอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ รวมถึงส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าเพื่อรายงานการใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริงและย้อนหลัง และระบบสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าตามระยะเวลาที่ผู้ใช้งานระบบกำหนด เพื่อความสะดวกในการใช้งานผู้ใช้งานระบบสามารถใช้งานผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนในพื้นที่ต่าง ๆ ที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต จึงทำให้ผู้ใช้งานระบบใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามการวิจัย ไว้ดังนี้

ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม
2. เพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

ความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

ความสำคัญของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความสำคัญของการวิจัย ไว้ดังนี้

ได้ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ที่มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน และสามารถจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้สะดวก ปลอดภัย รวมถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งขอบเขตของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. ขอบเขตด้านประชากร

เพื่อการศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการของผู้ใช้ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย บุคลากรของวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม จำนวนทั้งหมด 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ผู้บริหาร จำนวน 4 คน กลุ่มที่ 2 บุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน จำนวน 36 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ ไว้ 3 ด้าน ประกอบด้วย

2.1 ด้านสภาพปัญหาและความต้องการของผู้ใช้ระบบ

2.2 ด้านการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

2.3 ด้านประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

3. ขอบเขตด้านพื้นที่

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตด้านพื้นที่ในการทดลองและเก็บข้อมูลคือ ห้องทำงานภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม

4. ขอบเขตด้านระบบ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ประกอบด้วย 1) การควบคุมการเปิด–ปิดของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า 2) การแสดงสถานะในการใช้งานและข้อมูลในการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนการพัฒนาระบบดังนี้

4.1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

4.1.1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบจากผู้บริหาร

4.1.2 ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบจากผู้บริหาร จากบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน

4.2 พัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

4.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลและออกแบบระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

4.2.2 กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

4.2.3 กระบวนการเชิงระบบ (Input–Process–Output) ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

4.2.4 โครงสร้างผู้เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

4.2.5 แผนภาพบริบท (Context Diagram) ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

4.2.6 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

4.2.7 การเขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE

4.2.8 ติดตั้งอุปกรณ์

4.2.9 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับแอปพลิเคชัน Blynk

4.3 การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

4.3.1 ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)

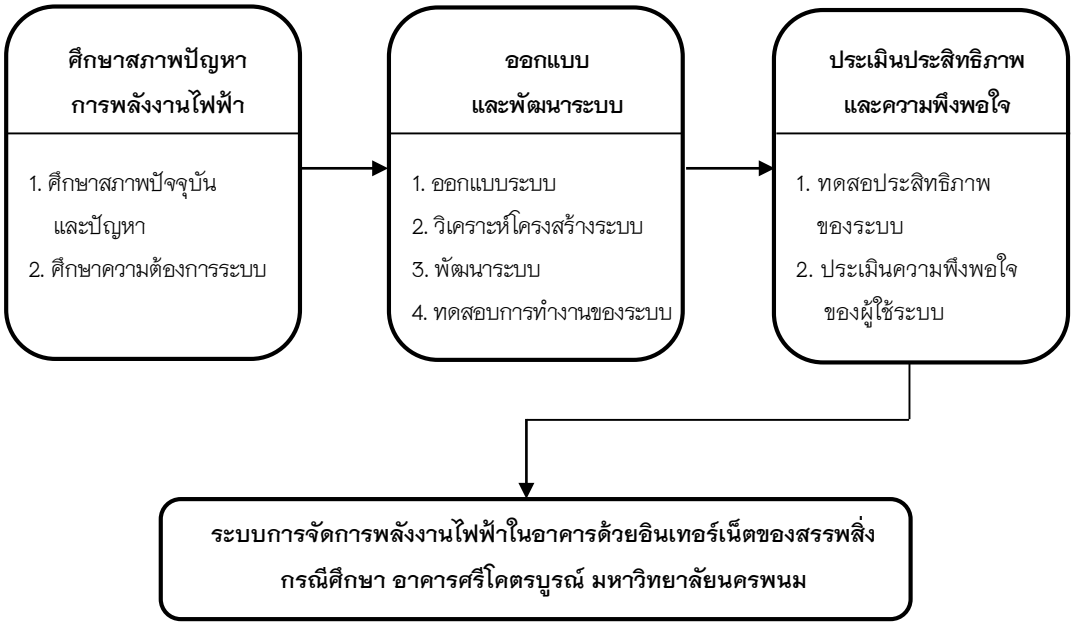
4.3.2 ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)

4.3.3 ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)

4.3.4 ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

กรอบแนวคิดการวิจัย

โดยผู้วิจัยได้พัฒนากรอบแนวตามทฤษฎีของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ประกอบด้วย 4 ระยะ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะ ไว้ดังนี้

1. ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หมายถึง ระบบตรวจสอบและควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยมีการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อควบคุมกระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูลสถานะการใช้งานผ่านสมาร์ตโฟน

2. อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หมายถึง การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อทำให้สามารถสั่งการควบคุมและแสดงสถานะการทำงานในปัจจุบันหรือย้อนหลังได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้า การเปิด–ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม หรือ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ด้วยการตรวจจับการเคลื่อนไหวทางกายภาพ ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า

3. ระบบการจัดการ (Information System) หมายถึง การสร้างระบบงานใหม่หรือปรับเปลี่ยนระบบงานเดิมที่มีอยู่แล้วให้สามารถทำงานเพื่อแก้ปัญหากาดำเนินงาน

ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยนำอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเข้ามาช่วยในการตัดสินใจและควบคุม เพื่อเปลี่ยนแปลงและจัดทำให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

4. การจัดการพลังงานไฟฟ้า (Electrical Power Management) หมายถึง การจัดการทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการดำเนินงานตามแผนงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับบริบทขององค์กรให้บรรลุเป้าหมายขององค์กร

5. การใช้พลังงานไฟฟ้า (Electric Power Consumption) หมายถึง พฤติกรรมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ แสงสว่าง เครื่องถ่ายเอกสาร เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานให้เป็นไปตามความต้องการและบรรลุวัตถุประสงค์

6. อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม (Nakhon Phanom University, Srikodtraboon Building) หมายถึง อาคารก่อสร้างในรูปแบบ Colonial Style คอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น โดยตัวอาคารประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การประชุมสัมมนา สำนักงาน และการเรียนการสอน เพื่อจัดการเรียนการสอนให้นักศึกษาวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ได้ฝึกปฏิบัติส่งเสริมและมุ่งสู่การเป็นมืออาชีพด้านการท่องเที่ยวและบริการในอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยสามารถสรุปสาระสำคัญตามลำดับ ดังนี้

1. การจัดการพลังงานไฟฟ้า
    1.1 ความหมายของการจัดการพลังงานไฟฟ้า
    1.2 ความสำคัญของการจัดการพลังงานไฟฟ้า
    1.3 ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าและแนวทางแก้ไข
    1.4 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน
2. การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร
    2.1. แนวทางและทฤษฎีการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร
    2.2 ประโยชน์ของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร
3. ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
    3.1 ความหมายของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
    3.2 แนวคิดและทฤษฎีการพัฒนาระบบ
    3.3 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อระบบ
    4.1 ความหมายของการประเมินประสิทธิภาพระบบ Black Box Testing และ White Box Testing
    4.2 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ
5. การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม
    5.1 บริบทมหาวิทยาลัยนครพนม
    5.2 อาคารศรีโคตรบูรณ์
    5.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารศรีโคตรบูรณ์

5.4 ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยนครพนมและอาคารศรีโคตรบูรณ์

6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การจัดการพลังงานไฟฟ้า

การจัดการทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อบรรลุเป้าหมายขององค์กร การให้เกิดประสิทธิภาพอย่างจริงจังและมีผลอย่างยั่งยืนนั้น จำเป็นต้องวางระบบในการดำเนินงานที่เหมาะสม และปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องด้วยความเข้าใจ และร่วมกันทุกฝ่าย ตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงลงไป พร้อมทั้งกำหนดแผนงาน เพื่อให้เกิดผลตามวัตถุประสงค์ตลอดไป ผลประโยชน์ของการจัดการด้านพลังงานแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภทด้วยกันคือ ผลประโยชน์โดยตรงและผลประโยชน์ทางอ้อมหรือผลข้างเคียง โดยกลยุทธ์ในการบริหารพลังงานในหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งมีแนวทางดังนี้ คือ ต้องมีนโยบายที่แน่นอน ต้องมีคนหรือผู้รับผิดชอบ จะต้องกำหนดหน้าที่รับผิดชอบ การติดตามผลการดำเนินงาน ต้องมีการเตรียมการ เก็บข้อมูล ประเมินผล การทำงานเก็บข้อมูลรายละเอียดของผลที่ได้รับจริง ๆ เปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ (ชลวิทย์ เผือกผาสุก, 2554) ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของการจัดการพลังงานไฟฟ้าไว้ดังนี้

1.1 ความหมายของการจัดการพลังงานไฟฟ้า

เผด็จ ไชยมงคล, วิชัย สุระพัฒน์ และคมสันต์ หงษ์สมบัติ (2557) ได้กล่าวถึงความหมายของ “การจัดการพลังงานไฟฟ้า” ไว้ว่า การจัดการพลังงานไฟฟ้า มาตรการที่ปรับเปลี่ยนปริมาณหรือลักษณะการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป

กฤษณะ จันทสิทธิ (2556) ได้กล่าวถึงความหมายของ “การจัดการพลังงานไฟฟ้า” ไว้ว่า การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะต้องมีการออกแบบและวางแผนการใช้พลังงานที่เหมาะสม โดยจะต้องมีการศึกษาการใช้พลังงานอย่างถูกวิธี ซึ่งหัวใจของการจัดการพลังงานคือการใช้พลังงานให้น้อยที่สุดแต่บรรลุวัตถุประสงค์ตามความต้องการครบทุกประการ หลายหน่วยงานเริ่มมีความตื่นตัวในเรื่องของการจัดการพลังงานมากขึ้น เนื่องจากการตลาดปัจจุบันมีการแข่งขันที่สูง และการจัดการพลังงานอย่างชาญฉลาดก็เป็นข้อได้เปรียบอีกแบบหนึ่งในแง่ของการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และยังเป็นการรักษาสภาพแวดล้อม ซึ่งการจัดการพลังงานที่ดีนั้นทางองค์กรจะต้องมีการออกแบบและวางแผนการจัดการพลังงานที่ดี

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2563) ได้กล่าวถึงความหมายของ “การจัดการพลังงานไฟฟ้า” ไว้ว่า ระบบการดำเนินงานภายในองค์กรซึ่งประกอบด้วย บุคลากร ทรัพยากร นโยบาย และขั้นตอนการดำเนินการ โดยมีการทำงานประสานกันอย่างมีระเบียบและแบบแผน เพื่อปฏิบัติงานที่กำหนดไว้หรือเพื่อให้บรรลุหรือรักษาเป้าหมายที่กำหนดไว้

จากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการพลังงานไฟฟ้าคือการบริหารและจัดการเกี่ยวกับพลังงานให้เกิดผลอย่างจริงจัง และมีผลอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องวางระบบในการดำเนินงานที่เหมาะสม และปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องด้วยความเข้าใจ และร่วมใจกันทุกฝ่ายตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงลงไป ซึ่งเป็นผู้ที่จะวางนโยบายและเป้าหมายการมอบหมายงานให้ผู้รับผิดชอบ พร้อมทั้งกำหนดแผนงาน เพื่อให้เกิดผลตามวัตถุประสงค์ตลอดไป องค์ประกอบในการบริหารและจัดการที่จะทำให้เกิดผลจริง ๆ นั้น จำเป็นต้องมีผู้รับผิดชอบโครงการที่มีความรู้และความเข้าใจในการจัดการพลังงานอย่างแท้จริง พร้อมทั้งถ่ายทอดความรู้และทัศนคติต่าง ๆ สู่บุคคลอื่นทุก ๆ คนที่อยู่ในองค์กร เพราะการจัดการและอนุรักษ์พลังงานไม่ใช่จะให้คนใดคนหนึ่งเป็นผู้ปฏิบัติ เป็นหน้าที่ร่วมของทุกคนในองค์กรนั้น ถ้าหากขาดความเข้าใจอันถูกต้อง ขาดความร่วมมืออย่างจริงจังแล้วยากที่จะบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ได้

1.2 ความสำคัญของการจัดการพลังงานไฟฟ้า

หัวใจของการจัดการพลังงานคือการใช้พลังงานให้น้อยที่สุดแต่บรรลุวัตถุประสงค์ตามความต้องการครบทุกประการ ในปัจจุบันหลาย ๆ หน่วยงานเริ่มมีความตื่นตัวในเรื่องของการจัดการพลังงานมากขึ้น เนื่องจากการตลาดปัจจุบัน มีการแข่งขันที่สูง และการจัดการพลังงานอย่างชาญฉลาดก็เป็นข้อได้เปรียบอีกแบบหนึ่งในแง่ของการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและยังเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมอีกด้วย (กฤษณะ จันทสิทธิ, 2556)

มาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน จึงถือเป็นกุญแจสำคัญอีกด้านหนึ่งในการผลักดันให้เกิดกระบวนการในการปรับปรุงด้านพลังงานอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยหลักการการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ ตามหลัก P–D–C–A ที่คำนึงถึงต้นทุน ตลอดจนวงจรชีวิตอุปกรณ์ด้านพลังงาน และปรับใช้ในขนาดที่เหมาะสม ทำให้ลดค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมบำรุง และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์กร ให้บุคลากรคำนึงถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบ ซึ่งนอกจากระบบการจัดการพลังงาน

จะช่วยเหลือสถานประกอบการหรือองค์กรต่าง ๆ ในแง่ของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดต้นทุนด้านพลังงานในระยะยาวแล้ว ยังเกิดประโยชน์ต่อการลดปัญหาสภาวะโลกร้อนซึ่งเป็นภัยคุกคามต่อมนุษยชาติในปัจจุบันได้อีกทางหนึ่ง (วิชาญ นาคทอง, ม.ป.ป)

1.3 ปัญหาการจัดการพลังงานไฟฟ้าและแนวทางแก้ไข

มนุษย์เป็นผู้มีบทบาทที่สำคัญที่สุดในการใช้พลังงานที่ส่งผลต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คงหนีไม่พ้นสิ่งที่ตามมา เช่น ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม ตลอดจนปัญหาผลกระทบจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้พลังงานในปัจจุบันประเทศไทยต้องอาศัยก๊าซธรรมชาติในการผลิตกระแสไฟฟ้า แต่ในขณะที่ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ปริมาณก๊าซธรรมชาติลดลงไปเรื่อย ๆ ทำให้ปัญหากระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอเป็นปัญหาระดับชาติระยะยาว เนื่องจากเหตุผลข้างต้นทำให้คนไทยต้องเพิ่มปริมาณการซื้อก๊าซธรรมชาติ ทางเลือกที่มีอยู่ในขณะนี้ที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนและจริงจังก็คือประหยัดและอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจัง ในขณะเดียวกันคือการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างคุ้มค่า (กฤษณะ จันทสิทธิ, 2556)

พฤติกรรมเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ แม้จะมีการออกแบบหรือใช้ระบบที่มีมากเพียงใด แค่การขาดจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานก็ไม่สามารถทำให้โครงการต่าง ๆ ประสบความสำเร็จได้ เมื่อสรุปแล้วการกระทำหรือการตอบสนองของมนุษย์ต่อสถานการณ์หนึ่งสถานการณ์ใด หรือสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ โดยการกระทำนั้นเป็นไปโดยมีจุดมุ่งหมายและเป็นไปอย่างใคร่ครวญมาแล้ว หรือเป็นไปอย่างไม่รู้สึกตัวและไม่ว่าสิ่งมีชีวิตหรือบุคคลอื่นสามารถสังเกตการณ์กระทำนั้นได้หรือไม่ก็ตาม ดังนั้นพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าจึงหมายถึงการกระทำหรือกิริยาอาการที่แสดงออกของแต่ละบุคคลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ยังคงได้รับความสะดวกสบายเหมือนเดิม (กิตติศักดิ์ ประชาบุตร, 2554)

กระทรวงพลังงาน (2562) ระบุแนวทางการแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้า ไว้ว่า พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการของประชาชน ภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม แต่ประเทศไทยมิได้มีแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์ภายในประเทศมากพอกับความต้องการ ทำให้ต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ที่ปัจจุบัน

มีมูลค่ากว่า 9 แสนล้านบาท ดังนั้นแนวทางสำคัญที่จะช่วยลดอัตราการเพิ่มความต้องการใช้พลังงานของประเทศ คือการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดในทุกภาคส่วน ในคราวประชุมคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2560 นายกรัฐมนตรีได้มีข้อสั่งการให้ให้ทุกส่วนราชการดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงการทำงานภายในหน่วยงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างน้อยเดือนละ 1 งานหรือกิจกรรม โดยเฉพาะงานบริการประชาชน เช่น การลดการใช้พลังงานไฟฟ้า การลดภาระงบประมาณ การลดขั้นตอนการทำงานและปริมาณงานที่ซ้ำซ้อน และให้สำนักงาน ก.พ.ร. กำหนดแนวทางการรายงานความคืบหน้าและตัวชี้วัดการประเมินผลการดำเนินการเพื่อให้ส่วนราชการรายงานผลทุกเดือน และประเมินผลการปฏิบัติตามข้อสั่งการนี้ของส่วนราชการทุก 3 เดือน เพื่อเสนอต่อรองนายกรัฐมนตรี (นายวิษณุ เครืองาม) ต่อมา สำนักงาน ก.พ.ร. จึงได้นำเรื่องดังกล่าวมากำหนดเป็นตัวชี้วัดในการประเมินส่วนราชการและจังหวัดตามมาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพในการปฏิบัติราชการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 และได้ร่วมกับสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานกำหนดหลักเกณฑ์และแนวทางการประเมินผลตัวชี้วัดในเรื่องการลดการใช้พลังงานโดยกำหนดให้ทุกส่วนราชการและจังหวัดต้องลดการใช้พลังงานไฟฟ้าร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานการใช้ไฟฟ้าของแต่ละส่วนราชการและจังหวัด และให้รายงานผ่านเว็บไซต์ www.e-report.energy.go.th เป็นประจำทุกเดือน โดยมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดตั้งคณะทำงานประหยัดพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน โดยหัวหน้าส่วนราชการเป็นประธานและมีสมาชิกที่ประกอบด้วยผู้แทนของแต่ละสำนัก/กอง/ กลุ่มงาน

ขั้นตอนที่ 2 คณะทำงานร่วมกันพิจารณาการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงาน โดยเฉพาะปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงาน ควรทราบสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละระบบที่จำแนกออกเป็น 1) ระบบแสงสว่าง 2) ระบบปรับอากาศ และ 3) ระบบอื่น ๆ

ขั้นตอนที่ 3 คณะทำงานร่วมกันพิจารณาวิธีการใช้งานของแต่ละระบบที่ควรจะเหมาะสมตามความจำเป็น และพิจารณาวิธีการดูแลบำรุงรักษาที่ควรจะมีการมอบหมายบุคคลและกำหนดเวลาในการตรวจสอบ

ขั้นตอนที่ 4 จากขั้นตอนที่ 2 และ 3 นำมาจัดทำแผนและมาตรการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมกับหน่วยงาน โดยกำหนดเป้าหมายลดการใช้พลังงานลงให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับค่าการใช้พลังงานมาตรฐาน 1) เริ่มจากระบบที่มีสัดส่วน

การใช้ พลังงานสูงมากและมีโอกาสที่จะประหยัดพลังงานได้อีก 2) กำหนดมาตรการเบื้องต้นที่สามารถทำได้โดยไม่ต้องลงทุน ได้แก่ ลดการใช้/ ลดการสูญเสีย/ อุดรอยรั่ว/ ปรับเปลี่ยนวิธีทำงาน 3) เผยแพร่ข้อมูลประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความร่วมมือในหน่วยงาน 4) กำหนดมาตรการประหยัดพลังงานในส่วนที่จำเป็นต้องมีการลงทุน เพื่อปรับเปลี่ยนให้เป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงานและมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดผู้รับผิดชอบในการดำเนินการตามแผนปฏิบัติการประหยัดพลังงานและกำหนดระยะเวลาดำเนินการและการรายงาน

ขั้นตอนที่ 6 คณะทำงานร่วมกันติดตามผลการดำเนินการ เปรียบเทียบผลกับค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้และทบทวนแผนปฏิบัติการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในทุกเดือน โดยรายงานผ่านเว็บไซต์ www.e-report.energy.go.th เป็นประจำทุกเดือน

1.4 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน

กนกอร สีแสง (2557) ระบุว่า ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีจำนวนลดน้อยลงเพราะเกิดจากการที่มีประชากรเพิ่มมากขึ้น และมีเทคโนโลยีมากขึ้นทำให้ประชากรมีความต้องการในการใช้พลังงานมีมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงานและการทำลายทรัพยากรก็มีเพิ่มมากขึ้น เพราะพลังงานต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ต้องนำทรัพยากรต่าง ๆ มาผลิต จึงเป็นเหตุให้ทรัพยากรเหล่านี้ลงน้อยลง เพราะในการผลิตพลังงานแต่ละครั้ง ทรัพยากรที่ใช้ผลิตเมื่อใช้ผลิตแล้วจะหมดไป บางตัวก็สามารถสร้างขึ้นมากทดแทนได้แต่ก็มีส่วนน้อยที่สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ประกอบกับสภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันของประเทศที่ตกต่ำประเทศไทยยังต้องเสียเงินจำนวนมากมายในการนำเข้าพลังงาน อาทิเช่น น้ำมันจากต่างประเทศ ซึ่งน้ำมันเป็นหนึ่งในทรัพยากรที่มีความจำเป็นต่อมนุษย์และการพัฒนาประเทศอาคารหรือสถานที่ทำงาน มีการใช้พลังงานหลายรูปแบบ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ แต่จะใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะงานและผู้ใช้อาคารทุกคนควรจะร่วมมือกันประหยัดการใช้พลังงาน และใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทั้งยังระบุถึงแนวทางการประหยัดพลังงานในสถานที่ทำงานไว้ว่า สถานที่ทำงานต่าง ๆ โดยมากจะตั้งอยู่ในอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งจะติดตั้งระบบพลังงานต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการทำงาน เช่น ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนั้นผู้บริหาร ผู้ดูแลอาคาร ผู้ปฏิบัติงานในอาคารตลอดจน

ผู้มาติดต่อกับอาคารจึงควรมีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานในระบบดังต่อไปนี้

1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

1.1 ปิดไฟในเวลาพักเที่ยงหรือเมื่อเลิกการใช้งานหรือหมดความจำเป็นต้องใช้งานการปิดสวิตช์ไฟบ่อย ๆ ไม่ทำให้เปลืองไฟฟ้าแต่อย่างใด

1.2 เปิดม่านหรือหน้าต่างหรือติดตั้งกระเบื้องโปร่งแสงเพื่อรับแสงสว่างจากธรรมชาติแทนการใช้แสงสว่างจากหลอดไฟ

1.3 กำหนดช่วงเวลาการเปิดปิดไฟให้เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ใช้งาน

1.4 จัดระบบสวิตช์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างให้เหมาะสมกับพื้นที่ เช่น ปรับเป็นสวิตช์เปิดปิดแบบแยกแถว แยกดวง เป็นต้น

1.5 ติดสติ๊กเกอร์บอกตำแหน่งไว้ที่สวิตช์เปิดปิดหลอดไฟเพื่อเปิดใช้งานได้อย่างถูกต้อง

1.6 ใช้อุปกรณ์และหลอดไฟชนิดประหยัดพลังงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบผอมแทนหลอดแบบธรรมดา

1.7 ใช้หลอดคอมแพ็กฟลูออเรสเซนต์ แทนหลอดไส้ (ประหยัดไฟฟ้าร้อยละ 75) ใช้โคมสะท้อนแสงแบบประสิทธิภาพสูงและใช้บัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลาสต์แบบธรรมดา

1.8 ใช้หลอดไฟแอลอีดี (ประหยัดไฟฟ้าร้อยละ 30–85) และไม่ก่อให้เกิดอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นภายในห้องทำงาน

1.9 ทำความสะอาดหลอดไฟอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง เพราะฝุ่นละอองที่เกาะอยู่จะทำให้แสงสว่างน้อยลงและอาจทำให้ต้องเปิดไฟหลายดวงเพื่อให้ได้แสงสว่างเท่าเดิม

1.10 เมื่อพบว่าหลอดไฟ สายไฟ ชำรุดหรือขาหลอดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือดำควรเปลี่ยนทันทีเพื่อป้องกันอัคคีภัย เนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร

1.11 รณรงค์สร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างอย่างจริงจังและต่อเนื่องด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ติดสติ๊กเกอร์ประชาสัมพันธ์ จัดบอร์ดนิทรรศการ เสียงตามสาย หรือให้ความรู้โดยการจัดอบรม เป็นต้น

2. ระบบเครื่องปรับอากาศและพัดลมระบายอากาศ

2.1 ปิดเครื่องปรับอากาศทันทีเมื่อไม่ต้องการใช้งาน และเมื่อต้องการเปิดเครื่องใหม่อีกครั้งควรอย่างน้อย 15 นาที

2.2 ปิดเครื่องปรับอากาศทันทีหากไม่อยู่ในห้องนานกว่า 1 ชั่วโมง และปิดก่อนเวลาเลิกงานเนื่องจากยังคงมีความเย็นอยู่จนถึงเวลาเลิกงาน

2.3 ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศไม่ต่ำกว่าที่ 25 องศาเซลเซียส เนื่องจากหากตั้งอุณหภูมิให้สูงขึ้นทุก 1 องศา จะประหยัดไฟเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

2.4 แยกสวิตช์ปิด–เปิดเครื่องปรับอากาศและพัดลมระบาย อากาศออกจากกัน เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเปิดพัดลมระบายอากาศไว้ตลอดเวลาที่ใช้เครื่องปรับอากาศ

2.5 เปิดหน้าต่างให้ลมพัดเข้ามาในห้องช่วงที่อากาศไม่ร้อน แทนการเปิดเครื่องปรับอากาศ จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเป็นการถ่ายเทอากาศอีกด้วย

2.6 ตรวจวัดประสิทธิภาพการไหลเวียนหรือการถ่ายเทของอากาศในห้องปรับอากาศ หากมีการไหลเวียนของอากาศไม่เพียงพอให้แก้ไขโดยติดตั้งพัดลมระบายอากาศ โดยขนาดของพัดลมระบายอากาศต้องมีความเหมาะสมกับขนาดของห้อง

2.7 ไม่นำต้นไม้มาปลูกในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศเพราะต้นไม้จะคายไอน้ำ ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานมากขึ้น

2.8 ย้ายเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ปล่อยความร้อน เช่น กาต้มน้ำร้อนไฟฟ้า เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น ออกไว้นอกห้องปรับอากาศโดยเฉพาะเครื่องถ่ายเอกสาร นอกจากจะปล่อยความร้อนออกสู่ห้องปรับอากาศทำให้สิ้นเปลืองไฟฟ้า แล้วผงหมึกจากเครื่องจะฟุ้งกระจายอยู่ในห้อง เป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงานบริเวณนั้น

2.9 ตรวจสอบและอุดรอยรั่วที่ผนัง ฝ้าเพดาน ประตู ช่องแสง เพื่อป้องกันความเย็นรั่วไหลจากห้องปรับอากาศ

2.10 ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศอยู่เสมอ อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง จะช่วยประหยัดไฟฟ้าได้ร้อยละ 5–7

2.11 กำหนดตารางการดูแลรักษา ซ่อมบำรุงและมีคู่มือปฏิบัติงาน

2.12 รณรงค์สร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจาก

การใช้เครื่องปรับอากาศอย่างจริงจังและต่อเนื่องด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ติดสติ๊กเกอร์ประชาสัมพันธ์ จัดบอร์ดนิทรรศการ เสียงตามสาย หรือให้ความรู้โดยการจัดอบรม เป็นต้น

3. ระบบอุปกรณ์สำนักงานและอุปกรณ์อื่น ๆ

3.1 ปิดจอภาพคอมพิวเตอร์เมื่อไม่มีการใช้งานนานเกินกว่า 15 นาที หรือตั้งโปรแกรมพักหน้าจอ

3.2 ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์เมื่อไม่มีการใช้งานติดต่อกันนานกว่า 1 ชั่วโมง และปิดเครื่องทุกครั้งหลังเลิกการใช้งานพร้อมทั้งถอดปลั๊กออก

3.3 เลือกใช้คอมพิวเตอร์ที่มีระบบประหยัดพลังงาน เพราะใช้กำลังไฟฟ้าลดลงร้อยละ 55 ในขณะที่รอทำงานและควรใช้จอภาพขนาดที่ไม่ใหญ่เกินไป เช่น จอภาพ ขนาด 14 นิ้ว จะใช้พลังงานน้อยกว่าจอภาพขนาด 17 นิ้ว ถึงร้อยละ 25

3.4 ตรวจแก้ไขเอกสารบนจอภาพแทนการตรวจแก้ไขบนเอกสารที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์ จะช่วยลดการสิ้นเปลือง พลังงาน กระดาษ หมึกพิมพ์ และการสึกหรอของเครื่องพิมพ์ได้มาก

3.5 ติดตั้งเครือข่ายเชื่อมโยงการทำงานของเครื่องพิมพ์เพื่อใช้เครื่องพิมพ์ร่วมกัน จะช่วยลดความสิ้นเปลืองทั้งด้านพลังงานและการซ่อมบำรุง

3.6 ถ่ายเอกสารแบบสองหน้าเพื่อลดปริมาณการใช้กระดาษ

3.7 ปิดเครื่องถ่ายเอกสารทุกครั้งหลังเลิกงานพร้อมถอดปลั๊กออก

3.8 ถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดในสำนักงานเมื่อเลิกใช้งาน หรือเมื่อไม่มีความต้องการใช้งานนานกว่า 1 ชั่วโมง

3.9 ปฏิบัติตามคำแนะนำการใช้อย่างเคร่งครัดเพื่อประหยัดพลังงานและยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ

3.10 มีแผนการตรวจสอบและทำความสะอาดเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.11 ใช้บันไดกรณีขึ้นลงชั้นเดียว

3.12 ควรติดตั้งโปรแกรมให้ลิฟต์หยุดเฉพาะชั้นคี่หรือชั้นคู่ เนื่องจากลิฟต์ใช้ไฟฟ้ามากในขณะออกตัว

3.13 ก่อนปิดประตูลิฟต์ให้เหลียวดูชักนิดหาเพื่อนร่วมทางเพื่อช่วยกันประหยัดไฟฟ้า

3.14 รณรงค์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์สำนักงาน อย่างจริงจังและต่อเนื่องด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ติดสติ๊กเกอร์ประชาสัมพันธ์ จัดบอร์ดนิทรรศการ เสียงตามสาย หรือให้ความรู้โดยการจัดอบรม เป็นต้น

2. การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

2.1 แนวทางและทฤษฎีการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

แนวทางและทฤษฎีการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารได้มีผู้วิจัยได้กล่าวไว้หลากหลายรูปแบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล (2563) ศึกษาวิจัย เรื่อง การบริหารจัดการและวิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงานของอาคารประเภทโรงพยาบาล : กรณีศึกษาฝ่ายวิศวกรรม โรงพยาบาลตรัง มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานของแผนกวิศวกรรม อาคารประเภทโรงพยาบาลตรัง และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสาหรับโรงพยาบาล โดยมีขอบเขตการวิจัยเป็นสองส่วน คือการหาแนวทางการบริหารจัดการพลังงานโดยนำระบบการจัดการพลังงาน 8 ขั้นตอนมาใช้โดยยึดหลัก People, Process, Place (3P) มาใช้ในการดำเนินการ และ การวิเคราะห์กระบวนการ (ProcessAnalysis) PA จนสามารถพัฒนานวัตกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้

กฤษณะ จันทสิทธิ์ (2556) ศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการพลังงานไฟฟ้าในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง วิเคราะห์หาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของห้องสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ในการศึกษาจะใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 Btu จำนวน 1 เครื่อง และหลอดไฟชนิด T8 จำนวน 16 หลอด ห้องที่ใช้ศึกษามีขนาด 84 ตารางเมตร การศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การประหยัดพลังงานด้วยการลดเวลาการทำงานและการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ชนัญชิดา จันทร์ผึ้งสุข และกฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2561) ได้ศึกษาและพัฒนาระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับสถานศึกษา การจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับ

สถานศึกษา เป็นการปฏิบัติงานตามหลักการที่เกิดจากความร่วมมือของบุคลากรทุกคน โดยเริ่มจากผู้บริหารระดับสูงลงไปยังระดับปฏิบัติการจะแสดงสถาปัตยกรรมระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับสถานศึกษา ประกอบไปด้วยหลักการทำงาน ประกอบด้วย นโยบายพลังงาน โครงสร้างหน้าที่ความรับผิดชอบวางแผนการอนุรักษ์พลังงาน ปฏิบัติการและการควบคุม ตรวจสอบแก้ไขและทบทวนโดยฝ่ายบริหาร และได้นำอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งเข้ามาช่วยจัดการพลังงาน ประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจจับ การเชื่อมต่อเครือข่ายระบบประมวลผล ระบบบริหารจัดการ และอุปกรณ์อื่น เพื่อก่อให้เกิดระบบนิเวศพอเพียงที่มีทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ประกอบด้วย มนุษย์ อาคาร สิ่งแวดล้อม พลังงาน และความพอเพียง ที่สามารถอยู่ร่วมกันได้อย่างสมดุล ในปัจจุบันได้มีการนำระบบอินเทอร์เน็ตเข้ามาช่วยในการควบคุมและวิเคราะห์เพื่อให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากที่สุดหรือที่เรียกว่าอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT)

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อบรรลุเป้าหมายขององค์กรจำเป็นต้องวางระบบในการดำเนินงานหรือเลือกอุปกรณ์ที่มาติดตั้งเพื่อช่วยในตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมและปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องด้วยความเข้าใจ และร่วมกันทุกฝ่าย ตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงลงไป พร้อมทั้งกำหนดแผนงานเพื่อให้เกิดผลตามวัตถุประสงค์ ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ตรวจสอบอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า วางระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารให้เหมาะสม รวมถึงการติดตามผลการดำเนินงาน เก็บข้อมูล ประเมินผล และเก็บข้อมูลรายละเอียดของผลที่ได้รับจริงเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

2.2 ประโยชน์ของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

ปภัศชร์ชกรณ์ อารีย์กุล (2563) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารไว้ว่า ระบบบริหารจัดการพลังงานสามารถทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่ว่าเป็นภาคครัวเรือน อาคาร หรือโรงงานอุตสาหกรรม สามารถทราบลักษณะการใช้ไฟฟ้าของตนเองได้ในแต่ละช่วงเวลาโดยละเอียด และสามารถรับรู้ได้ว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าไปกับอุปกรณ์ต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด ในอดีตมีผู้ใช้ไฟฟ้าโดยเฉพาะในภาคครัวเรือนทราบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของตนเองย้อนหลังในภาพรวมเท่านั้น โดยดูจากใบแจ้งหนี้ค่าไฟในเดือนนั้น ๆ หรือดูจากมิเตอร์ไฟฟ้าแบบดั้งเดิมประเภทจานหมุนทั่วไป การนำเทคโนโลยีระบบบริหารจัดการพลังงานเข้ามาประยุกต์ใช้งานจะสามารถเพิ่มการรับรู้ข้อมูลการใช้

ไฟฟ้าของตนเองมากขึ้น เช่น ทราบว่าการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาใด มีการใช้งานอุปกรณ์ตัวไหนหรือในระบบใดมากที่สุด เป็นต้น การตระหนักรู้ดังกล่าวสามารถนำมาสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้ใช้ไฟฟ้าได้ รวมถึงอาจจะกระตุ้นให้มีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บริษัท ไตรรุ่งเจริญกิจวิศวภัณฑ์ จำกัด (ม.ป.ป) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการด้านพลังงาน (Benefit of Energy Management) ไว้ว่า การบริหารงานทุกอย่าง ถ้าหากมีการดำเนินการอย่างถูกต้อง เป็นขั้นเป็นตอน เป็นไปตามแผนที่วางไว้ย่อมก่อให้เกิดผลดีอย่างแน่นอน เช่น การอนุรักษ์พลังงานก็เช่นเดียวกัน การอนุรักษ์มิใช่การห้ามใช้ หรือไม่ให้ใช้ แต่การอนุรักษ์ คือ การใช้งานอย่างคุ้มค่า การใช้งานคุ้มค่าก็คือผลประโยชน์ที่ได้รับ ซึ่งสามารถแบ่งผลประโยชน์ของการจัดการด้านพลังงานออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภทด้วยกันคือ ผลประโยชน์โดยตรง (Direct Benefit) และผลประโยชน์ทางอ้อม (By Product) หรือผลข้างเคียง (Side Effect)

1. ผลประโยชน์ของการจัดการด้านพลังงานโดยตรงมีอยู่ 3 ระดับ คือ

1.1 ผลประโยชน์ในระดับองค์กร (Organizing Benefit) คือ ผลประโยชน์ที่องค์กรนั้น ๆ ได้ทำโครงการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินธุรกิจ ในการผลิตสินค้า หรือการบริหารธุรกิจนั้น ๆ การอนุรักษ์พลังงานคือการประหยัดใช้ ผลของการประหยัดใช้ คือการทำกำไรเต็มมูลค่า คือ 100% กล่าวคือปกติถ้าไม่มีการอนุรักษ์หรือไม่ทำการประหยัด ส่วนนั้นก็เป็นส่วนเกินของการใช้ประโยชน์ซึ่งถูกทิ้งเสียหายไปโดยไร้ประโยชน์ การประหยัดก็คือการป้องกันมิให้เสียหายไป ยังคงเก็บรักษาไว้ใช้เป็นประโยชน์ได้ คือการได้มาอย่างที่เรียกว่า ไม่ได้ลงทุนลงแรง คือได้เปล่า ๆ นั้นนั่นเอง โดยการประหยัดพลังงานจะบังเกิดผล ผลโดยตรงก็คือพลังงานเป็นปัจจัยของการดำเนินการผลิตและธุรกิจอื่น ๆ การประหยัดพลังงานก็คือการลดตนทุนการผลิตอย่างหนึ่ง (Output Cost Reduction) การลดต้นทุนการผลิต เน้นการกำหนดราคาสินค้าซึ่งมีกระแสการแข่งขันอย่างรุนแรงในส่วนแบ่งการตลาด ผู้ที่สามารถทำต้นทุนการผลิตขึ้นก่อนย่อมจะได้เปรียบในการแข่งขันในส่วนแบ่งการตลอดอย่างแน่นอน นอกจากนั้นกำหนดมีการบริหารและจัดการด้านพลังงานอย่างมีระบบที่ดี มีกระบวนการที่รัดกุมที่แน่นอนแล้วยังจะทำให้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตกับการใช้พลังงานได้ คือจะรู้ได้ว่าผลผลิตนี้หน่วยหนึ่งต้องใช้พลังงานเท่าไร เป็นมาตรฐานบ่งชี้ให้เห็นถึงความสามารถใน

การผลิต เมื่อไรก็ตามเมื่อมีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตเพิ่มขึ้นก็แสดงว่า ประสิทธิภาพการผลิตต่ำลงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาสาเหตุ ปรับปรุง แก้ไข

1.2 ผลประโยชน์ในระดับประเทศชาติ คือในภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องอาศัยพลังงานจากส่วนกลางหรือรัฐ แม้แต่การดำเนินธุรกิจบางอย่างสามารถจะทำการผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เอง แต่เชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการผลิตนั้น ก็ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ เครื่องจักรอุปกรณ์ก็สั่งเข้ามาจากต่างประเทศ การที่ใช้พลังงานอย่างประหยัด หรือใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วย ก็จะเป็นการประหยัดเงินตราที่จ่ายออกไปต่างประเทศได้ เป็นการลดการขาดดุลการค้าระหว่างประเทศ นั่นคือเป็นการรักษาเศรษฐกิจประเทศชาติให้ดีขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานในประเทศอีกด้วย ประเทศไทยยังมีพลเมืองที่มีมาตรฐานการเป็นอยู่ต่างกันมาก รัฐไม่สามารถเข้าไปช่วยเหลือและบริการให้ความสะดวกได้ทั่วถึง ยังมีพลเมืองที่มาตรฐานการเป็นอยู่ต่ำมาก ๆ ยังต้องการพลังงานเหล่านั้นอยู่ แต่ในขณะเดียวกันกลุ่มที่มีมาตรฐานการเป็นอยู่ดีเพียบพร้อมด้วยความสะดวกสบาย ก็ใช้พลังงานบริการความสะดวกให้แก่คนเองและพวกพ้อง อย่างสะดวกสบายและเหลือเฟือ ถ้าหากช่วยกันประหยัดคนละเล็กละน้อย ก็สามารถแบ่งปันให้เพื่อนร่วมชาติเราได้มีโอกาสได้รับส่วนแบ่งพลังงานเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่เขาเหล่านั้นได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ส่วนรวมอย่างมหาศาล

