

การพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบาย  
บริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

สารบัญ ภาระจง

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม  
ปีการศึกษา 2567  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Development of Information Systems in Policy  
Making Manage Electrical Energy  
Case study: Uttaradit Rajabhat University

Saran Krachong

A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements  
For Doctor of Philosophy in Program in Technology  
and Innovation Management  
Academic Year 2024  
Copyright of Bansomdejchaopraya Rajabhat University

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์      การพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า  
กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ชื่อนักศึกษา                นายสารลย์ กระจง

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.คณกร สว่างเจริญ)

  
.....กรรมการที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ หรดาล)

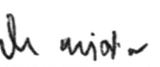
  
.....กรรมการที่ปรึกษา  
(อาจารย์ ดร.ศิริกาญจน์ โพธิ์เขียว)

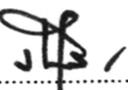
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม

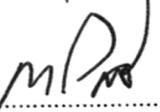
  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สารระวงศ์)

  
.....อธิการบดี  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ กอบัวแก้ว)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบาย บริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ชื่อผู้วิจัย	สารัลย์ กระจง
สาขาวิชา	การบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ
ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ หรดาล
ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร.ศิริกาญจน์ โพธิ์เขียว
ปีการศึกษา	2567

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษา เรื่องการพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ 2. เพื่อประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และ 3. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ผลการวิเคราะห์ พบว่าเมื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปัจจัยจำนวนอาคาร จำนวนเครื่องปรับอากาศ จำนวนหลอดไฟฟ้า และ จำนวนนักศึกษา ส่งผลต่อค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h) โดยมีค่า  $p\text{-value} < 0.05$  และเมื่อประยุกต์ใช้กับสมการ 4 สมการ 1) สมการค่าดเคเนแนวโน้ม (Trend P.) 2) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) 3) สมการเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้นแบบปรับค่า (ARRSES) และ 4) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA) ผลการวิจัยพบว่า เมื่อทำการทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์โดยนำข้อมูลรายเดือนมาเข้าสมการ EWMA มีความผิดพลาดน้อยที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 15.20 รองลงมาเป็น สมการ ARRSES มีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.15 สมการ Trend P. ความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.59 และ สมการ SMA ผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 19.98 และเมื่อนำข้อมูลเฉลี่ยรายปีมาใช้กับสมการ พบว่าสมการ Trend P. จะมีความผิดพลาดน้อยที่สุดร้อยละ 6.40 ส่วนสมการอื่นๆ มีความผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 25 จึงสรุปได้ว่าสมการที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าควรใช้สมการ Trend P. ร่วมกับข้อมูลรายปี และเมื่อนำปัจจัยร่วมกับสมการเพื่อทำการพัฒนาระบบ

สารสนเทศสำหรับการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ผลการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันทั้งหมดจำนวน 100 ครั้ง ผลการทำงานมีความถูกต้องทั้งหมด ร้อยละ 100 ผลการทดสอบการทำงานฟังก์ชันการพยากรณ์การทดสอบนี้เป็นการทดสอบหาค่าความถูกต้องเพื่อทดสอบการหาคำตอบระหว่างการใช้สมการคณิตศาสตร์ และโปรแกรมที่ทำงานอยู่บน Web application ทั้งหมด 100 ครั้ง ไม่พบค่าความผิดพลาดของโปรแกรม ผลมีความถูกต้องร้อยละ 100 และระบบสารสนเทศสามารถกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ :** พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า / บริหารจัดการพลังงาน / การพยากรณ์อนุกรมเวลา / สมการแนวโน้มเชิงเส้น / ระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงาน

Title	Development of information systems in policy making manage electrical energy Case study: Uttaradit Rajabhat University
Author	Saran Krachong
Program	Technology and Innovation Management
Major Advisor	Assistant professor Dr.Kanakorn Sawangcharoen
Co – Advisor	Associate professor Dr.Pong Horadal
Co – Advisor	Dr.Sirigarn Phokheaw
Academic Year	2024

## ABSTRACT

This research was a study on the development of information systems in policy making manage electrical energy. A case study of Uttaradit Rajabhat University. The objectives were: 1. To study factors affecting the use of electrical energy at Uttaradit Rajabhat University. 2. To apply equations for predicting the amount of electrical energy consumption at Uttaradit Rajabhat University and 3. To develop an information system for setting policies for managing electrical energy at Uttaradit Rajabhat University. The results of the analysis were found that when studying the factors affecting the use of electrical energy at Uttaradit Rajabhat University. Building number factor Number of air conditioners number of electric bulbs and number of students Affects the value of electricity usage units (kW/h) with a p-value < 0.05 and when applied to 4 equations: 1) Trend prediction equation (Trend P.) 2) Simple moving average equation (SMA) 3) Modified one-level exponential equation. (ARRSES) and 4) Exponential Weighted Moving Average (EWMA) equations. The research results were found that, when testing the mathematical equation by bringing monthly data into the equation, EWMA had the least error with an average of 15.20 percent, followed by the ARRSES equation with an average error of 18.15 percent

and the Trend P equation, error average 18.59 percent and the SMA equation had an average error of 19.98 percent, and when the annual average data was used with the equation, it was found that the Trend P. equation had the least error, 6.40 percent, while the other equations there is an error of more than 25 percent. Therefore, it could be concluded that the appropriate equation for forecasting electricity consumption should use the Trend P. equation together with annual data, and when the factors were combined with the equation to develop an information system for setting electric energy management policy, Uttaradit Rajabhat University, The results of testing the accuracy of all functions 100 times and the results were all 100 percent accurate. Results of the test of the forecast function. This test was a test for accuracy to test finding answers while using mathematical equations and programs running on the web application a total of 100 times, no program error values found. The results were 100% accurate and the information system can effectively formulate policies for managing electric energy at Uttaradit Rajabhat University.