1.3 ผลประโยชน์โดยรวมของโลก เนื่องจากประชากรในโลกมีมากเพิ่มขึ้นทุกวันและรวดเร็ว แต่ถ้าคิดดูให้ดีแหล่งพลังงานยังมีเท่าเดิม มีแต่วันจะหาแหล่งพลังงานที่มีอยู่จำกัดเองขึ้นมาใช้กันอยู่ตลอดเวลา กำหนดช่วยกันใช้พลังงานตามสบาย ใช้ทิ้งใช้ขว้าง ปล่อยทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ไม่รู้จักประหยัด ค่อย ๆ ใช้ สักวันหนึ่งพลังงานในโลกนี้จะต้องหมดลงอย่างแน่นอน ถ้าหากรู้จักประหยัด รู้จักใช้ให้พอเพียง ก็สามารถยืดเวลาการหมดหรือการขาดแคลนเชื้อเพลิงลงได้

2. ผลประโยชน์ทางอ้อม (By Product) หรือผลข้างเคียง (Side Effect) คือผลประโยชน์ในการจัดการด้านพลังงาน ที่เราสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยตรงแล้วผลที่ออกมาย่อมจะมีผลกระทบอื่นเกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นผลทางอ้อม หรือผลข้างเคียงก็ได้ ซึ่งเราต้องไม่ลืมว่าพลังงานที่ใช้อยู่บางอย่างก็มาจากสสาร บางอย่างที่เป็นพลังงานแล้ว ก็จะเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นอย่างอื่น ดังนั้น การประหยัดพลังงานก็จะเกิดประโยชน์ทางอ้อมได้ หรือเกิดผลข้างเคียงได้ ซึ่งจะจำแนกเป็น 4 อย่าง คือ การรักษาสภาพแวดล้อม (Environment Control) การพัฒนาบุคลากร (Personal Development) การรักษา

ประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Machinery Efficiency Maintaining) และการทำชื่อเสียงและสังคม (Honk and Society)

2.1 การรักษาสภาพแวดล้อม อย่าลืมว่าพลังงานที่ใช้ไปย่อมจะเกิดของเสีย ของเหลือใช้ หรือแปลงสภาพในของสิ่งที่ไม่ต้องการคือกากของเสีย (Exhaust) ของนำกลับมาใช้งานได้ (Recycle Able) และของทิ้ง (Waste)

2.1.1 ของเสีย คือจากการใช้พลังงานก็จะเกิดมีของเสีย ของเสียจะเกิดมากเกิดน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพแค่ไหน หรือใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์แค่ไหน ถ้าใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพก็มีของเสียมาก เมื่อมีของเสียมากก็เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมมาก หรือทำให้สิ่งแวดล้อมเสียหายหรือเสื่อมไป ลองมาดูตัวอย่างอาจจะมองเห็นได้ชัด

2.1.2 นำกลับมาใช้งานได้ พลังงานที่เหลือใช้จำเป็นต้องรู้จักหนทางนำกลับมาใช้ประโยชน์ จนหมดสิ้น ถ้าหากปล่อยทิ้งไปจะไม่ทำให้ประหยัดหรือไม่อนุรักษ์พลังงานแล้ว ยังจะทำให้สภาพแวดล้อมเสียหาย เสื่อมเสีย หรือทรุดโทรมอีกด้วย มาดูตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน

2.1.3 ของทิ้ง (Waste) หรือของที่แปลงสภาพจากการใช้พลังงาน พลังงานอาจจะแปลงสภาพถ้าหากใช้งานเกินความต้องการ แล้วจะมีของเสียออกมาซึ่งจำเป็นต้องเสียหรือทิ้งไป ทำให้เกิดผลกระทบกับสภาพแวดล้อม ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมเสียสมดุลย์

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าจุดประสงค์หลักของการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารคือการจัดระบบทุกอย่างให้มีการดำเนินการอย่างถูกต้อง เป็นขั้นเป็นตอน เป็นไปตามแผนที่วางไว้และบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ย่อมทำให้เกิดผลดีกับทุกส่วน คุ้มค่าการใช้งานก็คือผลประโยชน์ที่ได้รับ ซึ่งสามารถแบ่งประโยชน์ของการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าออกเป็น 3 ระดับ คือ 1) ผลประโยชน์ในระดับองค์กร 2) ผลประโยชน์ในระดับประเทศชาติ 3) ผลประโยชน์โดยรวมของโลก

3. ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

เทคโนโลยีที่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างระบบเครือข่าย ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องกลที่ทำให้เกิดการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกันได้โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง ปัจจุบันได้มี

บทบาทอย่างมากในระบบอัจฉริยะต่าง ๆ โดยเฉพาะระบบอาคารอัจฉริยะ (Smart Building) พื้นฐานของระบบมักจะประกอบด้วยเซนเซอร์ต่าง ๆ จำนวนมาก เชื่อมต่อผ่านบอร์ดควบคุม เพื่อตรวจวัดข้อมูล และรอรับคำสั่ง ซึ่งข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ นั้นมีความสำคัญอย่างมาก เป็นพื้นฐานของระบบ Big Data ที่ช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจของระบบสำคัญอื่น ๆ อีกมากมาย (P.V. Dudhe, 2017 อ้างถึงใน ประเสริฐศักดิ์ อู่อรุณ, 2561)

3.1 ความหมายของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Rajkumar and Amir (2016, อ้างถึงใน กิตติเชษฐ์ นนทะสุด และพีรพนธ์ ตัณฑ์จยะ, 2562) อธิบายเกี่ยวกับ Internet of Things ว่าเป็นกระบวนทัศน์ ที่ว่าด้วยการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ประโยชน์ให้สามารถเชื่อมต่อกับมนุษย์ได้ โดยอาศัยโครงสร้างพื้นฐานทางการสื่อสารโทรคมนาคมหรืออินเทอร์เน็ตเพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด รวมทั้งการบริการและเสริมสร้างคุณภาพชีวิตมนุษย์ เช่น อุปกรณ์ทางการแพทย์ ตู้เย็น กล้องถ่ายภาพ และเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่เชื่อมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งกระบวนทัศน์นี้ จะนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมจะสร้างให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ กับมนุษย์ สามารถทำได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น

ITU (2012, อ้างถึงใน ถิรพิรุฬห์ ทองคำวิฑูรย์, 2559) ระบุว่า Internet of Things (IoT) ตามนิยามของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ หรือ ITU (International Telecommunication Union) หมายถึง โครงข่ายสื่อสารที่มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสาร เครื่องใช้ไฟฟ้า ยานพาหนะ อาคารสิ่งก่อสร้าง หรือวัตถุอื่น โดยอาศัยการฝังระบบอิเล็กทรอนิกส์ซอฟต์แวร์ อุปกรณ์เซนเซอร์ และส่วนเชื่อมต่อโครงข่าย ที่จะช่วยให้อุปกรณ์และวัตถุดังกล่าวสามารถเก็บ หรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้

เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และหนึ่งฤทัย เอ้งฉ้วน (2560) ได้กล่าวถึงความหมายของ Internet of Things คือเทคโนโลยีที่เชื่อมต่อสิ่งของหรืออุปกรณ์ต่างๆ เข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตของสิ่งต่างๆ เช่น รถยนต์ ตู้เย็น โทรทัศน์ สามารถเชื่อมโยงและสื่อสารกันได้ ด้วยเทคโนโลยีนี้ทำให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้าถึงและควบคุมสิ่งของต่าง ๆ จากในบ้าน ที่ทำงาน หรือที่ใด ๆ ซึ่งเป็นการยกระดับความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน ยกตัวอย่างเช่น เจ้าของบ้านสามารถเปิดเครื่องปรับอากาศภายในบ้านก่อนกลับบ้าน เป็นต้น

โดยสรุปแล้วอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ Internet of Things (IoT) ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น เทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งได้

มีการเชื่อมโยงกับอุปกรณ์อัจฉริยะต่าง ๆ สู่ระบบอินเทอร์เน็ตทำให้การควบคุมอุปกรณ์มีความสะดวกและมีอิสระมากยิ่งขึ้น มีนวัตกรรมที่ทำให้ช่วยลดภาระต่าง ๆ รวมทั้งยังช่วยประหยัดพลังงานเนื่องจากเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้นช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไม่ว่าจะเป็น อาคาร ที่อยู่อาศัย หรือลานจอดรถ ผ่านการควบคุมและจัดการระบบการทำงานของอุปกรณ์ที่ได้ทำการเชื่อมต่อกับระบบไว้ด้วยการควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนหรือเซนเซอร์ตรวจจับ เป็นต้น ดังนั้นในด้านการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จึงเป็นนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้เป็นอย่างมาก

3.2 แนวคิดและทฤษฎีการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบเป็นกระบวนการการใช้เทคนิคเพื่อพัฒนาระบบงานเดิมให้ดีขึ้น เพื่อให้ได้มาซึ่งโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ ที่จะนำมาช่วยในการบริหารจัดการภายในองค์กร โดยแต่ละองค์กรจะมีวิธีของการพัฒนาระบบสารสนเทศที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแต่ละหน่วยงานว่าจะเลือกการพัฒนาระบบแบบไหนโดยสามารถแบ่งวิธีการพัฒนาระบบได้ดังนี้

วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) คือ การแบ่งขั้นตอนกระบวนการพัฒนาระบบงาน หรือระบบเทคโนโลยีสารสนเทศด้วย เพื่อช่วยแก้ปัญหาทางธุรกิจหรือตอบสนองความต้องการขององค์กรโดยระบบที่จะพัฒนานั้นอาจเป็นการพัฒนาระบบใหม่หรือการปรับปรุงระบบเดิมให้ดีขึ้นก็ได้ การพัฒนาระบบแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน (เกียรติพงษ์ อุดมธนะธีระ, 2562) ดังนี้

1. การค้นหาปัญหาขององค์กร (Problem Recognition) เป็นกิจกรรมแรกที่สำคัญในการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการปรับปรุงโดยใช้ระบบเข้ามาช่วยนำข้อมูลปัญหาที่ได้มาจำแนกจัดกลุ่มและจัดลำดับความสำคัญ เพื่อใช้คัดเลือกโครงการที่เหมาะสมที่สุดมาพัฒนา โดยโครงการที่จะทำการพัฒนาต้องสามารถแก้ปัญหาที่มีในองค์กรและให้ประโยชน์กับองค์กรมากที่สุด

2. การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ว่าเหมาะสมหรือไม่ที่จะปรับเปลี่ยนระบบ โดยให้เสียค่าใช้จ่าย (Cost) และเวลา (Time) น้อยที่สุดแต่ให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ และหาความต้องการของผู้เกี่ยวข้องใน 3 เรื่อง คือ เทคนิคเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ บุคลากรและความพร้อม และความคุ้มค่า เพื่อใช้นำเสนอต่อผู้บริหารพิจารณาอนุมัติดำเนินการต่อไป

3. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการรวบรวมข้อมูลปัญหาความต้องการที่มีเพื่อนำไปออกแบบระบบ ขั้นตอนนี้จะศึกษาจากผู้ใช้ โดยวิเคราะห์การทำงานของระบบเดิม (As Is) และความต้องการที่มีจากระบบใหม่ (To Be) จากนั้นนำผลการศึกษาและวิเคราะห์มาเขียนเป็นแผนภาพผังงานระบบ (System Flowchart) และทิศทางการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram)

4. การออกแบบ (Design) นำผลการวิเคราะห์มาออกแบบเป็นแนวคิด (Logical Design) เพื่อแก้ไขปัญหา โดยในส่วนนี้จะยังไม่ได้มีการระบุถึงรายละเอียดและคุณลักษณะอุปกรณ์มากนัก เน้นการออกแบบโครงร่างบนกระดาษ แล้วส่งให้ผู้ออกแบบระบบนำไปออกแบบ (System Design) ซึ่งขั้นตอนนี้จะเริ่มมีการระบุลักษณะการทำงานของระบบทางเทคนิค รายละเอียดคุณลักษณะอุปกรณ์ที่ใช้ เทคโนโลยีที่ใช้ชนิดฐานข้อมูล การออกแบบเครือข่ายที่เหมาะสม ลักษณะของการนำข้อมูลเข้า ลักษณะรูปแบบรายงานที่เกิด และผลลัพธ์ที่ได้

5. การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) เป็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรม (Coding) เพื่อพัฒนาระบบจากแบบบนกระดาษให้เป็นระบบตามคุณลักษณะที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการทดสอบหาข้อผิดพลาด (Testing) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จนมั่นใจว่าถูกต้องและตรงตามความต้องการ หากพบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการทำงานของระบบต้องปรับแก้ไขให้เรียบร้อยพร้อมใช้งานก่อนนำไปติดตั้งใช้จริง

6. การติดตั้ง (Implementation) เป็นขั้นตอนการนำระบบที่พัฒนาจนสมบูรณ์มาติดตั้ง (Installation) และเริ่มใช้งานจริง ในส่วนนี้นอกจากติดตั้งระบบใช้งานแล้วยังต้องมีการจัดเตรียมขั้นตอนการสนับสนุนส่งเสริมการใช้งานให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ โดยจัดทำหลักสูตรฝึกอบรมผู้ใช้งาน (Training) เอกสารประกอบระบบ (Documentation) และแผนการบริการให้ความช่วยเหลือ (Support) เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

7. การซ่อมบำรุงระบบ (System Maintenance) เป็นขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบต่อเนื่องหลังจากเริ่มดำเนินการ ผู้ใช้ระบบอาจจะพบกับปัญหาที่เกิดขึ้นภายหลัง เช่น ปัญหาเนื่องจากความไม่คุ้นเคยกับระบบใหม่ จึงควรกำหนดแผนค้นหาปัญหาอย่างต่อเนื่อง ติดตามประเมินผล เก็บรวบรวมคำร้องขอให้ปรับปรุงระบบ วิเคราะห์ข้อมูลร้องขอให้ปรับปรุงระบบ จากนั้นออกแบบการทำงานที่ต้องการปรับปรุงแก้ไขและ

ติดตั้ง ซึ่งต้องมีการฝึกอบรมการใช้งานระบบให้แก่ผู้ใช้งาน เพื่อที่จะทราบความพึงพอใจของผู้ใช้

3.3 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเป็นกระบวนการการศึกษาและวิเคราะห์ระบบเดิม เพื่อพัฒนาให้ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าอยู่ในกระบวนการบริหารจัดการในรูปแบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ให้ผู้ดูแลระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าได้อย่างทั่วถึงและบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่จะนำมาช่วยในการบริหารจัดการภายในองค์กร เพื่อนำระบบสารสนเทศมาบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

3.3.1 องค์ประกอบของอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (ชนัญชิดา จันทร์ผึ้งสุข และกฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย, 2561)

3.3.1.1 อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensors) เป็นหน่วยรับข้อมูลที่มาพร้อมกับอุปกรณ์

3.3.1.2 การเชื่อมต่อเครือข่าย เป็นหน่วยสำหรับรับส่งของมูลของอุปกรณ์ตรวจจับไปยังระบบประมวลผล อาจเป็นเครือข่ายภายในหรือเครือข่ายสาธารณะ

3.3.1.3 ระบบประมวลผล เป็นหน่วยรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับมาประมวลผลและส่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้กับผู้ใช้งาน หรือส่งไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และเทคโนโลยีคลาวด์ (Cloud Technology) เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก

3.3.1.4 ระบบบริหารจัดการ เป็นหน่วยควบคุม ติดตามการทำงาน ดูแลรักษา และกำหนดค่าต่าง ๆ ขององค์ประกอบในส่วนต่าง ๆ

3.3.1.5 อุปกรณ์อื่น ๆ เป็นหน่วยที่ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจจับแต่มีหน้าที่รับคำสั่งจากระบบประมวลผล

โดยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยควบคุมการใช้พลังงานอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการลืมปิด มีองค์ประกอบดังนี้ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2559 อ้างถึงใน ชนัญชิดา จันทร์ผึ้งสุข และกฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย, 2561)

1) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) เป็นหน่วยรับข้อมูลที่มาพร้อมกับอุปกรณ์ ประกอบด้วยสัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) เครื่องมือตรวจวัด (Measuring instruments) และไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller Unit : MCU)

2) การเชื่อมต่อเครือข่าย เป็นหน่วยสำหรับรับส่งของมูลของอุปกรณ์ตรวจจับไปยังระบบประมวลผลประกอบด้วยระบบปฏิบัติการ (Operating System) ระบบปฏิบัติการไร้สาย (Wireless Protocols) อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย (Gateway) และระบบการป้องกัน

3) ระบบประมวลผล เป็นหน่วยรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับมาประมวลผล ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processor Unit: CPU) เทคโนโลยีคลาวด์ (Cloud Technology) ฐานข้อมูลกลาง (Data Center) และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Solid State Drives)

4) ระบบบริหารจัดการเป็นหน่วยควบคุมประกอบด้วยระบบปฏิบัติการ (Operating System) อาจจะเป็น Windows, iOS หรือ Android ก็ได้ และมีแอปพลิเคชันสำหรับติดตามการทำงาน ดูแลรักษา และกำหนดค่าต่าง ๆ ขององค์ประกอบในส่วนต่าง ๆ

5) อุปกรณ์อื่น ๆ เป็นหน่วยที่ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจจับแต่มีหน้าที่รับคำสั่งจากระบบประมวลผล เช่น อุปกรณ์เชื่อมต่อ (Connector) สาย RJ45 ขั้วต่อ BNC อุปกรณ์ USB-C และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้กับอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง เมื่อปฏิบัติตามหลักการทำงานของระบบจัดการพลังงานด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง อุปกรณ์ต่าง ๆ จะเชื่อมต่อและสื่อสารกัน ควบคุมการใช้พลังงานอัตโนมัติที่ช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานได้ถึงร้อยละ 25-30 ให้เกิดระบบนิเวศพอเพียง ประกอบด้วย มนุษย์ อาคาร สิ่งแวดล้อม พลังงาน และความพอเพียง โดยส่วนต่าง ๆ จะสามารถอยู่ร่วมกันได้อย่างสมดุล

3.3.2 ลักษณะการทำงานของอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

การทำงานของอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์รูปแบบใหม่เข้าด้วยกัน และปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์ เช่น การสัมผัสหน้าจอ หรือการแสดงท่าทาง โดยมีหลักการสำคัญคือการนำ “ข้อมูล” ที่มีจำนวนมหาศาล (Big Data) ในรูปแบบดิจิทัลมาเชื่อมต่อกันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาผ่านอินเทอร์เน็ต มีการทำงาน 3 ลักษณะ (Bradicich, T., 2015 อ้างถึงใน ชนัญชิดา จันทร์ผึ้งสุข และกฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย, 2561) ดังนี้

3.3.2.1 เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสังเกตการณ์ได้ (Monitor) อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งจะต้องสามารถตรวจสอบและนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องในเวลาจริง

(Real Time) ได้ผ่านอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) เมื่อมีการรับ–ส่งข้อมูล อุปกรณ์ตรวจจับจะส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์สื่อสารโดยตรง

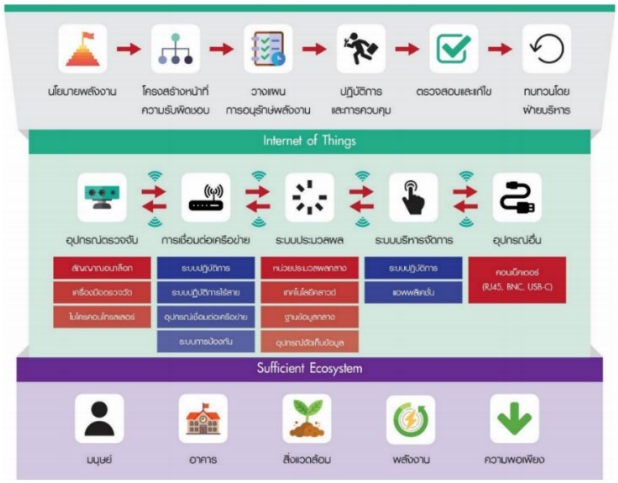
3.3.2.2 เพื่อให้ผู้ใช้สามารถดูแลรักษา (Maintain) ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบและสังเกตการณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นผ่านอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา และสามารถบันทึกข้อมูลระยะไกลตามที่ผู้ใช้ต้องการได้

3.3.2.3 เพื่อกระตุ้นหรือสร้างความสนใจให้กับผู้ใช้ (Motivate) เนื่องจากอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเชื่อมต่อกับผู้ใช้ตลอดเวลา เอื้อต่อการปฏิบัติงาน การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ และอำนวยความสะดวกสบาย

3.3.3 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีรูปแบบการพัฒนาหลากหลายวิธีดังนี้

ชนัญชิดา จันทร์ผึ้งสุข และกฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2561) ระบุว่า ระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับองค์กรต่าง ๆ ทั้งองค์กรขนาดใหญ่และขนาดเล็ก องค์กรของรัฐบาล เอกชน และสถานศึกษา เนื่องจากเป็นการใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งควบคุมการใช้พลังงานอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการลืมปิด ซึ่งสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 25–30 โดยสถาปัตยกรรมแสดงดังภาพประกอบ 2

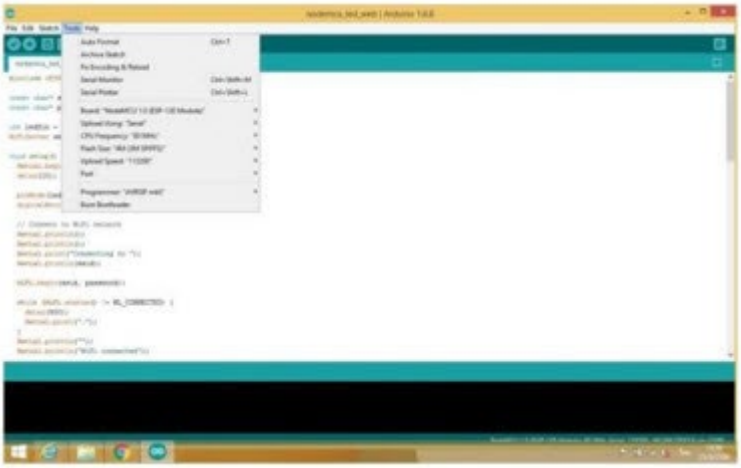


ภาพประกอบ 2 สถาปัตยกรรมระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับสถานศึกษา

ที่มา : ชนัญชิดา จันทร์ผึ้งสุข และกฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2561)

ภาพประกอบ 2 สถาปัตยกรรมระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง โดยหลักการทำงานจะต้องเริ่มจากผู้บริหารระดับสูงกำหนดนโยบายพลังงาน เพื่อสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน วางโครงสร้างหน้าที่และความรับผิดชอบ มีการวางแผนการจัดการพลังงานจากคณะทำงาน ได้แก่ ข้อกำหนดการใช้งานข้อกำหนดพิจารณาเพื่อปรับปรุงข้อกำหนดการตรวจสอบและบำรุงรักษา จากนั้นจะลงไปสู่การปฏิบัติการและการควบคุมการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพ การตรวจสอบและแก้ไขด้วยการติดตามและวัดผลการดำเนินงานโดยเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับผลผลิตที่ได้ และทบทวนโดยฝ่ายบริหาร เพื่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ศรีรุ่ง แก้วไพฑูรย์ และสมชาย เล็กเจริญ (2561) ได้พัฒนาระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) โดยเน้นในส่วนของโปรแกรมเป็นหลักในการที่จะให้ผู้ใช้งานโปรแกรมผ่านแอปพลิเคชัน สำหรับควบคุมระบบเครื่องปรับอากาศและระบบควบคุมไฟฟ้าจัดการแบบส่วนกลางได้โดยจะใช้คอมพิวเตอร์สำหรับติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมอัพโหลดเข้าเมนบอร์ดชุดควบคุม Node MCU ในการสั่งการชุดรีเลย์หรือเซนเซอร์อุณหภูมิตามเงื่อนไขที่ได้กำหนด ดังภาพประกอบ 3

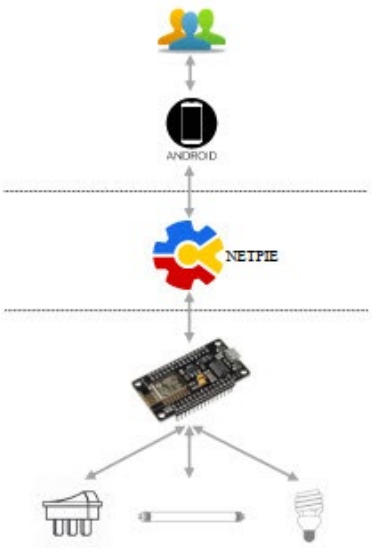


ภาพประกอบ 3 การใช้งานโปรแกรม Arduino IDE

ที่มา : ศรีรุ่ง แก้วไพฑูรย์ และ สมชาย เล็กเจริญ (2561)

เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และหนึ่งฤทัย เอ้งฉ้วน (2557) ได้ศึกษา เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุมระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับบ้านอัจฉริยะนั้นต้องใช้องค์ประกอบ

หลายส่วนทำงานร่วมกันไม่ว่าจะเป็นในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับภาพรวมของสถาปัตยกรรมระบบของงานวิจัยชิ้นนี้ ส่วนแรกคือแอปพลิเคชันบนระบบ Android ส่วนนี้ทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ IoT แอปพลิเคชันจะทำงานผ่านไลบรารี่เฉพาะที่เรียกว่า Android Microgear ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันเข้ากับบริการของ NETPIE ส่วนที่สองคือบริการ NETPIE ส่วนนี้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแอปพลิเคชัน Android กับ IoTs Microcontroller ทั้งนี้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุมระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ ได้เลือกใช้บริการ NETPIE เนื่องจากสามารถใช้งานร่วมกับไลบรารี่ของอุปกรณ์ประเภท Android ได้เป็นอย่างดี ส่วนสุดท้ายคือ IoT Microcontrollers ส่วนนี้ทำหน้าที่รับคำสั่งจากแอปพลิเคชัน Android ผ่านบริการ NETPIE แล้วนำคำสั่งไปควบคุมอุปกรณ์ประเภท Relay Switch การเขียนชุดคำสั่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ทำได้โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และเรียกใช้ไลบรารี่เฉพาะที่เรียกว่า Arduino Microgear ในการสื่อสารกับบริการ NETPIE ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบของระบบ

ที่มา : เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และหนึ่งฤทัย เอ้งฉ้วน (2557)

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง คือการนำเทคโนโลยีและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาจัดการและควบคุมพลังงานไฟฟ้า โดยใช้อุปกรณ์หรือเซ็นเซอร์ในการตรวจจับและเชื่อมต่ออุปกรณ์นั้น

เข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสั่งงานได้ตามความต้องการและบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ความสำคัญของการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเข้ามาจัดการพลังงานไฟฟ้า มีจุดประสงค์หลักคือการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า โดยผู้ใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างสะดวกรวดเร็ว เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนนวัตกรรมพลังงาน ตลอดจนการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากรในหน่วยงานให้ดีขึ้น เช่น การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในหน่วยงาน ไปจนถึงการควบคุมในระดับเมือง ซึ่งจะช่วยพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานได้อย่างยั่งยืน

4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อระบบ

4.1 ความหมายของการประเมินประสิทธิภาพระบบ Black Box Testing และ White Box Testing

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพต่อระบบ Black Box Testing และ White Box Testing ดังนี้

จิรัฏฐา ภูบุญอบ และอรนุช ศรีสะอาด (2558) ได้อธิบายถึงการทดสอบระบบที่นิยมใช้ร่วมกันไว้ว่า

1. การทดสอบแบบ Black Box Testing เป็นการทดสอบที่จะไม่สนใจว่าระบบทำงานอย่างไร และทำอะไร จะทดสอบข้อมูลเข้า (Input) และผลลัพธ์ที่ออกมา (Output) เท่านั้น โดยจะไม่มีการตรวจสอบว่ามีการประมวลผลอย่างไร

2. การทดสอบแบบ White Box Testing เป็นการทดสอบการทำงานภายในระบบ (Internal) ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการตรวจสอบข้อผิดพลาด มีการตรวจสอบทางตรรกะ (Logic) และความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานในบางครั้ง White Box Testing อาจเรียกว่า Path Testing

สกรณ์ บุษบง (2556) ได้อธิบายไว้ว่า การทดสอบระดับหน่วยนั้นจะต้องเริ่มจาการออกแบบกรณีการทดสอบขึ้นมาก่อน ซึ่งกรณีทดสอบจะต้องสามารถค้นพบข้อผิดพลาดของโปรแกรมให้ได้มากที่สุดสำหรับการทดสอบระดับหน่วยมีให้เลือกใช้ 2 วิธี คือกล่องขาว (WhiteBox Testing) กล่องดำ (Black–Box Testing)

1. การทดสอบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) คือการทดสอบโดยที่ไม่สนใจกระบวนการทำงานภายในระบบหรือโปรแกรม โดยมุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากแต่ละโมดูลของระบบหรือโปรแกรม เพื่อให้แน่ใจว่าระบบหรือซอฟต์แวร์ทำงานได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ จุดมุ่งหมายของการทดสอบแบบกล่องดำ คือ การทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์และเงื่อนไขขอบเขตของข้อมูลนำเข้าด้วย ข้อผิดพลาดที่สามารถพบได้จากการทดสอบแบบกล่องดำ มีดังนี้

1.1 กระบวนการทำงานที่ผิดพลาด หรือขาดหายไป

1.2 ข้อผิดพลาดของส่วนประสาน (Interface) กับระบบอื่น ๆ

1.3 ข้อผิดพลาดของการทำงานต่อหรือหยุดการทำงาน

1.4 ข้อผิดพลาดจากการประมวลผล เป็นต้น

ดังภาพประกอบ 5

ภาพประกอบ 5 การทดสอบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing)

ที่มา : สกรณ์ บุษบง (2556)

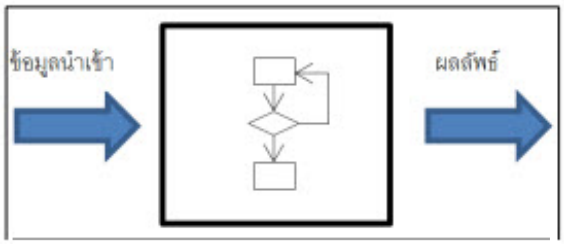
2. การทดสอบแบบกล่องขาว (White-Box Testing) คือการทดสอบโดยที่จะคำนึงถึงโครงสร้างภายในระบบหรือโปรแกรม เป็นการทดสอบย่อยที่ละโมดูลหรือการทดสอบการทำงานระหว่างโมดูลและมักทำการทดสอบโดยผู้พัฒนา (Developer) โดยใช้ผลลัพธ์ทางตรรกะที่ได้จากการทำงานของซอฟต์แวร์เป็นตัวชี้วัด ซึ่งการทดสอบแบบกล่องขาวนั้น จะต้องสร้างผังงาน (Flow Chart) เพื่อกำหนดเส้นทางทุก ๆ เส้นทางผ่านการทำสอบอย่างน้อย 1 ครั้ง การทดสอบแบบกล่องขาวจะต้องทดสอบสิ่งต่อไปนี้

2.1 ทุก ๆ เส้นทางในกระบวนการจะต้องทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

2.2 ทดสอบการตัดสินใจทางตรรกะต้องทดสอบทั้งค่าที่เป็นจริงและเป็นเท็จ

2.3 ทดสอบการทำงานภายในลูป (Loop) ทุกลูป ตามจำนวนครั้งของการวนรอบ

2.4 ทดสอบโครงสร้างของข้อมูลภายในให้ถูกต้อง ก่อนที่จะส่งไปประมวลผลต่อไป



ภาพประกอบ 6 การทดสอบแบบกล่องขาว (White-Box Testing)

ที่มา : สกรณ์ บุษบง (2556)

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การทดสอบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) คือการทดสอบโดยที่ไม่สนใจกระบวนการทำงานภายในระบบหรือโปรแกรม โดยมุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากแต่ละโมดูลของระบบหรือโปรแกรม เพื่อให้แน่ใจว่าระบบหรือซอฟต์แวร์ทำงานได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ และการทดสอบแบบกล่องขาว (White-Box Testing) คือการทดสอบโดยที่จะคำนึงถึงโครงสร้างภายในระบบหรือโปรแกรม เป็นการทดสอบย่อยที่ละโมดูลหรือการทดสอบการทำงานระหว่างโมดูลและมักทำการทดสอบโดยผู้พัฒนา (Developer) โดยใช้ผลลัพธ์ทางตรรกะที่ได้จากการทำงานของซอฟต์แวร์เป็นตัวชี้วัด ซึ่งการทดสอบแบบกล่องขาวนั้นจะต้องสร้างผังงาน (Flow Chart) เพื่อกำหนดเส้นทางทุก ๆ เส้นทางผ่านการทำสอบอย่างน้อย 1 ครั้ง

4.2 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงการประเมินความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

รัตนาภรณ์ ศรีหาพล และรอปีมิง แมะเราะ (2556) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของงานที่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นผลจากการได้รับการตอบสนองต่อแรงจูงใจหรือความต้องการของแต่ละบุคคลในแนวทางที่เขาประสงค์ความพึงพอใจโดยทั่วไปตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Satisfaction

ฮาปือเสาะ หวังมะ (2562) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า สภาวะจิตที่ปราศจากความเครียด เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ

น้ำลิน เทียมแก้ว (2561) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะ ความรู้สึกนั้นทำให้บุคคลเอาใจใส่และอาจกระทำการบรรลุถึงความมุ่งหมายที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น การประเมินในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเป็นวิธีการหนึ่งในการวัดประสิทธิภาพในการวัดหรือประเมินความพึงพอใจ จะใช้แบบทดสอบถามวัดทัศนคติจะแบ่งความรู้สึกออกเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

พาขวัญ ชูอำไพ และชลิตา ศรีนวล (2560) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า เป็นผลที่เกิดจากความรู้สึกหรือทัศนคติที่มีต่อการใช้งานของบุคคลว่ามีมากน้อยเพียงใด และถ้าพบว่าดีก็จะเกิดความพึงพอใจในใช้งาน แต่ถ้าหากพบว่าไม่ดีก็จะเกิดความไม่พึงพอใจในการใช้งาน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของงานที่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ เป็นผลที่เกิดจากความรู้สึกหรือทัศนคติที่มีต่อการใช้งานของบุคคลว่ามีมากน้อยเพียงใด และถ้าพบว่าดีก็จะเกิดความพึงพอใจในใช้งาน แต่ถ้าหากพบว่าไม่ดีก็จะเกิดความไม่พึงพอใจในการใช้งาน ซึ่งการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ สามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

5. การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ คือการบริหารและจัดการรวมไปถึงการเก็บข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุดและมีผลอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องวางระบบในการดำเนินงานที่เหมาะสม และปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องด้วยความ เข้าใจ และร่วมใจกันทุกฝ่าย ตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงลงไป ซึ่งเป็นผู้ที่จะวางนโยบายและเป้าหมาย การมอบหมายงานให้ผู้รับผิดชอบ พร้อมทั้งกำหนดแผนงานเพื่อให้เกิดผลตามวัตถุประสงค์ตลอดไป องค์ประกอบในการบริหารและจัดการที่จะทำให้เกิดผลจริง ๆ นั้น จำเป็นต้องมีผู้รับผิดชอบโครงการที่มีความรู้และความเข้าใจในการจัดการพลังงานอย่างแท้จริง พร้อมทั้งถ่ายทอดความรู้และทัศนคติต่าง ๆ สู่บุคคลอื่นในองค์กรเพราะการจัดการและอนุรักษ์พลังงานไม่ใช่จะให้คนใดคนหนึ่งเป็นผู้ปฏิบัติ แต่เป็นหน้าที่ร่วมกันของทุกคนในองค์กร

5.1 บริบทมหาวิทยาลัยนครพนม

มหาวิทยาลัยนครพนมจึงเป็นมหาวิทยาลัยที่เกิดจากการหลอมรวมสถานศึกษาในจังหวัดนครพนม ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยนครพนม พ.ศ. 2548 ซึ่งประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 122 ตอนที่ 75 ก เมื่อวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2548 และมีผลให้มหาวิทยาลัยนครพนมได้รับการยกฐานะเป็น “มหาวิทยาลัยนครพนม” ตั้งแต่วันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2548 มหาวิทยาลัยนครพนมดำเนินภารกิจภายใต้ภารกิจเดิมของสถานศึกษาที่นำมาหลอมรวม จัดการศึกษาทั้งในระดับหลักสูตรระยะสั้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส) หลักสูตรปริญญา ภายใต้ภาระกิจการหลอมรวมสถานศึกษาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งแตกต่างจากสถาบันอุดมศึกษาเดิมที่จัดตั้งสถาบันขึ้นมาใหม่ ในปี พ.ศ. 2564 มหาวิทยาลัยนครพนมมีหน่วยงานที่จัดตั้งตามประกาศกฎกระทรวงว่าด้วย การจัดตั้งส่วนราชการในมหาวิทยาลัยนครพนม กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2555 จำนวน 10 หน่วยงาน หน่วยงานที่จัดตั้งภายในตามพระราชบัญญัติการบริหารส่วนงานภายใน พ.ศ. 2550 โดยมติของสภามหาวิทยาลัยนครพนม จำนวน 7 หน่วยงาน และได้จัดตั้งหน่วยงานภายในตามภารกิจและยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานของ

มหาวิทยาลัยนครพนม มีจำนวน 6 หน่วยงาน (รายงานประจำปี 2564 มหาวิทยาลัยนครพนม, 2564)

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยนครพนมมีอาคารขนาดใหญ่ทั้งหมด 19 อาคาร ซึ่งทางมหาวิทยาลัยนครพนมมีโครงการสร้างอาคารเพื่อการเรียนการสอน หอประชุมและสนามกีฬาเพิ่มขึ้น เช่น อาคารสารสนเทศ 6 ชั้น สร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2560 อาคารหอประชุมอนุภาคลุ่มน้ำโขงมหาวิทยาลัยนครพนม จุคนได้ประมาณ 3,500 สร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2561 และสนามกีฬา NPU Sport Complex สร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2562 จุคนได้ประมาณ 16,000 ที่นั่ง (ณัฐพงษ์ สุวรรณสาร. สัมภาษณ์, 8 กุมภาพันธ์ 2564)

5.2 อาคารศรีโคตรบูรณ์

อาคารศรีโคตรบูรณ์ วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มีการก่อสร้างในรูปแบบ COLONIAL STYLE คอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น โดยตัวอาคารประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนการประชุมสัมมนาและบริการ ส่วนสำนักงาน และส่วนการเรียนการสอน ในแต่ละชั้นมีห้องปฏิบัติการและบริการ ดังนี้

ชั้นที่ 1

ส่วนการประชุมสัมมนาละบริการ ประกอบด้วย ห้องประชุมเล็ก 2 ห้อง คือ ห้องรามราช และห้องนาคราช มีความจุห้องละ 150 คน โดยรองห้องประชุมมีห้องรับรอง ห้องต้อนรับ ห้องจำหน่ายของฝากของที่ระลึก ห้องน้ำ ห้องพยาบาล (Tsic–Cllinic) ห้องอาหาร ห้องครัว ห้องซักรีด ห้องเก็บของเบ็ดเตล็ด

ส่วนสำนักงาน ประกอบด้วย งานธุรการ งานกิจการนักศึกษา ห้องให้คำปรึกษา งานทะเบียนและประเมินผล งานอาคารสถานที่

ส่วนการเรียนการสอน ประกอบด้วย ศูนย์ปฏิบัติการการโรงแรม ห้องโถงต้อนรับ (Lobby) ต้อนรับส่วนหน้า (Reception) ห้องปฏิบัติการทัวร์ (Tsic–Travel) ห้องปฏิบัติการครัวไทย–ยุโรป ห้องปฏิบัติการอาหารและเครื่องดื่ม

ชั้นที่ 2

ส่วนสำนักงาน ประกอบด้วย ห้องพักคณาจารย์ 14 ห้อง

ส่วนการเรียนการสอน ประกอบด้วย ห้องเรียน 2 ห้อง ห้องคอมพิวเตอร์ 1 ห้อง ห้องสมุดและสืบค้น 1 ห้อง

ชั้นที่ 3

ส่วนประชุมสัมมนาและบริการ ประกอบด้วย ศูนย์การประชุม

ศรีโคตรบูรณ์ มีความจุ 1,200 คน ห้องรับรอง 2 ห้อง ห้องจัดอาหารว่าง ห้องพักวิทยากร ห้องแต่งตัวนักแสดง ห้องน้ำ

ส่วนสำนักงาน ประกอบด้วย ห้องประชาสัมพันธ์ ห้องแนะแนว ห้องโสตทัศนูปกรณ์

ส่วนการเรียนการสอน ประกอบด้วย ห้องเรียน 4 ห้อง

ชั้นที่ 4

ส่วนสำนักงาน ประกอบด้วย ห้องคณบดี 1 ห้อง ห้องรองคณบดี 3 ห้อง ห้องรับรอง 1 ห้อง ห้องจัดเตรียมเอกสาร 1 ห้อง ห้องประชุมเล็ก 1 ห้อง สำนักงานคณบดี (งานบริหารงานทั่วไปและเลขานุการ/งานพัฒนาทรัพยากรบุคคล/งานนโยบายและแผน/งานการเงินและบัญชี/งานพัสดุ/งานประกันคุณภาพการศึกษา)

ส่วนพิเศษ ประกอบด้วย ห้องประทับสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

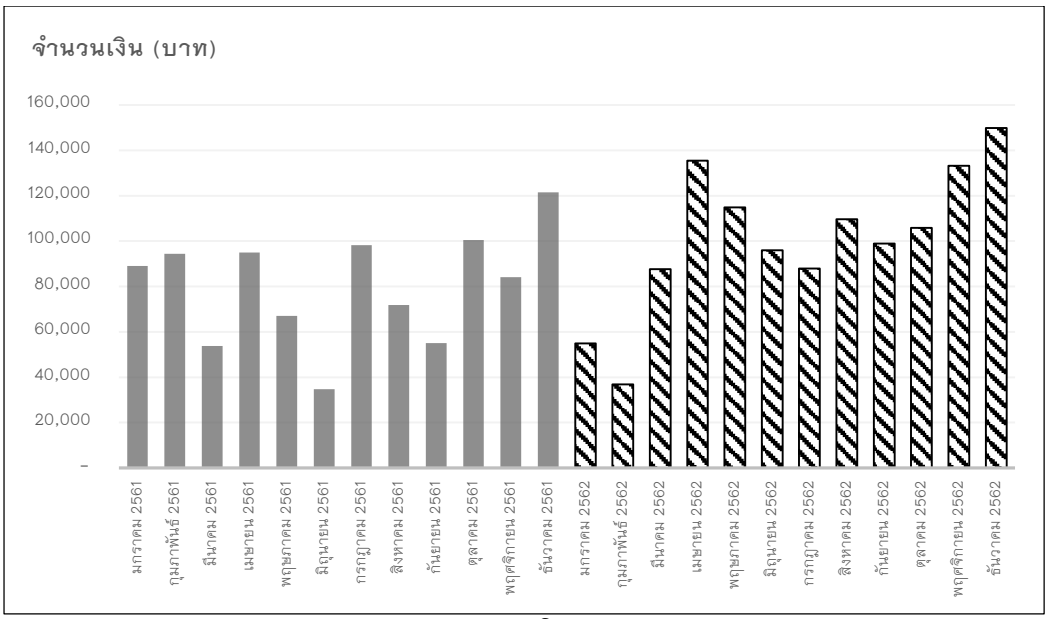
โดยในส่วนการเรียนการสอน ประกอบด้วย ศูนย์ปฏิบัติการการโรงแรม ห้องโถงต้อนรับ ต้อนรับส่วนหน้า ห้องปฏิบัติการทัวร์ห้องปฏิบัติการครัวไทย-ยุโรป ห้องปฏิบัติการอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อจัดการเรียนการสอนให้นักศึกษาวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการได้ฝึกปฏิบัติ ส่งเสริมและมุ่งสู่การเป็นมืออาชีพด้านการท่องเที่ยวและบริการในอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง (มหาวิทยาลัยนครพนม, 2559)

5.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารศรีโคตรบูรณ์

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบรายงานค่าไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์ ในปี พ.ศ. 2561-2562 พบว่าค่าไฟฟ้าจากปี พ.ศ. 2562 เพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2561 โดยประมาณ 20.3% มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 1 ปริมาณไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าอาคารศรีโคตรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2561–2562

ปี พ.ศ.	ประจำเดือน	ปริมาณไฟฟ้า (Unit)	ค่าไฟฟ้า
พ.ศ. 2561	มกราคม 2561	20,141.20	89,024.11
	กุมภาพันธ์ 2561	21,365.63	94,436.08
	มีนาคม 2561	12,160.36	53,748.79
	เมษายน 2561	21,481.40	94,947.77
	พฤษภาคม 2561	15,156.13	66,990.11
	มิถุนายน 2561	7,868.47	34,778.62
	กรกฎาคม 2561	22,214.13	98,186.47
	สิงหาคม 2561	16,239.02	71,776.47
	กันยายน 2561	12,450.31	55,030.38
	ตุลาคม 2561	22,728.21	100,458.67
	พฤศจิกายน 2561	19,034.20	84,131.17
	ธันวาคม 2561	27,470.86	121,421.18
พ.ศ. 2562	มกราคม 2562	12,419.75	54,895.31
	กุมภาพันธ์ 2562	8,322.17	36,783.98
	มีนาคม 2562	19,834.01	87,666.34
	เมษายน 2562	30,636.93	135,415.22
	พฤษภาคม 2562	25,993.64	114,891.91
	มิถุนายน 2562	21,716.62	95,987.46
	กรกฎาคม 2562	19,887.71	87,903.67
	สิงหาคม 2562	24,812.00	109,669.02
	กันยายน 2562	22,390.31	98,965.19
	ตุลาคม 2562	23,955.22	105,882.08
	พฤศจิกายน 2562	30,139.12	133,214.90
	ธันวาคม 2562	33,892.64	149,805.49



ภาพประกอบ 7 ข้อมูลค่าไฟฟ้าอาคารศรีโคตรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2561–2562

ชลวิทย์ เผือกผาสุข, (2554) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารแบบบูรณาการ กรณีศึกษา อาคารกรมการกงสุล กล่าวไว้ว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ หลายองค์ประกอบ เช่น ประเภทของอาคาร ความต้องการของผู้ใช้อาคาร ตำแหน่งที่ตั้ง ลักษณะการออกแบบ และชั่วโมงการใช้งาน ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารจึงแตกต่างกันไปได้มาก อาคารบางชนิดใช้แต่ไฟฟ้า ในขณะที่อาคารบางชนิดใช้พลังงานความร้อนด้วย จากการสำรวจอาคารต่าง ๆ จะพบว่าใช้พลังงานไฟฟ้าในกิจกรรมหลัก ๆ 3 ส่วน คือ ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และการใช้งานอื่น ๆ

ผู้วิจัยจึงได้แบ่งประเภทการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ระบบแสงสว่าง 2) ระบบเครื่องปรับอากาศ 3) ระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ โดยผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดในด้านต่าง ๆ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ดังนี้

1. ระบบแสงสว่าง

อาคารศรีโคตรบูรณ์เป็นอาคารขนาดใหญ่ รวมทั้งหมด 4 ชั้น แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนการเรียนการสอน สำนักงาน และห้องประชุม ทำให้การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบแสงสว่างในอาคารศรีโคตรบูรณ์นั้นล่าช้าและไม่ทั่วถึง เพราะระบบควบคุมแสงสว่างภายในและภายนอกอาคาร ยังเป็นระบบเดิมที่ติดตั้งมาพร้อมกับ

การสร้างอาคาร โดยการ เปิด-ปิด สวิตซ์ไฟฟ้าควบคุมแสงสว่างต้องเป็นเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบเท่านั้นที่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากระบบควบคุมมีความซับซ้อนและอยู่เฉพาะจุด ทำให้เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบใช้เวลาค่อนข้างมากในการตรวจสอบบริเวณที่ต้องใช้แสงสว่างเพื่อเปิดหรือปิดสวิตซ์ไฟฟ้า การควบคุมแสงสว่างทั้งภายในและภายนอกอาคารเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับอาจารย์ บุคลากร นักศึกษา และบุคคลอื่น ๆ ที่เข้ามาในพื้นที่ รวมไปถึงความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สิน

2. ระบบเครื่องปรับอากาศ

อาคารศรีโคตรบูรณ์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนการประชุมสัมมนาและบริการ ส่วนสำนักงาน และส่วนการเรียนการสอน โดยในส่วนการเรียนการสอน ประกอบด้วย ศูนย์ปฏิบัติการการโรงแรม ห้องโถงต้อนรับ ต้อนรับส่วนหน้า ห้องปฏิบัติการทัวร์ห้องปฏิบัติการครัวไทย-ยุโรป ห้องปฏิบัติการอาหารและเครื่องดื่ม โดยค่าไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร ปัญหาหลักที่ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าส่วนของเครื่องปรับอากาศมีค่าใช้จ่ายสูงคือ การเปิดเครื่องปรับอากาศทำงาน เป็นระยะเวลานานและปรับอุณหภูมิต่ำจนเกินไปทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักกว่าที่ควรและเพิ่มอัตราการใช้ไฟเกินกว่าที่จำเป็น เนื่องจากเครื่องปรับอากาศมีขนาดใหญ่และมีจำนวนมากเพื่อให้สามารถปรับอุณหภูมิในห้องประชุมที่มีขนาดใหญ่ได้ ส่งผลให้อัตราการใช้ไฟเพิ่มสูงขึ้น รวมไปถึงส่วนของห้องเรียนและสำนักงานปัญหาของอัตราการใช้ไฟฟ้าในส่วนของเครื่องปรับอากาศ คือการปรับอุณหภูมิที่ไม่คงที่และเปิดเครื่องปรับอากาศไว้ในขณะที่ไม่มีผู้ปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมอยู่

3. ระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

ปัจจุบันอาคารศรีโคตรบูรณ์มีเครื่องใช้สำนักงานที่ช่วยสนับสนุนบุคลากรหรืออาจารย์เป็นจำนวนมาก อาทิเช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ เครื่องถ่ายเอกสาร โทรศัพท์ โทรสาร อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น นอกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงานทั้งยังมีเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง อาทิเช่น ปั้มน้ำ เครื่องทำน้ำร้อน เป็นต้น

5.4 ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยนครพนมและอาคารศรีโคตรบูรณ์

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูล พบว่า มหาวิทยาลัยนครพนมตระหนักถึงปัญหาได้มีความพยายามในการลดใช้พลังงานไฟฟ้าตามนโยบายรัฐบาล โดยที่ผ่านมาทาง

มหาวิทยาลัยได้ขอความร่วมมือให้บุคลากรในมหาวิทยาลัยมีส่วนร่วมในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ด้วยมาตรการ 5 ป. ได้แก่ 1) เปิด เครื่องปรับอากาศ เปิดเวลา 09.00–11.30 น. และเวลา 13.30–16.00 น. 2) ปิด เครื่องปรับอากาศ ปิดเวลา 11.30–13.30 น. และเวลา 16.00 น. เป็นต้นไป 3) ปรับ ปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ ตั้งค่าอุณหภูมิที่ 26 องศาเซลเซียสทุกครั้ง 4) ปลด ปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อเลิกใช้ และ 5) เปลี่ยน พฤติกรรม เพื่อช่วยประหยัดพลังงานเริ่มได้ที่ตัวคุณ โดยทางมหาวิทยาลัยได้แจกสติ๊กเกอร์รณรงค์ 5 ป.ติดสวิตช์ไฟฟ้าและปลั๊กไฟฟ้ารวมไปถึงประสัมพันธ์ผ่านสื่อออนไลน์ต่าง ๆ เพื่อรณรงค์ให้บุคลากรดำเนินการตาม มาตรการ 5 ป. และได้ดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างทั้งในอาคารและบริเวณโดยรอบของพื้นที่มหาวิทยาลัยนครพนม ให้เป็นหลอด LED รวมถึงให้บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยนครพนมทำความสะอาดเครื่องใช้ไฟฟ้าในสถานที่ทำงานเพื่อให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเพื่อประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า และในปี พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยนครพนมได้จัดทำโครงการชาวมหาวิทยาลัยนครพนมร่วมใจประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นด้านไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิงหรือน้ำประปา ลดลง 20% ภายใน 6 เดือน ซึ่งผลการดำเนินงานพบว่าโครงการสามารถลดพลังงานทั้งหมดได้เพียง 4% และจากข้อมูลค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยนครพนมจากปี พ.ศ. 2561 ทั้งหมดรวมเป็นเงิน 16,772,353 บาท ต่อมาเมื่อปี พ.ศ. 2562 ทั้งหมดรวมเป็นเงิน 16,450,160 บาท เฉลี่ยค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยนครพนมลดลงเพียง 1.96%

การที่ค่าไฟฟ้าลดลงแต่ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เพราะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารขนาดใหญ่จำนวนมาก การควบคุมยังทำได้ไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ โดยเฉพาะอาคารศรีโคตรบูรณ์ซึ่งมีพื้นที่รวมทั้งหมด 16,800 ตารางเมตร ภายในอาคารประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ ส่วนการเรียนการสอน ส่วนสำนักงาน และส่วนห้องประชุม รวมห้องภายในอาคารทั้งหมด 124 ห้อง โดยเป็นอาคารขนาดใหญ่ที่ใช้สำหรับพระราชทานปริญญาบัตรแก่ผู้สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยนครพนม และเป็นอาคารหลักที่ใช้ในการจัดประชุมสัมมนา โครงการต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย โดยจากการสรุปค่าไฟฟ้าภายใน พ.ศ. 2561–2562 อัตราค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องถึงร้อยละ 20 สาเหตุหลักเกิดจากการสร้างห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอนและห้องประชุมเพื่อจัดกิจกรรมต่าง ๆ รวมไปถึงอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ถูกติดตั้งเพิ่มขึ้นในแต่ละส่วนของอาคารเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานกับจำนวนบุคลากรและนักศึกษาที่มี

จำนวนมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งปัจจุบันเจ้าหน้าที่ดูแลระบบอาคารและสถานที่ไม่เพียงพอต่อการกำกับดูแลและตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารศรีโคตรบูรณ์ได้อย่างทั่วถึง ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารเกินความจำเป็นและไม่สามารถบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเสริฐศักดิ์ อู่อรุณ (2560) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การออกแบบและการดำเนินการรวบรวมข้อมูลสำหรับอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อบ้านอัจฉริยะ โดยได้ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ภายใต้ระบบอาคารอัจฉริยะ เพื่อการรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบประกอบด้วยส่วนของ Local IoT Gateway สำหรับอุปกรณ์ IoT ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ IoT ภายในอาคารกับระบบคลาวด์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากผลการทดสอบพบว่า ภายใต้รูปแบบการเชื่อมต่อผ่าน Local IoT Gateway ข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ภายในอาคารอัจฉริยะสามารถส่งข้อมูลไปยังระบบคลาวด์ได้อย่างต่อเนื่องและครบถ้วนมากกว่าการเชื่อมต่อโดยตรงแบบทั่วไป แต่อย่างไรก็ตามการพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำงานบนอุปกรณ์ IoT จะต้องเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มเติมการสื่อสารกับ Local IoT Gateway แทนการเชื่อมต่อโดยตรงไปยังระบบคลาวด์ นอกจากนี้ภายใต้ระบบอาคารอัจฉริยะ (Smart Building System) จำเป็นจะต้องเพิ่มอุปกรณ์เพื่อทำหน้าที่เป็น Local IoT Gateway ติดตั้งภายในอาคารซึ่งอาจจะทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ในการพัฒนาต่อไปในอนาคต การทำงานของ Local IoT Gateway สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้นได้ โดยสามารถเพิ่มเติมหน้าที่ให้หลากหลายมากขึ้น เช่น เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลผ่านไปยังระบบอื่น ๆ เพิ่มการเชื่อมต่อโดยใช้โปรโตคอลที่มีความหลากหลายมากขึ้น ทั้งนี้ไม่จำเป็นต้องปรับปรุงโปรแกรมบนอุปกรณ์ IoT แต่ต้องปรับปรุงประสิทธิภาพของซอฟท์แวร์บน Gateway ทดแทน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้งาน Gateway เพื่อทำหน้าที่ในการกลั่นกรองข้อมูล หรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลให้เป็นไปตามที่ต้องการก่อนนำไปประมวลผลได้อีกทางหนึ่ง ทำให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์ใหม่ ๆ หรือการขยายระบบต่อไปในอนาคตสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

ศรีรุ่ง แก้วไพฑูรย์ และสมชาย เล็กเจริญ (2561) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง ระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ผ่าน Android และ IOS โดยมี

วัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศในห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต 2) เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการเปิด–ปิดไฟฟ้าในห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ผ่าน Android และ IOS ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต วิธีดาเนินการวิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การพัฒนาระบบอัจฉริยะในห้องเรียนประกอบด้วย Hardware และ Software โดยในส่วนของ Hardware จะประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ArduinoNodeMCU V3 ทำหน้าที่ประมวลผลชุดคำสั่งร่วมกับ ESP8266 ซึ่งเป็นโมดูล WiFi ขนาดเล็กใช้พลังงานน้อยเพียง 3.3V โดยทำหน้าที่รับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย WiFi ทำงานร่วมกับ Relay Module 5V/10A จำนวน 8 Chanel ทำหน้าที่เปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศและทำหน้าที่เปิด–ปิดไฟฟ้า ในส่วน Software จะใช้แอพพลิเคชัน Blynk ที่ติดตั้งบนสมาร์ทโฟน Andriod และ IOS เป็นชุดควบคุมหลักในการเปิด–ปิดและแจ้งสถานการณ์ทำงาน 2) การประเมินความพึงพอใจระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะกับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ โดยใช้แบบสอบถามซึ่งประกอบไปด้วยด้านประสิทธิภาพการทำงานฟังก์ชันระบบ ด้านอุปกรณ์ชุดควบคุมระบบ ด้านโปรแกรมควบคุมระบบ ด้านการติดต่อกับผู้ใช้งาน ด้านองค์ความรู้ และด้านประโยชน์กับองค์กร จากผลการวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.19 และค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมอยู่ที่ 0.31 ทั้งนี้หากแจกแจงผลการประเมินทั้งหมดทั้ง 6 ด้าน จะพบว่า 1) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.07 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 2) ด้านอุปกรณ์ชุดควบคุมระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.05 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 3) ด้านโปรแกรมควบคุมระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.14 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 4) ด้านการติดต่อกับผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 3.94 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42 5) ด้านองค์ความรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.08 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 6) ด้านประโยชน์กับองค์กรมีค่าเฉลี่ย 4.30 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44

ชนัญชิดา จันทร์ผึ้งสุข และกฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2561) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับสถานศึกษา เป็นการปฏิบัติงานตามหลักการที่เกิดจากความร่วมมือของบุคลากรทุกคน

โดยเริ่มจากผู้บริหารระดับสูงลงไปยังระดับปฏิบัติการ โดยสถาปัตยกรรมระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับสถานศึกษา ประกอบไปด้วยหลักการทำงาน นโยบายพลังงาน โครงสร้างหน้าที่ความรับผิดชอบ วางแผนการอนุรักษ์พลังงาน ปฏิบัติการและการควบคุม ตรวจสอบแก้ไข และทบทวนโดยฝ่ายบริหาร และได้นำอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเข้ามาช่วยจัดการพลังงาน ประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับ การเชื่อมต่อเครือข่าย ระบบประมวลผล ระบบบริหารจัดการ และอุปกรณ์อื่น เพื่อก่อให้เกิดระบบนิเวศพอเพียงที่มีทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ประกอบด้วยมนุษย์ อาคาร สิ่งแวดล้อม พลังงาน และความพอเพียง ที่สามารถอยู่ร่วมกันได้อย่างสมดุล

เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และหนึ่งฤทัย เอ้งฉ้วน (2560) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุมระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ IoT สำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อตอบโจทย์ความต้องการในยุคดิจิทัล โดยได้พัฒนาระบบต้นแบบการควบคุมระบบส่องสว่างในครัวเรือนจากสมาร์ทโฟน ระบบดังกล่าวประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ แอปพลิเคชัน Android, บริการ NETPIE และหน่วยควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านสมาร์ทโฟนได้จากทุกที่ที่สามารถเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต การควบคุมสามารถทำได้ทั้งระบบทัชสกรีนและการสั่งงานด้วยเสียง

กฤษณะ จันทสิทธิ์ (2556) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการพลังงานไฟฟ้าในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง วิเคราะห์หาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของห้องสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ในการศึกษาจะใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 Btu จำนวน 1 เครื่องและหลอดไฟชนิด T8 จำนวน 16 หลอด ห้องที่ใช้ศึกษามีขนาด 84 ตารางเมตร การศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการประหยัดพลังงานด้วยการลดเวลาการทำงานและการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้า (การล้างเครื่องปรับอากาศและการเปลี่ยนหลอดไฟ) ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ 1) ศึกษาสถานภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ 2) วิเคราะห์หาแนวทางการประหยัด

พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าและแสงสว่างภายในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ 3) วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม จากการศึกษาพบว่า ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่างถือเป็นพลังงานที่มีความสิ้นเปลืองมากที่สุดของอาคาร โดยมีสัดส่วนพลังงาน 61% ในระบบปรับอากาศและ 25% ในระบบแสงสว่าง จากการวิเคราะห์ด้านการลดเวลาทำงานของระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่างลง 1 ชั่วโมง สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 2.38 kWh/วัน และ 0.9 kWh/วัน ตามลำดับ สำหรับการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศและการเปลี่ยนหลอดไฟจาก T8 เป็น T5 สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 4.45 kWh/วัน และ 2.70 kWh/วัน ตามลำดับค่าใช้จ่ายในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเงินลงทุนในการล้างเครื่องปรับอากาศ ราคา 600 บาท/เครื่อง โดยมีระยะเวลาคืนทุนต่อ 36,000 Btu ประมาณ 0.11 ปี และเงินลงทุนในการเปลี่ยนหลอดไฟราคา 260 บาท/หลอด มีระยะเวลาคืนทุนต่อ 20 หลอด ประมาณ 1.58 ปี

ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล (2563) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การบริหารจัดการและวิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงานของอาคารประเภทโรงพยาบาล : กรณีศึกษาฝ่ายวิศวกรรม โรงพยาบาลตรัง โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานของแผนกวิศวกรรม อาคารประเภทโรงพยาบาลตรัง และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาล โดยมีขอบเขตการวิจัยเป็นสองส่วน คือ การหาแนวทางการบริหารจัดการพลังงาน โดยนำระบบการจัดการพลังงาน 8 ขั้นตอนมาใช้โดยยึดหลัก People, Process, Place (3P) มาใช้ในการดำเนินการ และการวิเคราะห์กระบวนการ (ProcessAnalysis) PA จนสามารถพัฒนานวัตกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้ดังนั้นจึงได้แนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาลตรังได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

พลวัฒน์ ดำรงกิจภากร (2556) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาการเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โทรศัพท์มือถือกรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรมเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ระบบแอนดรอยด์ในโทรศัพท์มือถือ และหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในโรงเรียน โดยสร้างโปรแกรมการเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบแอนดรอยด์บน

โทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศภายในห้องเรียนจำนวน 3 ห้องเรียนโดยศึกษาช่วงเวลาตั้งแต่ 08.30 น. ถึง 16.30 น. ในช่วงวันจันทร์-ศุกร์เป็นระยะเวลา 1 เดือน โปรแกรมที่ใช้สร้างคือ โปรแกรม Eclipse และบอร์ดโยโย่ ที่ใช้กับระบบแอนดรอยด์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้คือ 1) เพื่อศึกษาการทำงานของระบบแอนดรอยด์ในโทรศัพท์มือถือ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ระบบแอนดรอยด์ในโทรศัพท์มือถือ 3) เพื่อนำโปรแกรมที่พัฒนาไปทดสอบเก็บข้อมูลและเสนอแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในโรงเรียน โดยการศึกษางานวิจัยพบว่า โปรแกรมการเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าสามารถเก็บข้อมูลตามที่กำหนดได้ และสามารถวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของนักเรียนภายในห้องเรียนได้โดยปัจจัยของห้องไม่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่อุณหภูมิมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 26 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งสามารถระบุได้ว่าวันที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดคือ วันอังคาร ซึ่งสามารถนำผลที่ได้ไปหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อไปได้

จิรัฏฐา ภูบุญอบ และอรนุช ศรีสะอาด (2558) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยประยุกต์ใช้วัฏจักรของการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle:SDLC) ในการศึกษาความต้องการของผู้ใช้ระบบตลอดจนวิธีการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา ทดสอบติดตั้งใช้งานและประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ ซึ่งผลการประเมินพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบในภาพรวม และรายด้านอยู่ในระดับมาก

พาขวัญ ชูอำไพ และชลิตา ศรีนวล (2560) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบบัญชีสามมิติ ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจในการใช้งานระบบบัญชีสามมิติ ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) จำแนกตามการรับรู้การทำงานของระบบ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้มีสิทธิใช้งานระบบบัญชีสามมิติใน สจล. และใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวนทั้งสิ้น 97 ตัวอย่าง แบบสอบถามเป็นเครื่องมือหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ ข้อมูลส่วนบุคคล การรับรู้การทำงานของระบบและความพึงพอใจต่อการใช้งาน ข้อมูลเก็บรวบรวมระหว่างเดือนมกราคมถึงกันยายน

2558 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาซึ่งประกอบด้วยความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way ANOVA) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ความพึงพอใจของการใช้งานระบบบัญชีสามมิติของ สจล. แตกต่างกัน หากจำแนกการรับรู้การทำงานของระบบ นั่นคือ การรับรู้ประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ การรับรู้การออกแบบระบบ และการรับรู้สิ่งสนับสนุนและการให้บริการการใช้งาน แตกต่างกัน มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้งานระบบบัญชีสามมิติของ สจล. แตกต่างกัน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 และผลการศึกษา พบว่า ความพึงพอใจการใช้งานระบบบัญชีสามมิติของ สจล. ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยการรับรู้ประสิทธิภาพจากการใช้งานระบบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.18 รองลงมา คือ การรับรู้ด้านการออกแบบการใช้งานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.04 และปัญหาด้านการสนับสนุนและการให้บริการการใช้งานระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.96 ตามลำดับ ดังนั้น ผู้ดูแลระบบควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาและปรับปรุง ระบบการสนับสนุนและการให้บริการการใช้งานระบบบัญชีสามมิติเป็นอันดับแรกเพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้ใช้งาน

ฮาปือเสาะ หวังมะ (2562) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง ความพึงพอใจการใช้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของบุคลากรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาส เขต 2 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาสภาพปัญหาในการให้บริการของบุคลากรกลุ่มส่งเสริมการศึกษาทางไกลเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาส เขต 2 และ 2) ศึกษาความพึงพอใจการใช้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของบุคลากรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาส เขต 2 ด้วยวิธีการวิจัยแบบผสมผสาน (MixedMethod) ประชากรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 92 คน โดยกำหนดขนาดประชากรจากตารางเครจซี่ มอร์แกน ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เครื่องมือเชิงคุณภาพ คือแบบสัมภาษณ์ โดยวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Research) สำหรับเครื่องมือเชิงปริมาณ คือแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัย ศึกษาสภาพปัญหาในการให้บริการของบุคลากร พบว่า 1) ด้านบุคลากร 2) คอมพิวเตอร์ระบบเครือข่าย และ 3) การบริหารจัดการและความพึงพอใจการใช้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของบุคลากรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา

นราธิวาส เขต 2 อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) 4.04 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.79

จากผลการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การจัดการพลังงานไฟฟ้า การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน สรุปได้ว่าในการพัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในทุกองค์กรหรือทุกหน่วยงานจำเป็นจะต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐาน กระบวนการทำงานในปัจจุบัน รวมไปถึงสภาพปัญหาและความเป็นไปได้ของการพัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้า ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ให้สามารถควบคุมและแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าบนสมาร์ตโฟนผ่านแอปพลิเคชัน โดยนำอุปกรณ์ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าติดตั้งในห้องทำงานและเชื่อมต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า บันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า คำนวณค่าไฟฟ้า ควบคุมการเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า พร้อมกันนั้นยังมีการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 2) เพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) โดยการพัฒนาระบบด้วยวิธีวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ซึ่งในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบผู้วิจัยได้นำแนวคิดอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยมีขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

โดยศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์มหาวิทยาลัยนครพนม มีรายละเอียดดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย บุคลากรของวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ทั้งหมดจำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1.1 กลุ่มที่ 1 ผู้บริหาร จำนวน 4 คน

1.2 กลุ่มที่ 2 บุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน จำนวน 36 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าของบุคลากรภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) และแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยกำหนดหัวข้อในการศึกษาไว้ดังนี้

2.1 แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้บริหาร ประกอบด้วย 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบันในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า

ตอนที่ 3 ปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตอนที่ 4 ความต้องการระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.2 แบบสอบถาม (Questionnaires) เก็บรวบรวมข้อมูลบุคลากรสายวิชาการและสายสนันสนุน ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นตรวจสอบรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ดังนี้

1. สภาพปัจจุบันของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงาน โดยเก็บข้อมูลของห้องทำงาน จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) และชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) เพื่อสรุปข้อมูลทั้งหมด

2. พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามระดับพฤติกรรม 3 ระดับ คือ ไม่เคยปฏิบัติ ปฏิบัติบางครั้ง ปฏิบัติทุกครั้ง โดยผู้วิจัยจะนำผลของระดับพฤติกรรมไปหาค่าร้อยละและสรุปข้อมูล

3. ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า มีลักษณะเป็นตรวจสอบรายการ (Check List) ประกอบด้วย ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล และด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิด (Open-ended Form)

3. วิธีการสร้างเครื่องมือและดำเนินการเก็บข้อมูล

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือและเก็บข้อมูลจากสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการไว้ดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

3.2 นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เนื้อหา เพื่อให้ได้กรอบแนวคิดเบื้องต้นในการสร้างแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

3.3 นำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะ

3.4 นำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามมาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

3.6 นำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินหาค่าความเที่ยงตรงหรือค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

3.6.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3.6.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3.6.3 อาจารย์จิ่ม ยืนนาน ตำแหน่ง รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยนครพนม

3.6.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

3.6.5 นายพัฒน์ธวัตร์ เอี่ยมสม ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนครพนม

โดยแบบสัมภาษณ์มีค่า IOC เท่ากับ 0.97 และแบบสอบถามมีค่า IOC เท่ากับ 0.91

3.7 เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ทั้งนี้รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น ณ วันที่ 16 เมษายน 2564

3.8 ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลกับประชากร ตามที่ได้กำหนดไว้

3.9 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ผู้วิจัยนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อให้ได้สภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

4.1 การหาค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\square = \frac{\square\square 100}{\square}$$

เมื่อ $\square$ แทน ร้อยละ

$\square$ แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

$\square$ แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

4.2 การหาค่าเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Obective Congruence : IOC) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\square\square\square = \frac{\sum \square}{\square}$$

เมื่อ $\square\square\square$ แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง +1

$\sum \square$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

$\square$ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

การวิจัยในระยะที่ 2 เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์เนื้อหาในระยะที่ 1 มาออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยการพัฒนาระบบด้วยวิธีวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบนำแนวคิดอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเข้ามาเป็นส่วนประกอบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษาโครงสร้างระบบไฟฟ้าและอินเทอร์เน็ตภายในอาคาร
2. อุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า
3. การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า
4. การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1. การศึกษาโครงสร้างระบบไฟฟ้าและอินเทอร์เน็ตภายในอาคาร

ภาพประกอบ 8 พื้นที่ห้องทำงานและสัญญาณอินเทอร์เน็ต
บริเวณชั้น 1 อาคารศรีโคตรบูรณ์

ผู้วิจัยเลือกศึกษาโครงสร้างระบบไฟฟ้าและอินเทอร์เน็ต ชั้น 1 อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ซึ่งในบริเวณ ชั้น 1 ประกอบด้วย ห้องเรียน ห้องทำงาน และห้องประชุม ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในชั้นนี้เป็นประจำและต่อเนื่องกว่าชั้นอื่น ๆ โดยห้องที่มีแถบสีทึบในภาพประกอบ 8 เป็นห้องที่มีการใช้งานมากที่สุดในบริเวณชั้น 1 และพื้นที่ในวงกลมคือขอบเขตการกระจายสัญญาณของระบบอินเทอร์เน็ตในบริเวณนั้น

2. อุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า

อุปกรณ์ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า เป็นการนำผลจากการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้ามาวิเคราะห์และออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งเพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีดังนี้

2.1 เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 คือโมดูล WiFi ที่มีสามารถโปรแกรมลงทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ และมีพื้นที่โปรแกรมที่ 4MB ซึ่งไอซี NodeMCU ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (Flash Memory) ในตัว โดยใช้ไอซีภายนอก (External Flash Memory) ในการเก็บโปรแกรม ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่ง

สาเหตุนี้เองทำให้โมดูล NodeMCU ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่น ๆ

NodeMCU ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์ – 3.6 โวลต์ การนำไปใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่น ๆ ที่ใช้แรงดัน 5 โวลต์ ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วย เพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA ความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น PIR Sensor ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาพประกอบ 9 เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266

2.2 อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM–004T

PZEM–004T เป็นอุปกรณ์สำหรับการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อบันทึกการใช้งานไฟฟ้า เพื่อการตรวจสอบ วัดค่าการใช้พลังงาน และสามารถวัดค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดเช่น แรงดัน (VAC) กระแส (IAC) กำลังไฟฟ้าจริง (Active power) ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy) เพื่อมาใช้ในการคำนวณหรือควบคุมพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถใช้เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เขียนโปรแกรมควบคุมและสั่งงานเพื่อวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการใช้งาน PZEM–004T สามารถนำขดลวดหม้อแปลงกระแสคร่อมสายไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้า (สาย Line) และต่อบอร์ดรับสัญญาณเข้ากับเมนบอร์ดชุดควบคุม

ภาพประกอบ 10 อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM–004T

2.3 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor

PIR Motion Sensor HC-SR501 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เป็นเซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับความเคลื่อนไหวระยะสูงสุด 7 เมตร Output แบบ Digital ที่ขา OUT มีตัวต้านทานปรับค่าได้ สำหรับปรับ Sensitivity และปรับ Output ให้หน่วงเวลาค้างไว้ได้ ใช้แรงดันในการทำงาน 5 โวลต์ เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์ที่ขา OUT ทำงานคล้ายสวิตซ์มีจัมพ์เปอร์ให้เลือกชนิดของเอาต์พุต คือ ในสภาวะที่ไม่มีการตรวจจับให้เอาต์พุตเป็น LOW และเมื่อตรวจจับให้เอาต์พุตเป็น HIGH ในสภาวะที่ไม่มีการตรวจจับให้เอาต์พุตเป็น HIGH และเมื่อตรวจจับให้เอาต์พุตเป็น LOW

ภาพประกอบ 11 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor

2.4 ชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์ 4 Channel

ชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้าทำหน้าที่ในการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ สามารถทำงานได้ตั้งแต่แรงดัน 5 โวลต์ จนถึง 220 โวลต์ แยกแบบอิสระ Isolation Control Relay 4 ช่อง พร้อมไฟ LED แสดงสถานะเพื่อให้ง่ายต่อการต่อแผงวงจรเข้ากับเมนด์บอร์ด โดยหลักการทำงานของลีเรย์จะรับคำสั่งจากเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เพื่อสั่งให้ทำงานในการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า

ภาพประกอบ 12 ชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์ 4 Channel

3. การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า

การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมและเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่าน Arduino IDE ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า 2) ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร สามารถดูการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบปัจจุบันหรือย้อนหลังได้ คำนวณค่าไฟฟ้าตามวันเวลาที่กำหนดสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือเลือกให้ระบบเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติ สามารถดูการแสดงผลและใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน Blynk โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้ามีดังนี้

3.1 โปรแกรม Arduino IDE

Arduino IDE เป็นเครื่องมือการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน สามารถติดตั้งโปรแกรมลงในคอมพิวเตอร์และเชื่อมต่อกับเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 ผ่านทางพอร์ต USB และส่งสัญญาณพร้อมรอรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้มีการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตามที่กำหนด

ภาพประกอบ 13 โปรแกรม Arduino IDE

3.2 แอปพลิเคชัน Blynk

Blynk เป็นแพลตฟอร์มที่เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ทั้งระบบ iOS และ Android เพื่อควบคุม Arduino, Raspberry Pi บนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นแผงควบคุมระบบดิจิตอลที่ผู้ใช้สามารถสร้างส่วนต่อประสานกราฟฟิกสำหรับโครงการของผู้ใช้โดยการลากและวางเครื่องมือ (Widgets) ที่มีให้เลือกอยู่หลากหลาย ซึ่ง Blynk ไม่ได้ผูกติด

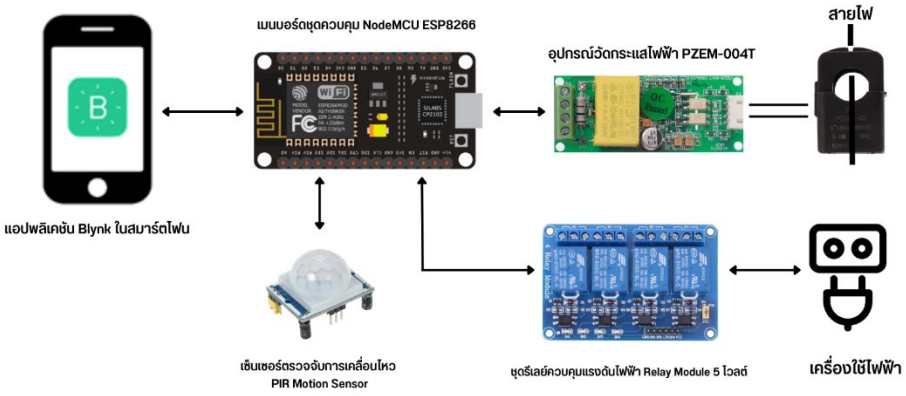
อยู่กับบอร์ดหรือบอร์ดเสริมบางตัว แต่จะสนับสนุนฮาร์ดแวร์ที่นักพัฒนาเลือก ไม่ว่าจะเป็น Arduino หรือ Raspberry Pi จะเชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wi-Fi) หรือแบบมีสาย

ภาพประกอบ 14 แอปพลิเคชัน Blynk

3.3 ขั้นตอนการเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในขั้นตอนนี้ เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้ากับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในแอปพลิเคชัน Blynk โดยเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า 2) ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และ Upload ผ่านพอร์ต USB เข้าเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM-004T เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor และชุดรีเลยควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์ 4 Channel

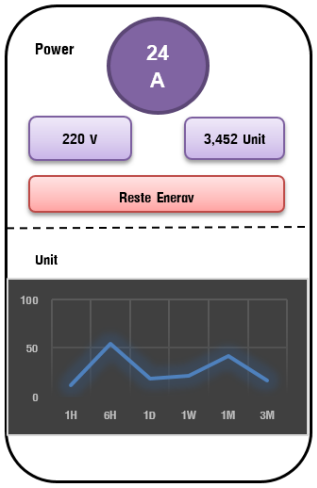
ภาพประกอบ 15 การเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE

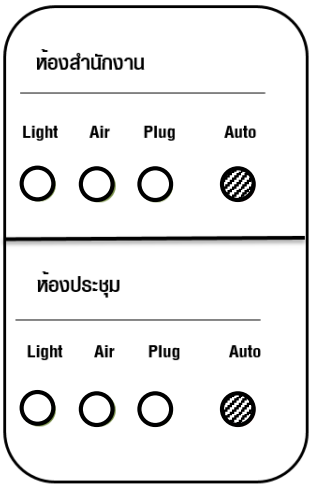


ภาพประกอบ 16 การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า

4. การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

เมื่อเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้าเสร็จสิ้นแล้ว ผู้ใช้งานสามารถใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้งานได้ทั้งระบบ Android และ IOS ผู้วิจัยได้กำหนดระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าไว้ 2 ส่วนคือ 1) แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 2) ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้





1) แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า

- ขนาดของแรงดันไฟฟ้า (V)
- ปริมาณของกระแสไฟฟ้า (A)
- ปริมาณการใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง (Unit)

2) ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

○ : เปิด–ปิดการทำงาน

▨ : เปิด–ปิดอัตโนมัติ

ภาพประกอบ 17 การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

การประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีขั้นตอนดังนี้

1. การประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

1.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ จำนวน 2 คน

1.1.1.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.1.1.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบงานไฟฟ้าและอาคารสถานที่ จำนวน 3 คน