**Keywords:** Forecasting electricity consumption / Energy management / Time series forecasting / Linear trend equations / Information system for setting energy management policy

## กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือให้คำปรึกษา แนะนำอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ ทรดาล และอาจารย์ ดร.ศิริกาญจน์ โพธิ์เขียว อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ ซึ่งคอยดูแลให้คำปรึกษาและ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทุกขั้นตอนตลอดระยะเวลาการทำดุษฎีนิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวิณี สัตยาภรณ์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏ อุตรดิตถ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ในการนำมาจัดทำดุษฎีนิพนธ์ รวมทั้งขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินแบบสอบถามและร่วมให้ข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลงานดุษฎีนิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ คุณประโยชน์อันเกิดจากดุษฎีนิพนธ์นี้ขอมอบเป็น กตัญญู กตเวทิตา แต่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ ครอบครัว และผู้มีพระคุณทุกท่านไว้ตลอดกาลที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

สารัลย์ กระจง

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ง
สารบัญ .....	จ
สารบัญภาพ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฎ

## บทที่

1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
คำถามการวิจัย .....	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
สมมติฐานของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย .....	3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย .....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	7
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ .....	7
รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า.....	14
ทฤษฎีการพยากรณ์.....	30
แนวคิดการบริหารจัดการพลังงานและมหาวิทยาลัยสีเขียว.....	35
แผนการจัดการพลังงาน.....	39
การพัฒนาระบบสารสนเทศ.....	41
ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ.....	46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	48

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	52
3.1	52
3.2	60
3.3	61
3.4	62
4	69
4.1	69
4.2	73
4.3	77
5	113
5.1	114
5.2	116
5.3	118
บรรณานุกรม	119
ภาคผนวก	123
ภาคผนวก ก	124
ภาคผนวก ข	126
ภาคผนวก ค	130
ภาคผนวก ง	138
ภาคผนวก จ	166

## สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ฉ	แบบสอบถามโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาาระบบสารสนเทศ เพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ	169
ภาคผนวก ช	แบบสอบถามโครงการวิจัยเรื่องการประเมินของผู้ใช้ระบบสารสนเทศ สำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าใน สถานศึกษา	171
ภาคผนวก ซ	คู่มือการใช้งานระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการ พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	174
ภาคผนวก ฅ	แบบตอบรับการตีพิมพ์บทความวิจัย	181
ภาคผนวก ญ	บทความวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัย ครุณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	183
ภาคผนวก ก	ประวัตินักวิจัย	196

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	กรอบแนวคิดในการวิจัย ..... 6
2.1	ผังโครงสร้างคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน..... 10
2.2	กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนปี 2563 และปี 2564..... 11
2.3	กราฟแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2563..... 12
2.4	กราฟแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2564..... 13
2.5	การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Peak Clipping..... 16
2.6	การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Peak Shifting..... 16
2.7	การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Valley Filling..... 17
2.8	การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Strategic Load Growth..... 17
2.9	การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Strategic Conservation..... 18
2.10	การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Flexible Load Shape..... 18
2.11	การประเมินวัฒนธรรมองค์กร..... 19
2.12	ตัวอย่างคำถามเพื่อการประเมินนโยบายการจัดการพลังงาน..... 26
2.13	การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นของโรงงานตัวอย่าง..... 27
2.14	แผนผังของวิธีการพยากรณ์..... 30
2.15	วงจรการพัฒนาาระบบ (System Development life Cycle: SDLC)..... 45
3.1	กระบวนการดำเนินการวิจัย..... 52
3.2	ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า..... 53
3.3	ขั้นตอนที่ 2 การประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า..... 57
3.4	ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์..... 59
3.5	หลักการรวบรวมข้อมูลเพื่อการออกแบบนโยบายด้านการประหยัดพลังงาน..... 60
3.6	หลักการทำงานของระบบ UPMS..... 61
3.7	แผนภาพ DFD หลักการทำงานของระบบ..... 62
3.8	แผนภาพ DFD หลักการทำงานของระบบประมวลผลและแสดงผล..... 63
3.9	แผนภาพ DFD ฟังก์ชันสมาชิก..... 64
3.10	แผนภาพ DFD ระบบนโยบาย..... 65
3.11	หลักการทำงานของโปรแกรมออกแบบนโยบาย..... 65

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า	
3.12	แผนภาพ DFD ระบบออกแบบการประเมิน.....	66
3.13	แผนภาพ DFD หลักการทำงานแสดงผลข้อมูล Dashboard.....	67
3.14	การแปลงข้อมูล JSON.....	67
3.15	แผนภาพ DFD ระบบสถิติการใช้ไฟฟ้า.....	68
4.1	ผลการทดสอบสมการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือน.....	75
4.2	ผลความผิดพลาดโดยรวมของสมการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือน.....	75
4.3	ผลการทดสอบสมการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายปี.....	76
4.4	ผลความผิดพลาดโดยรวมของสมการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายปี.....	76
4.5	หลักการทำงานระบบ Flow editor.....	78
4.6	เมนูการเลือกแผนภาพ.....	84
4.7	แผนภาพเลือกการผลิตพลังงานทดแทน.....	85
4.8	แผนภาพการรวมพลังงานแสงอาทิตย์.....	86
4.9	แผนภูมิเปรียบเทียบพลังงานทดแทนที่ออกแบบไว้.....	86
4.10	แผนภาพรวมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่ได้ออกแบบ.....	87
4.11	การรวมพลังงานไฟฟ้าเชื่อมโยง Energy Adjustment.....	87
4.12	การกำหนดนโยบาย.....	88
4.13	การเพิ่มข้อมูลทางสถิติการใช้ไฟฟ้า.....	89
4.14	การพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าและการแสดงผลกราฟพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าของระบบ UPMS.....	89
4.15	หน้าต่างแสดงการสรุปผลระบบ UPMS.....	90
4.16	หลักการทำงานของระบบนโยบาย.....	91
4.17	หน้าต่างฐานข้อมูลสถิติย้อนหลัง.....	92
4.18	หน้าต่าง เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้า.....	93
4.19	โปรแกรมส่วนของระบบนำเข้าข้อมูลทางสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	94
4.20	หน้าต่างแสดงการเชื่อมต่อข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	94
4.21	หลักการทำงานการรวมข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	99
4.22	ผลการพยากรณ์จากข้อมูลทางสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	99