1.1.2.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.1.2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเยี่ยม ยศเรืองศักดิ์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.1.2.3 นายณัฐวุฒิ สุริวรรณ์ ตำแหน่ง รักษาการหัวหน้าสำนักงานคณบดี วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยมีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านระบบสารสนเทศและผู้เชี่ยวชาญด้านระบบงานไฟฟ้าและอาคารสถานที่ เป็นผู้ทดลองใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารและประเมินประสิทธิภาพจากแบบประเมิน โดยมีลักษณะของเครื่องมือดังต่อไปนี้

1.2.1 แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งในการปฏิบัติงาน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ (Check list)

ตอนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม จะมีลักษณะเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่าน้ำหนักคะแนนไว้ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับการประเมิน
5	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3	เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยแปลผลตามเกณฑ์ตัดสินการวิเคราะห์ มีระดับความพึงพอใจดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4.51 – 5.00	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด (Open Ended)

1.3 วิธีการสร้างเครื่องมือและดำเนินเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือและเก็บข้อมูลแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการไว้ดังนี้

1.3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

1.3.2 นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เนื้อหา เพื่อให้ได้กรอบแนวคิดเบื้องต้นในสร้างเป็นแบบประเมินประสิทธิภาพ

1.3.3 นำแบบประเมินประสิทธิภาพที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะ

1.3.4 นำแบบประเมินประสิทธิภาพมาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.3.5 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

1.3.6 นำแบบประเมินประสิทธิภาพเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินหาค่าความเที่ยงตรงหรือค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

1.3.6.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.3.6.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.3.6.3 อาจารย์จิ่ม ยืนนาน ตำแหน่ง รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยนครพนม

1.3.6.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.3.6.5 นายพัฒน์ธวัตร์ เอี่ยมสม ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนครพนม

โดยแบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า มีค่า IOC เท่ากับ 0.96

1.3.7 เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ทั้งนี้รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น ณ วันที่ 16 เมษายน 2564

1.3.8 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบโดยการทดลองใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม และตอบแบบประเมินประสิทธิภาพ

1.3.9 นำแบบประเมินประสิทธิภาพที่ได้มาวิเคราะห์ เกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2. การประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

การประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจ เมื่อผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย บุคลากรของวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ทั้งหมด
จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

2.1.1 กลุ่มที่ 1 ผู้บริหาร จำนวน 4 คน

2.1.2 กลุ่มที่ 2 บุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน จำนวน 36 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่องระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นแบบประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ของบุคลากรวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยมีลักษณะของเครื่องมือดังต่อไปนี้

2.2.1 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งในการปฏิบัติงาน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ (Check list)

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีลักษณะเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่าน้ำหนักคะแนนไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับความเหมาะสม
5	ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4	ความพึงพอใจในระดับมาก
3	ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2	ความพึงพอใจในระดับน้อย
1	ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยแปลผลตามเกณฑ์ตัดสินการวิเคราะห์ มีระดับความพึงพอใจดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
4.51 – 5.00	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
2.51 – 3.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของผู้ใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด (Open Ended)

2.3 วิธีการสร้างเครื่องมือและดำเนินเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือและเก็บข้อมูลของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ดังนี้

2.3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

2.3.2 นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เนื้อหา เพื่อให้ได้กรอบแนวคิดเบื้องต้นในสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

2.3.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะ

2.3.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจมาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.3.5 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

2.3.6 นำแบบประเมินความพึงพอใจเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินหาค่าความเที่ยงตรงหรือค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

2.3.6.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2.3.6.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2.3.6.3 อาจารย์จิ่ม ยืนนาน ตำแหน่ง รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยนครพนม

2.3.6.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

2.3.6.5 นายพัฒน์ธวัตร์ เอี่ยมสม ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนครพนม

โดยแบบประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้ามีค่า IOC เท่ากับ 0.96

2.3.7 เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ทั้งนี้รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น ณ วันที่ 16 เมษายน 2564

2.3.8 ผู้วิจัยนำแบบประเมินความพึงพอใจไปเก็บข้อมูลกับประชาการตามที่กำหนดไว้ โดยให้ทดลองใช้ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และตอบแบบประเมินความพึงพอใจตามความเป็นจริง

2.3.9 นำแบบประเมินความพึงพอใจ ที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ แล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยใช้วิธีการทางสถิติด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ต่อไป

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ดังนี้

3.1 การหาค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\square = \frac{\square\square 100}{\square}$$

เมื่อ $\square$ แทน ร้อยละ

$\square$ แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

$\square$ แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.2 การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง (Central Tendency) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean : $\overline{X}$) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\Sigma \square}{\square}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum$ □ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

□ แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.3 การวัดการกระจายของข้อมูล (Measure of Variation) ได้แก่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยใช้สูตรดังนี้

$$□.□. = \sqrt{\frac{□\sum□^2-(\Sigma□)^2}{□(□-1)}}$$

เมื่อ □.□. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

□ แทน ค่าคะแนน

□ แทน จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่ม

□ แทน ผลรวม

3.4 การหาค่าเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Obective Congruence : IOC) โดยใช้สูตรดังนี้

$$□□□ = \frac{\Sigma□}{□}$$

เมื่อ □□□ แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง +1

$\sum$ □ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

□ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 2) เพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) โดยการพัฒนาระบบด้วยวิธีวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ซึ่งในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบผู้วิจัยได้นำแนวคิดอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยมีขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

โดยศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์มหาวิทยาลัยนครพนม มีรายละเอียดดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย บุคลากรของวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ทั้งหมดจำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1.1 กลุ่มที่ 1 ผู้บริหาร จำนวน 4 คน

1.2 กลุ่มที่ 2 บุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน จำนวน 36 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าของบุคลากรภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) และแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยกำหนดหัวข้อในการศึกษาไว้ดังนี้

2.1 แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้บริหาร ประกอบด้วย 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบันในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า

ตอนที่ 3 ปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตอนที่ 4 ความต้องการระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.2 แบบสอบถาม (Questionnaires) เก็บรวบรวมข้อมูลบุคลากรสายวิชาการและสายสนันสนุน ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นตรวจสอบรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ดังนี้

1. สภาพปัจจุบันของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงาน โดยเก็บข้อมูลของห้องทำงาน จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) และชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) เพื่อสรุปข้อมูลทั้งหมด

2. พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามระดับพฤติกรรม 3 ระดับ คือ ไม่เคยปฏิบัติ ปฏิบัติบางครั้ง ปฏิบัติทุกครั้ง โดยผู้วิจัยจะนำผลของระดับพฤติกรรมไปหาค่าร้อยละและสรุปข้อมูล

3. ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า มีลักษณะเป็นตรวจสอบรายการ (Check List) ประกอบด้วย ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล และด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิด (Open-ended Form)

3. วิธีการสร้างเครื่องมือและดำเนินการเก็บข้อมูล

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือและเก็บข้อมูลจากสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการไว้ดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

3.2 นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เนื้อหา เพื่อให้ได้กรอบแนวคิดเบื้องต้นในการสร้างแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

3.3 นำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะ

3.4 นำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามมาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

3.6 นำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินหาค่าความเที่ยงตรงหรือค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

3.6.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3.6.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3.6.3 อาจารย์จิ่ม ยืนนาน ตำแหน่ง รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยนครพนม

3.6.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

3.6.5 นายพัฒน์ธวัตร์ เอี่ยมสม ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนครพนม

โดยแบบสัมภาษณ์มีค่า IOC เท่ากับ 0.97 และแบบสอบถามมีค่า IOC เท่ากับ 0.91

3.7 เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ทั้งนี้รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น ณ วันที่ 16 เมษายน 2564

3.8 ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลกับประชากร ตามที่ได้กำหนดไว้

3.9 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ผู้วิจัยนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อให้ได้สภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

4.1 การหาค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\square = \frac{\square\square 100}{\square}$$

เมื่อ $\square$ แทน ร้อยละ

$\square$ แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

$\square$ แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

4.2 การหาค่าเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Obective Congruence : IOC) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\square\square\square = \frac{\sum \square}{\square}$$

เมื่อ $\square\square\square$ แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง +1

$\sum \square$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

$\square$ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

การวิจัยในระยะที่ 2 เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์เนื้อหาในระยะที่ 1 มาออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยการพัฒนาระบบด้วยวิธีวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบนำแนวคิดอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเข้ามาเป็นส่วนประกอบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษาโครงสร้างระบบไฟฟ้าและอินเทอร์เน็ตภายในอาคาร
2. อุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า
3. การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า
4. การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1. การศึกษาโครงสร้างระบบไฟฟ้าและอินเทอร์เน็ตภายในอาคาร

ภาพประกอบ 8 พื้นที่ห้องทำงานและสัญญาณอินเทอร์เน็ต
บริเวณชั้น 1 อาคารศรีโคตรบูรณ์

ผู้วิจัยเลือกศึกษาโครงสร้างระบบไฟฟ้าและอินเทอร์เน็ต ชั้น 1 อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ซึ่งในบริเวณ ชั้น 1 ประกอบด้วย ห้องเรียน ห้องทำงาน และห้องประชุม ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในชั้นนี้เป็นประจำและต่อเนื่องกว่าชั้นอื่น ๆ โดยห้องที่มีแถบสีทึบในภาพประกอบ 8 เป็นห้องที่มีการใช้งานมากที่สุดในบริเวณชั้น 1 และพื้นที่ในวงกลมคือขอบเขตการกระจายสัญญาณของระบบอินเทอร์เน็ตในบริเวณนั้น

2. อุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า

อุปกรณ์ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า เป็นการนำผลจากการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้ามาวิเคราะห์และออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งเพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีดังนี้

2.1 เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 คือโมดูล WiFi ที่มีสามารถโปรแกรมลงทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ และมีพื้นที่โปรแกรมที่ 4MB ซึ่งไอซี NodeMCU ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (Flash Memory) ในตัว โดยใช้ไอซีภายนอก (External Flash Memory) ในการเก็บโปรแกรม ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่ง

สาเหตุนี้เองทำให้โมดูล NodeMCU ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่น ๆ

NodeMCU ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์ – 3.6 โวลต์ การนำไปใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่น ๆ ที่ใช้แรงดัน 5 โวลต์ ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วย เพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA ความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น PIR Sensor ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาพประกอบ 9 เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266

2.2 อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM–004T

PZEM–004T เป็นอุปกรณ์สำหรับการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อบันทึกการใช้งานไฟฟ้า เพื่อการตรวจสอบ วัดค่าการใช้พลังงาน และสามารถวัดค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดเช่น แรงดัน (VAC) กระแส (IAC) กำลังไฟฟ้าจริง (Active power) ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy) เพื่อมาใช้ในการคำนวณหรือควบคุมพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถใช้เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เขียนโปรแกรมควบคุมและสั่งงานเพื่อวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการใช้งาน PZEM–004T สามารถนำขดลวดหม้อแปลงกระแสคร่อมสายไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้า (สาย Line) และต่อบอร์ดรับสัญญาณเข้ากับเมนบอร์ดชุดควบคุม

ภาพประกอบ 10 อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM–004T

2.3 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor

PIR Motion Sensor HC-SR501 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เป็นเซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับความเคลื่อนไหวระยะสูงสุด 7 เมตร Output แบบ Digital ที่ขา OUT มีตัวต้านทานปรับค่าได้ สำหรับปรับ Sensitivity และปรับ Output ให้หน่วงเวลาค้างไว้ได้ ใช้แรงดันในการทำงาน 5 โวลต์ เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์ที่ขา OUT ทำงานคล้ายสวิตซ์มีจัมพ์เปอร์ให้เลือกชนิดของเอาต์พุต คือ ในสภาวะที่ไม่มีการตรวจจับให้เอาต์พุตเป็น LOW และเมื่อตรวจจับให้เอาต์พุตเป็น HIGH ในสภาวะที่ไม่มีการตรวจจับให้เอาต์พุตเป็น HIGH และเมื่อตรวจจับให้เอาต์พุตเป็น LOW

ภาพประกอบ 11 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor

2.4 ชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์ 4 Channel

ชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้าทำหน้าที่ในการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ สามารถทำงานได้ตั้งแต่แรงดัน 5 โวลต์ จนถึง 220 โวลต์ แยกแบบอิสระ Isolation Control Relay 4 ช่อง พร้อมไฟ LED แสดงสถานะเพื่อให้ง่ายต่อการต่อแผงวงจรเข้ากับเมนด์บอร์ด โดยหลักการทำงานของลีเรย์จะรับคำสั่งจากเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เพื่อสั่งให้ทำงานในการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า

ภาพประกอบ 12 ชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์ 4 Channel

3. การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า

การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมและเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่าน Arduino IDE ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า 2) ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร สามารถดูการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบปัจจุบันหรือย้อนหลังได้ คำนวณค่าไฟฟ้าตามวันเวลาที่กำหนดสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือเลือกให้ระบบเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติ สามารถดูการแสดงผลและใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน Blynk โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้ามีดังนี้

3.1 โปรแกรม Arduino IDE

Arduino IDE เป็นเครื่องมือการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน สามารถติดตั้งโปรแกรมลงในคอมพิวเตอร์และเชื่อมต่อกับเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 ผ่านทางพอร์ต USB และส่งสัญญาณพร้อมรอรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้มีการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตามที่กำหนด

ภาพประกอบ 13 โปรแกรม Arduino IDE

3.2 แอปพลิเคชัน Blynk

Blynk เป็นแพลตฟอร์มที่เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ทั้งระบบ iOS และ Android เพื่อควบคุม Arduino, Raspberry Pi บนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นแผงควบคุมระบบดิจิตอลที่ผู้ใช้สามารถสร้างส่วนต่อประสานกราฟฟิกสำหรับโครงการของผู้ใช้โดยการลากและวางเครื่องมือ (Widgets) ที่มีให้เลือกอยู่หลากหลาย ซึ่ง Blynk ไม่ได้ผูกติด

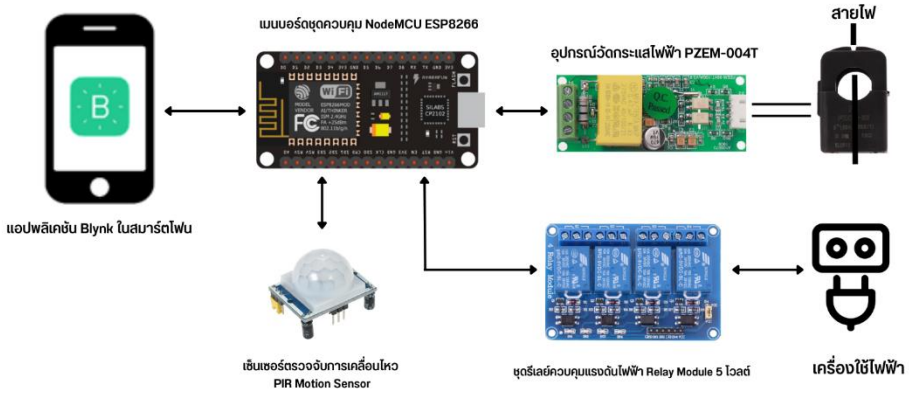
อยู่กับบอร์ดหรือบอร์ดเสริมบางตัว แต่จะสนับสนุนฮาร์ดแวร์ที่นักพัฒนาเลือก ไม่ว่าจะเป็น Arduino หรือ Raspberry Pi จะเชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wi-Fi) หรือแบบมีสาย

ภาพประกอบ 14 แอปพลิเคชัน Blynk

3.3 ขั้นตอนการเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในขั้นตอนนี้ เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้ากับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในแอปพลิเคชัน Blynk โดยเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า 2) ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และ Upload ผ่านพอร์ต USB เข้าเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM-004T เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor และชุดรีเลยควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์ 4 Channel

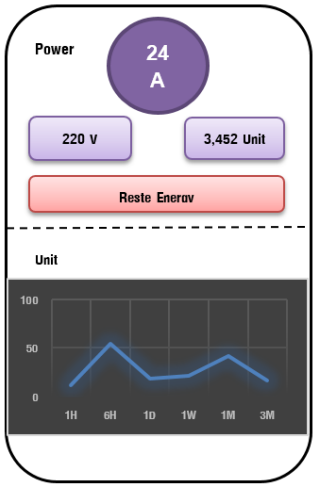
ภาพประกอบ 15 การเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE

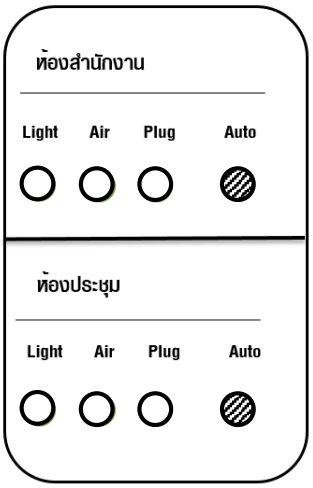


ภาพประกอบ 16 การเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้า

4. การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

เมื่อเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้าเสร็จสิ้นแล้ว ผู้ใช้งานสามารถใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้งานได้ทั้งระบบ Android และ IOS ผู้วิจัยได้กำหนดระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าไว้ 2 ส่วนคือ 1) แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 2) ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้





1) แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า

- ขนาดของแรงดันไฟฟ้า (V)
- ปริมาณของกระแสไฟฟ้า (A)
- ปริมาณการใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง (Unit)

2) ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

○ : เปิด-ปิดการทำงาน

▨ : เปิด-ปิดอัตโนมัติ

ภาพประกอบ 17 การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

การประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีขั้นตอนดังนี้

1. การประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

1.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ จำนวน 2 คน

1.1.1.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.1.1.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบงานไฟฟ้าและอาคารสถานที่ จำนวน 3 คน

1.1.2.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.1.2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเยี่ยม ยศเรืองศักดิ์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.1.2.3 นายณัฐวุฒิ สุริวรรณ์ ตำแหน่ง รักษาการหัวหน้าสำนักงานคณบดี วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยมีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านระบบสารสนเทศและผู้เชี่ยวชาญด้านระบบงานไฟฟ้าและอาคารสถานที่ เป็นผู้ทดลองใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารและประเมินประสิทธิภาพจากแบบประเมิน โดยมีลักษณะของเครื่องมือดังต่อไปนี้

1.2.1 แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งในการปฏิบัติงาน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ (Check list)

ตอนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม จะมีลักษณะเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่าน้ำหนักคะแนนไว้ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับการประเมิน
5	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3	เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยแปลผลตามเกณฑ์ตัดสินการวิเคราะห์ มีระดับความพึงพอใจดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4.51 – 5.00	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด (Open Ended)

1.3 วิธีการสร้างเครื่องมือและดำเนินเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือและเก็บข้อมูลแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการไว้ดังนี้

1.3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

1.3.2 นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เนื้อหา เพื่อให้ได้กรอบแนวคิดเบื้องต้นในสร้างเป็นแบบประเมินประสิทธิภาพ

1.3.3 นำแบบประเมินประสิทธิภาพที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะ

1.3.4 นำแบบประเมินประสิทธิภาพมาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.3.5 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

1.3.6 นำแบบประเมินประสิทธิภาพเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินหาค่าความเที่ยงตรงหรือค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

1.3.6.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.3.6.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.3.6.3 อาจารย์จิ่ม ยืนนาน ตำแหน่ง รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยนครพนม

1.3.6.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.3.6.5 นายพัฒน์ธวัตร์ เอี่ยมสม ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนครพนม

โดยแบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า มีค่า IOC เท่ากับ 0.96

1.3.7 เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ทั้งนี้รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น ณ วันที่ 16 เมษายน 2564

1.3.8 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบโดยการทดลองใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม และตอบแบบประเมินประสิทธิภาพ

1.3.9 นำแบบประเมินประสิทธิภาพที่ได้มาวิเคราะห์ เกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2. การประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

การประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจ เมื่อผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย บุคลากรของวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ทั้งหมด
จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

2.1.1 กลุ่มที่ 1 ผู้บริหาร จำนวน 4 คน

2.1.2 กลุ่มที่ 2 บุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน จำนวน 36 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่องระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นแบบประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ของบุคลากรวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยมีลักษณะของเครื่องมือดังต่อไปนี้

2.2.1 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งในการปฏิบัติงาน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ (Check list)

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีลักษณะเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่าน้ำหนักคะแนนไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับความเหมาะสม
5	ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4	ความพึงพอใจในระดับมาก
3	ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2	ความพึงพอใจในระดับน้อย
1	ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยแปลผลตามเกณฑ์ตัดสินการวิเคราะห์ มีระดับความพึงพอใจดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
4.51 – 5.00	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
2.51 – 3.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของผู้ใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด (Open Ended)

2.3 วิธีการสร้างเครื่องมือและดำเนินเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือและเก็บข้อมูลของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ดังนี้

2.3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

2.3.2 นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เนื้อหา เพื่อให้ได้กรอบแนวคิดเบื้องต้นในสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

2.3.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะ

2.3.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจมาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.3.5 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

2.3.6 นำแบบประเมินความพึงพอใจเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินหาค่าความเที่ยงตรงหรือค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

2.3.6.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2.3.6.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2.3.6.3 อาจารย์จิ่ม ยืนนาน ตำแหน่ง รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยนครพนม

2.3.6.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

2.3.6.5 นายพัฒน์ธวัตร์ เอี่ยมสม ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนครพนม

โดยแบบประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้ามีค่า IOC เท่ากับ 0.96

2.3.7 เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ทั้งนี้รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น ณ วันที่ 16 เมษายน 2564

2.3.8 ผู้วิจัยนำแบบประเมินความพึงพอใจไปเก็บข้อมูลกับประชาการตามที่กำหนดไว้ โดยให้ทดลองใช้ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และตอบแบบประเมินความพึงพอใจตามความเป็นจริง

2.3.9 นำแบบประเมินความพึงพอใจ ที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ แล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยใช้วิธีการทางสถิติด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ต่อไป

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ดังนี้

3.1 การหาค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{fX100}{n}$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.2 การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง (Central Tendency) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean : $\overline{X}$) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\Sigma \square}{\square}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.3 การวัดการกระจายของข้อมูล (Measure of Variation) ได้แก่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยใช้สูตรดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน ค่าคะแนน

n แทน จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่ม

Σ แทน ผลรวม

3.4 การหาค่าเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Obective Congruence : IOC) โดยใช้สูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{K}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง +1

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

K แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 2) เพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สามารถดำเนินการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้บริหาร

โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้บริหาร จำนวน 4 คน ประกอบด้วย คณบดี รองคณบดีฝ่ายบริหาร หัวหน้าสำนักงานคณบดี วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม และผู้อำนวยการกองนโยบายและแผน สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนครพนม โดยใช้การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1.1 สภาพปัจจุบันในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า

อาคารศรีโคตรบูรณ์ อยู่ภายใต้การบริหารงานโดย วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มีการจัดการพลังงานไฟฟ้าตามนโยบายและแนวปฏิบัติของมหาวิทยาลัยนครพนม ด้านการประหยัดพลังงาน

“NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ภายใน 6 เดือน โดยมีฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับและดูแล มีเจ้าหน้าที่การเงินทำหน้าที่รายงานค่าไฟฟ้าต่อคณะผู้บริหารวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ และมหาวิทยาลัยนครพนม ตามรายละเอียดดังนี้

1.1.1 นโยบายหรือแนวปฏิบัติในการจัดการพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน

1.1.1.1 โครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ในทุกคณะและวิทยาลัยโดยอ้างอิงจากไตรมาสแรกของปี 2562

1.1.1.2 รณรงค์ประหยัดไฟฟ้าในหน่วยงานตามมาตรการที่กำหนด เช่น ปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 12.00–13.00 น. เพื่อลดการใช้พลังงาน ปิดไฟแสงสว่างทุกครั้งหลังออกจากห้อง โดยมีการติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามจุดต่าง ๆ

1.1.2 การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารศรีโคตรบูรณ์

วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มีการมอบหมายฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับดูแลระบบไฟฟ้าและการใช้งานพลังงานไฟฟ้าในภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ

1.1.3 การรายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มอบหมายให้เจ้าหน้าที่การเงินสรุปค่าไฟฟ้ารายเดือนเสนอผู้บริหารต่อที่ประชุมของวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนมทุกเดือนและสรุปเป็นรายไตรมาสเข้าที่ประชุมของมหาวิทยาลัยนครพนม

1.2 ปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

ด้านปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่า นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยนครพนมกำหนด ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ตามที่ตั้งเป้าไว้ และอาคารศรีโคตรบูรณ์เป็นอาคารขนาดใหญ่ส่งผลให้การกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ทั่วถึง รวมถึงไม่มีระบบสารสนเทศที่รายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.2.1 ด้านนโยบายหรือแนวปฏิบัติ

1.2.1.1 นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยนครพนมกำหนดไว้ ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20%

1.2.1.2 ประกาศมหาวิทยาลัยนครพนม เรื่อง หลักเกณฑ์วิธีการ และอัตราการขอใช้สถานที่ ห้องประชุม ห้องบรรยาย และครุภัณฑ์ พบว่า มีการเก็บค่าบำรุงการบริหารจัดการสถานที่น้อยกว่าค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในการใช้งาน

1.2.2 ด้านผู้รับผิดชอบ

1.2.2.1 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีคณะกรรมการผู้รับผิดชอบด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.2.2.2 เจ้าหน้าที่ผู้กำกับดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึง

1.2.3 ด้านการรายงานข้อมูล

วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ทั้งยังไม่สามารถเก็บข้อมูลรายห้อง ทำให้ไม่มีข้อมูลสารสนเทศเสนอต่อผู้บริหารนำมาใช้ในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร

1.3. ความต้องการระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า มีความต้องการระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ความต้องการได้ 3 ด้าน ดังนี้

1.3.1 ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล

1.3.1.1 ต้องการให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละห้อง เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องพักอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์

1.3.1.2 ต้องการให้มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์ให้อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

1.3.2 ด้านการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล

1.3.2.1 ต้องการระบบที่สามารถรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละห้องในแต่ละช่วงเวลาภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ที่สามารถพิมพ์รายงานออกมาได้

1.3.2.2 สามารถค้นหาข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริง รวมถึงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน รายเดือน และรายปี

1.3.3 ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.3.3.1 ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด-ปิด และควบคุมไฟแสงสว่าง โดยสามารถเลือกแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้อง หรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน

1.3.3.2 ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด-ปิด และควบคุมเครื่องปรับอากาศ โดยสามารถเลือกแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องหรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน

1.3.3.3 ต้องการระบบที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ เช่น พัดลม ตู้เย็น กระติกน้ำร้อน คอมพิวเตอร์ ฯลฯ โดยสามารถควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนได้

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน

2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากบุคลากรทั้งหมด จำนวน 36 คน ประกอบด้วย บุคลากรสายสนับสนุน จำนวน 19 คน และบุคลากรสายวิชาการ จำนวน 17 คน โดยใช้วิธีการแจกแบบสอบถาม (Questionnaires) สามารถสรุปรายละเอียดดังตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ/ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 ชาย	16	44.44
1.2 หญิง	20	55.56
รวม	**36**	**100.00**
2. อายุ		
2.1 ต่ำกว่า 30 ปี	4	11.11
2.2 อายุ 31–40 ปี	18	50.00
2.3 อายุ 41–50 ปี	11	30.56
2.4 อายุ 51 ปีขึ้นไป	3	8.33
รวม	**36**	**100.00**
3. ระดับการศึกษา		
3.1 อาชีวศึกษา (ปวช.,ปวส.)	3	8.33
3.2 ปริญญาตรี	13	36.11
3.3 ปริญญาโทหรือสูงกว่า	20	55.56
รวม	**36**	**100.00**
4. ตำแหน่งงานในปัจจุบัน		
4.1 บุคลากรสายสนับสนุน	19	52.78
4.2 บุคลากรสายวิชาการ	17	47.22
รวม	**36**	**100.00**
5. ระยะเวลาการปฏิบัติงาน		
5.1 น้อยกว่า 3 ปี	4	11.11
5.2 3–5 ปี	10	27.78
5.3 6–10 ปี	16	44.44
5.4 มากกว่า 10 ปีขึ้นไป	6	16.67
รวม	**36**	**100.00**

จากตาราง 2 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่างอายุ 31–40 ปี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาอยู่ระหว่าง 41–50 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 30.56 ส่วนใหญ่เป็นระดับปริญญาโทหรือสูงกว่า จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 รองลงมาคือระดับปริญญาตรี จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 36.11 ส่วนใหญ่เป็นบุคลากรสายสนับสนุน จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 52.78 และบุคลากรสายวิชาการ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 47.22 ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานอยู่ระหว่าง 6–10 ปี คิดเป็นร้อยละ 44.44 รองลงมาอยู่ระหว่าง 3–5 ปี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 27.78

2.2 สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2.2.1 สภาพปัจจุบันของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงาน โดยเก็บข้อมูลของห้องทำงาน จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) และชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) เพื่อสรุปข้อมูลทั้งหมด

ผู้วิจัยได้สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า อัตรากำลังไฟฟ้า ชั่วโมงการใช้งาน เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าและปัญหาการใช้งานในห้องทำงานภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ จำนวนทั้งหมด 14 ห้อง รายละเอียดในตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 สภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงานจำแนกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า

ห้องที่ 1 รหัส TS–101

ชื่อห้อง ห้องสำนักงาน

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายสนับสนุน

เครื่องใช้ไฟฟ้า	**จำนวน**	**อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)**	**ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)**	**ปัญหาในการใช้งาน**
หลอดไฟ	24	432	8	เปิดใช้งานตลอดทั้งวัน
เครื่องปรับอากาศ	5	37,500	6	เปิดใช้งานตลอดทั้งวัน
คอมพิวเตอร์	7	3,500	8	
เครื่องพิมพ์เอกสาร	4	850	6	
เครื่องถ่ายเอกสาร	1	1,200	6	
ตู้เย็น	1	150	24	

ตาราง 3 (ต่อ)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
เครื่องทำน้ำเย็น	1	660	24	
โทรทัศน์	1	80	2	

ห้องที่ 2 รหัส TS-102

ชื่อห้อง ห้องงานอาคารสถานที่

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายสนับสนุน

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	10	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	8	
คอมพิวเตอร์	2	1,000	10	
เครื่องพิมพ์เอกสาร	1	80	2	

ห้องที่ 3 รหัส TS-103

ชื่อห้อง ห้องงานทะเบียน

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายสนับสนุน

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	10	
เครื่องปรับอากาศ	1	7,500	8	
คอมพิวเตอร์	2	1,000	8	
เครื่องพิมพ์เอกสาร	2	200	8	
เครื่องถ่ายเอกสาร	1	1,200	8	
เครื่องทำน้ำเย็น	1	660	24	เปิดใช้งานตลอดเวลา

ห้องที่ 4 รหัส TS-104

ชื่อห้อง ห้องกิจการนักศึกษา

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายสนับสนุน

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	12	90	10	ไม่มีคนปิดไฟขณะที่ออก จากห้องทำงาน
เครื่องปรับอากาศ	1	19,000	8	
พัดลม	2	60	8	
คอมพิวเตอร์	4	2,000	8	
เครื่องพิมพ์เอกสาร	1	100	4	

ตาราง 3 (ต่อ)

ห้องที่ 5 รหัส TS-201

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	8	
คอมพิวเตอร์	1	400	8	

ห้องที่ 6 รหัส TS-202

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	8	
คอมพิวเตอร์	1	400	8	

ห้องที่ 7 รหัส TS-203

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	8	
คอมพิวเตอร์	1	400	8	

ห้องที่ 8 รหัส TS-204

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	8	ลืมปิดแอร์ตอนเลิกงาน
คอมพิวเตอร์	1	400	8	

ตาราง 3 (ต่อ)

ห้องที่ 9 รหัส TS-205

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	**จำนวน**	**อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)**	**ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)**	**ปัญหาในการใช้งาน**
หลอดไฟ	4	72	10	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	10	
คอมพิวเตอร์	1	400	10	

ห้องที่ 10 รหัส TS-206

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	**จำนวน**	**อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)**	**ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)**	**ปัญหาในการใช้งาน**
หลอดไฟ	4	72	10	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	6	
คอมพิวเตอร์	2	800	10	

ห้องที่ 11 รหัส TS-207

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	**จำนวน**	**อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)**	**ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)**	**ปัญหาในการใช้งาน**
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	8	
คอมพิวเตอร์	2	800	8	

ห้องที่ 12 รหัส TS-208

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	**จำนวน**	**อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)**	**ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)**	**ปัญหาในการใช้งาน**
หลอดไฟ	4	72	6	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	6	
คอมพิวเตอร์	2	800	6	

ตาราง 3 (ต่อ)

ห้องที่ 13 รหัส TS-209

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	**จำนวน**	**อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)**	**ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)**	**ปัญหาในการใช้งาน**
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	6	
คอมพิวเตอร์	2	800	8	

ห้องที่ 14 รหัส TS-210

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	**จำนวน**	**อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)**	**ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)**	**ปัญหาในการใช้งาน**
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	5	
คอมพิวเตอร์	2	800	8	

ผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลสภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าและปัญหาการใช้งานในห้องทำงานภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ รายละเอียดในตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 สรุปข้อมูลสภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าและปัญหาการใช้งาน

รหัสห้องทำงาน	หลอดไฟ			เครื่องปรับอากาศ			เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ			ปัญหาในการใช้งาน
	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	
TS-104	12	90	10	1	19,000	8	7	2,160	6	ไม่มีคนปิดไฟตอนที่ไม่มีคนอยู่ในห้อง
TS-103	4	72	10	1	7,500	8	4	3,060	12	-
TS-102	4	72	10	1	5,000	8	3	1,000	6	เครื่องทำน้ำร้อน-น้ำเย็นเปิดใช้งานตลอด 24 ชม.
TS-101	24	432	8	5	37,500	6	15	6,440	12	ไฟแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศเปิดใช้งานตลอดทั้งวัน
TS-201	4	72	8	1	4,000	8	1	400	8	-
TS-202	4	72	8	1	4,000	6	1	400	8	-
TS-203	4	72	8	1	4,000	6	1	400	8	-
TS-204	4	72	8	1	4,000	8	1	400	8	ลืมปิดเครื่องปรับอากาศหลังเลิกงาน
TS-205	4	72	10	1	4,000	8	1	400	10	-
TS-206	6	108	8	1	6,500	6	2	800	10	-

ตาราง 4 (ต่อ)

รหัสห้องทำงาน	หลอดไฟ			เครื่องปรับอากาศ			เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ			ปัญหาในการใช้งาน
	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	
TS-207	6	108	8	1	4,000	8	2	800	8	-
TS-208	6	108	6	1	6,500	6	2	800	6	ไม่มีคนปิดไฟตอนที่ไม่มีคนอยู่ในห้อง
TS-209	6	108	8	1	6,500	6	2	800	8	-
TS-210	6	108	8	1	6,500	6	2	800	8	-
รวม	**94**	**1,566**	**118**	**18**	**119,000**	**98**	**44**	**18,660**	**118**	**-**

จากตาราง 4 พบว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุด คือ หลอดไฟ จำนวน 94 หลอด รองลงมาคือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 44 เครื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือเครื่องปรับอากาศ จำนวน 119,000 วัตต์ รองลงมาคือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 18,660 วัตต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 118 ชั่วโมง รองลงมาคือเครื่องปรับอากาศ จำนวน 98 ชั่วโมง ปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ โดยสาเหตุหลักคือการเปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีคนอยู่ในห้อง รองลงมาคือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ โดยสาเหตุหลักจะเป็นเครื่องทำน้ำร้อน-น้ำเย็นที่เปิดใช้งานตลอด 24 ชม.

2.2.2 พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงานจากบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุนทั้งหมด จำนวน 36 คน สามารถสรุปข้อมูล รายละเอียดในตาราง 5 ดังนี้

ตาราง 5 พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน

รายการ	จำนวน (ร้อยละ)		
	ไม่เคยปฏิบัติ	ปฏิบัติบางครั้ง	ปฏิบัติทุกครั้ง
1. ท่านปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน	5 (13.89)	19 (52.78)	12 (33.33)
2. ท่านจะเปิดไฟแสงสว่างเฉพาะบริเวณที่ใช้ทำงานเท่านั้น	5 (13.89)	14 (38.89)	17 (47.22)
3. ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน	0 (0.00)	20 (55.56)	16 (44.44)
4. ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งหากออกจากห้องเกิน 15 นาที	0 (0.00)	18 (50.00)	18 (50.00)
5. ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศในตอนที่อากาศร้อนอบอ้าวเท่านั้น	0 (0.00)	0 (0.00)	36 (100.00)
6. เมื่อท่านเห็นว่าเครื่องปรับอากาศตั้งอุณหภูมิที่ไม่ใช่ 25 องศาเซลเซียส ท่านจะรีบเปลี่ยนไปตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียสทันที	5 (13.89)	24 (66.67)	7 (19.44)
7. เมื่อท่านผ่านไปเห็นห้องที่เปิดไฟแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ และไม่มีคนอยู่ท่านจะรีบปิดสวิตช์ไฟทันที	0 (0.00)	24 (66.67)	12 (33.33)
8. ท่านปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ทุกครั้งหลังไม่ได้ใช้งานเกิน 15 นาที	5 (13.89)	15 (41.67)	0 (0.00)
9. ท่านจะปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าเสมอ หากไม่มีการใช้งาน	0 (0.00)	5 (13.89)	31 (86.11)
10. เมื่อปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังเลิกงาน ท่านจะถอดปลั๊กออกด้วยทุกครั้ง	10 (27.78)	5 (13.89)	21 (58.33)

จากตาราง 5 พบว่า พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงานของบุคลากรสายวิชการและสายสนับสนุน ส่วนใหญ่มีการปฏิบัติดังรายการบางครั้ง จำนวน

5 รายการ คือ 1) เมื่อท่านเห็นว่าเครื่องปรับอากาศตั้งอุณหภูมิที่ไม่ใช่ 25 องศาเซลเซียส ท่านจะรีบเปลี่ยนไปตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียสทัน 2) เมื่อท่านผ่านไปเห็นห้องที่เปิดไฟแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ และไม่มีคนอยู่ท่านจะรีบปิดสวิตช์ไฟทันที 3) ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน 4) ท่านปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน และ 5) ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งหากออกจากห้องเกิน 15 นาที รองลงมาคือ ปฏิบัติดังรายการทุกครั้ง จำนวน 4 รายการ คือ 1) ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศในตอนที่อากาศร้อนอบอ้าวเท่านั้น 2) ท่านจะปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าเสมอ หากไม่มีการใช้งาน 3) เมื่อปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังเลิกงาน ท่านจะถอดปลั๊กออกด้วยทุกครั้ง และ 4) ท่านจะเปิดไฟแสงสว่างเฉพาะบริเวณที่ใช้ทำงานเท่านั้น โดยมี 1 รายการที่เลือกปฏิบัติบางครั้งและปฏิบัติทุกครั้งเท่ากัน คือ ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งหากออกจากห้องเกิน 15 นาที

2.2.3 ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

จากการเก็บข้อมูลความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าจากบุคลากรทั้งหมด จำนวน 36 คน โดยผู้วิจัยได้แจกแบบตรวจสอบรายการ (Check list) โดยสามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ รายละเอียดในตาราง 6 ดังนี้

ตาราง 6 ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล		
1.1 มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน	31	86.11
1.2 มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละห้อง	22	61.11
1.3 มีการจัดเก็บข้อมูลการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน	24	66.67
2. ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล		
2.1 การรายงานแรงดันของไฟฟ้าในเวลาจริง	23	63.89
2.2 การรายงานปริมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าในเวลาจริง	28	77.78
2.3 กราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานใน 1–7 วัน	33	91.67
2.4 การสืบค้นข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลัง 1 ปี	26	72.22

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
3. ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า		
3.1 ด้านแสงสว่าง		
1) ระบบเปิด–ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน	27	75.00
2) ระบบเปิด–ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่	28	77.78
3) ระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน	30	83.33
3.2 ด้านเครื่องปรับอากาศ		
1) ระบบเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน	32	88.89
2) ระบบเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่	25	69.44
3) ระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน	34	94.44
3.3 ด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ		
1) ระบบเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน	29	80.56
2) ระบบเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ	25	69.44
3) ระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน	28	77.78

จากตาราง 6 พบว่า บุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุนมีความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าทุกด้าน ได้แก่ ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล และด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยเมื่อพิจารณาในรายด้าน พบว่า

ความต้องการด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 86.11 รองลงมาคือ มีการจัดเก็บข้อมูลการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67

ความต้องการด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีกราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานใน 1–7 วัน จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 รองลงมาคือ มีการรายงานปริมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าในเวลาจริง จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78

ความต้องการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

– ความต้องการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 รองลงมาคือ มีระบบเปิด–ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 78.88

– ความต้องการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้าน พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีระบบเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 94.44 รองลงมาคือ มีระบบเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89

– ความต้องการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้านอุปกรณ์ พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีระบบเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 รองลงมาคือ มีระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78

2.3 ข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า

2.3.1 ควรมีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละห้อง ซึ่งจะทำให้สามารถทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในห้องต่าง ๆ เพื่อจะได้ทราบถึงปัญหาและดำเนินแก้ไขได้ถูกต้อง

2.3.2 การเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าควรสามารถสืบค้นได้ในแต่ละวัน เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าและสามารถนำมาคำนวณค่าไฟฟ้าได้

3. สรุปผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

จากการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าจากผู้บริหารและบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน สามารถนำมาสรุปประเด็น ดังรายละเอียดในตาราง 7

ตาราง 7 สรุปประเด็นสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ประเด็น	ผู้บริหาร	บุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน
1. สภาพปัจจุบันในการจัดการพลังงานไฟฟ้า	1. โครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ในทุกคณะและวิทยาลัย โดยอ้างอิงจากไตรมาสแรกของปี 2565 2. รณรงค์ประหยัดไฟฟ้าในหน่วยงานตามมาตรการที่กำหนด เช่น ปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 12.00–13.00 น. เพื่อลดการใช้พลังงาน ปิดไฟแสงสว่างทุกครั้งหลังออกจากห้อง โดยมีการติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามจุดต่าง ๆ 3. ฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับและดูแลระบบไฟฟ้าและการใช้งานพลังงานไฟฟ้าในภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ 4. วิทยาลัยฯ มอบหมายให้เจ้าหน้าที่การเงินสรุปค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนเสนอผู้บริหารในที่ประชุมของวิทยาลัยทุกเดือนและสรุปเป็นรายไตรมาสเข้าที่ประชุมของมหาวิทยาลัย	1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุดคือหลอดไฟ 2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือเครื่องปรับอากาศ 3. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ
2. สภาพปัญหาในการใช้พลังงานไฟฟ้า	1. นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยกำหนดไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ตามที่ตั้งเป้าไว้	1. ปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศโดยสาเหตุหลักคือการเปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีตนอยู่ในห้อง

ตาราง 7 (ต่อ)

ประเด็น	ผู้บริหาร	บุคลากรสายวิชาการ และสายสนับสนุน
	เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% 2. นโยบายการเก็บค่าธรรมเนียมในการใช้ห้องประชุมหรือสถานที่ภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์น้อยกว่าค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในการใช้งาน 3. วิทยาลัยฯ ไม่มีคณะกรรมการที่รับผิดชอบด้านการใช้พลังงาน 4. เจ้าหน้าที่ที่กำกับดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์มีเพียงคนเดียว แต่อาคารศรีโคตรบูรณ์เป็นอาคารขนาดใหญ่ส่งผลให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึง 5. วิทยาลัยฯ ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือจุด	2. เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ สาเหตุหลักคือเครื่องทำน้ำร้อน–น้ำเย็นที่เปิดใช้งานตลอด 24 ชม. 3. เมื่อปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังเลิกงานไม่ถอดปลั๊กออกด้วยทุกครั้ง

ตาราง 7 (ต่อ)

ประเด็น	ผู้บริหาร	บุคลากรสายวิชาการ และสายสนับสนุน
3. ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า	1. ต้องการให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละส่วน เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องทำงานอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์และใช้ประกอบการตัดสินใจในการแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ 2. ต้องการให้มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์ให้อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อความสะดวกในการใช้งาน 3. เป็นระบบที่สามารถรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละส่วนในแต่ละช่วงเวลาภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์อยู่ในรูปแบบไฟล์ที่สามารถพิมพ์รายงานออกมาได้ 4. สามารถค้นหาข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการทราบเช่น การใช้ไฟในเวลาจริง การใช้ไฟฟ้าในรายวัน รายเดือน และรายปี 5. ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด-ปิดและควบคุมไฟแสงสว่าง โดยสามารถเลือกแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องหรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน	1. ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล 1.1 มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน 1.2 มีการจัดเก็บข้อมูลการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน 1.3 มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละห้อง 2. ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล 2.1 มีกราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานใน 1-7 วัน 2.2 มีการรายงานปริมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าในเวลาจริง 2.3 มีการสืบค้นข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลัง 1 ปี 3.ด้านความต้องการระบบ 3.1 ด้านแสงสว่าง 3.1.1 มีระบบแจ้งสถานะเปิด-ปิดไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน 3.1.2 มีระบบเปิด-ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ 3.1.3 มีระบบเปิด-ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน 3.2 ด้านเครื่องปรับอากาศ 3.2.1 มีระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน 3.2.2 มีระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน

ตาราง 7 (ต่อ)

ประเด็น	ผู้บริหาร	บุคลากรสายวิชาการ และสายสนับสนุน
	6. ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด-ปิดและควบคุมเครื่องปรับอากาศ โดยสามารถเลือกแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องหรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน	3.2.3 มีระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ 3.3 ด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ 3.3.1 มีระบบเปิด-ปิดไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน 3.3.2 มีระบบแจ้งสถานะเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน 3.3.3 มีระบบเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ

จากตาราง 7 สามารถสรุปสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

1. สภาพปัจจุบันในการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.1 โครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ในทุกคณะและวิทยาลัย โดยอ้างอิงจากไตรมาสแรกของปี 2562 และมีการรณรงค์ประหยัดไฟฟ้าในหน่วยงานตามมาตรการที่กำหนด เช่น ปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 12.00-13.00 น. เพื่อลดการใช้พลังงาน ปิดไฟแสงสว่างทุกครั้งหลังออกจากห้อง โดยมีการติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามจุดต่าง ๆ

1.2 ฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับและดูแลระบบไฟฟ้าและการใช้งานพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ

1.3 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มอบหมายให้เจ้าหน้าที่การเงินสรุปค่าไฟฟ้ารายเดือนเสนอต่อผู้บริหารในที่ประชุมของวิทยาลัยทุกเดือนและสรุปรายไตรมาสเสนอต่อที่ประชุมของมหาวิทยาลัยนครพนม

1.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุดคือ หลอดไฟ และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือ เครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

2. สภาพปัญหาในการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.1 นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยนครพนมกำหนดไว้ ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20%

2.2 ประกาศมหาวิทยาลัยนครพนม เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และอัตราการขอใช้สถานที่ ห้องประชุม ห้องบรรยาย และครุภัณฑ์ พบว่า มีการเก็บค่าบำรุงการบริหารจัดการสถานที่น้อยกว่าค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในการใช้งาน

2.3 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีคณะกรรมการผู้รับผิดชอบด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.4 เจ้าหน้าที่ผู้กำกับดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึง

2.5 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ทั้งยังไม่สามารถเก็บข้อมูลรายห้อง ทำให้ไม่มีข้อมูลสารสนเทศเสนอต่อผู้บริหารนำมาใช้ในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร

2.6 ปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ โดยสาเหตุหลักคือการเปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีคนอยู่ในห้อง รวมถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่เปิดตลอด 24 ชม.

3. ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

3.1 ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล ต้องการให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละห้อง เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องพักอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยข้อมูลดังกล่าวมีการจัดเก็บอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อความสะดวกในการใช้งานในการจัดเก็บและสืบค้น

3.2 ด้านการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล ต้องการรายงานค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละห้องในแต่ละช่วงเวลาภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ และสามารถค้นหาข้อมูลใน

ช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริง รวมถึงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน รายเดือน และรายปี

3.3 ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด–ปิดและควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยสามารถเลือกแบบเปิด–ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องหรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1. ขั้นตอนการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลและออกแบบระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากข้อมูลสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์หาแนวทางในการออกแบบระบบดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 แนวทางในการออกแบบระบบ

สภาพปัจจุบัน	ปัญหา	ความต้องการระบบ	แนวทางการออกแบบระบบ
นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยกำหนดไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ตามที่ตั้งเป้าไว้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20%	นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยกำหนดไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ตามที่ตั้งเป้าไว้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20%	ความสามารถต้องการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน โดยมีรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละส่วน เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องทำงานอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์และตัดสินใจในการแก้ปัญหาการใช้พลังงาน	1. ติดตั้งอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า 2. พัฒนาระบบเพื่อแสดงข้อมูลการใช้งานพลังงานไฟฟ้าในเวลาจริงและย้อนหลัง 3. จัดทำฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตาราง 8 (ต่อ)

สภาพปัจจุบัน	ปัญหา	ความต้องการระบบ	แนวทาง การออกแบบระบบ
		ภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยข้อมูลดังกล่าวมี การจัดเก็บอยู่ในระบบ อินเตอร์เน็ตเพื่อ ความสะดวกในการใช้งาน ในการจัดเก็บและสืบค้น	
ฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็น ผู้กำกับและดูแลระบบ ไฟฟ้าและการใช้งาน พลังงานไฟฟ้าในภายใน อาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบ และซ่อมแซม เครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถ ใช้งานได้ตามปกติและ วิทยาลัยฯ มอบหมายให้ เจ้าหน้าที่การเงินสรุป ค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน เสนอผู้บริหารในที่ประชุม ของวิทยาลัยทุกเดือนและ สรุปเป็นรายไตรมาสเข้าที่ ประชุมของมหาวิทยาลัย	เจ้าหน้าที่ที่กำกับดูแล การใช้พลังงานไฟฟ้าของ อาคารศรีโคตรบูรณ์มี เพียงคนเดียว แต่อาคาร ศรีโคตรบูรณ์เป็นอาคาร ขนาดใหญ่ส่งผลให้ เจ้าหน้าที่ไม่สามารถ กำกับติดตามการใช้ พลังงานไฟฟ้าอย่าง ทั่วถึงและวิทยาลัยฯ ไม่มี การเก็บข้อมูลการใช้ พลังงานไฟฟ้าในห้อง หรือจุดต่าง ๆ ที่จะนำมา เป็นข้อมูลให้ผู้บริหาร ตัดสินใจในการแก้ไข ปัญหาการใช้พลังงาน ไฟฟ้าภายในองค์กร	ด้านการรายงานผลและ การสืบค้นข้อมูล มีความต้องการรายงาน ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละส่วน โดยสามารถค้นหาข้อมูลใน ช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการ ทราบ เช่น การใช้ไฟในเวลา จริง การใช้ไฟฟ้าในรายวัน รายเดือน และรายปี	1. ติดตั้งอุปกรณ์วัด กระแสไฟฟ้า ในห้อง ทำงาน ในห้องประชุม และ ในห้องเรียน 2. พัฒนาระบบเพื่อแสดง ข้อมูลการใช้งานพลังงาน ไฟฟ้า ในเวลาจริงและย้อนหลัง 3. จัดทำฐานข้อมูลเพื่อ เก็บข้อมูลการใช้พลังงาน ไฟฟ้า

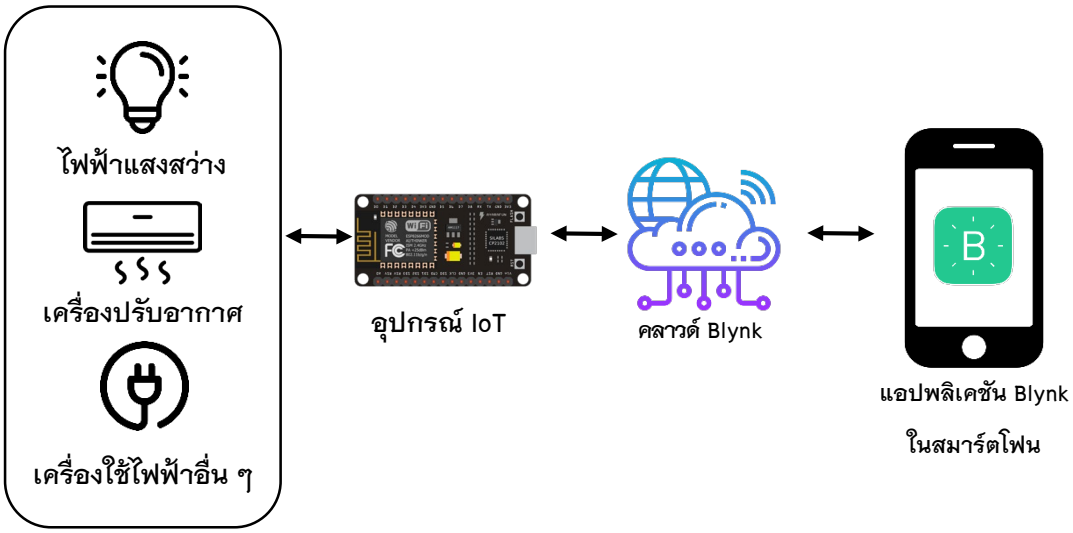
ตาราง 8 (ต่อ)

สภาพปัจจุบัน	ปัญหา	ความต้องการระบบ	แนวทางการออกแบบระบบ
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุดคือหลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือเครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ	ปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ โดยสาเหตุหลักคือการเปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีตนอยู่ในห้องและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่เปิดตลอด 24 ชม.	ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า คือ มีระบบแจ้งเตือนสถานะการใช้งานแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ พร้อมทั้งมีระบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ และสามารถควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน	1. ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไฟสว่าง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่สามารถควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน 2. ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจเช็คการทำงานของระบบ ไฟแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เพื่อสามารถตรวจเช็คสถานะการทำงานผ่านสมาร์ตโฟน 3. ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อตัดการทำงานของระบบไฟแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เมื่อไม่มีคนอยู่

1.2 กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

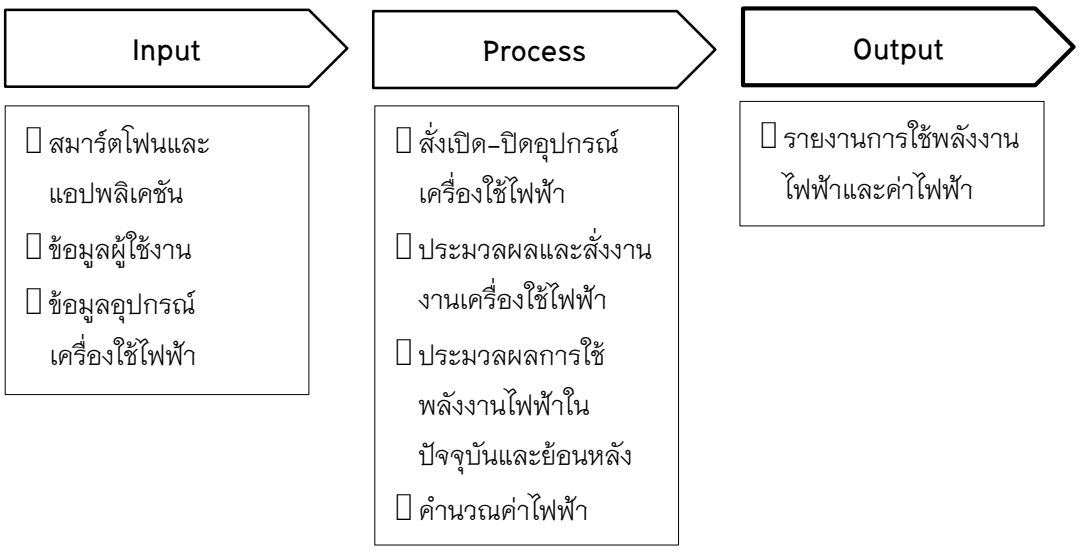
จากแนวทางการออกแบบระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยการเขียนโปรแกรมคำสั่งลงเมนบอร์ดชุดควบคุม ESP8266 ให้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยบอร์ดชุดควบคุมจะต่อกับอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้า Relay Module 5V เพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ และรับคำสั่งจากเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อไหว PIR Motion Sensor เพื่อให้ระบบเปิด-ปิด ไฟฟ้าอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ รวมถึงรับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM-004T เพื่อดู

การใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริงและย้อนหลัง โดยระบบสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าตามระยะเวลาที่ผู้ใช้งานระบบกำหนด ซึ่งผู้ใช้งานระบบสามารถใช้งานระบบจากสมาร์ตโฟนผ่านแอปพลิเคชัน Bynk ผ่านคลาวด์ที่เชื่อมต่อกับบระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า สามารถสรุปกระบวนการทำงานของระบบได้ ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 แนวทางการพัฒนาระบบ

1.3 กระบวนการเชิงระบบ (Input–Process–Output) ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง



ภาพประกอบ 19 กระบวนการเชิงระบบ (Input–Process–Output)

1.4 โครงสร้างผู้เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากกระบวนการเชิงระบบ Input–Process–Output ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และกำหนดโครงสร้างผู้เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ประกอบด้วย ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่งานอาคารสถานที่ ผู้ใช้ระบบ และผู้บริหาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 ผู้ดูแลระบบ สามารถกำหนดสิทธิ์การใช้งาน จัดการระบบการใช้พลังงานไฟฟ้า บันทึกข้อมูล และตำแหน่งงานของบุคลากร กำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบประจำห้องทำงาน กำหนดสิทธิ์ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และกำหนดสิทธิ์การเข้าดูระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.4.2 เจ้าหน้าที่อาคารสถานที่ สามารถดูสถานะ การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ควบคุมการเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า รายงานการใช้พลังงานไฟฟ้าปัจจุบัน และย้อนหลัง พิมพ์รายงานสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.4.3 ผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมการเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องทำงานดูสถานการณ์ทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้า และรายงานการพลังงานไฟฟ้าปัจจุบันและย้อนหลัง

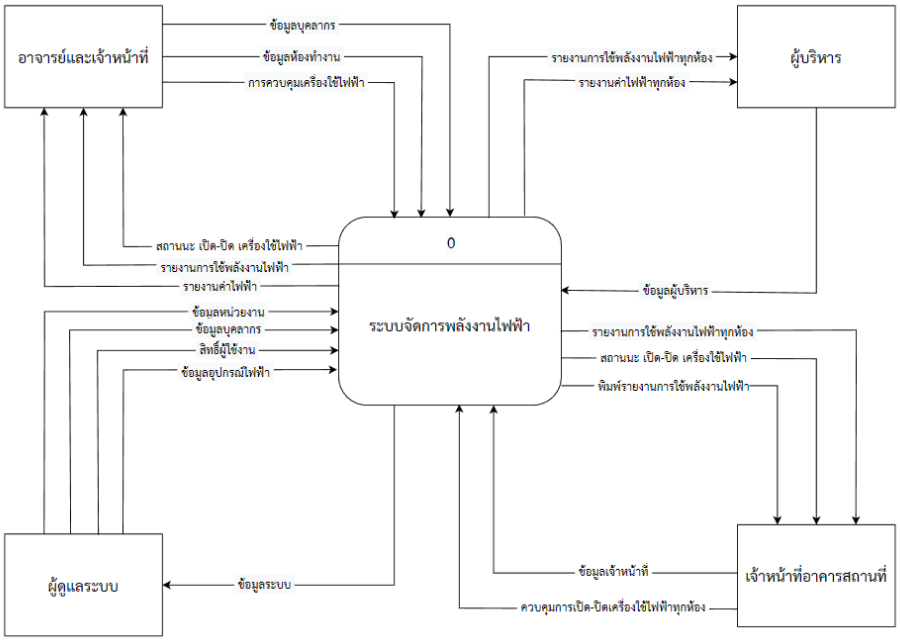
1.4.4 ผู้บริหารสามารถดูรายงานการใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริงและย้อนหลัง

ดังภาพประกอบ 16

ภาพประกอบ 20 โครงสร้างผู้ใช้งานระบบ

1.5 แผนภาพบริบท (Context Diagram) ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

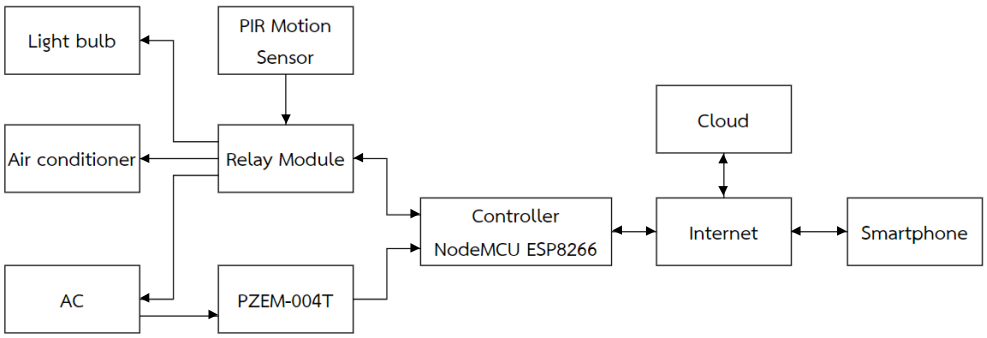
จากโครงสร้างผู้ใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์และนำมาเขียนแผนภาพกระแสข้อมูลระดับบนสุดของระบบ โดยกำหนดเอนทิตี้ภายนอก คือ ผู้บริหาร อาจารย์และเจ้าหน้าที่ เจ้าหน้าที่อาคาร และผู้ดูแลระบบ ซึ่งกำหนด Input และ Output ของข้อมูล ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 แผนภาพบริบท (Context Diagram)

1.6 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อเขียนบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยเริ่มต้นควบคุมจาก Smartphone ผ่านระบบ Internet ซึ่งจะดึงข้อมูลจาก Cloud และสั่งงานผ่าน Controller NodeMCU ESP8266 และ Controller จะประมวลผล สั่งงาน Relay Module เพื่อให้ทำการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า โดย Controller จะทำหน้าที่รับข้อมูลสถานะการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและรับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจาก PZEM-004T และส่งกลับข้อมูลผ่านระบบ Internet ไปไว้บน Cloud ก่อนที่จะแสดงผลผ่าน Smartphone ซึ่งบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ (Block Diagram) ดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบ

1.7 การเขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE

จากแบบจำลองบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้เขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE ตามแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งประกอบด้วยคำสั่ง 2 ชุด รายละเอียดดังนี้

1.7.1 ชุดคำสั่งแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าและสรุปค่าไฟฟ้าตามระยะเวลาที่กำหนด ประกอบด้วยชุดคำสั่งเพื่อแสดงสถานะการใช้พลังงานไฟฟ้า 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สำหรับผู้บริหาร สามารถดูกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน

ส่วนที่ 2 สำหรับบุคลากร สามารถดูกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าและคำนวณค่าไฟฟ้าตามระยะเวลาที่กำหนดผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน

1.7.2 ชุดคำสั่งการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว จากการศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงาน ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและเขียนคำสั่งควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างได้โดยผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน กดปุ่มเปิด–ปิดไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้อง และสามารถตั้งระบบเปิด–ปิดอัตโนมัติหลังจากไม่มีคนอยู่ในห้อง 15 นาที

ส่วนที่ 2 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกควบคุมเครื่องปรับอากาศได้โดยผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน กดปุ่มเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศภายในห้องและ ปิดอัตโนมัติหลังจากไม่มีคนอยู่ในห้อง 40 นาที ซึ่งคำนวณจากขนาดของเครื่องปรับอากาศและขนาดห้องภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์

ส่วนที่ 3 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกควบคุมการเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ได้ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน

1.8 ติดตั้งอุปกรณ์

จากที่ผู้วิจัยได้เขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE แล้ว จึงดำเนินการถ่ายโอนชุดคำสั่งจากโปรแกรมเข้าสู่เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 ผ่านทางพอร์ต USB และเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่กำหนดไว้ โดยมีขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ดังนี้

1.8.1 เชื่อมต่อเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เข้ากับเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor

1.8.2 เชื่อมต่อเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เข้ากับชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์

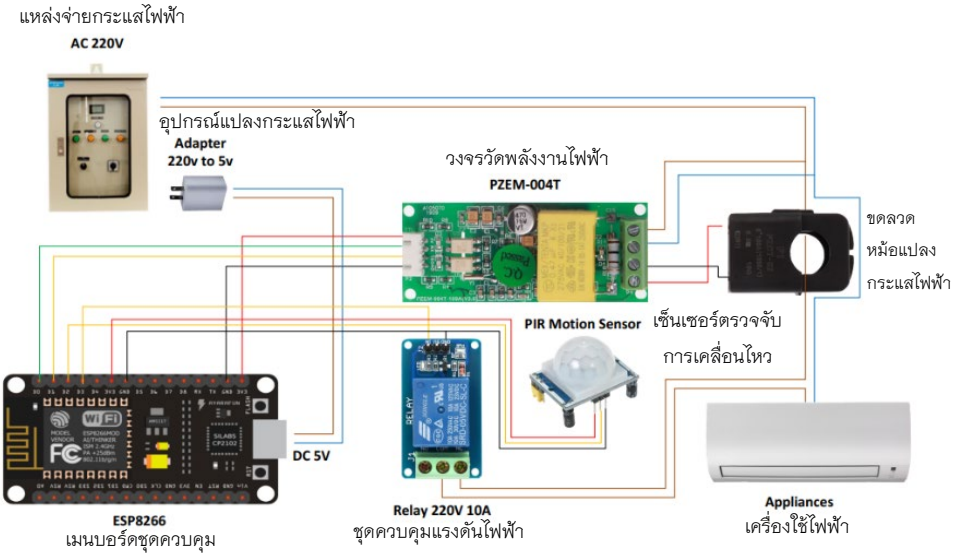
1.8.3 เชื่อมต่อเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เข้ากับอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM–004T

1.8.4 นำขดลวดหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM–004Tคร่อมสายไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าของห้องทำงาน

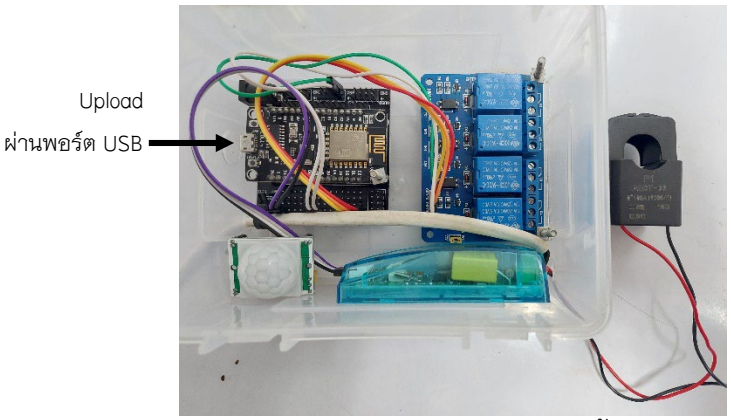
1.8.5 ต่อสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าที่ (NO) และออกที่ขา (NC) ของชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์

1.8.6 ต่อ Adapter 5 โวลต์ DC เข้าที่เต้ารับและปลายสาย Port Micro USB เข้าที่เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266

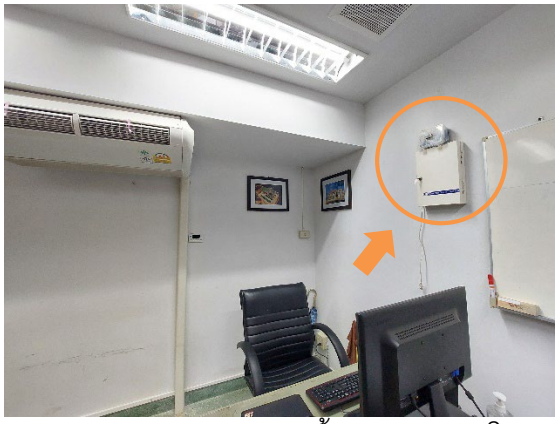
ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 ผังวงจรการติดตั้งอุปกรณ์ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง



ภาพประกอบ 24 ภาพถ่ายการติดตั้งอุปกรณ์



ภาพประกอบ 25 ภาพถ่ายการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องทำงาน

1.9 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับแอปพลิเคชัน Blynk

1.9.1 ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านทาง Google Play หรือ App Store ติดตั้งลงในสมาร์ตโฟน

1.9.2 เมื่อเปิดแอปพลิเคชัน Blynk สร้างโปรเจค ระบุการใช้งาน หลังจากสร้างเสร็จแล้วแอปพลิเคชัน Blynk จะส่ง Token ให้ผู้ใช้งานระบบทางอีเมลที่ได้ลงทะเบียนไว้ จากนั้นต้องใช้ Token ดังกล่าวเขียนลงกับโปรแกรม Arduino IDE เพื่อให้อุปกรณ์เชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน Blynk

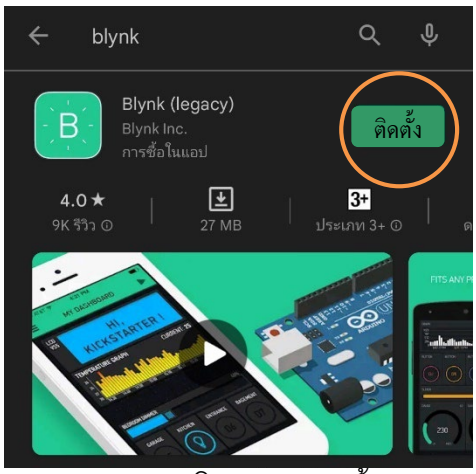
1.9.3 เลือกใช้ Widget ตามที่ได้เขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE ไว้ พร้อมทั้งตั้งค่าการใช้งาน Widget ในแอปพลิเคชัน Blynk ตามที่กำหนดไว้

1.9.4 ดำเนินการทดสอบระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ตามเงื่อนไข

2. ขั้นตอนการใช้งานและผลการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

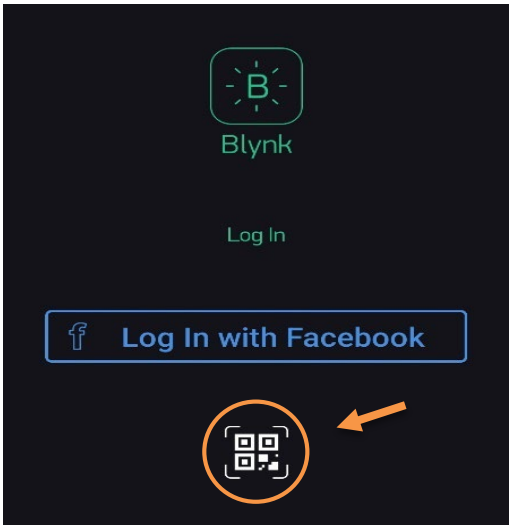
จากการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สามารถอธิบายขั้นตอนการใช้งานและผลการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ได้ดังนี้

2.1 ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านทาง Google Play หรือ App Store ติดตั้งลงในสมาร์ตโฟน

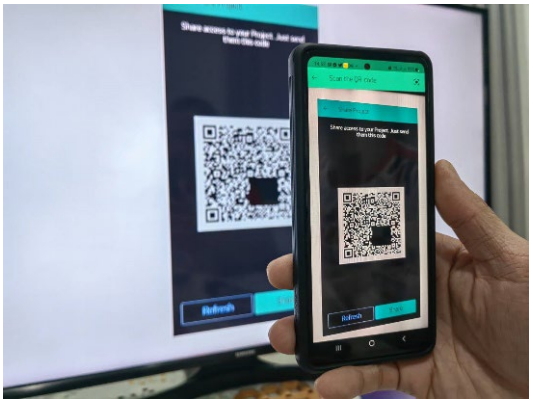


ภาพประกอบ 26 การดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชัน Blynk

2.2 เข้าสู่แอปพลิเคชัน Blynk กดปุ่มสแกน QR-Code และสแกน QR-Code ตามประเภทผู้ใช้งาน ได้แก่ ประเภทบุคลากร และประเภทผู้บริหาร โดยสามารถรับ QR-Code ทั้ง 2 ประเภทนี้จากผู้ดูแลระบบ เพื่อเข้าใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม



ภาพประกอบ 27 ภาพแสดงการเข้าสู่แอปพลิเคชัน Blynk

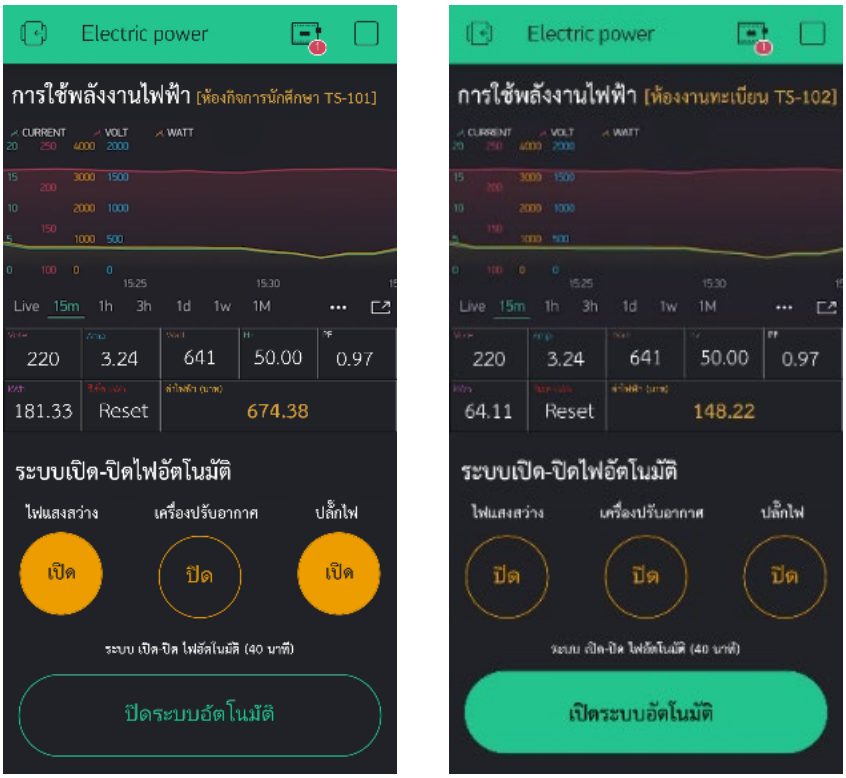


ภาพประกอบ 28 ภาพแสดงการสแกน QR-Qode สำหรับผู้ใช้งานระบบ

2.4 หน้าจอการแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2.4.1 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับบุคลากร แบ่งการทำงานของระบบเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1) การแสดงสถานะ

การใช้พลังงาน ประกอบด้วย กราฟแสดงการใช้พลังงาน หน่วยแสดงค่าพลังงาน Vote, Amp, Watt, Hz, PF, kWh และค่าไฟฟ้ามีหน่วยเป็นบาท ซึ่งมีปุ่ม Reset ลบค่า kWh เพื่อคำนวณค่าไฟฟ้าตามที่ผู้ใช้งานระบบกำหนดเอง และส่วนที่ 2) การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ประกอบด้วย ปุ่มเปิด-ปิดไฟฟ้าแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ เครื่องใช้ไฟฟ้า และปุ่มสำหรับเปิดระบบอัตโนมัติ



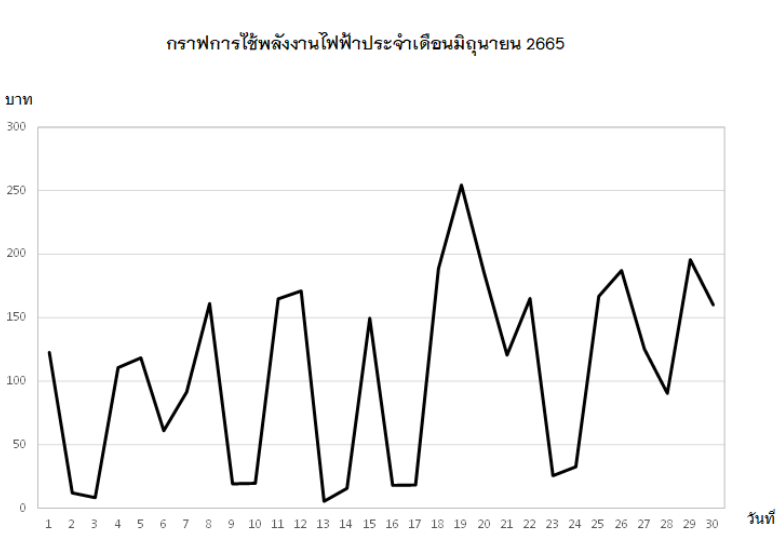
ภาพประกอบ 29 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับบุคลากร

2.4.2 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับผู้บริหาร สามารถดูกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์

ภาพประกอบ 30 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับผู้บริหาร

2.5 การส่งออกรายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งผู้ใช้งานระบบสามารถส่งออกข้อมูลโดยกดที่ Export to csv ในหน้าจอหลักของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม หลังจากนั้นแอปพลิเคชัน Blynk จะส่งข้อมูลเป็นไฟล์ csv ไปยังอีเมลของผู้ใช้งานระบบที่สมัครไว้ เมื่อดาวน์โหลดไฟล์เข้าสู่คอมพิวเตอร์แล้ว เปิดไฟล์ด้วยโปรแกรมด้วย Microsoft Excel โดยสามารถดูกราฟการใช้พลังงานย้อนหลังตามที่ผู้ใช้งานระบบกำหนด ดังภาพประกอบ 31

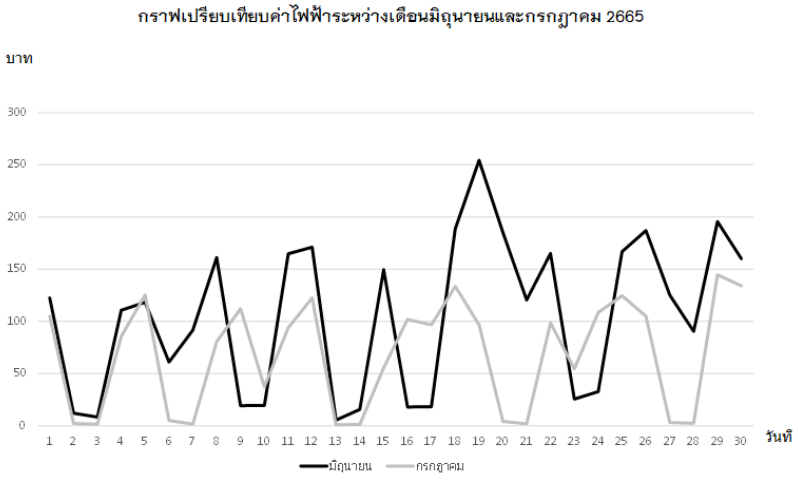
วันที่	มิถุนายน
1	122.56
2	12.01
3	8.32
4	110.64
5	118.31
6	60.97
7	91.57
8	161.11
9	19.21
10	19.56
11	164.80
12	171.05
13	5.44
14	15.60
15	149.56
16	18.01
17	18.32
18	188.64
19	254.32
20	185.07
21	120.55
22	165.11
23	25.56
24	32.64
25	166.80
26	187.05
27	125.21
28	90.45
29	195.56
30	160.11
รวม	2082.96



ภาพประกอบ 31 ข้อมูลและกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องทำงาน ภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2.6 ผลการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อน–หลังการใช้ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

วันที่	มิถุนายน	กรกฎาคม
1	122.56	105.05
2	12.01	2.21
3	8.32	1.45
4	110.64	85.56
5	118.31	125.31
6	60.97	4.99
7	91.57	1.65
8	161.11	80.56
9	19.21	112.11
10	19.56	37.21
11	164.80	93.80
12	171.05	122.56
13	5.44	1.01
14	15.60	1.32
15	149.56	55.56
16	18.01	101.92
17	18.32	96.69
18	188.64	133.64
19	254.32	96.64
20	185.07	4.11
21	120.55	1.97
22	165.11	98.55
23	25.56	54.63
24	32.64	108.44
25	166.80	124.57
26	187.05	105.11
27	125.21	3.19
28	90.45	2.44
29	195.56	144.56
30	160.11	134.11
รวม	2082.96	1266.13



ภาพประกอบ 32 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อน–หลังการใช้ระบบ การจัดการพลังงานไฟฟ้า ในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

3. สรุปผลการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

จากการทดลองระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า

3.1 ระบบสามารถบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องต่าง ๆ ของอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยแสดงกราฟการใช้พลังงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

3.2 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกรูปแบบการดูกราฟได้เป็นระยะที่ต้องการตั้งแต่ภาพรวม 15 นาที จนถึง 1 ปี ระบบจะแสดงหน่วยค่าพลังงาน Vote, Amp, Watt, Hz, PF และ kWh

3.3 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกวันที่จะคำนวณและสรุปค่าไฟฟ้าจากการใช้งานที่ผ่านมาหรือตั้งไว้ในช่วงวันข้างหน้าเพื่อให้ระบบคำนวณค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กำหนด

3.4 ผู้ใช้งานระบบในส่วนของผู้บริหารสามารถเข้าดูกราฟแสดงภาพรวมการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องทำงาน