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

4.23	เมนูแสดงแผนภาพสำหรับระบบประเมิน.....	104
4.24	การกำหนดข้อมูลการประเมิน.....	104
4.25	หน้าต่างแสดงหัวข้อการประเมิน.....	105
4.26	การแสดงความหมาย.....	105
4.27	การวิเคราะห์ความหมายการประเมิน.....	106
4.28	หลักการงานโปรแกรมประเมินพลังงาน.....	107
4.29	การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานไฟฟ้า.....	108

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	การประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร.....	10
2.2	ลักษณะเส้นและการวิเคราะห์กราฟ เพื่อประเมินสถานภาพการจัดการพลังงาน.....	11
2.3	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2563.....	12
2.4	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2564.....	13
2.5	วัฒนธรรมขององค์กร.....	20
2.6	การประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร (Energy Management Matrix : EMM).....	23
2.7	ลักษณะเส้นแบบต่างๆและการวิเคราะห์เพื่อประเมินสถานภาพการจัดการพลังงาน...	28
2.8	หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว.....	36
4.1	ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC).....	70
4.2	คะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร.	71
4.3	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อค่าไฟฟ้า.....	72
4.4	ข้อมูลทางสถิติของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.....	74
4.5	หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม UPMS.....	79
4.6	อัลกอริทึมของฟังก์ชันการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า.....	95
4.7	หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม EMM.....	101
4.8	การทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานระบบสารสนเทศในการกำหนด..... นโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.....	109
4.9	การทดสอบความผิดพลาดของฟังก์ชันระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบาย บริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.....	110
4.10	ผลการประเมินของผู้ใช้ระบบสารสนเทศสำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจ..... บริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา.....	111

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 1,200 เมกะวัตต์ ปัจจัยที่ทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศเพิ่มขึ้นจะมาจากการเติบโตทางเศรษฐกิจ การพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐาน และการพัฒนาด้านคุณภาพชีวิตของสังคม การผลิตไฟฟ้าของประเทศมีการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติสูงถึงร้อยละ 70 รองลงมาได้แก่ ถ่านหินและถ่านหิน รวมประมาณร้อยละ 20 ที่เหลือเป็นพลังงานหมุนเวียน และการซื้อไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2564) การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องมีกรอบและวางแผนการใช้พลังงานที่เหมาะสม การจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพในองค์กรหรือหน่วยงานนั้น มีองค์ประกอบ ที่สำคัญ 2 ส่วน คือ การสร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงานให้กับบุคลากรในองค์กรทุกระดับ โดยอาจมีการกำหนดนโยบายด้านพลังงาน (Energy Policy) ให้ปฏิบัติตาม และการใช้เทคโนโลยีในการช่วยบริหารจัดการพลังงาน นำไปสู่การปรับแผนการทำงานเพื่อลดการใช้พลังงานในช่วงที่ไม่จำเป็น หรือที่เรียกว่าระบบการจัดการพลังงาน ระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า มีความสำคัญเนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นต่อการใช้งานในชีวิตประจำวัน ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า จึงต้องมีความต่อเนื่องในการใช้งานและใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า ระบบบริหารจัดการไฟฟ้ามีประโยชน์เพื่อวางแผนควบคุมปริมาณการใช้งานพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เป็นมหาวิทยาลัยที่ให้ความสำคัญต่อการส่งเสริมการจัดการพลังงาน โดยมีการกำหนดแผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปีงบประมาณ 2565-2569 ในยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาการบริหารจัดการสู่องค์กรที่มีสมรรถนะสูง เป้าประสงค์หลัก 3.1 การพัฒนาระบบบริหารจัดการสู่ความเป็นเลิศ ด้านการพัฒนากายภาพ และด้านบุคลากร เป้าประสงค์ย่อย 1) บุคลากร นักศึกษา ประชาชนมีสุขภาวะและสิ่งแวดล้อมที่ดี ข้อ 2 เพิ่มการใช้พลังงานทดแทน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดการใช้เชื้อเพลิง ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม (น้ำเสีย ขยะ) ลดการใช้ส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ และ ข้อ 4 การพัฒนาและบริหารจัดการมหาวิทยาลัยเพื่อผลักดันสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) โดย UI Greenmetric World University Ranking (2021) ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินไว้ 6 ด้าน คะแนนเต็ม 10,000 คะแนน ด้วยการเพิ่มร้อยละของคะแนน ตามเกณฑ์ทุกปี (แผนยุทธศาสตร์การพัฒนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปีงบประมาณ 2565- 2569, 2564) ในปัจจุบันทุกอาคารในพื้นที่ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยเป็นอาคารควบคุมขนาดใหญ่ที่จัดอยู่ในผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ ใช้อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ หรือ ทีโอยู (Time of Use Rate - TOU) ไม่มีระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงทำให้ไม่สามารถคาดการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าที่แท้จริง ทำให้ไม่มีข้อมูลมาใช้ในการวางแผนบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยได้อย่างสมดุลและเหมาะสม จึงส่งผลให้มหาวิทยาลัยต้องจ่ายค่าไฟฟ้าให้การไฟฟ้าเป็นจำนวนมากเฉลี่ยปีละ 24 ล้านบาท และไม่มีข้อมูลความต้องการพลังงานไฟฟ้าวางหน้าเพื่อนำมาใช้วางแผนการอนุรักษ์พลังงาน (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, 2564)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อช่วยบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า วางแผนควบคุมปริมาณการใช้งานพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง เนื่องจากมหาวิทยาลัยมีความต้องการระบบบันทึกข้อมูลและรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลมาช่วยพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าวางหน้าและวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าช่วยในการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และช่วยให้มหาวิทยาลัยมุ่งสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว ที่มีการจัดการพลังงานที่ดีขึ้นภายในมหาวิทยาลัย เป็นต้นแบบให้กับหน่วยงานอื่นเป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์ด้านพลังงานเกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อม ชุมชน และประเทศชาติต่อไป