3.5 ระบบสามารถส่งข้อมูลเป็นไฟล์ csv ไปยังอีเมลของผู้ใช้งานระบบที่สมัครไว้ เมื่อดาวน์โหลดไฟล์เข้าสู่คอมพิวเตอร์แล้วเปิดไฟล์ด้วยโปรแกรมด้วย Microsoft Excel จะสามารถดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลังทั้งหมดได้

3.6 ผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน Blynk และสามารถควบคุมเองภายในห้องทำงาน

3.7 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกให้ระบบสั่งเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานโดยระบบจะสั่งปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าหลังจากไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานและจะกลับมาทำงานอีกครั้งเมื่อมีคนเข้ามาในห้องทำงาน

3.8 อาคารศรีโคตรบูรณ์เมื่อนำระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาใช้แล้ว พบว่า สามารถช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าได้

ระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1. การประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบระบบและใช้งานเพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม
จำนวน 5 คน ดังนี้

1.1. ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ จำนวน 2 คน

1.1.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.1.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบงานไฟฟ้าและอาคารสถานที่ จำนวน 3 คน

1.2.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเยี่ยม ยศเรืองศักดิ์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.2.3 นายณัฐวุฒิ สุริวรรณ์ ตำแหน่ง รักษาการหัวหน้าสำนักงานคณบดี วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม

ตาราง 9 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

รายการ/ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 เพศชาย	3	60.00
1.2 เพศหญิง	2	40.00
รวม	**5**	**100.00**
2. อายุ		
2.1 อายุ 31–40 ปี	1	20.00
2.2 อายุ 41–50 ปี	4	80.00
รวม	**5**	**100.00**
3. ระดับการศึกษาสูงสุด		
3.1 ปริญญาโท	2	40.00
3.2 ปริญญาเอก	3	60.00
รวม	**5**	**100.00**
4. ตำแหน่งงานในการปฏิบัติงาน		
4.1 ผู้บริหาร	1	20.00
4.2 อาจารย์	3	60.00
4.3 เจ้าหน้าที่	1	20.00
รวม	**5**	**100.00**

จากตาราง 9 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมินส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่อายุอยู่ระหว่าง อายุ 41–50 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ระดับการศึกษาสูงสุดส่วนใหญ่คือ ปริญญาเอก จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ในด้านตำแหน่งงานในการปฏิบัติงานส่วนใหญ่เป็นอาจารย์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00

ตาราง 10 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบรายด้าน

รายการ	จำนวน (n)	ประสิทธิภาพ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	5	4.80	0.18	มากที่สุด
2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)	5	4.95	0.11	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)	5	4.90	0.22	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	5	4.90	0.14	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.89**	**0.16**	**มากที่สุด**

จากตาราง 10 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.89) โดยทั้ง 4 ด้านมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) ($\overline{X}$ =4.95) รองลงมาคือ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ($\overline{X}$=4.90) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) ($\overline{X}$=4.80)

ตาราง 11 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)

ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	จำนวน (n)	ประสิทธิภาพ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล	5	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.80**	**0.18**	**มากที่สุด**

จากตาราง 11 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด

($\overline{X}$ = 4.80) โดยความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าและความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า อยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 5.00) รองลงมาคือความสามารถของระบบด้านการรายงานผล อยู่ระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.40)

ตาราง 12 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)

ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)	**จำนวน (n)**	**ประสิทธิภาพ**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความถูกต้องในการประมวลผลค่าไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความถูกต้องในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความถูกต้องในการรายงานผล	5	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.95**	**0.11**	**มากที่สุด**

จากตาราง 12 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.95) โดยพบว่ามีประสิทธิภาพทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ความถูกต้องในการประมวลผลค่าไฟฟ้า และความถูกต้องในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ($\overline{X}$=5.00) รองลงมาคือความถูกต้องในการรายงานผล ($\overline{X}$=4.80)

ตาราง 13 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)

ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)	**จำนวน (n)**	**ประสิทธิภาพ**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. การออกแบบเมนูมีรูปแบบและสัดส่วนชัดเจน	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.90**	**0.22**	**มากที่สุด**

จากตาราง 14 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.90) โดยพบว่ามีประสิทธิภาพทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์ ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง ($\overline{X}$ = 5.00) รองลงมาคือ การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ และการออกแบบเมนูมีรูปแบบและสัดส่วนชัดเจน ($\overline{X}$ = 4.80)

ตาราง 14 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	**จำนวน (n)**	**ประสิทธิภาพ**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานระบบ	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ	5	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.90**	**0.14**	**มากที่สุด**

จากตาราง 14 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.90) โดยพบว่า มีประสิทธิภาพทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานระบบ ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ ($\overline{X}$=5.00) รองลงมาคือ ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ ($\overline{X}$=4.60)

2. การประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้วิธีแจกแบบประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม กับบุคลากรทั้งหมด จำนวน 40 คน และได้รับกลับมาครบตามจำนวน ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

ตาราง 15 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ/ข้อมูลทั่วไป	**จำนวน**	**ร้อยละ**
1. เพศ		
1.1 เพศชาย	18	45.00
1.2 เพศหญิง	22	55.00
รวม	**40**	**100.00**
2. อายุ		
2.1 ต่ำากว่า 30 ปี	4	10.00
2.2 อายุ 31-40 ปี	18	45.00
2.3 อายุ 41-50 ปี	15	37.50
2.4 อายุ 51 ปีขึ้นไป	3	7.5
รวม	**40**	**100.00**
3. ระดับการศึกษา		
3.1 อาชีวศึกษา (ปวช.,ปวส.)	5	12.50
3.2 ปริญญาตรี	20	50.00
3.3 ปริญญาโทหรือสูงกว่า	12	37.50
รวม	**40**	**100.00**

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการ/ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
4. ตำแหน่งงานในปัจจุบัน		
4.1 ผู้บริหาร	4	10.00
4.2 บุคลากรสายสนับสนุน	19	47.50
4.3 บุคลากรสายวิชาการ	17	42.50
รวม	**40**	**100.00**

จากตาราง 15 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 ส่วนใหญ่อายุอยู่ระหว่างอายุ 31–40 ปี จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00 รองลงมาอยู่ระหว่าง 41–50 ปี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาปริญญาตรี จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาคือปริญญาโทหรือสูงกว่า จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ส่วนใหญ่เป็นบุคลากรสายสนับสนุน จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 รองลองมาคือบุคลากรสายวิชาการ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50

ตาราง 16 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายด้าน

รายการ	จำนวน (n)	ความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	40	4.70	0.39	มากที่สุด
2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)	40	4.65	0.53	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)	40	4.68	0.46	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	40	4.56	0.64	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.64**	**0.50**	**มากที่สุด**

จากตาราง 6 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.64) โดยทั้ง 4 ด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) ($\overline{X}$=4.70) รองลงมาคือ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) ($\overline{X}$=4.68) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) ($\overline{X}$=4.65) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ($\overline{X}$= .56)

ตาราง 17 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)

ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	**จำนวน (n)**	**ความพึงพอใจ**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า	40	4.67	0.52	มากที่สุด
2. ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	40	4.83	0.41	มากที่สุด
3. ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล	40	4.17	0.98	มาก
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.70**	**0.39**	**มากที่สุด**

จากตาราง 17 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.70) โดยพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.83) รองลงมาคือ ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.67)

ตาราง 18 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)

ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)	จำนวน (n)	ความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า	40	4.83	0.41	มากที่สุด
2. ความถูกต้องในการประมวลผลค่าไฟฟ้า	40	4.58	0.80	มากที่สุด
3. ความถูกต้องในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	40	4.92	0.20	มากที่สุด
4. ความถูกต้องในการรายงานผล	40	4.25	0.69	มาก
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.65**	**0.53**	**มากที่สุด**

จากตาราง 18 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.65) โดยพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ความถูกต้องในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.92) รองลงมาคือ ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.83)

ตาราง 19 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)

ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)	จำนวน (n)	ความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ	40	4.78	0.35	มากที่สุด
2. รูปแบบและสัดส่วนชัดเจนของการออกแบบเมนู	40	4.50	0.45	มาก
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์	40	4.73	0.41	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง	40	4.78	0.35	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.68**	**0.46**	**มากที่สุด**

จากตาราง 19 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.68) โดยพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบและความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.78) รองลงมาคือ ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.73)

ตาราง 20 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	**จำนวน (n)**	**ความพึงพอใจ**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานระบบ	40	4.75	0.42	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ	40	4.60	0.62	มากที่สุด
3. ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ	40	4.80	0.32	มากที่สุด
4. ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ	40	4.55	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.56**	**0.64**	**มากที่สุด**

จากตาราง 20 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.56) โดยพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.80) รองลงมาคือ การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.75)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม 2) เพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สามารถดำเนินการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้บริหาร

โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้บริหาร จำนวน 4 คน ประกอบด้วย คณบดี รองคณบดีฝ่ายบริหาร หัวหน้าสำนักงานคณบดี วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม และผู้อำนวยการกองนโยบายและแผน สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนครพนม โดยใช้การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1.1 สภาพปัจจุบันในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า

อาคารศรีโคตรบูรณ์ อยู่ภายใต้การบริหารงานโดย วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มีการจัดการพลังงานไฟฟ้าตามนโยบายและแนวปฏิบัติของมหาวิทยาลัยนครพนม ด้านการประหยัดพลังงาน

“NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ภายใน 6 เดือน โดยมีฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับและดูแล มีเจ้าหน้าที่การเงินทำหน้าที่รายงานค่าไฟฟ้าต่อคณะผู้บริหารวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ และมหาวิทยาลัยนครพนม ตามรายละเอียดดังนี้

1.1.1 นโยบายหรือแนวปฏิบัติในการจัดการพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน

1.1.1.1 โครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ในทุกคณะและวิทยาลัยโดยอ้างอิงจากไตรมาสแรกของปี 2562

1.1.1.2 รณรงค์ประหยัดไฟฟ้าในหน่วยงานตามมาตรการที่กำหนด เช่น ปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 12.00–13.00 น. เพื่อลดการใช้พลังงาน ปิดไฟแสงสว่างทุกครั้งหลังออกจากห้อง โดยมีการติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามจุดต่าง ๆ

1.1.2 การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารศรีโคตรบูรณ์

วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มีการมอบหมายฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับดูแลระบบไฟฟ้าและการใช้งานพลังงานไฟฟ้าในภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ

1.1.3 การรายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มอบหมายให้เจ้าหน้าที่การเงินสรุปค่าไฟฟ้ารายเดือนเสนอผู้บริหารต่อที่ประชุมของวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนมทุกเดือนและสรุปเป็นรายไตรมาสเข้าที่ประชุมของมหาวิทยาลัยนครพนม

1.2 ปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

ด้านปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่า นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยนครพนมกำหนด ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ตามที่ตั้งเป้าไว้ และอาคารศรีโคตรบูรณ์เป็นอาคารขนาดใหญ่ส่งผลให้การกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ทั่วถึง รวมถึงไม่มีระบบสารสนเทศที่รายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.2.1 ด้านนโยบายหรือแนวปฏิบัติ

1.2.1.1 นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยนครพนมกำหนดไว้ ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20%

1.2.1.2 ประกาศมหาวิทยาลัยนครพนม เรื่อง หลักเกณฑ์วิธีการ และอัตราการขอใช้สถานที่ ห้องประชุม ห้องบรรยาย และครุภัณฑ์ พบว่า มีการเก็บค่าบำรุงการบริหารจัดการสถานที่น้อยกว่าค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในการใช้งาน

1.2.2 ด้านผู้รับผิดชอบ

1.2.2.1 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีคณะกรรมการผู้รับผิดชอบด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.2.2.2 เจ้าหน้าที่ผู้กำกับดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึง

1.2.3 ด้านการรายงานข้อมูล

วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ทั้งยังไม่สามารถเก็บข้อมูลรายห้อง ทำให้ไม่มีข้อมูลสารสนเทศเสนอต่อผู้บริหารนำมาใช้ในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร

1.3. ความต้องการระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า มีความต้องการระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ความต้องการได้ 3 ด้าน ดังนี้

1.3.1 ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล

1.3.1.1 ต้องการให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละห้อง เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องพักอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์

1.3.1.2 ต้องการให้มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์ให้อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

1.3.2 ด้านการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล

1.3.2.1 ต้องการระบบที่สามารถรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละห้องในแต่ละช่วงเวลาภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ที่สามารถพิมพ์รายงานออกมาได้

1.3.2.2 สามารถค้นหาข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริง รวมถึงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน รายเดือน และรายปี

1.3.3 ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.3.3.1 ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด-ปิด และควบคุมไฟแสงสว่าง โดยสามารถเลือกแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้อง หรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน

1.3.3.2 ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด-ปิด และควบคุมเครื่องปรับอากาศ โดยสามารถเลือกแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องหรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน

1.3.3.3 ต้องการระบบที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ เช่น พัดลม ตู้เย็น กระติกน้ำร้อน คอมพิวเตอร์ ฯลฯ โดยสามารถควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนได้

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน

2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากบุคลากรทั้งหมด จำนวน 36 คน ประกอบด้วย บุคลากรสายสนับสนุน จำนวน 19 คน และบุคลากรสายวิชาการ จำนวน 17 คน โดยใช้วิธีการแจกแบบสอบถาม (Questionnaires) สามารถสรุปรายละเอียดดังตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ/ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 ชาย	16	44.44
1.2 หญิง	20	55.56
รวม	**36**	**100.00**
2. อายุ		
2.1 ต่ำกว่า 30 ปี	4	11.11
2.2 อายุ 31–40 ปี	18	50.00
2.3 อายุ 41–50 ปี	11	30.56
2.4 อายุ 51 ปีขึ้นไป	3	8.33
รวม	**36**	**100.00**
3. ระดับการศึกษา		
3.1 อาชีวศึกษา (ปวช.,ปวส.)	3	8.33
3.2 ปริญญาตรี	13	36.11
3.3 ปริญญาโทหรือสูงกว่า	20	55.56
รวม	**36**	**100.00**
4. ตำแหน่งงานในปัจจุบัน		
4.1 บุคลากรสายสนับสนุน	19	52.78
4.2 บุคลากรสายวิชาการ	17	47.22
รวม	**36**	**100.00**
5. ระยะเวลาการปฏิบัติงาน		
5.1 น้อยกว่า 3 ปี	4	11.11
5.2 3–5 ปี	10	27.78
5.3 6–10 ปี	16	44.44
5.4 มากกว่า 10 ปีขึ้นไป	6	16.67
รวม	**36**	**100.00**

จากตาราง 2 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่างอายุ 31–40 ปี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาอยู่ระหว่าง 41–50 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 30.56 ส่วนใหญ่เป็นระดับปริญญาโทหรือสูงกว่า จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 รองลงมาคือระดับปริญญาตรี จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 36.11 ส่วนใหญ่เป็นบุคลากรสายสนับสนุน จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 52.78 และบุคลากรสายวิชาการ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 47.22 ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานอยู่ระหว่าง 6–10 ปี คิดเป็นร้อยละ 44.44 รองลงมาอยู่ระหว่าง 3–5 ปี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 27.78

2.2 สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2.2.1 สภาพปัจจุบันของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงาน โดยเก็บข้อมูลของห้องทำงาน จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) และชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) เพื่อสรุปข้อมูลทั้งหมด

ผู้วิจัยได้สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า อัตรากำลังไฟฟ้า ชั่วโมงการใช้งาน เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าและปัญหาการใช้งานในห้องทำงานภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ จำนวนทั้งหมด 14 ห้อง รายละเอียดในตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 สภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงานจำแนกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า

ห้องที่ 1 รหัส TS–101

ชื่อห้อง ห้องสำนักงาน

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายสนับสนุน

เครื่องใช้ไฟฟ้า	**จำนวน**	**อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)**	**ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)**	**ปัญหาในการใช้งาน**
หลอดไฟ	24	432	8	เปิดใช้งานตลอดทั้งวัน
เครื่องปรับอากาศ	5	37,500	6	เปิดใช้งานตลอดทั้งวัน
คอมพิวเตอร์	7	3,500	8	
เครื่องพิมพ์เอกสาร	4	850	6	
เครื่องถ่ายเอกสาร	1	1,200	6	
ตู้เย็น	1	150	24	

ตาราง 3 (ต่อ)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
เครื่องทำน้ำเย็น	1	660	24	
โทรทัศน์	1	80	2	

ห้องที่ 2 รหัส TS-102

ชื่อห้อง ห้องงานอาคารสถานที่

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายสนับสนุน

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	10	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	8	
คอมพิวเตอร์	2	1,000	10	
เครื่องพิมพ์เอกสาร	1	80	2	

ห้องที่ 3 รหัส TS-103

ชื่อห้อง ห้องงานทะเบียน

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายสนับสนุน

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	10	
เครื่องปรับอากาศ	1	7,500	8	
คอมพิวเตอร์	2	1,000	8	
เครื่องพิมพ์เอกสาร	2	200	8	
เครื่องถ่ายเอกสาร	1	1,200	8	
เครื่องทำน้ำเย็น	1	660	24	เปิดใช้งานตลอดเวลา

ห้องที่ 4 รหัส TS-104

ชื่อห้อง ห้องกิจการนักศึกษา

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายสนับสนุน

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	12	90	10	ไม่มีคนปิดไฟขณะที่ออก จากห้องทำงาน
เครื่องปรับอากาศ	1	19,000	8	
พัดลม	2	60	8	
คอมพิวเตอร์	4	2,000	8	
เครื่องพิมพ์เอกสาร	1	100	4	

ตาราง 3 (ต่อ)

ห้องที่ 5 รหัส TS-201

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	8	
คอมพิวเตอร์	1	400	8	

ห้องที่ 6 รหัส TS-202

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	8	
คอมพิวเตอร์	1	400	8	

ห้องที่ 7 รหัส TS-203

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	8	
คอมพิวเตอร์	1	400	8	

ห้องที่ 8 รหัส TS-204

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	8	ลืมปิดแอร์ตอนเลิกงาน
คอมพิวเตอร์	1	400	8	

ตาราง 3 (ต่อ)

ห้องที่ 9 รหัส TS-205

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	10	
เครื่องปรับอากาศ	1	4,000	10	
คอมพิวเตอร์	1	400	10	

ห้องที่ 10 รหัส TS-206

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	10	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	6	
คอมพิวเตอร์	2	800	10	

ห้องที่ 11 รหัส TS-207

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	8	
คอมพิวเตอร์	2	800	8	

ห้องที่ 12 รหัส TS-208

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	6	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	6	
คอมพิวเตอร์	2	800	6	

ตาราง 3 (ต่อ)

ห้องที่ 13 รหัส TS-209

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	6	
คอมพิวเตอร์	2	800	8	

ห้องที่ 14 รหัส TS-210

ชื่อห้อง ห้องพักอาจารย์

ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ สายวิชาการ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	อัตรา กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ เฉลี่ย (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
หลอดไฟ	4	72	8	
เครื่องปรับอากาศ	1	5,000	5	
คอมพิวเตอร์	2	800	8	

ผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลสภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าและปัญหาการใช้งานในห้องทำงานภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ รายละเอียดในตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 สรุปข้อมูลสภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าและปัญหาการใช้งาน

รหัสห้องทำงาน	หลอดไฟ			เครื่องปรับอากาศ			เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ			ปัญหาในการใช้งาน
	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	
TS-104	12	90	10	1	19,000	8	7	2,160	6	ไม่มีคนปิดไฟตอนที่ไม่มีคนอยู่ในห้อง
TS-103	4	72	10	1	7,500	8	4	3,060	12	–
TS-102	4	72	10	1	5,000	8	3	1,000	6	เครื่องทำน้ำร้อน-น้ำเย็นเปิดใช้งานตลอด 24 ชม.
TS-101	24	432	8	5	37,500	6	15	6,440	12	ไฟแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศเปิดใช้งานตลอดทั้งวัน
TS-201	4	72	8	1	4,000	8	1	400	8	–
TS-202	4	72	8	1	4,000	6	1	400	8	–
TS-203	4	72	8	1	4,000	6	1	400	8	–
TS-204	4	72	8	1	4,000	8	1	400	8	ลืมปิดเครื่องปรับอากาศหลังเลิกงาน
TS-205	4	72	10	1	4,000	8	1	400	10	–
TS-206	6	108	8	1	6,500	6	2	800	10	–

ตาราง 4 (ต่อ)

รหัสห้องทำงาน	หลอดไฟ			เครื่องปรับอากาศ			เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ			ปัญหาในการใช้งาน
	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	จำนวน (ภายในห้อง)	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน)	
TS-207	6	108	8	1	4,000	8	2	800	8	-
TS-208	6	108	6	1	6,500	6	2	800	6	ไม่มีคนปิดไฟตอนที่ไม่มีคนอยู่ในห้อง
TS-209	6	108	8	1	6,500	6	2	800	8	-
TS-210	6	108	8	1	6,500	6	2	800	8	-
รวม	**94**	**1,566**	**118**	**18**	**119,000**	**98**	**44**	**18,660**	**118**	**-**

จากตาราง 4 พบว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุด คือ หลอดไฟ จำนวน 94 หลอด รองลงมาคือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 44 เครื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือเครื่องปรับอากาศ จำนวน 119,000 วัตต์ รองลงมาคือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 18,660 วัตต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 118 ชั่วโมง รองลงมาคือเครื่องปรับอากาศ จำนวน 98 ชั่วโมง ปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ โดยสาเหตุหลักคือการเปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีคนอยู่ในห้อง รองลงมาคือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ โดยสาเหตุหลักจะเป็นเครื่องทำน้ำร้อน-น้ำเย็นที่เปิดใช้งานตลอด 24 ชม.

2.2.2 พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงานจากบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุนทั้งหมด จำนวน 36 คน สามารถสรุปข้อมูล รายละเอียดในตาราง 5 ดังนี้

ตาราง 5 พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน

รายการ	จำนวน (ร้อยละ)		
	ไม่เคยปฏิบัติ	ปฏิบัติบางครั้ง	ปฏิบัติทุกครั้ง
1. ท่านปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน	5 (13.89)	19 (52.78)	12 (33.33)
2. ท่านจะเปิดไฟแสงสว่างเฉพาะบริเวณที่ใช้ทำงานเท่านั้น	5 (13.89)	14 (38.89)	17 (47.22)
3. ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน	0 (0.00)	20 (55.56)	16 (44.44)
4. ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งหากออกจากห้องเกิน 15 นาที	0 (0.00)	18 (50.00)	18 (50.00)
5. ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศในตอนที่อากาศร้อนอบอ้าวเท่านั้น	0 (0.00)	0 (0.00)	36 (100.00)
6. เมื่อท่านเห็นว่าเครื่องปรับอากาศตั้งอุณหภูมิที่ไม่ใช่ 25 องศาเซลเซียส ท่านจะรีบเปลี่ยนไปตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียสทันที	5 (13.89)	24 (66.67)	7 (19.44)
7. เมื่อท่านผ่านไปเห็นห้องที่เปิดไฟแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ และไม่มีคนอยู่ท่านจะรีบปิดสวิตช์ไฟทันที	0 (0.00)	24 (66.67)	12 (33.33)
8. ท่านปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ทุกครั้งหลังไม่ได้ใช้งานเกิน 15 นาที	5 (13.89)	15 (41.67)	0 (0.00)
9. ท่านจะปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าเสมอ หากไม่มีการใช้งาน	0 (0.00)	5 (13.89)	31 (86.11)
10. เมื่อปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังเลิกงาน ท่านจะถอดปลั๊กออกด้วยทุกครั้ง	10 (27.78)	5 (13.89)	21 (58.33)

จากตาราง 5 พบว่า พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงานของบุคลากรสายวิชการและสายสนับสนุน ส่วนใหญ่มีการปฏิบัติดังรายการบางครั้ง จำนวน

5 รายการ คือ 1) เมื่อท่านเห็นว่าเครื่องปรับอากาศตั้งอุณหภูมิที่ไม่ใช่ 25 องศาเซลเซียส ท่านจะรีบเปลี่ยนไปตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียสทัน 2) เมื่อท่านผ่านไปเห็นห้องที่เปิดไฟแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ และไม่มีคนอยู่ท่านจะรีบปิดสวิตช์ไฟทันที 3) ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน 4) ท่านปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน และ 5) ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งหากออกจากห้องเกิน 15 นาที รองลงมาคือ ปฏิบัติดังรายการทุกครั้ง จำนวน 4 รายการ คือ 1) ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศในตอนที่อากาศร้อนอบอ้าวเท่านั้น 2) ท่านจะปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าเสมอ หากไม่มีการใช้งาน 3) เมื่อปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังเลิกงาน ท่านจะถอดปลั๊กออกด้วยทุกครั้ง และ 4) ท่านจะเปิดไฟแสงสว่างเฉพาะบริเวณที่ใช้ทำงานเท่านั้น โดยมี 1 รายการที่เลือกปฏิบัติบางครั้งและปฏิบัติทุกครั้งเท่ากัน คือ ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งหากออกจากห้องเกิน 15 นาที

2.2.3 ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

จากการเก็บข้อมูลความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าจากบุคลากรทั้งหมด จำนวน 36 คน โดยผู้วิจัยได้แจกแบบตรวจสอบรายการ (Check list) โดยสามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ รายละเอียดในตาราง 6 ดังนี้

ตาราง 6 ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล		
1.1 มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน	31	86.11
1.2 มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละห้อง	22	61.11
1.3 มีการจัดเก็บข้อมูลการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน	24	66.67
2. ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล		
2.1 การรายงานแรงดันของไฟฟ้าในเวลาจริง	23	63.89
2.2 การรายงานปริมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าในเวลาจริง	28	77.78
2.3 กราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานใน 1–7 วัน	33	91.67
2.4 การสืบค้นข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลัง 1 ปี	26	72.22

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
3. ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า		
3.1 ด้านแสงสว่าง		
1) ระบบเปิด–ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน	27	75.00
2) ระบบเปิด–ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่	28	77.78
3) ระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน	30	83.33
3.2 ด้านเครื่องปรับอากาศ		
1) ระบบเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน	32	88.89
2) ระบบเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่	25	69.44
3) ระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน	34	94.44
3.3 ด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ		
1) ระบบเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน	29	80.56
2) ระบบเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ	25	69.44
3) ระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน	28	77.78

จากตาราง 6 พบว่า บุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุนมีความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าทุกด้าน ได้แก่ ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล และด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยเมื่อพิจารณาในรายด้าน พบว่า

ความต้องการด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 86.11 รองลงมาคือ มีการจัดเก็บข้อมูลการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67

ความต้องการด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีกราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานใน 1–7 วัน จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 รองลงมาคือ มีการรายงานปริมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าในเวลาจริง จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78

ความต้องการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

– ความต้องการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 รองลงมาคือ มีระบบเปิด–ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 78.88

– ความต้องการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้าน พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีระบบเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 94.44 รองลงมาคือ มีระบบเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89

– ความต้องการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้านอุปกรณ์ พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีความต้องการสูงสุดคือ มีระบบเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 รองลงมาคือ มีระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78

2.3 ข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า

2.3.1 ควรมีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละห้อง ซึ่งจะทำให้สามารถทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในห้องต่าง ๆ เพื่อจะได้ทราบถึงปัญหาและดำเนินแก้ไขได้ถูกต้อง

2.3.2 การเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าควรสามารถสืบค้นได้ในแต่ละวัน เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าและสามารถนำมาคำนวณค่าไฟฟ้าได้

3. สรุปผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

จากการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าจากผู้บริหารและบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน สามารถนำมาสรุปประเด็น ดังรายละเอียดในตาราง 7

ตาราง 7 สรุปประเด็นสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ประเด็น	ผู้บริหาร	บุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน
1. สภาพปัจจุบันในการจัดการพลังงานไฟฟ้า	1. โครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ในทุกคณะและวิทยาลัย โดยอ้างอิงจากไตรมาสแรกของปี 2565 2. รณรงค์ประหยัดไฟฟ้าในหน่วยงานตามมาตรการที่กำหนด เช่น ปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 12.00–13.00 น. เพื่อลดการใช้พลังงาน ปิดไฟแสงสว่างทุกครั้งหลังออกจากห้อง โดยมีการติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามจุดต่าง ๆ 3. ฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับและดูแลระบบไฟฟ้าและการใช้งานพลังงานไฟฟ้าในภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ 4. วิทยาลัยฯ มอบหมายให้เจ้าหน้าที่การเงินสรุปค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนเสนอผู้บริหารในที่ประชุมของวิทยาลัยทุกเดือนและสรุปเป็นรายไตรมาสเข้าที่ประชุมของมหาวิทยาลัย	1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุดคือหลอดไฟ 2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือเครื่องปรับอากาศ 3. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ
2. สภาพปัญหาในการใช้พลังงานไฟฟ้า	1. นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยกำหนดไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ตามที่ตั้งเป้าไว้	1. ปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศโดยสาเหตุหลักคือการเปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีตนอยู่ในห้อง

ตาราง 7 (ต่อ)

ประเด็น	ผู้บริหาร	บุคลากรสายวิชาการ และสายสนับสนุน
	เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% 2. นโยบายการเก็บค่าธรรมเนียมในการใช้ห้องประชุมหรือสถานที่ภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์น้อยกว่าค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในการใช้งาน 3. วิทยาลัยฯ ไม่มีคณะกรรมการที่รับผิดชอบด้านการใช้พลังงาน 4. เจ้าหน้าที่ที่กำกับดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์มีเพียงคนเดียว แต่อาคารศรีโคตรบูรณ์เป็นอาคารขนาดใหญ่ส่งผลให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึง 5. วิทยาลัยฯ ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือจุด	2. เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ สาเหตุหลักคือเครื่องทำน้ำร้อน–น้ำเย็นที่เปิดใช้งานตลอด 24 ชม. 3. เมื่อปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังเลิกงานไม่ถอดปลั๊กออกด้วยทุกครั้ง

ตาราง 7 (ต่อ)

ประเด็น	ผู้บริหาร	บุคลากรสายวิชาการ และสายสนับสนุน
3. ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า	1. ต้องการให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละส่วน เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องทำงานอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์และใช้ประกอบการตัดสินใจในการแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ 2. ต้องการให้มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์ให้อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อความสะดวกในการใช้งาน 3. เป็นระบบที่สามารถรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละส่วนในแต่ละช่วงเวลาภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์อยู่ในรูปแบบไฟล์ที่สามารถพิมพ์รายงานออกมาได้ 4. สามารถค้นหาข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการทราบเช่น การใช้ไฟในเวลาจริง การใช้ไฟฟ้าในรายวัน รายเดือน และรายปี 5. ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด-ปิดและควบคุมไฟแสงสว่าง โดยสามารถเลือกแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องหรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน	1. ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล 1.1 มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน 1.2 มีการจัดเก็บข้อมูลการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน 1.3 มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละห้อง 2. ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล 2.1 มีกราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานใน 1-7 วัน 2.2 มีการรายงานปริมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าในเวลาจริง 2.3 มีการสืบค้นข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลัง 1 ปี 3.ด้านความต้องการระบบ 3.1 ด้านแสงสว่าง 3.1.1 มีระบบแจ้งสถานะเปิด-ปิดไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน 3.1.2 มีระบบเปิด-ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ 3.1.3 มีระบบเปิด-ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ตโฟน 3.2 ด้านเครื่องปรับอากาศ 3.2.1 มีระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน 3.2.2 มีระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ตโฟน

ตาราง 7 (ต่อ)

ประเด็น	ผู้บริหาร	บุคลากรสายวิชาการ และสายสนับสนุน
	6. ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด-ปิดและควบคุมเครื่องปรับอากาศ โดยสามารถเลือกแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องหรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน	3.2.3 มีระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ 3.3 ด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ 3.3.1 มีระบบเปิด-ปิดไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน 3.3.2 มีระบบแจ้งสถานะเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน 3.3.3 มีระบบเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ

จากตาราง 7 สามารถสรุปสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

1. สภาพปัจจุบันในการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.1 โครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ในทุกคณะและวิทยาลัย โดยอ้างอิงจากไตรมาสแรกของปี 2562 และมีการรณรงค์ประหยัดไฟฟ้าในหน่วยงานตามมาตรการที่กำหนด เช่น ปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 12.00-13.00 น. เพื่อลดการใช้พลังงาน ปิดไฟแสงสว่างทุกครั้งหลังออกจากห้อง โดยมีการติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามจุดต่าง ๆ

1.2 ฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับและดูแลระบบไฟฟ้าและการใช้งานพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ

1.3 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มอบหมายให้เจ้าหน้าที่การเงินสรุปค่าไฟฟ้ารายเดือนเสนอต่อผู้บริหารในที่ประชุมของวิทยาลัยทุกเดือนและสรุปรายไตรมาสเสนอต่อที่ประชุมของมหาวิทยาลัยนครพนม

1.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุดคือ หลอดไฟ และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือ เครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

2. สภาพปัญหาในการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.1 นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยนครพนมกำหนดไว้ ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20%

2.2 ประกาศมหาวิทยาลัยนครพนม เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และอัตราการขอใช้สถานที่ ห้องประชุม ห้องบรรยาย และครุภัณฑ์ พบว่า มีการเก็บค่าบำรุงการบริหารจัดการสถานที่น้อยกว่าค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในการใช้งาน

2.3 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีคณะกรรมการผู้รับผิดชอบด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.4 เจ้าหน้าที่ผู้กำกับดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึง

2.5 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ทั้งยังไม่สามารถเก็บข้อมูลรายห้อง ทำให้ไม่มีข้อมูลสารสนเทศเสนอต่อผู้บริหารนำมาใช้ในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร

2.6 ปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ โดยสาเหตุหลักคือการเปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีคนอยู่ในห้อง รวมถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่เปิดตลอด 24 ชม.

3. ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

3.1 ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล ต้องการให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละห้อง เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องพักอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยข้อมูลดังกล่าวมีการจัดเก็บอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อความสะดวกในการใช้งานในการจัดเก็บและสืบค้น

3.2 ด้านการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล ต้องการรายงานค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละห้องในแต่ละช่วงเวลาภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ และสามารถค้นหาข้อมูลใน

ช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริง รวมถึงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน รายเดือน และรายปี

3.3 ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด–ปิดและควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยสามารถเลือกแบบเปิด–ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องหรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1. ขั้นตอนการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลและออกแบบระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากข้อมูลสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์หาแนวทางในการออกแบบระบบดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 แนวทางในการออกแบบระบบ

สภาพปัจจุบัน	ปัญหา	ความต้องการระบบ	แนวทางการออกแบบระบบ
นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยกำหนดไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ตามที่ตั้งเป้าไว้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20%	นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยกำหนดไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ตามที่ตั้งเป้าไว้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20%	ความสามารถต้องการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน โดยมีรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละส่วน เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องทำงานอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์และตัดสินใจในการแก้ปัญหาการใช้พลังงาน	1. ติดตั้งอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า 2. พัฒนาระบบเพื่อแสดงข้อมูลการใช้งานพลังงานไฟฟ้าในเวลาจริงและย้อนหลัง 3. จัดทำฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตาราง 8 (ต่อ)

สภาพปัจจุบัน	ปัญหา	ความต้องการระบบ	แนวทาง การออกแบบระบบ
		ภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยข้อมูลดังกล่าวมี การจัดเก็บอยู่ในระบบ อินเตอร์เน็ตเพื่อ ความสะดวกในการใช้งาน ในการจัดเก็บและสืบค้น	
ฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็น ผู้กำกับและดูแลระบบ ไฟฟ้าและการใช้งาน พลังงานไฟฟ้าในภายใน อาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบ และซ่อมแซม เครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถ ใช้งานได้ตามปกติและ วิทยาลัยฯ มอบหมายให้ เจ้าหน้าที่การเงินสรุป ค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน เสนอผู้บริหารในที่ประชุม ของวิทยาลัยทุกเดือนและ สรุปเป็นรายไตรมาสเข้าที่ ประชุมของมหาวิทยาลัย	เจ้าหน้าที่ที่กำกับดูแล การใช้พลังงานไฟฟ้าของ อาคารศรีโคตรบูรณ์มี เพียงคนเดียว แต่อาคาร ศรีโคตรบูรณ์เป็นอาคาร ขนาดใหญ่ส่งผลให้ เจ้าหน้าที่ไม่สามารถ กำกับติดตามการใช้ พลังงานไฟฟ้าอย่าง ทั่วถึงและวิทยาลัยฯ ไม่มี การเก็บข้อมูลการใช้ พลังงานไฟฟ้าในห้อง หรือจุดต่าง ๆ ที่จะนำมา เป็นข้อมูลให้ผู้บริหาร ตัดสินใจในการแก้ไข ปัญหาการใช้พลังงาน ไฟฟ้าภายในองค์กร	ด้านการรายงานผลและ การสืบค้นข้อมูล มีความต้องการรายงาน ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละส่วน โดยสามารถค้นหาข้อมูลใน ช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการ ทราบ เช่น การใช้ไฟในเวลา จริง การใช้ไฟฟ้าในรายวัน รายเดือน และรายปี	1. ติดตั้งอุปกรณ์วัด กระแสไฟฟ้า ในห้อง ทำงาน ในห้องประชุม และ ในห้องเรียน 2. พัฒนาระบบเพื่อแสดง ข้อมูลการใช้งานพลังงาน ไฟฟ้า ในเวลาจริงและย้อนหลัง 3. จัดทำฐานข้อมูลเพื่อ เก็บข้อมูลการใช้พลังงาน ไฟฟ้า

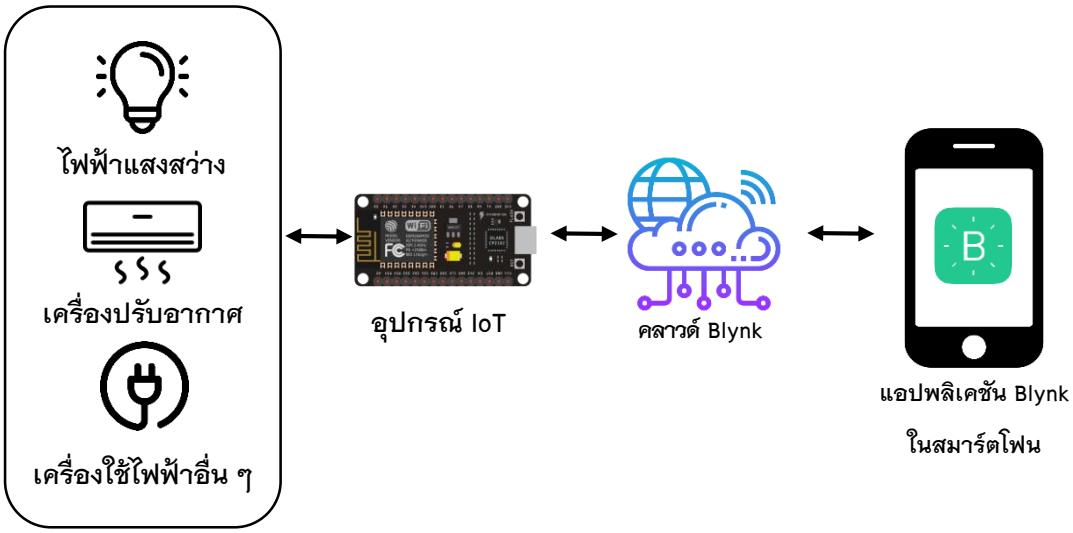
ตาราง 8 (ต่อ)

สภาพปัจจุบัน	ปัญหา	ความต้องการระบบ	แนวทางการออกแบบระบบ
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุดคือหลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือเครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ	ปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ โดยสาเหตุหลักคือการเปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีตนอยู่ในห้องและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่เปิดตลอด 24 ชม.	ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า คือ มีระบบแจ้งเตือนสถานะการใช้งานแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ พร้อมทั้งมีระบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ และสามารถควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน	1. ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไฟสว่าง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่สามารถควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน 2. ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจเช็คการทำงานของระบบ ไฟแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เพื่อสามารถตรวจเช็คสถานะการทำงานผ่านสมาร์ตโฟน 3. ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อตัดการทำงานของระบบไฟแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เมื่อไม่มีคนอยู่

1.2 กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

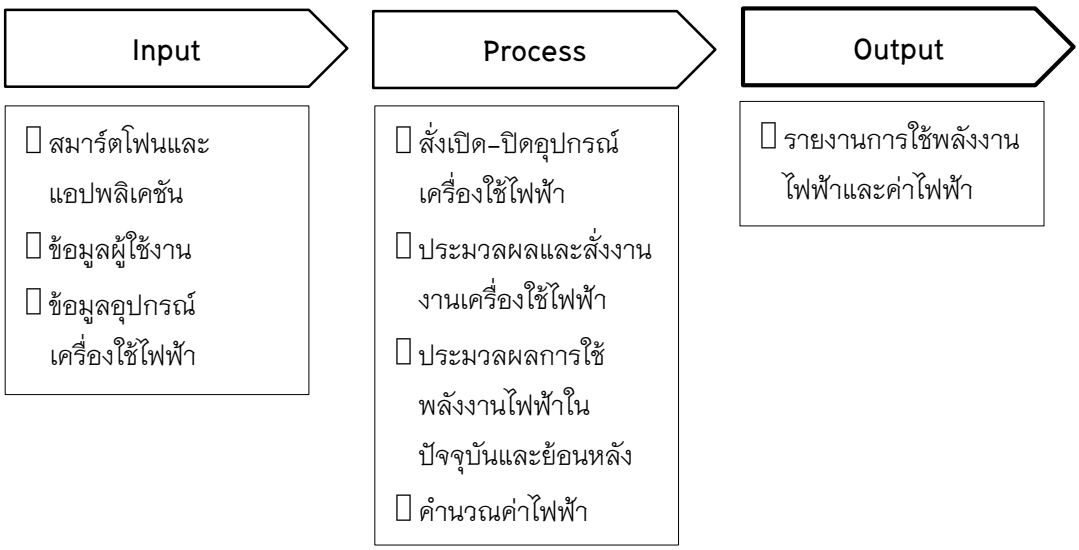
จากแนวทางการออกแบบระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยการเขียนโปรแกรมคำสั่งลงเมนบอร์ดชุดควบคุม ESP8266 ให้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยบอร์ดชุดควบคุมจะต่อกับอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้า Relay Module 5V เพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ และรับคำสั่งจากเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อไหว PIR Motion Sensor เพื่อให้ระบบเปิด-ปิด ไฟฟ้าอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ รวมถึงรับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM-004T เพื่อดู

การใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริงและย้อนหลัง โดยระบบสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าตามระยะเวลาที่ผู้ใช้งานระบบกำหนด ซึ่งผู้ใช้งานระบบสามารถใช้งานระบบจากสมาร์ตโฟนผ่านแอปพลิเคชัน Bynk ผ่านคลาวด์ที่เชื่อมต่อกับบระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า สามารถสรุปกระบวนการทำงานของระบบได้ ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 แนวทางการพัฒนาระบบ

1.3 กระบวนการเชิงระบบ (Input–Process–Output) ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง



ภาพประกอบ 19 กระบวนการเชิงระบบ (Input–Process–Output)

1.4 โครงสร้างผู้เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากกระบวนการเชิงระบบ Input–Process–Output ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และกำหนดโครงสร้างผู้เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ประกอบด้วย ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่งานอาคารสถานที่ ผู้ใช้ระบบ และผู้บริหาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 ผู้ดูแลระบบ สามารถกำหนดสิทธิ์การใช้งาน จัดการระบบการใช้พลังงานไฟฟ้า บันทึกข้อมูล และตำแหน่งงานของบุคลากร กำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบประจำห้องทำงาน กำหนดสิทธิ์ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และกำหนดสิทธิ์การเข้าดูระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.4.2 เจ้าหน้าที่อาคารสถานที่ สามารถดูสถานะ การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ควบคุมการเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า รายงานการใช้พลังงานไฟฟ้าปัจจุบัน และย้อนหลัง พิมพ์รายงานสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.4.3 ผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมการเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องทำงานดูสถานการณ์ทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้า และรายงานการพลังงานไฟฟ้าปัจจุบันและย้อนหลัง

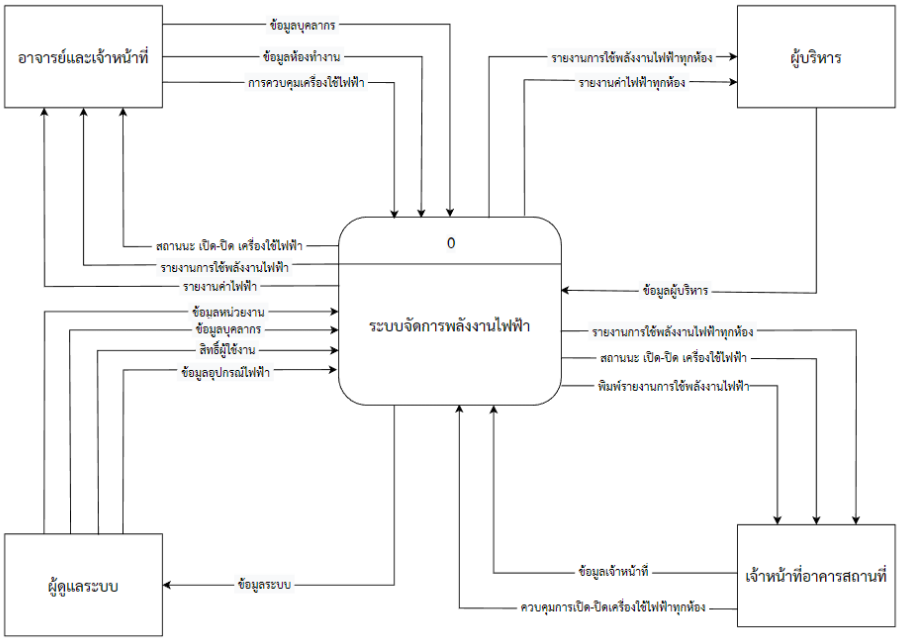
1.4.4 ผู้บริหารสามารถดูรายงานการใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริงและย้อนหลัง

ดังภาพประกอบ 16

ภาพประกอบ 20 โครงสร้างผู้ใช้งานระบบ

1.5 แผนภาพบริบท (Context Diagram) ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

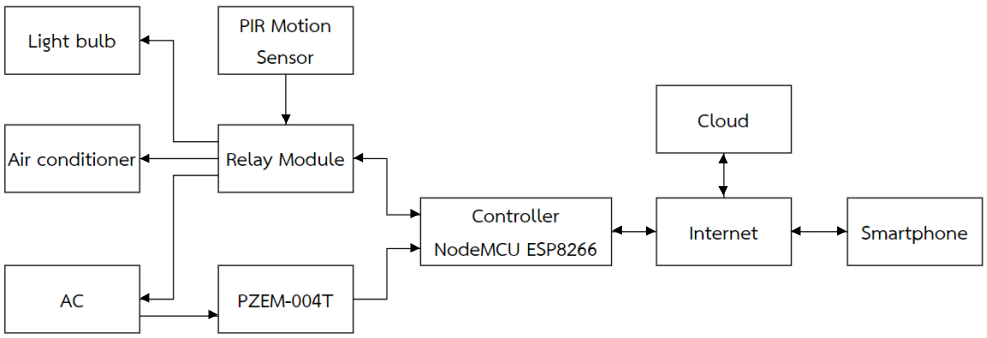
จากโครงสร้างผู้ใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์และนำมาเขียนแผนภาพกระแสข้อมูลระดับบนสุดของระบบ โดยกำหนดเอนทิตี้ภายนอก คือ ผู้บริหาร อาจารย์และเจ้าหน้าที่ เจ้าหน้าที่อาคาร และผู้ดูแลระบบ ซึ่งกำหนด Input และ Output ของข้อมูล ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 แผนภาพบริบท (Context Diagram)

1.6 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อเขียนบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยเริ่มต้นควบคุมจาก Smartphone ผ่านระบบ Internet ซึ่งจะดึงข้อมูลจาก Cloud และสั่งงานผ่าน Controller NodeMCU ESP8266 และ Controller จะประมวลผล สั่งงาน Relay Module เพื่อให้ทำการเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า โดย Controller จะทำหน้าที่รับข้อมูลสถานะการเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและรับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจาก PZEM–004T และส่งกลับข้อมูลผ่านระบบ Internet ไปไว้บน Cloud ก่อนที่จะแสดงผลผ่าน Smartphone ซึ่งบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ (Block Diagram) ดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบ

1.7 การเขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE

จากแบบจำลองบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) การทำงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้เขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE ตามแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งประกอบด้วยคำสั่ง 2 ชุด รายละเอียดดังนี้

1.7.1 ชุดคำสั่งแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าและสรุปค่าไฟฟ้าตามระยะเวลาที่กำหนด ประกอบด้วยชุดคำสั่งเพื่อแสดงสถานะการใช้พลังงานไฟฟ้า 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สำหรับผู้บริหาร สามารถดูกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน

ส่วนที่ 2 สำหรับบุคลากร สามารถดูกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าและคำนวณค่าไฟฟ้าตามระยะเวลาที่กำหนดผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน

1.7.2 ชุดคำสั่งการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว จากการศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงาน ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและเขียนคำสั่งควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างได้โดยผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน กดปุ่มเปิด–ปิดไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้อง และสามารถตั้งระบบเปิด–ปิดอัตโนมัติหลังจากไม่มีคนอยู่ในห้อง 15 นาที

ส่วนที่ 2 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกควบคุมเครื่องปรับอากาศได้โดยผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน กดปุ่มเปิด–ปิดเครื่องปรับอากาศภายในห้องและ ปิดอัตโนมัติหลังจากไม่มีคนอยู่ในห้อง 40 นาที ซึ่งคำนวณจากขนาดของเครื่องปรับอากาศและขนาดห้องภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์

ส่วนที่ 3 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกควบคุมการเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ได้ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน

1.8 ติดตั้งอุปกรณ์

จากที่ผู้วิจัยได้เขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE แล้ว จึงดำเนินการถ่ายโอนชุดคำสั่งจากโปรแกรมเข้าสู่เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 ผ่านทางพอร์ต USB และเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่กำหนดไว้ โดยมีขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ดังนี้

1.8.1 เชื่อมต่อเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เข้ากับเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor

1.8.2 เชื่อมต่อเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เข้ากับชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์

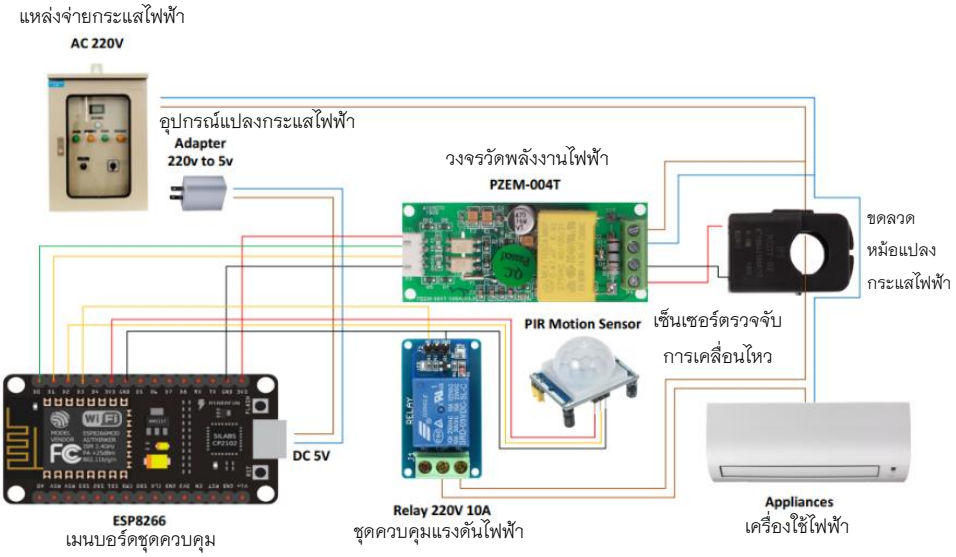
1.8.3 เชื่อมต่อเมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266 เข้ากับอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM–004T

1.8.4 นำขดลวดหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า PZEM–004Tคร่อมสายไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าของห้องทำงาน

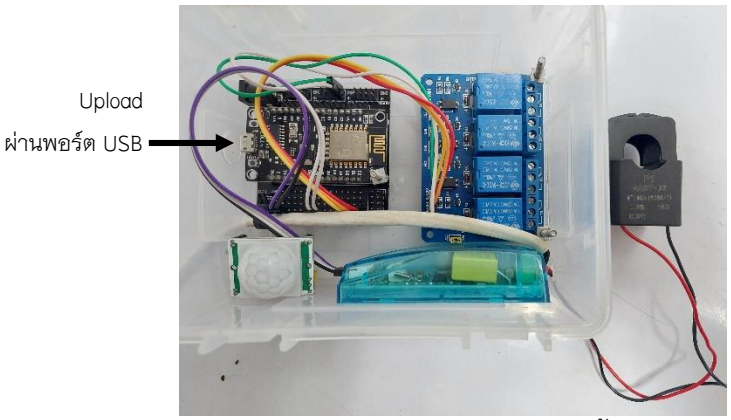
1.8.5 ต่อสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าที่ (NO) และออกที่ขา (NC) ของชุดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า Relay Module 5 โวลต์

1.8.6 ต่อ Adapter 5 โวลต์ DC เข้าที่เต้ารับและปลายสาย Port Micro USB เข้าที่เมนบอร์ดชุดควบคุม NodeMCU ESP8266

ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 ผังวงจรการติดตั้งอุปกรณ์ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง



ภาพประกอบ 24 ภาพถ่ายการติดตั้งอุปกรณ์

ภาพประกอบ 25 ภาพถ่ายการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องทำงาน

1.9 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับแอปพลิเคชัน Blynk

1.9.1 ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านทาง Google Play หรือ App Store ติดตั้งลงในสมาร์ตโฟน

1.9.2 เมื่อเปิดแอปพลิเคชัน Blynk สร้างโปรเจค ระบุการใช้งาน หลังจากสร้างเสร็จแล้วแอปพลิเคชัน Blynk จะส่ง Token ให้ผู้ใช้งานระบบทางอีเมลที่ได้ลงทะเบียนไว้ จากนั้นต้องใช้ Token ดังกล่าวเขียนลงกับโปรแกรม Arduino IDE เพื่อให้อุปกรณ์เชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน Blynk

1.9.3 เลือกใช้ Widget ตามที่ได้เขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE ไว้ พร้อมทั้งตั้งค่าการใช้งาน Widget ในแอปพลิเคชัน Blynk ตามที่กำหนดไว้

1.9.4 ดำเนินการทดสอบระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ตามเงื่อนไข

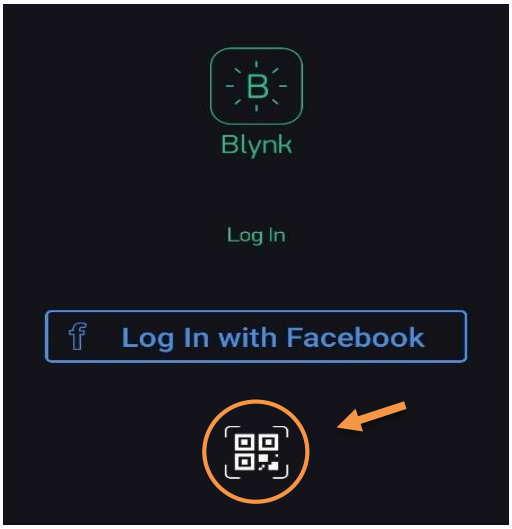
2. ขั้นตอนการใช้งานและผลการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

จากการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สามารถอธิบายขั้นตอนการใช้งานและผลการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ได้ดังนี้

2.1 ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านทาง Google Play หรือ App Store ติดตั้งลงในสมาร์ตโฟน

ภาพประกอบ 26 การดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชัน Blynk

2.2 เข้าสู่แอปพลิเคชัน Blynk กดปุ่มสแกน QR-Code และสแกน QR-Code ตามประเภทผู้ใช้งาน ได้แก่ ประเภทบุคลากร และประเภทผู้บริหาร โดยสามารถรับ QR-Code ทั้ง 2 ประเภทนี้จากผู้ดูแลระบบ เพื่อเข้าใช้งานระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม



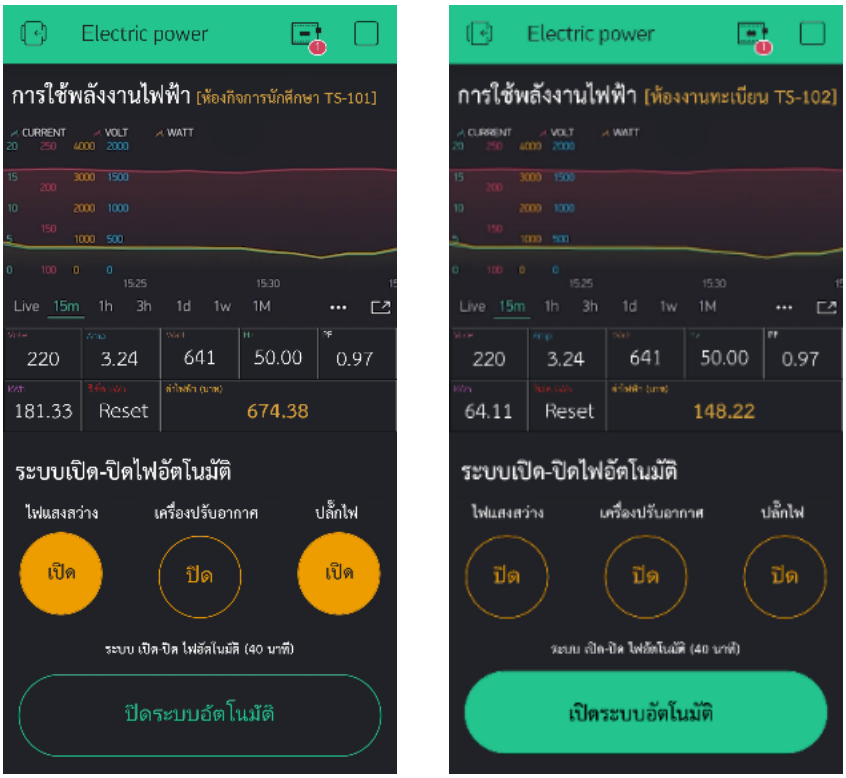
ภาพประกอบ 27 ภาพแสดงการเข้าสู่แอปพลิเคชัน Blynk

ภาพประกอบ 28 ภาพแสดงการสแกน QR-Qode สำหรับผู้ใช้งานระบบ

2.4 หน้าจอการแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2.4.1 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับบุคลากร แบ่งการทำงานของระบบเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1) การแสดงสถานะ

การใช้พลังงาน ประกอบด้วย กราฟแสดงการใช้พลังงาน หน่วยแสดงค่าพลังงาน Vote, Amp, Watt, Hz, PF, kWh และค่าไฟฟ้ามีหน่วยเป็นบาท ซึ่งมีปุ่ม Reset ลบค่า kWh เพื่อคำนวณค่าไฟฟ้าตามที่ผู้ใช้งานระบบกำหนดเอง และส่วนที่ 2) การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ประกอบด้วย ปุ่มเปิด-ปิดไฟฟ้าแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ เครื่องใช้ไฟฟ้า และปุ่มสำหรับเปิดระบบอัตโนมัติ



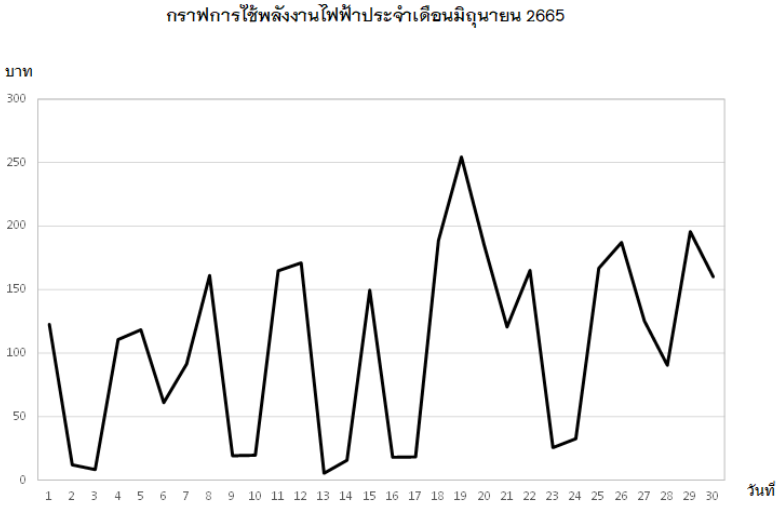
ภาพประกอบ 29 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับบุคลากร

2.4.2 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับผู้บริหาร สามารถดูกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์

ภาพประกอบ 30 การแสดงผลระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับผู้บริหาร

2.5 การส่งออกรายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งผู้ใช้งานระบบสามารถส่งออกข้อมูลโดยกดที่ Export to csv ในหน้าจอหลักของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม หลังจากนั้นแอปพลิเคชัน Blynk จะส่งข้อมูลเป็นไฟล์ csv ไปยังอีเมลของผู้ใช้งานระบบที่สมัครไว้ เมื่อดาวน์โหลดไฟล์เข้าสู่คอมพิวเตอร์แล้ว เปิดไฟล์ด้วยโปรแกรมด้วย Microsoft Excel โดยสามารถดูกราฟการใช้พลังงานย้อนหลังตามที่ผู้ใช้งานระบบกำหนด ดังภาพประกอบ 31

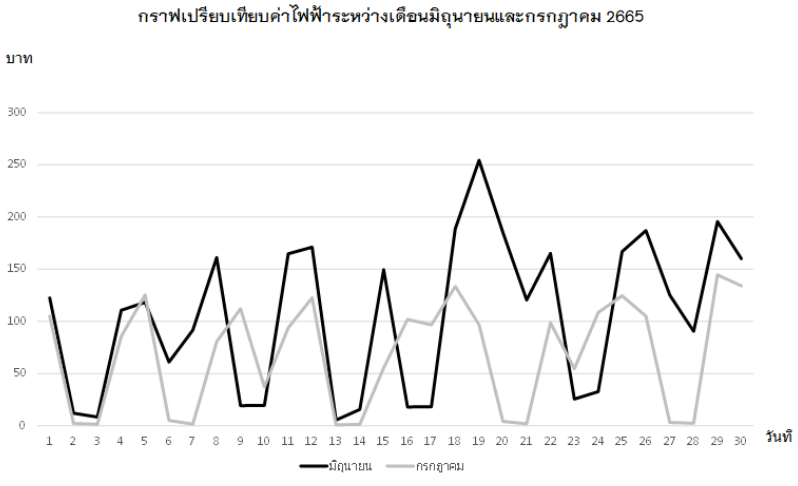
วันที่	มิถุนายน
1	122.56
2	12.01
3	8.32
4	110.64
5	118.31
6	60.97
7	91.57
8	161.11
9	19.21
10	19.56
11	164.80
12	171.05
13	5.44
14	15.60
15	149.56
16	18.01
17	18.32
18	188.64
19	254.32
20	185.07
21	120.55
22	165.11
23	25.56
24	32.64
25	166.80
26	187.05
27	125.21
28	90.45
29	195.56
30	160.11
รวม	2082.96



ภาพประกอบ 31 ข้อมูลและกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องทำงาน ภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2.6 ผลการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อน–หลังการใช้ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

วันที่	มิถุนายน	กรกฎาคม
1	122.56	105.05
2	12.01	2.21
3	8.32	1.45
4	110.64	85.56
5	118.31	125.31
6	60.97	4.99
7	91.57	1.65
8	161.11	80.56
9	19.21	112.11
10	19.56	37.21
11	164.80	93.80
12	171.05	122.56
13	5.44	1.01
14	15.60	1.32
15	149.56	55.56
16	18.01	101.92
17	18.32	96.69
18	188.64	133.64
19	254.32	96.64
20	185.07	4.11
21	120.55	1.97
22	165.11	98.55
23	25.56	54.63
24	32.64	108.44
25	166.80	124.57
26	187.05	105.11
27	125.21	3.19
28	90.45	2.44
29	195.56	144.56
30	160.11	134.11
รวม	2082.96	1266.13



ภาพประกอบ 32 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อน–หลังการใช้ระบบ การจัดการพลังงานไฟฟ้า ในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

3. สรุปผลการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

จากการทดลองระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า

3.1 ระบบสามารถบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องต่าง ๆ ของอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยแสดงกราฟการใช้พลังงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

3.2 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกรูปแบบการดูกราฟได้เป็นระยะที่ต้องการตั้งแต่ภาพรวม 15 นาที จนถึง 1 ปี ระบบจะแสดงหน่วยค่าพลังงาน Vote, Amp, Watt, Hz, PF และ kWh

3.3 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกวันที่จะคำนวณและสรุปค่าไฟฟ้าจากการใช้งานที่ผ่านมาหรือตั้งไว้ในช่วงวันข้างหน้าเพื่อให้ระบบคำนวณค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กำหนด

3.4 ผู้ใช้งานระบบในส่วนของผู้บริหารสามารถเข้าดูกราฟแสดงภาพรวมการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องทำงาน

3.5 ระบบสามารถส่งข้อมูลเป็นไฟล์ csv ไปยังอีเมลของผู้ใช้งานระบบที่สมัครไว้ เมื่อดาวน์โหลดไฟล์เข้าสู่คอมพิวเตอร์แล้วเปิดไฟล์ด้วยโปรแกรมด้วย Microsoft Excel จะสามารถดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลังทั้งหมดได้

3.6 ผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน Blynk และสามารถควบคุมเองภายในห้องทำงาน

3.7 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกให้ระบบสั่งเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานโดยระบบจะสั่งปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าหลังจากไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานและจะกลับมาทำงานอีกครั้งเมื่อมีคนเข้ามาในห้องทำงาน

3.8 อาคารศรีโคตรบูรณ์เมื่อนำระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาใช้แล้ว พบว่า สามารถช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าได้

ระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1. การประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบระบบและใช้งานเพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม
จำนวน 5 คน ดังนี้

1.1. ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ จำนวน 2 คน

1.1.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.1.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบงานไฟฟ้าและอาคารสถานที่ จำนวน 3 คน

1.2.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเยี่ยม ยศเรืองศักดิ์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.2.3 นายณัฐวุฒิ สุริวรรณ์ ตำแหน่ง รักษาการหัวหน้าสำนักงานคณบดี วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม

ตาราง 9 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

รายการ/ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 เพศชาย	3	60.00
1.2 เพศหญิง	2	40.00
รวม	**5**	**100.00**
2. อายุ		
2.1 อายุ 31–40 ปี	1	20.00
2.2 อายุ 41–50 ปี	4	80.00
รวม	**5**	**100.00**
3. ระดับการศึกษาสูงสุด		
3.1 ปริญญาโท	2	40.00
3.2 ปริญญาเอก	3	60.00
รวม	**5**	**100.00**
4. ตำแหน่งงานในการปฏิบัติงาน		
4.1 ผู้บริหาร	1	20.00
4.2 อาจารย์	3	60.00
4.3 เจ้าหน้าที่	1	20.00
รวม	**5**	**100.00**

จากตาราง 9 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมินส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่อายุอยู่ระหว่าง อายุ 41–50 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ระดับการศึกษาสูงสุดส่วนใหญ่คือ ปริญญาเอก จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ในด้านตำแหน่งงานในการปฏิบัติงานส่วนใหญ่เป็นอาจารย์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00

ตาราง 10 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบรายด้าน

รายการ	จำนวน (n)	ประสิทธิภาพ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	5	4.80	0.18	มากที่สุด
2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)	5	4.95	0.11	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)	5	4.90	0.22	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	5	4.90	0.14	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.89**	**0.16**	**มากที่สุด**

จากตาราง 10 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.89) โดยทั้ง 4 ด้านมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) ($\overline{X}$ =4.95) รองลงมาคือ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ($\overline{X}$=4.90) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) ($\overline{X}$=4.80)

ตาราง 11 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)

ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	จำนวน (n)	ประสิทธิภาพ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล	5	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.80**	**0.18**	**มากที่สุด**

จากตาราง 11 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด

($\overline{X}$ = 4.80) โดยความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าและความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า อยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 5.00) รองลงมาคือความสามารถของระบบด้านการรายงานผล อยู่ระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.40)

ตาราง 12 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)

ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)	**จำนวน (n)**	**ประสิทธิภาพ**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความถูกต้องในการประมวลผลค่าไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความถูกต้องในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความถูกต้องในการรายงานผล	5	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.95**	**0.11**	**มากที่สุด**

จากตาราง 12 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.95) โดยพบว่ามีประสิทธิภาพทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ความถูกต้องในการประมวลผลค่าไฟฟ้า และความถูกต้องในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ($\overline{X}$=5.00) รองลงมาคือความถูกต้องในการรายงานผล ($\overline{X}$=4.80)

ตาราง 13 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)

ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)	**จำนวน (n)**	**ประสิทธิภาพ**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. การออกแบบเมนูมีรูปแบบและสัดส่วนชัดเจน	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.90**	**0.22**	**มากที่สุด**

จากตาราง 14 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.90) โดยพบว่ามีประสิทธิภาพทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์ ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง ($\overline{X}$ = 5.00) รองลงมาคือ การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ และการออกแบบเมนูมีรูปแบบและสัดส่วนชัดเจน ($\overline{X}$ = 4.80)

ตาราง 14 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	**จำนวน (n)**	**ประสิทธิภาพ**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานระบบ	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ	5	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**5**	**4.90**	**0.14**	**มากที่สุด**

จากตาราง 14 พบว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.90) โดยพบว่า มีประสิทธิภาพทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานระบบ ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ ($\overline{X}$=5.00) รองลงมาคือ ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ ($\overline{X}$=4.60)

2. การประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้วิธีแจกแบบประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม กับบุคลากรทั้งหมด จำนวน 40 คน และได้รับกลับมาครบตามจำนวน ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

ตาราง 15 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ/ข้อมูลทั่วไป	**จำนวน**	**ร้อยละ**
1. เพศ		
1.1 เพศชาย	18	45.00
1.2 เพศหญิง	22	55.00
รวม	**40**	**100.00**
2. อายุ		
2.1 ต่ำากว่า 30 ปี	4	10.00
2.2 อายุ 31-40 ปี	18	45.00
2.3 อายุ 41-50 ปี	15	37.50
2.4 อายุ 51 ปีขึ้นไป	3	7.5
รวม	**40**	**100.00**
3. ระดับการศึกษา		
3.1 อาชีวศึกษา (ปวช.,ปวส.)	5	12.50
3.2 ปริญญาตรี	20	50.00
3.3 ปริญญาโทหรือสูงกว่า	12	37.50
รวม	**40**	**100.00**

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการ/ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
4. ตำแหน่งงานในปัจจุบัน		
4.1 ผู้บริหาร	4	10.00
4.2 บุคลากรสายสนับสนุน	19	47.50
4.3 บุคลากรสายวิชาการ	17	42.50
รวม	**40**	**100.00**

จากตาราง 15 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 ส่วนใหญ่อายุอยู่ระหว่างอายุ 31–40 ปี จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00 รองลงมาอยู่ระหว่าง 41–50 ปี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาปริญญาตรี จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาคือปริญญาโทหรือสูงกว่า จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ส่วนใหญ่เป็นบุคลากรสายสนับสนุน จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 รองลองมาคือบุคลากรสายวิชาการ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50

ตาราง 16 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายด้าน

รายการ	จำนวน (n)	ความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	40	4.70	0.39	มากที่สุด
2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)	40	4.65	0.53	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)	40	4.68	0.46	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	40	4.56	0.64	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.64**	**0.50**	**มากที่สุด**

จากตาราง 6 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.64) โดยทั้ง 4 ด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) ($\overline{X}$=4.70) รองลงมาคือ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) ($\overline{X}$=4.68) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) ($\overline{X}$=4.65) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ($\overline{X}$= .56)

ตาราง 17 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)

ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	**จำนวน (n)**	**ความพึงพอใจ**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า	40	4.67	0.52	มากที่สุด
2. ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	40	4.83	0.41	มากที่สุด
3. ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล	40	4.17	0.98	มาก
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.70**	**0.39**	**มากที่สุด**

จากตาราง 17 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.70) โดยพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.83) รองลงมาคือ ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.67)

ตาราง 18 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)

ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)	จำนวน (n)	ความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า	40	4.83	0.41	มากที่สุด
2. ความถูกต้องในการประมวลผลค่าไฟฟ้า	40	4.58	0.80	มากที่สุด
3. ความถูกต้องในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	40	4.92	0.20	มากที่สุด
4. ความถูกต้องในการรายงานผล	40	4.25	0.69	มาก
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.65**	**0.53**	**มากที่สุด**

จากตาราง 18 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.65) โดยพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ความถูกต้องในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.92) รองลงมาคือ ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.83)

ตาราง 19 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)

ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)	จำนวน (n)	ความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ	40	4.78	0.35	มากที่สุด
2. รูปแบบและสัดส่วนชัดเจนของการออกแบบเมนู	40	4.50	0.45	มาก
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์	40	4.73	0.41	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง	40	4.78	0.35	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.68**	**0.46**	**มากที่สุด**

จากตาราง 19 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.68) โดยพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบและความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.78) รองลงมาคือ ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.73)

ตาราง 20 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	จำนวน (n)	ความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานระบบ	40	4.75	0.42	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ	40	4.60	0.62	มากที่สุด
3. ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ	40	4.80	0.32	มากที่สุด
4. ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ	40	4.55	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**40**	**4.56**	**0.64**	**มากที่สุด**

จากตาราง 20 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) เฉลี่ยรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.56) โดยพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.80) รองลงมาคือ การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.75)

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. สรุปผลการวิจัย
4. อภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2. เพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

ความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

1.1 สภาพปัจจุบันในการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.1.1 โครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ในทุกคณะและวิทยาลัย โดยอ้างอิงจากไตรมาสแรกของปี 2562 และมีการรณรงค์ประหยัดไฟฟ้าในหน่วยงานตามมาตรการที่กำหนด เช่น ปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 12.00–13.00 น. เพื่อลดการใช้พลังงาน ปิดไฟแสงสว่างทุกครั้งหลังออกจากห้อง โดยมีการติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามจุดต่าง ๆ

1.1.2 ฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับและดูแลระบบไฟฟ้าและการใช้งานพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ

1.1.3 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม มอบหมายให้เจ้าหน้าที่การเงินสรุปค่าไฟฟ้ารายเดือนเสนอต่อผู้บริหารในที่ประชุมของวิทยาลัยทุกเดือนและสรุปรายไตรมาสเสนอต่อที่ประชุมของมหาวิทยาลัยนครพนม

1.1.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุดคือ หลอดไฟ และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือ เครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

1.2 สภาพปัญหาในการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.2.1 นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยนครพนมกำหนดไว้ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20%

1.2.2 ประกาศมหาวิทยาลัยนครพนม เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการและอัตรา การขอใช้สถานที่ ห้องประชุม ห้องบรรยาย และครุภัณฑ์ พบว่า มีการเก็บค่าบำรุงการบริหารจัดการสถานที่น้อยกว่าค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในการใช้งาน

1.2.3 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีคณะกรรมการผู้รับผิดชอบด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.2.4 เจ้าหน้าที่ผู้กำกับดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึง

1.2.5 วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ทั้งยังไม่สามารถเก็บข้อมูลรายห้อง ทำให้ไม่มีข้อมูลสารสนเทศเสนอต่อผู้บริหารนำมาใช้ในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร

1.2.6 ปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ โดยสาเหตุหลักคือการเปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีคนอยู่ในห้อง รวมถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่เปิดตลอด 24 ชม.