## คำถามการวิจัย

ระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าควรมีลักษณะอย่างไร

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
2. เพื่อประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
3. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

## สมมติฐานของการวิจัย

ระบบสารสนเทศสามารถใช้เพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าได้

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.1 ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย 1) จำนวนอาคาร 2) พื้นที่ใช้สอยของอาคาร 3) จำนวนเครื่องปรับอากาศ 4) จำนวนหลอดไฟฟ้า 5) จำนวนนักศึกษา 6) จำนวนอาจารย์และบุคลากร 7) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในแต่ละเดือน และปัจจัยของการประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร ประกอบด้วย 1) นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน 2) การจัดองค์กร 3) การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ 4) ระบบข้อมูลข่าวสาร 5) ประชาสัมพันธ์ 6) การลงทุน โดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรจากผู้เชี่ยวชาญ

1.2 การพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการประยุกต์ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ จากข้อมูลปัจจัยที่คัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญ ร่วมกับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ย้อนหลัง 6 ปี

1.3 สร้างรูปแบบการพยากรณ์โดยออกแบบการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธี 1. สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) 2. สมการการพยากรณ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้น (ARRSES) 3. สมการเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) 4. สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EWMA)

1.4 การพัฒนาระบบสารสนเทศ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ ใช้ภาษา PHP HTML Java-script ทำงานร่วมกัน โดยระบบจะใช้ภาษา PHP เป็นตัวประเมินข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL และใช้ Codeigniter 4 เป็น Framework ช่วยจัดการฟังก์ชันสำหรับผู้ใช้และอื่นๆ และเชื่อมต่อข้อมูลที่ประมวลผลได้ให้ Java-script ประมวลผลในการพยากรณ์และส่งข้อมูลกลับไปยังผู้ประเมิน

### 2. ขอบเขตด้านประชากรกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรได้แก่ บุคลากรของมหาวิทยาลัย จำนวน 901 คน

กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ผู้บริหารของมหาวิทยาลัย และผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงาน

ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวน 25 คน

### 3. ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565-2566 โดยจะทดลองในปี พ.ศ. 2566

### 4. ขอบเขตด้านสถานที่

พื้นที่ในการศึกษาวิจัยและกลุ่มตัวอย่างในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ พื้นที่ 190 ไร่

## 5. ขอบเขตข้อจำกัด

มหาวิทยาลัยที่จะนำงานวิจัยนี้ไปใช้ต้องมีความพร้อมในด้านข้อมูลย้อนหลังมากกว่า 5 ปี สำหรับปัจจัยที่จะนำมาคิดสมการพยากรณ์และพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบาย

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถนำไปเป็นตัวแปรในการสร้างสมการการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยได้
2. ระบบสารสนเทศสามารถใช้ในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยได้
3. ระบบสารสนเทศสามารถใช้เป็นแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยต่างๆ ได้
4. ระบบสารสนเทศสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนมุ่งสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวได้

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า** คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ประกอบด้วย ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ 1) จำนวนอาคาร 2) พื้นที่ใช้สอยของอาคาร 3) จำนวนเครื่องปรับอากาศ 4) จำนวนหลอดไฟฟ้า 5) จำนวนนักศึกษา 6) จำนวนอาจารย์และบุคลากร 7) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในแต่ละเดือน และ ปัจจัยของการประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร ได้แก่ 1) นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน 2) การจัดการองค์กรด้านพลังงาน 3) การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจด้านพลังงาน 4) ระบบข้อมูลข่าวสารด้านพลังงาน 5) ประชาสัมพันธ์การประหยัดพลังงาน และ 6) การลงทุนงบประมาณโครงการจัดการพลังงาน

**ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการกำหนดนโยบาย** คือ ระบบสารสนเทศที่สามารถจัดเก็บข้อมูลและพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการสนับสนุนการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า

**แผนสำหรับการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า** คือ การจัดทำแผนสำหรับการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยใช้ข้อมูลจากระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

**มหาวิทยาลัยสีเขียว** คือ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่สามารถบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าให้เกิดความเหมาะสม เพิ่มการใช้พลังงานทดแทน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อพัฒนาและบริหารจัดการมหาวิทยาลัย

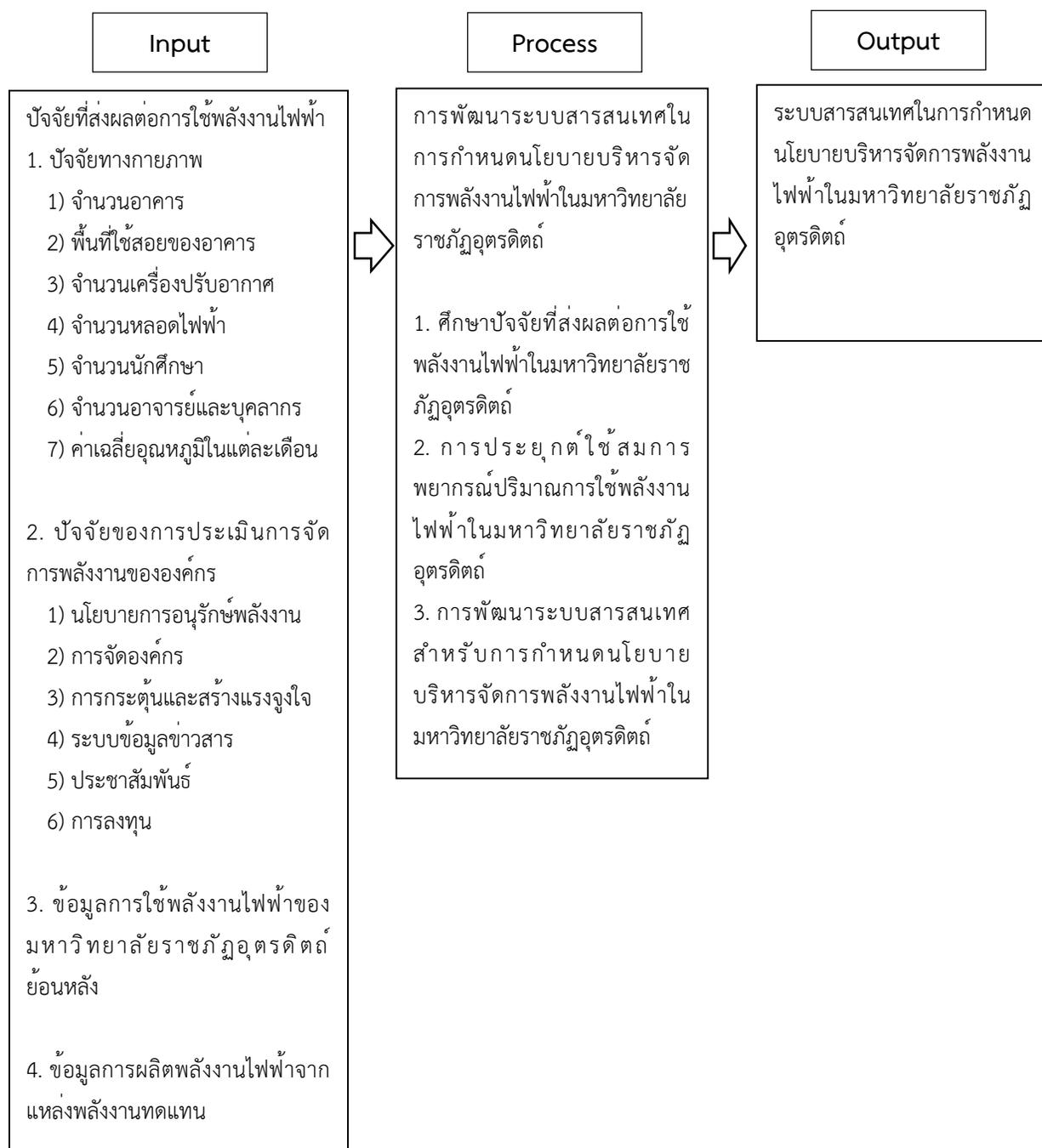
**การพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า** คือ การนำข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลกับการใช้พลังงานไฟฟ้ามาสร้างความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการทำนายผลเป็นปริมาณพลังงานไฟฟ้าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลปัจจัยในสถานะการณ์ต่างๆ

**การบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า** คือ การออกแบบและวางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อให้มีการจัดการพลังงานไฟฟ้าได้มีประสิทธิภาพในมหาวิทยาลัย

**การพัฒนาาระบบสารสนเทศ** คือ การนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการข้อมูลเพื่อให้นำมาซึ่งสารสนเทศที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำงาน ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัย

### **กรอบแนวคิดในการทำวิจัย**

การแก้ไขปัญหาด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้มีขั้นตอน 3 ขั้นตอน เริ่มจากขั้นตอนการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าแล้วนำมาประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์เพื่อนำไปพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า ในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาทบทวนเกี่ยวกับความรู้ แนวคิด และทฤษฎีโดยการค้นคว้า จากเอกสารวิชาการต่างๆ รวมทั้งผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้นำเสนอ ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
2. รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า
3. ทฤษฎีการพยากรณ์
4. แนวคิดการบริหารจัดการพลังงานและมหาวิทยาลัยสีเขียว
5. แผนการจัดการพลังงาน
6. การพัฒนาระบบสารสนเทศ
7. ระบบสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์เป็นมหาวิทยาลัยเพื่อท้องถิ่น ได้ดำเนินงานตามภารกิจและ ปณิธานของมหาวิทยาลัยราชภัฏ มาตรา 7 “ให้มหาวิทยาลัยเป็นสถาบันอุดมศึกษา เพื่อการพัฒนา ท้องถิ่นที่เสริมสร้าง พลังปัญญาของแผ่นดิน พื้นฟูพลังการเรียนรู้เชิดชูภูมิปัญญาของท้องถิ่น สร้างสรรค์ ศิลปวิทยา เพื่อความเจริญก้าวหน้าอย่างมั่นคงและยั่งยืนของปวงชน มีส่วนร่วมในการจัดการ การบำรุงรักษาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล และยั่งยืน โดยมี วัตถุประสงค์ ให้การศึกษา ส่งเสริมวิชาการ และวิชาชีพชั้นสูง ทำการสอน วิจัยให้แก่สังคม ปรับปรุง ถ่ายทอดและพัฒนาเทคโนโลยี ทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม ผลิตครูและส่งเสริมวิทยฐานะครู” ในท้องถิ่นมาอย่างต่อเนื่อง โดยยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) และ วิสัยทัศน์การพัฒนาในระยะ 20 ปี มุ่งเน้น “มหาวิทยาลัยราชภัฏเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพเป็นเลิศ โดยกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อการพัฒนาชุมชนและท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็ง และยั่งยืน” เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ระยะ 20 ปี ในระยะที่ 2 แล้ว พบว่า มหาวิทยาลัยจะทำหน้าที่ขับเคลื่อนนโยบายและการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการทาง

วิชาการด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาท้องถิ่นบนฐานความรู้ เพื่อให้ประชาชนสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจบนพื้นฐานความรู้และนวัตกรรมเพื่อสร้างความโดดเด่น และความสามารถทางการแข่งขันให้ประชาชนในชุมชน และโครงสร้างขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการทางวิชาการด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยมีบทบาทในการศึกษาวิจัย การจัดการศึกษาโดย บูรณาการการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอน ให้เป็นไปตามแผนแม่บทการบูรณาการด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ตั้งอยู่ในท้องถิ่น มีบริบทที่เอื้อต่อการทำงานวิจัยด้านการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น และการนำความรู้มาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์อย่างยั่งยืน รวมถึงการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืนของทรัพยากรในท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์เป็นมหาวิทยาลัยที่ให้ความสำคัญต่อการส่งเสริมการจัดการพลังงาน โดยมีการกำหนดแผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีงบประมาณ 2565-2569 ในยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาการบริหารจัดการสู่องค์กรที่มีสมรรถนะสูง เป้าประสงค์หลัก 3.1 การพัฒนาระบบบริหารจัดการสู่ความเป็นเลิศ ด้านการพัฒนาคุณภาพ และด้านบุคลากร เป้าประสงค์ย่อย 1) บุคลากร นักศึกษาและประชาชนมีสุขภาวะและสิ่งแวดล้อมที่ดี ข้อ 2 เพิ่มการใช้พลังงานทดแทน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดการใช้เชื้อเพลิงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม (น้ำเสีย ขยะ) ลดการใช้และส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ และ ข้อ 4 การพัฒนาและบริหารจัดการมหาวิทยาลัยเพื่อผลักดันสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) โดย UI Greenmetric World University Ranking (2021) ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินไว้ 6 ด้าน คะแนนเต็ม 10,000 คะแนน ด้วยการเพิ่มร้อยละของคะแนน ตามเกณฑ์ทุกปี (กองนโยบายและแผน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีงบประมาณ 2565-2569, 2564 : 34)

รายงานการจัดการพลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ประจำปี 2564 ประกอบด้วยข้อมูลด้านการจัดการพลังงานดังนี้ (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564 : 15)

ขั้นตอนที่ 1 คณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 3 นโยบายอนุรักษ์พลังงาน

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานและแผนการฝึกอบรมและกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน การตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน

ขั้นตอนที่ 8 การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์มีกลุ่มอาคารควบคุมกลุ่มที่ 2 (ขนาดใหญ่) อาคารควบคุมที่ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าหรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ารวมกันตั้งแต่สามพันกิโลวัตต์หรือสามพันห้าร้อยสามสิบกิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไปหรืออาคารควบคุมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานอื่น ๆ โดยมีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่หกสิบล้านเมกะจูล/ปีขึ้นไป ที่อยู่อาคารเลขที่ 27 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ รหัสไปรษณีย์ 53000 ประเภทอาคารสถานศึกษา เริ่มเปิดดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2480 จำนวนพนักงาน 901 คน จำนวน 6 คณะ 6 กอง 5 สำนัก/สถาบัน 4 ศูนย์ 5 โครงการพิเศษ จำนวน 1 บัณฑิต 1 โรงเรียน 2 วิทยาเขต 1 วิทยาลัย จำนวนอาคารทั้งหมด 55 อาคาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานได้แก่

1. ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ทะเบียนเลขที่ ผอส. 00008
2. ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ ทะเบียนเลขที่ ผขอ. 04227
3. ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ ทะเบียนเลขที่ ผขอ. 06660

คุณสมบัติผู้รับผิดชอบด้านพลังงานได้แก่

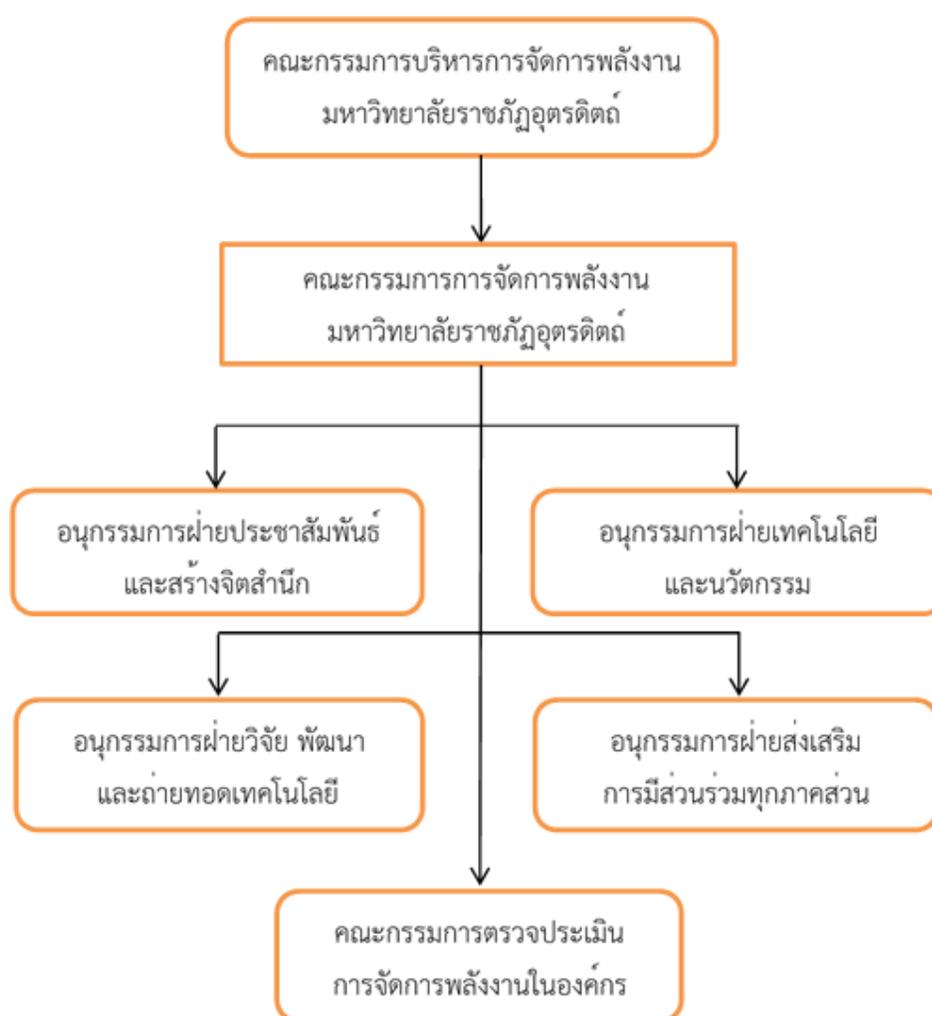
1. ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ
  - 1.1 เป็นผู้ได้รับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงและมีประสบการณ์การทำงานในอาคารอย่างน้อยสามปีโดยมีผลงานด้านการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรองของเจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุม
  - 1.2 เป็นผู้ได้รับปริญญาทางวิศวกรรมศาสตร์ หรือทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผลงานด้านการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรองของเจ้าของอาคารควบคุม
  - 1.3 เป็นผู้สำเร็จการฝึกอบรมด้านการอนุรักษ์พลังงานหรือการฝึกอบรมที่มีวัตถุประสงค์คล้ายคลึงกันที่อธิบดีให้ความเห็นชอบ
  - 1.4 เป็นผู้สำเร็จการฝึกอบรมหลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ที่อธิบดีให้ความเห็นชอบ
  - 1.5 เป็นผู้ที่สามารถสอบได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดจากการจัดสอบผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ซึ่งจัดโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

## 2. ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส

2.1 เป็นผู้สำเร็จการฝึกอบรมหลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ที่อธิบดีให้ความเห็นชอบ

2.2 เป็นผู้ที่สามารถได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดจากการจัดสอบผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ซึ่งจัดโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์แต่งตั้งคณะกรรมการจัดการพลังงานดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ผังโครงสร้างคณะกรรมการจัดการพลังงาน

ที่มา : (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564 : 27)

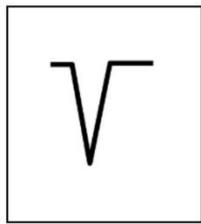
การประเมินและผลการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร

ระดับคะแนน	1.นโยบายการจัดการพลังงาน	2.การจัดองค์กร	3.การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ	4. ระบบข้อมูลข่าวสาร	5. ประชาสัมพันธ์	6. การลงทุน
4	1.1 มีนโยบายการจัดการพลังงานเป็นเอกสารและลงนามโดยผู้บริหารระดับสูง โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงาน และมีการเผยแพร่ให้กับพนักงานทราบอย่างทั่วถึง และปฏิบัติตามนโยบาย โดยได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง	2.1 มีคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งลงนามโดยผู้บริหารระดับสูงเพื่อดำเนินการ และตรวจสอบและประเมินผลการดำเนินงานภายในองค์กร มีผู้รับผิดชอบในการดำเนินการแต่ละมาตรการที่ชัดเจน และมีการเผยแพร่พนักงานทราบอย่างทั่วถึง	3.1 มีแผนการอบรมเชิงปฏิบัติการหรือกิจกรรมที่ชัดเจนซึ่งจัดทำขึ้นโดยคณะกรรมการ โดยความเห็นชอบของผู้บริหารเพื่อกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้พนักงานทุกระดับ มีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน	4.1 มีการจัดทำระบบการจัดเก็บและการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานระหว่างผู้บริหารกับพนักงาน มีการกำหนดวิธีการสื่อสารที่ชัดเจนรวมทั้งมีการติดตามและประเมินผลของการสื่อสาร เพื่อหาข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไข	5.1 กำหนดให้การเผยแพร่โครงการอนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งของแผนการประชาสัมพันธ์ขององค์กร เพื่อให้พนักงานทุกระดับได้รับทราบคุณค่าของการประหยัดพลังงาน และผลของการดำเนินการจัดการพลังงานอย่างสม่ำเสมอ	6.1 มีการจัดสรรงบประมาณประจำปีเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและการจัดการ โดยพิจารณาถึงความสำคัญ of โครงการเป็นหลักทั้งในระยะสั้นและระยะยาว
3	1.2 มีนโยบายที่ชัดเจนโดยจัดทำเป็นเอกสารแต่ไม่ลงนาม และไม่ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร มีการเผยแพร่นโยบาย แต่พนักงานรับทราบไม่ทั่วถึง	2.2 มีคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานโดยผู้บริหารระดับสูง แต่การกำหนดอำนาจหน้าที่มีขอบเขตจำกัดและไม่ชัดเจนมีการเผยแพร่คำสั่งแต่งตั้ง แต่พนักงานรับทราบไม่ทั่วถึง	3.2 ไม่มีการกำหนดแผนการอบรมหรือกิจกรรมอย่างชัดเจน โดยให้คณะกรรมการ เป็นกำลังหลักในการดำเนินการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้พนักงาน	4.2 ไม่มีระบบการจัดเก็บข้อมูลและการสื่อสารข้อมูลที่ชัดเจนโดยให้คณะกรรมการ และผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นช่องทางหลักในการสื่อสารข้อมูลต่างๆ	5.2 มีการเผยแพร่ข้อมูลการดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานและการจัดการพลังงานให้แก่พนักงานบางระดับอย่างสม่ำเสมอเฉพาะในกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานโดยตรง	6.2 พิจารณาการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ให้ผลตอบแทนการลงทุนสูง
2	1.3 มีการจัดทำนโยบาย เป็นเอกสารแต่ยังไม่ชัดเจนในบางข้อ ไม่กำหนดให้นโยบาย เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานขององค์กรไม่ได้มีการลงนาม และการสนับสนุนจากผู้บริหาร และไม่มีเผยแพร่นโยบายให้พนักงานทราบ	2.3 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานทำหน้าที่ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและรายงานผลต่อคณะกรรมการ/ คณะทำงานด้านการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อพิจารณาและสรุปผลการดำเนินงานต่อผู้บริหาร	3.3 คณะกรรมการ/คณะทำงานด้านการอนุรักษ์พลังงานเป็นผู้ดำเนินการเป็นครั้งคราว	4.3 คณะกรรมการเฉพาะกิจทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานและประเมินผลกร ซึ่งกล่าวเป็นครั้งคราว	5.3 มีการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานให้กับพนักงานเป็นครั้งคราวซึ่งอาจเป็นหนังสือเวียนแจ้งให้ทราบ การประชุมชี้แจง เป็นต้น	6.3 พิจารณาการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีระยะเวลาคืนทุนเร็ว
1	1.4 มีนโยบาย แต่ไม่ได้จัดทำเป็นเอกสาร เป็นเพียงกรมอบหมายหรือชี้แจงแนวทางการปฏิบัติโดยวาจา	2.4 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นผู้ดำเนินการและรายงานต่อผู้บริหารโดยตรง	3.4 มีการติดต่ออย่างไม่เป็นทางการโดยวิศวกรเป็นผู้ให้ข้อมูลการใช้และประหยัดพลังงานกับผู้ใช้พลังงานโดยตรง เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ประหยัดพลังงาน	4.4 มีการจัดทำสรุปรายงานการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานอย่างไม่เป็นทางการเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในฝ่ายของตนเอง	5.4 มีการแจ้งให้พนักงานทราบข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ เช่น การแจ้งให้ทราบข้อมูล วิธีการใช้พลังงานภายในฝ่ายของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น	6.4 พิจารณาการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีการลงทุนต่ำ
0	1.5 ไม่มีการกำหนดนโยบาย และแนวทางการปฏิบัติที่ชัดเจน	2.5 ไม่มีการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	3.5 ไม่มีการติดต่อหรือการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้และการประหยัดพลังงานให้กับผู้ใช้พลังงาน	4.5 ไม่มีการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน	5.5 ไม่มีการเผยแพร่ และการประชาสัมพันธ์ใดๆ เกี่ยวกับการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและการจัดการพลังงาน	6.5 ไม่มีการลงทุนใดๆ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานหรือการอนุรักษ์พลังงานในด้านอื่นๆ

ที่มา (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564 : 28)

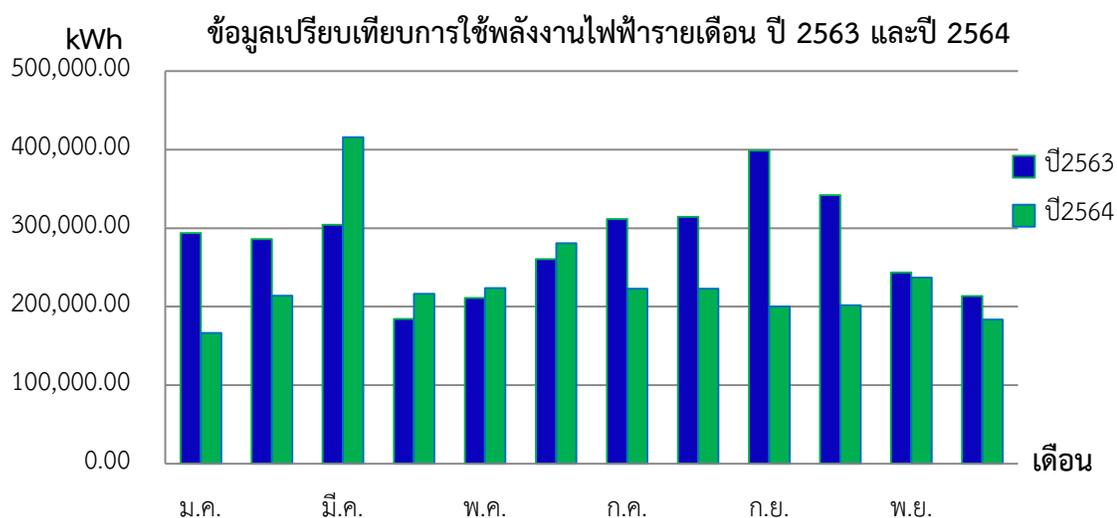
ตารางที่ 2.2 ลักษณะเส้นและการวิเคราะห์กราฟ เพื่อประเมินสถานภาพการจัดการพลังงาน

ลักษณะเส้น	รายละเอียด	การวิเคราะห์
Trough 	1 ประเด็นมีคะแนนต่ำกว่าประเด็นอื่น	1 ประเด็นที่ล่าช้า เช่น ระบบข้อมูลข่าวสารและประชาสัมพันธ์ อาจทำให้ระบบการจัดการพลังงานไม่ก้าวหน้าอย่างที่ควร

ที่มา (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564 : 29)

การประเมินระดับองค์กรของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

1. เปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานการใช้พลังงานไฟฟ้า



ภาพที่ 2.2 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนปี 2563 และปี 2564

ที่มา (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564 : 30)