1.3 ความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.3.1 ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล ต้องการให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละห้อง เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องพักอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยข้อมูลดังกล่าวมีการจัดเก็บอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อความสะดวกในการใช้งานในการจัดเก็บและสืบค้น

1.3.2 ด้านการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล ต้องการรายงานค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละห้องในแต่ละช่วงเวลาภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ และสามารถค้นหาข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริง รวมถึงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน รายเดือน และรายปี

1.3.3 ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด-ปิดและควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยสามารถเลือกแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องหรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน

2. การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2.1 ระบบสามารถบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องต่าง ๆ ของอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยแสดงกราฟการใช้พลังงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

2.2 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกรูปแบบการดูกราฟได้เป็นระยะที่ต้องการตั้งแต่ภาพรวม 15 นาที จนถึง 1 ปี ระบบจะแสดงหน่วยค่าพลังงาน Vote, Amp, Watt, Hz, PF และ kWh

2.3 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกวันที่จะคำนวณและสรุปค่าไฟฟ้าจากการใช้งานที่ผ่านมาหรือตั้งไว้ในช่วงวันข้างหน้าเพื่อให้ระบบคำนวณค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กำหนด

2.4 ผู้ใช้งานระบบในส่วนของผู้บริหารสามารถเข้าดูกราฟแสดงภาพรวมการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องทำงาน

2.5 ระบบสามารถส่งข้อมูลเป็นไฟล์ csv ไปยังอีเมลของผู้ใช้งานระบบที่สมัครไว้ เมื่อดาวน์โหลดไฟล์เข้าสู่คอมพิวเตอร์แล้วเปิดไฟล์ด้วยโปรแกรมด้วย Microsoft Excel จะสามารถดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลังทั้งหมดได้

2.6 ผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน Blynk และสามารถควบคุมเองภายในห้องทำงาน

2.7 ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกให้ระบบสั่งเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานโดยระบบจะสั่งปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าหลังจากไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานและจะกลับมาทำงานอีกครั้งเมื่อมีคนเข้ามาในห้องทำงาน

2.8 อาคารศรีโคตรบูรณ์เมื่อนำระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาใช้แล้ว พบว่า สามารถช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าได้

3. การประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

3.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศและผู้เชี่ยวชาญด้านระบบงานไฟฟ้าและ

อาคารสถานที่ จำนวน 5 คน พบว่า ระดับคะแนนประเมินประสิทธิภาพในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.89) โดยทั้ง 4 ด้านมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) ($\overline{X}$ =4.95) รองลงมาคือ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ($\overline{X}$=4.90) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) ($\overline{X}$=4.80)

3.2 การประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม โดยบุคลากรทั้งหมด จำนวน 40 คน พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.64) โดยทั้ง 4 ด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) ($\overline{X}$=4.70) รองลงมาคือ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) ($\overline{X}$=4.68) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) ($\overline{X}$=4.65) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ($\overline{X}$=4.56)

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า สภาพปัจจุบันในการจัดการพลังงานไฟฟ้า มีการดำเนินการจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% ในทุกคณะและวิทยาลัย โดยอ้างอิงจากไตรมาสแรกของปี 2562 และมีการรณรงค์ประหยัดไฟฟ้าในหน่วยงานตามมาตรการที่กำหนด เช่น ปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 12.00–13.00 น. เพื่อลดการใช้พลังงาน ปิดไฟแสงสว่างทุกครั้งหลังออกจากห้อง โดยมีการติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามจุดต่าง ๆ ซึ่งฝ่ายงานอาคารสถานที่เป็นผู้กำกับและดูแลระบบไฟฟ้าและการใช้งานพลังงานไฟฟ้าภายใน

อาคารศรีโคตรบูรณ์ รวมไปถึงการตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ พร้อมกันนั้นวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ได้มอบหมายให้เจ้าหน้าที่การเงินสรุปค่าไฟฟ้ารายเดือนเสนอต่อผู้บริหารในที่ประชุมของวิทยาลัยทุกเดือนและสรุปรายไตรมาสเสนอต่อที่ประชุมของมหาวิทยาลัยนครพนม และจากการรวบรวมข้อมูล พบว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนมากที่สุดคือ หลอดไฟ และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์) สูงสุดคือ เครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชั่วโมงการใช้เฉลี่ย (ต่อวัน) สูงสุดคือ หลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ด้านสภาพปัญหาในการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่า นโยบายหรือแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยนครพนมกำหนดไว้ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้ เช่น การจัดโครงการประหยัดพลังงาน “NPU Family’s Energy Saving for All” ซึ่งมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกประเภทให้ลดลง 20% และประกาศมหาวิทยาลัยนครพนม เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และอัตรา การขอใช้สถานที่ ห้องประชุม ห้องบรรยาย และครุภัณฑ์ พบว่า มีการเก็บค่าบำรุงการบริหารจัดการสถานที่น้อยกว่าค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในการใช้งาน นอกจากนี้วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่มีคณะกรรมการผู้รับผิดชอบด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า เจ้าหน้าที่ผู้กำกับดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถกำกับติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึง ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ทั้งยังไม่สามารถเก็บข้อมูลรายห้อง ทำให้ไม่มีข้อมูลสารสนเทศเสนอต่อผู้บริหารนำมาใช้ในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร ทั้งปัญหาในการใช้งานส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ ที่เปิดใช้งานตลอดทั้งวันและไม่ได้ปิดเมื่อไม่มีคนอยู่ในห้อง รวมถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่เปิดตลอด 24 ชม. และด้านความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า พบว่า ผู้บริหารและบุคลากรมีความต้องการด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล ต้องการให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละห้อง เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องพักอาจารย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยข้อมูลดังกล่าวมีการจัดเก็บอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อความสะดวกในการใช้งานในการจัดเก็บและสืบค้น และต้องการการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล ต้องการรายงานค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละห้องในแต่ละช่วงเวลาภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ และสามารถค้นหาข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาจริง

รวมถึงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน รายเดือน และรายปี พร้อมทั้งต้องการการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ต้องการระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะเปิด–ปิด และควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยสามารถเลือกแบบเปิด–ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้อง หรือแบบควบคุมด้วยตัวเองได้ผ่านสมาร์ตโฟน สอดคล้องกับ เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และหนึ่งฤทัย เอ้งฉ้วน. (2560) ซึ่งศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุมระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ พบว่า ปัญหาจากการใช้พลังงานสิ้นเปลือง เนื่องจากเกิดปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าไปอย่างฟุ่มเฟือย ทำให้เกิดผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้นและทำให้เกิดผลกระทบต่อปัญหา สิ่งแวดล้อม รวมถึงปัญหาจากการลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่งผลให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน จากปัญหาข้างต้นจึงมีแนวคิดในการนำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มาแก้ปัญหาโดยการคิดค้นระบบควบคุมการเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยเทคโนโลยีที่ทันสมัยปลอดภัยและสะดวกที่จะช่วยในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ง่ายขึ้น เพียงแค่ใช้สมาร์ตโฟนที่มีการต่ออินเทอร์เน็ต

การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า ระบบสามารถบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องต่าง ๆ ของอาคารศรีโคตรบูรณ์ โดยแสดงกราฟการใช้พลังงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk และผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกรูปแบบการดูกราฟได้เป็นระยะที่ต้องการตั้งแต่ภาพรวม 15 นาที จนถึง 1 ปี ระบบจะแสดงหน่วยค่าพลังงาน Vote, Amp, Watt, Hz, PF และ kWh ทั้งสามารถเลือกวันที่จะคำนวณและสรุปค่าไฟฟ้าจากการใช้งานที่ผ่านมาหรือตั้งไว้ในช่วงวันข้างหน้าเพื่อให้ระบบคำนวณค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กำหนด โดยในส่วนของผู้บริหารสามารถเข้าดูกราฟแสดงภาพรวมการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องทำงาน ระบบสามารถส่งข้อมูลเป็นไฟล์ csv ไปยังอีเมลของผู้ใช้งานระบบที่สมัครไว้ เมื่อดาวน์โหลดไฟล์เข้าสู่คอมพิวเตอร์แล้วเปิดไฟล์ด้วยโปรแกรมด้วย Microsoft Excel จะสามารถดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลังทั้งหมดได้ ทั้งนี้ผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน Blynk และสามารถควบคุมเองภายในห้องทำงาน เลือกให้ระบบสั่งเปิด–ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานโดยระบบจะสั่งปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าหลังจากไม่มีคนอยู่ภายในห้องทำงานและจะกลับมาทำงานอีกครั้งเมื่อมีคนเข้ามาในห้องทำงาน

ซึ่งเมื่ออาคารศรีโคตรบูรณ์ได้นำระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาใช้แล้ว พบว่า สามารถช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ชนัญชิดา จันทร์ผึ้งสุข และกฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2561) ศึกษาเรื่อง การจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับสถานศึกษา เป็นการปฏิบัติงานตามหลักการที่เกิดจากความร่วมมือของบุคลากรทุกคน โดยเริ่มจากผู้บริหารระดับสูงลงไปยังระดับปฏิบัติการ ในบทความนี้จะแสดงสถาปัตยกรรมระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับสถานศึกษา ประกอบไปด้วยหลักการทำงาน ประกอบด้วย นโยบายพลังงาน โครงสร้างหน้าที่ความรับผิดชอบ วางแผนการอนุรักษ์พลังงาน ปฏิบัติการและการควบคุม ตรวจสอบแก้ไข และทบทวนโดยฝ่ายบริหาร และได้นำอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเข้ามาช่วยจัดการพลังงาน ประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจจับ การเชื่อมต่อเครือข่ายระบบประมวลผล ระบบบริหารจัดการ และอุปกรณ์อื่น เพื่อก่อให้เกิดระบบนิเวศพอเพียงที่มีทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ประกอบด้วย มนุษย์ อาคาร สิ่งแวดล้อม พลังงาน และความพอเพียง ที่สามารถอยู่ร่วมกันได้อย่างสมดุล และยังสอดคล้องกับ ประเสริฐศักดิ์ อู่อรุณ (2561) ศึกษาเรื่อง การออกแบบและการดำเนินการรวบรวมข้อมูลสำหรับอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อบ้านอัจฉริยะ ระบุว่า อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางเป็นแหล่งกำเนิดข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์การติดตาม หรือสังเคราะห์ความรู้ต่าง ๆ ซึ่งการรวบรวมข้อมูลจะต้องอาศัยระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นหลัก เพื่อให้การรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ไอโอที (IoT) มีความต่อเนื่อง และครบถ้วนมากที่สุด จึงเสนอแนวทางการใช้สถาปัตยกรรมแบบจัดเก็บและส่งต่อ (Store and Forward) เพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูล ในด้านการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารเพื่อลดพลังงานไฟฟ้านั้น สอดคล้องกับ กิตติเชษฐ์ นนทะสุด และพีรพนธ์ ตัณฑ์จยะ (2562) ศึกษาเรื่อง ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนแบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี Internet of Things: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ระบว่า การสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องเรียนแบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี Internet of Things เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกติดตั้งภายในห้องเรียนให้มีการใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้งานในห้องเรียนนั้น ๆ ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องเรียนลดลงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า การประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศและผู้เชี่ยวชาญด้านระบบงานไฟฟ้าและอาคารสถานที่ ประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) รองลงมาคือ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) และด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) และในด้านการประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) รองลงมาคือ ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ซึ่งสอดคล้องกับศรีรุ่ง แก้วไพฑูรย์ และสมชาย เล็กเจริญ (2561) ศึกษาเรื่อง ระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ผ่าน Android และ IOS ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.19 และค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมอยู่ที่ 0.31 ทั้งนี้หากแจกแจงผลการประเมินทั้งหมดทั้ง 6 ด้าน จะพบว่า 1) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.07 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 2) ด้านอุปกรณ์ชุดควบคุมระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.05 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 3) ด้านโปรแกรมควบคุมระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.14 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 4) ด้านการติดต่อกับผู้ใช้งานมีค่าเฉลี่ย 3.94 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42 5) ด้านองค์ความรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.08 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 6) ด้านประโยชน์กับ องค์กร มีค่าเฉลี่ย 4.30 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้สรุปและอภิปรายผลมานั้น ผู้วิจัยมีแนวคิดและข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อการพัฒนาและการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ควรนำระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ไปใช้กับอาคารอื่น ๆ ภายในมหาวิทยาลัยนครพนม

1.2 ควรวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงลดลงจากการใช้ระบบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการลงทุนและนำระบบไปใช้ประโยชน์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

พัฒนาระบบการการจัดการพลังงานไฟฟ้าที่สามารถรายงานข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในหลากหลายรูปแบบ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงรายละเอียดมากขึ้น เพื่อเป็นระบบที่ช่วยการตัดสินใจของผู้บริหารได้ชัดเจนมากขึ้น

บรรณานุกรม

กนกอร สีแสง. (2557). *คู่มือการประหยัดพลังงานภายในสำนักงาน.* เข้าถึงจาก https://home.kku.ac.th/praudit/info/handbook_energy.pdf 16 มีนาคม 2564

กระทรวงพลังงาน. (2562). *คู่มือโครงการลดใช้พลังงานในภาครัฐปีงบประมาณ 2562.* เข้าถึงได้จาก https://e-report.energy.go.th/EUI2561.pdf 20 พฤษภาคม 2564

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563). *แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2561-2580.* กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

กฤษณะ จันทสิทธิ์. (2556). *การจัดการพลังงานไฟฟ้าในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.* วิทยานิพนธ์ วศ.บ. จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

กิตติเชษฐ์ นนทะสุด และพีรพนธ์ ตัณฑ์จยะ. (2562). ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนแบบอัตโนมัติ ด้วยเทคโนโลยี Internet of thing : กรณีศึกษามหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย*, 13(1), 159-171.

กิตติศักดิ์ ประชาบุตร. (2554). *พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ปฏิบัติงานและมุมมองของผู้บริหารในการบริหารต้นทุนค่าไฟฟ้าของบริษัท พูนพินโฮลดิ้ง จำกัด.* การศึกษาค้นคว้าอิสระ บธ.ม. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

เกียรติพงษ์ อุดมธนะธีระ. (2562). *วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC).* กรมส่งเสริมอุตสาหกรรรม กองโลจิสติกส์. เข้าถึงได้จาก https://dol.dip.go.th/th/category/2019-02-08-08-57-30/2019-03-15-11-06-29 6 มิถุนายน 2564

จิรัฏฐา ภูบุญอบ และอรนุช ศรีสะอาด. (2558). การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 21(1), 51-65.

เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และหนึ่งฤทัย เอ้งฉ้วน. (2560). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things เพื่อควบคุมระบบส่องสว่างในบ้านอัจฉริยะ. *วารสารวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ,* 7(1), 1-11.

ชนัญชิดา จันทร์ผึ้งสุข และกฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย. (2561). ระบบจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับสถานศึกษา. *วารสารการอาชีวะและเทคนิคศึกษา*, 8(15), 25–31.

ชลวิทย์ เผือกผาสุก. (2554). *การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารแบบบูรณาการ: กรณีศึกษาอาคารกรมการกงสุล.* สารนิพนธ์ วท.ม. กทม: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ถิรพิรุฬห์ ทองคำวิฑูรย์. (2559). เทคโนโลยี Internet of Things และข้อเสนอแนะในการบริหารคลื่นความถี่ในประเทศไทย Internet of Things and Regulatory Guidelines for Spectrum Management in Thailand. *วารสาร กสทช. ประจำปี 2559*, 167–194.

น้ำลิน เทียมแก้ว. (2561*). การศึกษาความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประจำปีการศึกษา 2560.* มหาสารคาม: สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บริษัท ไตรรุ่งเจริญกิจวิศวภัณฑ์ จำกัด. (2555). *แนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร.* เข้าถึงจาก http://www.trirung.com/2010–05–25–13–14–48/2011–01–04–07–09–27.html. 27 มีนาคม 2564.

ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล. (2563). *การบริหารจัดการและวิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงานของอาคารประเภทโรงพยาบาล : กรณีศึกษาฝ่ายวิศวกรรมโรงพยาบาลตรัง.* รายงานการวิจัย. ตรัง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.

ประเสริฐศักดิ์ อู่อรุณ. (2561). การออกแบบและการดำเนินการรวบรวมข้อมูลสำหรับอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อบ้านอัจฉริยะ. *Veridian E–Journal Science and Technology Silpakorn University*, 5(3), 53–63.

เผด็จ ไชยมงคล, วิชัย สุระพัฒน์ และคมสันต์ หงษ์สมบัติ (2557). การจัดการพลังงานไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแบบสมาร์ทกริดอย่างมีประสิทธิภาพ. *วิศวกรรมสาร มก*, 27(88), 81–92.

พลวัฒน์ ดำรงกิจภากร. (2556). *การพัฒนาการเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โทรศัพท์มือถือกรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร.* วิทยานิพนธ์ วศ.บ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พาขวัญ ชูอำไพ และชลิตา ศรีนวล. (2560). การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบบัญชีสามมิติ ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. *วารสารวิทยาการจัดการ*, 4(2), 143–173.

ภาคิณ มณีโชติ, วัชระ วงค์ปัญโญ และบุญวัฒน์ วิจารณ์พล. (2563). การพัฒนาสมาร์ตมิเตอร์สำหรับการใช้ในการจัดการพลังงานไฟฟ้าในศูนย์พลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น),* 15(1), 51–66.

มหาวิทยาลัยนครพนม. (2559). สูจิบัตร เนื่องในวโรกาสสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดอาคารศรีโคตรบูรณ์. [สูจิบัตร]. วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม.

รัตนาภรณ์ ศรีหาพล และรอปีมิง แมะเราะ. (2565). *ความพึงพอใจต่อการใช้บริการระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

มหาวิทยาลัยนครพนม. (2564). *รายงานประจำปี 2564 มหาวิทยาลัยนครพนม.* นครพนม: มหาวิทยาลัยนครพนม.

วิชาญ นาคทอง. (ม.ป.ป). *ความต้องการของระบบการจัดการพลังงาน ISO 50001:2011.* เข้าถึงได้จาก ienergyguru.com/2015/02/ความต้องการของระบบ. 16 พฤษภาคม 2564.

ศรีรุ่ง แก้วไพฑูรย์ และสมชาย เล็กเจริญ. (2561). *ระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ผ่าน Androidและ IOS.* ในการประชุมนำเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13 (หน้า 2839–2852). ปทุมธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต.

ศิริวรรณ เอี่ยมบัณฑิต. (2563). ระบบบ้านอัจฉริยะควบคุมด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายด้วยเซ็นเซอร์และแอนดรอยด์แอปพลิเคชันภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่ง. *วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม,* 1(2), 11–20.

ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน. (2559). *สถานการณ์พลังงานปี 2558 และแนวโน้มปี 2559.* เข้าถึงได้จาก https://www.eppo.go.th/images/Energy-Statistics/Situation/2559/2015-12_energyforecast.pdf 22 มีนาคม 2564.

สกรณ์ บุษบง. (2565). *การสร้างกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบระดับรวมหน่วยแบบเพิ่มทีละหน่วยโดยอัตโนมัติจากกรณีทดสอบระดับหน่วย.* วิทยานิพนธ์ วศ.บ. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สันติภาพ กั๊วพรหม. (2562). *การศึกษาเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2562). *มาตรการ 4 ป. ปิด-ปรับ-ปลด-เปลี่ยน.* เข้าถึงได้จาก https://www.eppo.go.th/index.php/th/eppo-intranet/item/14664-news-11042562 20 พฤษภาคม 2564.

อภิรักษ์ พันธุ์พณาสกุล, ฟิตรี ยะปา และอัลนิสฟาร์ เจะดือราแม, (2563). *การพัฒนาระบบเปิด-ปิดไฟด้วยไมโครเซนเซอร์ควบคู่กับแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน.* ในการประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 11 (หน้า 994-1012). สงขลา: สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

ฮาปีอเสาะ หวังมะ. (2562). *ความพึงพอใจการใช้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของบุคลากรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาส เขต2.* นราธิวาส: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาส เขต 2.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือราชการ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
3. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.3 อาจารย์จิ่ม ยืนนาน ตำแหน่ง รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยนครพนม

1.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

1.5 นายพัฒน์ธวัตร์ เอี่ยมสม ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนครพนม

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สุทิศา ชองเหล็กนอก

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

"อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร"

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

"อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร"

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายจิ่ม ยืนนาน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

"อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร"

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **“ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม”** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายพัฒน์ธวัตร์ เอี่ยมสม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษาอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

"อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร"

3. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ

3.1 อาจารย์ ดร.สุทิศา ซองเหล็กนอก ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3.2 อาจารย์ ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

3.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเยี่ยม ยศเรืองศักดิ์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

3.5 นายณัฐวุฒิ สุริวรรณ์ ตำแหน่ง รักษาการหัวหน้าสำนักงานคณบดีวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๘๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ

เรียน ดร.สุทิศา ชองเหล็กนอก

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๓๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

"อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร"

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๘๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ

เรียน ดร.สุธาสินี คุปตะบุตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๓๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

"อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร"

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๘๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชพงศ์ นับถือตรง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๓๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

"อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร"

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๘๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเยี่ยม ยศเรืองศักดิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๓๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

"อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร"

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๘๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ

เรียน นายณัฐวุฒิ สุริวรรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๒๕๑๑๘๑๐๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ชาวชายโขง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๔๓๙๗ ๐๒๒๙
โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒
ผู้ประสานงาน นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ โทรศัพท์ ๐๘ ๗๕๖๘ ๙๐๙๙

"อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร"

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

คำชี้แจง : แบบสัมภาษณ์สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนมนี้ เป็นแบบสัมภาษณ์ผู้บริหารมหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้เป็นส่วนสำคัญหนึ่งในวิทยานิพนธ์เรื่อง “ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบแนวคิดเชิงนโยบายเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยนครพนมและอาคารศรีโคตรบูรณ์
แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพปัจจุบันในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า
ตอนที่ 2 ปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า
ตอนที่ 3 ความต้องการระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตอนที่ 1 สภาพปัจจุบันในการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หน่วยงานของท่านมีนโยบายหรือแนวปฏิบัติในการจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างไร

.....

.....

2. หน่วยงานของท่านมีการกำหนดผู้รับผิดชอบหรือหน่วยงานใดในการจัดการพลังงานไฟฟ้า และกำหนดบทบาทหน้าที่อย่างไร

.....

.....

3. หน่วยงานของท่านมีการรายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อใครหรือหน่วยงานใด และต้องรายงานข้อมูลใดบ้าง มีแบบฟอร์มอย่างไร

.....

.....

ตอนที่ 2 ปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หน่วยงานของท่านประสบปัญหาการปฏิบัติด้านนโยบายหรือการปฏิบัติตามนโยบายหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. หน่วยงานของท่านประสบปัญหาด้านผู้รับผิดชอบ/หน่วยงานที่รับผิดชอบหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. หน่วยงานของท่านประสบปัญหาในการรายงานข้อมูลหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

ตอนที่ 3 ความต้องการระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

1. คุณลักษะของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานที่ท่านต้องการมีลักษณะอย่างไร

1.1 ด้านการรวบรวม/บันทึก และจัดเก็บข้อมูล

1) ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานที่ต้องการรวบรวม/บันทึกในระบบมีข้อมูลใดบ้าง และแต่ละข้อมูลมีความถี่ในการบันทึกอย่างไร

.....

.....

2) ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานที่ต้องการรวบรวม/บันทึกในระบบควรได้มา หรือบันทึกผ่านสื่อใด เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ

.....

.....

3) ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานที่ต้องการจัดเก็บในระบบเพื่อให้สามารถสืบค้นหรือใช้ประโยชน์ได้ง่าย มีข้อมูลใดบ้าง และควรจัดเก็บอย่างไร

.....

.....

1.2 ด้านการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล

1) รายงานเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ท่านหรือหน่วยงานต้องการให้ระบบดำเนินการมีรายงานใดบ้าง มีลักษณะ รูปแบบ หรือรายละเอียดอย่างไร และมีความถี่ของการรายงานอย่างไร

.....

.....

2) การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบ ท่านต้องการให้มีการสืบค้นข้อมูล/รายงานใดบ้าง มีความถี่อย่างไร หรือระบบ ควรมีรูปแบบหรือคุณลักษณะด้านการสืบค้นข้อมูลอย่างไร

.....

.....

1.3 ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1) ท่านต้องการให้ระบบมีความสามารถในการควบคุมหรือจัดการด้านอุปกรณ์ให้แสงสว่างอย่างไร (เช่น ควบคุมการเปิด–ปิดอัตโนมัติ ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน แจ้งสถานะการใช้ เป็นต้น)

.....

.....

2) ท่านต้องการให้ระบบมีความสามารถในการควบคุมหรือจัดการเครื่องปรับอากาศอย่างไร (เช่น ควบคุมการเปิด–ปิดอัตโนมัติ ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน แจ้งสถานะการใช้ เป็นต้น)

.....

.....

3) ท่านต้องการให้ระบบมีความสามารถในการควบคุมหรือจัดการอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น พัดลม ตู้เย็น กระติกน้ำร้อน คอมพิวเตอร์ ฯลฯ อย่างไร (เช่น ควบคุมการเปิด–ปิดอัตโนมัติ ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน แจ้งสถานะการใช้ เป็นต้น)

.....

.....

วันที่สัมภาษณ์.....

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย
เรื่อง ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ต
ของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

คำชี้แจง : แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้รวบรวมข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่องระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าของอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้เพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

โปรดตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ คำตอบของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม คำตอบของท่านจะไม่มีผลกระทบหรือเกิดความเสียหายต่อท่านหรือผู้อื่น ผู้วิจัยจะนำไปใช้เฉพาะในงานวิจัยเท่านั้น

ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบสอบถามครั้งนี้

นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ
นักศึกษาปริญญาโท
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศดิจิทัล
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงใน ☐ ที่ตรงกับข้อเท็จจริงของท่านมากที่สุด

1. เพศ ☐ 1. ชาย ☐ 2. หญิง

2. อายุ ☐ 1. ต่ำากว่า 30 ปี ☐ 2. อายุ 31–40 ปี
☐ 3. อายุ 41–50 ปี ☐ 4. อายุ 51 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษาของท่าน

☐ 1. อาชีวศึกษา (ปวช.,ปวส.)
☐ 2. ปริญญาตรี
☐ 3. ปริญญาโทหรือสูงกว่า

4.ตำแหน่งงานในปัจจุบันของท่าน

☐ 1. บุคลากรสายสนับสนุน
☐ 2. บุคลากรสายวิชาการ

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

2.1 สภาพปัจจุบันของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงานของท่าน

คำชี้แจง : โปรดกรอกข้อมูลสภาพปัจจุบันของการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงานของท่านตามความเป็นจริง

ตำแหน่ง.....

1. ท่านปฏิบัติงานประจำหรือต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากห้องใด
(สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1.1 ห้อง/สถานที่ปฏิบัติงานประจำ คือ .....

1.2 ห้อง/สถานที่ปฏิบัติงานอื่นๆ คือ (เรียงตามลำดับความสำคัญ)

.....

.....

ข้อ	อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	มี	ไม่มี	จำนวน	อัตรากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้ (ต่อวัน)	ปัญหาในการใช้งาน
1	หลอดไฟ						
2	เครื่องปรับอากาศ						
3	พัดลม						
4	คอมพิวเตอร์						
5	เครื่องพิมพ์เอกสาร						
6	เครื่องถ่ายเอกสาร						
7	กระติกน้ำร้อน						
8	ตู้เย็น						
9	เครื่องทำน้ำเย็น						
10	โทรทัศน์						
11	เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ (ระบุ).....						

2.2 พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงานของท่าน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงานของท่าน

ข้อ	ข้อความ	ระดับพฤติกรรม		
		2	1	0
		ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ
1	ท่านปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน			
2	ท่านจะเปิดไฟแสงสว่างเฉพาะบริเวณที่ใช้ทำงานเท่านั้น			
3	ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน			
4	ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งหากออกจากห้องเกิน 15 นาที			
5	ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศในตอนที่อากาศร้อนอบอ้าวเท่านั้น			
6	เมื่อท่านผ่านไปเห็นห้องที่เปิดไฟแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้และไม่มีคนอยู่ท่านจะรีบปิดสวิตช์ไฟทันที			
7	เมื่อท่านเห็นว่าเครื่องปรับอากาศตั้งอุณหภูมิที่ไม่ใช่ 25 องศาเซลเซียส ท่านจะรีบเปลี่ยนไปตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียสทัน			
8	ท่านปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ทุกครั้งหลังไม่ได้ใช้งานเกิน 15 นาที			
9	ท่านจะปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าเสมอ หากไม่มีการใช้งาน			
10	เมื่อปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังเลิกงาน ท่านจะถอดปลั๊กออกด้วยทุกครั้ง			

2.3 ท่านต้องการให้มีระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานของท่าน ในด้านใดบ้าง

(สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล

- ☐ 1) มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานของท่าน
- ☐ 2) มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละห้อง
- ☐ 3) มีการจัดเก็บข้อมูลการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสมาร์ทโฟน
- ☐ 4) อื่น ๆ (ระบุ).....

ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล

- ☐ 1) การรายงานแรงดันของไฟฟ้าในปัจจุบัน
- ☐ 2) การรายงานปริมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าในปัจจุบัน
- ☐ 3) กราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานใน 1–7 วัน
- ☐ 4) การสืบค้นข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลัง 1 ปี
- ☐ 5) อื่น ๆ (ระบุ).....

ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ด้านแสงสว่าง

- ☐ 1) ระบบเปิด-ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ทโฟน
- ☐ 2) ระบบเปิด-ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่
- ☐ 3) ระบบแจ้งสถานะเปิด-ปิดไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ทโฟน
- ☐ 4) อื่น ๆ (ระบุ).....

ด้านเครื่องปรับอากาศ

- ☐ 1) ระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน
- ☐ 2) ระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่
- ☐ 3) ระบบแจ้งสถานะเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน
- ☐ 4) อื่น ๆ (ระบุ).....

ด้านอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

- ☐ 1) ระบบเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ทโฟน
- ☐ 2) ระบบเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ
- ☐ 3) ระบบแจ้งสถานะเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ทโฟน
- ☐ 4) อื่น ๆ (ระบุ).....

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

<u>คำชี้แจง</u> : โปรดเขียนข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

.....

.....

.....

.....

.....

“ขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงที่อนุเคราะห์ตอบแบบสอบถามในครั้งนี้”

แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

คำชี้แจง

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพระบบของผู้เชี่ยวชาญโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม ซึ่งแบบประเมินแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

1. เพศ ☐ 1. ชาย ☐ 2. หญิง

2. อายุ ☐ 1. ต่ำกว่า 30 ปี ☐ 2. อายุ 31–40 ปี
☐ 3. อายุ 41–50 ปี ☐ 4. อายุ 51 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษาสูงสุด
☐ 1. ปริญญาตรี
☐ 2. ปริญญาโท
☐ 3. ปริญญาเอก

4.ตำแหน่งงานในการปฏิบัติงาน
☐ 1. ผู้บริหาร
☐ 2. อาจารย์
☐ 3. เจ้าหน้าที่

ตอนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

คำชี้แจง

โปรดพิจารณารายการแบบประเมินว่ามีความเหมาะสมระดับใดและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนตามความคิดเห็นในแต่ละข้อความตามเกณฑ์คะแนนต่อไปนี้

5 หมายถึง เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมินผล	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	4	3	2	1
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)					
1.1 ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า					
1.2 ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า					
1.3 ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล					
2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)					
2.1 ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า					
2.2 ความถูกต้องในการประมวลผลค่าไฟฟ้า					
2.3 ความถูกต้องในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า					
2.4 ความถูกต้องในการรายงานผล					
3. ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)					
3.1 การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ					
3.2 รูปแบบและสัดส่วนชัดเจนของการออกแบบเมนู					
3.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์					
3.4 ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง					

รายการประเมินผล	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)					
4.1 การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ระบบ					
4.2 ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ					
4.3 ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ					
4.4 ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

“ขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงที่อนุเคราะห์ตอบแบบประเมินในครั้งนี้”

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบที่มีต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม
ซึ่งแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

1. เพศ ☐ 1. ชาย ☐ 2. หญิง

2. อายุ ☐ 1. ต่ำากว่า 30 ปี ☐ 2. อายุ 31–40 ปี
☐ 3. อายุ 41–50 ปี ☐ 4. อายุ 51 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษาของท่าน

☐ 1. อาชีวศึกษา (ปวช.,ปวส.)
☐ 2. ปริญญาตรี
☐ 3. ปริญญาโทหรือสูงกว่า

5.ตำแหน่งงานในปัจจุบันของท่าน

☐ 1. บุคลากรสายสนับสนุน
☐ 2. บุคลากรสายวิชาการ
☐ 3. ผู้บริหาร

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

คำชี้แจง โปรดพิจารณารายการแบบสอบถามว่ามีความเหมาะสมระดับใดและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนตามความพึงพอใจในแต่ละรายการสอบถามตามเกณฑ์คะแนนต่อไปนี้

5 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการสอบถาม	**ระดับความพึงพอใจ**				
	5	4	3	2	1
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)					
1.1 ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า					
1.2 ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า					
1.3 ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล					
2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)					
2.1 ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า					
2.2 ความถูกต้องในการประมวลผลค่าไฟฟ้า					
2.3 ความถูกต้องในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า					
2.4 ความถูกต้องในการรายงานผล					
3. ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)					
3.1 การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ					
3.2 รูปแบบและสัดส่วนชัดเจนของการออกแบบเมนู					
3.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์					
3.4 ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง					
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)					
4.1 การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ระบบ					

รายการสอบถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
4.2 ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ					
4.3 ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ					
4.4 ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

“ขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงที่อนุเคราะห์ตอบแบบสอบถามในครั้งนี้”

ภาคผนวก ค

คุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบสัมภาษณ์สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับผู้บริหาร

ตาราง 21 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบสัมภาษณ์

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
การจัดการพลังงานไฟฟ้า หมายถึง การจัดการทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการดำเนินงานตามแผนงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับบริบทขององค์กรให้บรรลุเป้าหมายขององค์กร	**ตอนที่ 1 สภาพปัจจุบันในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า**								
	1. หน่วยงานของท่านมีนโยบายหรือแนวปฏิบัติในการจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2. หน่วยงานของท่านมีการกำหนดผู้รับผิดชอบหรือหน่วยงานใดในการจัดการพลังงานไฟฟ้าและกำหนดบทบาทหน้าที่อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3. หน่วยงานของท่านมีการรายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อใครหรือหน่วยงานใดและต้องรายงานข้อมูลใดบ้าง มีแบบฟอร์มอย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ตอนที่ 2 ปัญหาการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า								
	1. หน่วยงานของท่านประสบปัญหาการปฏิบัติด้านนโยบายหรือการปฏิบัติตามนโยบายหรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2. หน่วยงานของท่านประสบปัญหาด้านผู้รับผิดชอบ/หน่วยงานที่รับผิดชอบหรือไม่อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3. หน่วยงานของท่านประสบปัญหาในการรายงานข้อมูลหรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
การจัดการพลังงานไฟฟ้า หมายถึง การจัดการทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการดำเนินงานตามแผนงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับบริบทขององค์กรให้บรรลุเป้าหมายขององค์กร	**ตอนที่ 3 ความต้องการระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า**								
	1. คุณลักษณะของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานที่ท่านต้องการมีลักษณะอย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	1.1 ด้านการรวบรวม/บันทึก และจัดเก็บข้อมูล 1) ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานที่ต้องการรวบรวม/บันทึกในระบบฯ มีข้อมูลใดบ้าง และแต่ละข้อมูลมีความถี่ในการบันทึกอย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2) ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานที่ต้องการรวบรวม/บันทึกในระบบฯ ควรได้มา หรือบันทึกผ่านสื่อใด เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	3) ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานที่ต้องการจัดเก็บในระบบเพื่อให้สามารถสืบค้นหรือใช้ประโยชน์ได้ง่าย มีข้อมูลใดบ้าง และควรจัดเก็บอย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.1 ด้านการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล 1) รายงานเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ท่านหรือหน่วยงานต้องการให้ระบบดำเนินการมีรายงานใดบ้าง มีลักษณะ รูปแบบ หรือรายละเอียดอย่างไร และมีความถี่ของการรายงานอย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2) การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบฯ ท่านต้องการให้มีการสืบค้นข้อมูล/รายงานใดบ้าง มีความถี่อย่างไร หรือระบบฯ ควรมีรูปแบบหรือคุณลักษณะด้านการสืบค้นข้อมูลอย่างไร	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
การจัดการพลังงานไฟฟ้า หมายถึง การจัดการทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการดำเนินงานตามแผนงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับบริบทขององค์กรให้บรรลุเป้าหมายขององค์กร	1.3 ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า 1) ท่านต้องการให้ระบบฯ มีความสามารถในการควบคุมหรือจัดการด้านอุปกรณ์ให้แสงสว่าง อย่างไร (เช่น ควบคุมการปิด–เปิดอัตโนมัติ ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน แจ้งสถานะการใช้ เป็นต้น)	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2) ท่านต้องการให้ระบบฯ มีความสามารถในการควบคุมหรือจัดการเครื่องปรับอากาศ อย่างไร (เช่น ควบคุมการปิด–เปิดอัตโนมัติ ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน แจ้งสถานะการใช้ เป็นต้น)	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3) ท่านต้องการให้ระบบฯ มีความสามารถในการควบคุมหรือจัดการอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น พัดลม ตู้เย็น กระติกน้ำร้อน คอมพิวเตอร์ ฯลฯ อย่างไร (เช่น ควบคุมการเปิด–ปิดอัตโนมัติ ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน แจ้งสถานะการใช้ เป็นต้น)	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)							0.97	ใช้ได้

ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบสอบถามสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม สำหรับบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน

ตาราง 22 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบสอบถามสภาพปัจจุบันของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงาน

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
การใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ แสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานให้เป็นไปตามความต้องการและบรรลุวัตถุประสงค์	1. ห้องภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีกี่ประเภทและจำนวนกี่ห้อง	1	0	1	0	1	3	0.6	ใช้ได้
	2. หลอดไฟฟ้าแสงสว่างมีกี่ประเภทจำนวนกี่หลอดและอัตราการใช้ไฟฟ้ากี่วัตต์	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3. เครื่องปรับอากาศมีกี่ประเภทจำนวนกี่เครื่องและมีขนาดกี่บีทียู	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4. เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ภายในอาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม มีอะไรบ้าง จำนวนเท่าใด และอัตราการใช้ไฟฟ้ากี่วัตต์	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	5. ท่านปฏิบัติงานประจำหรือต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากห้องใด	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	5.1 ห้อง/สถานที่ปฏิบัติงานประจำ คือ.....	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	5.2 ห้อง/สถานที่ปฏิบัติงานอื่นๆ คือ..... (เรียงตามลำดับความสำคัญ)	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)							0.86	ใช้ได้

ตาราง 22 (ต่อ)

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม						คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
การใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ แสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานให้เป็นไปตามความต้องการและบรรลุวัตถุประสงค์	**2.1 สภาพปัจจุบันของการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องหรือสถานที่ทำงานของท่าน**													
	อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	**มี**	**ไม่มี**	**จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า**	**อัตราใช้ไฟฟ้า (วัตต์)**	**ชั่วโมงการใช้ต่อวัน**								
	1. หลอดไฟ						1	1	0	1	0	3	0.6	ใช้ได้
	2. เครื่องปรับอากาศ						1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3. พัดลม						1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4. คอมพิวเตอร์						1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	5. เครื่องปริ้นเอกสาร						1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	6. เครื่องถ่ายเอกสาร						1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	7. กระติกน้ำร้อน						1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	8. ตู้เย็น						1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	9. เครื่องทำน้ำเย็น						1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	10. โทรทัศน์						1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	11. เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ (ระบุ).....						1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)												0.93	ใช้ได้

ตาราง 23 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบสอบถามพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม				คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
การใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ แสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานให้เป็นไปตามความต้องการและบรรลุวัตถุประสงค์	**2.2 พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานที่ทำงานของท่าน**											
	ข้อความ	**ระดับพฤติกรรม**										
		3	2	1								
		ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ								
	1. ท่านปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน				1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2. ท่านจะเปิดไฟแสงสว่างเฉพาะบริเวณที่ใช้ทำงานเท่านั้น				1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3. ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่ออกจากห้องทำงาน				1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4. ท่านปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งหลังไม่ได้ใช้งานเกิน 15 นาที				1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	5. ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศในตอนที่อากาศร้อนอบอ้าวเท่านั้น				1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	6. เมื่อท่านผ่านไปเห็นห้องที่เปิดไฟแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ และไม่มีคนอยู่ท่านจะรีบปิดสวิตช์ไฟทันที				1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	7. เมื่อท่านเห็นว่าเครื่องปรับอากาศตั้งอุณหภูมิที่ไม่ใช่ 25 องศาเซลเซียส ท่านจะรีบเปลี่ยนไปตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียสทันที				1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	8. ท่านปิดคอมพิวเตอร์ทุกครั้งหลังไม่ได้ใช้งานเกิน 15 นาที				1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	9. ท่านจะปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าเสมอ หากไม่มีการใช้งาน				1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	10. เมื่อปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังเลิกงาน ท่านจะถอดปลั๊กออกด้วยทุกครั้ง				1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)										0.94	ใช้ได้

ตาราง 24 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบสอบถามความต้องการระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
การใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ แสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานให้เป็นไปตามความต้องการและบรรลุวัตถุประสงค์	**2.3 ท่านต้องการให้มีระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานของท่านในด้านใดบ้าง** (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) **ด้านการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล**								
	☐ 1) มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน ของท่าน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 2) มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละส่วน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 3) มีการจัดเก็บข้อมูลการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสมาร์ทโฟน	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	☐ 4) อื่น ๆ (ระบุ)----------	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านการรายงานผลและสืบค้นข้อมูล								
	☐ 1) การรายงานแรงดันของไฟฟ้าในปัจจุบัน	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
	☐ 2) การรายงานปริมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าในปัจจุบัน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 3) กราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานใน 1–7 วัน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 4) การสืบค้นข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลัง 1–3 เดือน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 5) อื่น ๆ (ระบุ)----------	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า **1. ด้านแสงสว่าง**								
	☐ 1) ระบบเปิด–ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ทโฟน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 2) ระบบเปิด–ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 3) ระบบแจ้งสถานะเปิด–ปิดไฟแสงสว่างผ่านสมาร์ทโฟน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 4) อื่น ๆ (ระบุ)----------	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตาราง 24 (ต่อ)

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
การใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ แสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานให้เป็นไปตามความต้องการและบรรลุวัตถุประสงค์	**2. ด้านเครื่องปรับอากาศ**								
	☐ 1) ระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 2) ระบบเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 3) ระบบแจ้งสถานะเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 4) อื่น ๆ (ระบุ).....	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3. ด้านอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ								
	☐ 1) ระบบเปิด-ปิดปลั๊กไฟผ่านสมาร์ทโฟน	1	1	0	1	0	3	0.6	ใช้ได้
	☐ 2) ระบบเปิด-ปิดปลั๊กไฟอัตโนมัติ	1	1	0	1	0	3	0.6	ใช้ได้
	☐ 3) ระบบแจ้งสถานะเปิด-ปิด ปลั๊กไฟผ่านสมาร์ทโฟน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	☐ 4) อื่น ๆ (ระบุ).....	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3. ข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม.....	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)							0.94	ใช้ได้

ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า
ในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ตาราง 25 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบประเมินประสิทธิภาพ

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
ประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถของระบบใช้ในการประมวลผล ข้อมูล ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านการรวบรวม/บันทึกและจัดเก็บข้อมูล 2) ด้านการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล 3) ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า	**แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์**								
	1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)								
	1.1 ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	1.2 ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	1.3 ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)								
	2.1 ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.2 ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.3 ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.4 ความถูกต้องในการรายงานผล	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	3. ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)								
	3.1 การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.2 การออกแบบเมนูมีรูปแบบและสัดส่วนชัดเจน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตาราง 25 (ต่อ)

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
	4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)								
	4.1 การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ระบบ	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4.2 ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4.3 ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4.4 ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)							0.96	ใช้ได้

ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) แบบประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า
ในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม

ตาราง 26 ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ (IOC – Index of Item Objective Congruence) แบบประเมินความพึงพอใจ

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
ประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถของระบบใช้ในการประมวลผล ข้อมูล ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านการรวบรวม/บันทึกและจัดเก็บข้อมูล 2) ด้านการรายงานผลและการสืบค้นข้อมูล 3) ด้านการควบคุมระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า	**แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย Internet of Things กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์**								
	1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)								
	1.1 ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	1.2 ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	1.3 ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)								
	2.1 ความสามารถของระบบด้านการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.2 ความสามารถของระบบด้านการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.3 ความสามารถของระบบด้านการรายงานผล	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.4 ความถูกต้องในการรายงานผล	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3. ด้านความง่ายต่อการใช้ระบบ (Usability Test)								
	3.1 การออกแบบแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการใช้ระบบ	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.2 การออกแบบเมนูมีรูปแบบและสัดส่วนชัดเจน	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	3.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลัง	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑R	IOC =∑R/n	ผล
	4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)								
	4.1 การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ระบบ	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	4.2 ความเหมาะสมของการกำหนดสิทธิ์การใช้ระบบในแต่ละระดับ	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4.3 ความถูกต้องของการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4.4 ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละระดับ	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)							0.96	ใช้ได้

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นายณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ
วันเกิด	4 กันยายน 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดอุบลราชธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	112/357 ถนนประชาร่วมมิตร ตำบลหนองญาติ อำเภอเมืองนครพนม จังหวัดนครพนม 48000
ตำแหน่งปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่บริหารงานอาคารสถานที่
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2545	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ. 2551	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนลืมคำหาญวารินชำราบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ. 2556	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์-คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2557	นักวิชาการศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีอุบลราชธานี
พ.ศ. 2560	เจ้าหน้าที่บริหารงานอาคารสถานที่ วิทยาลัยการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม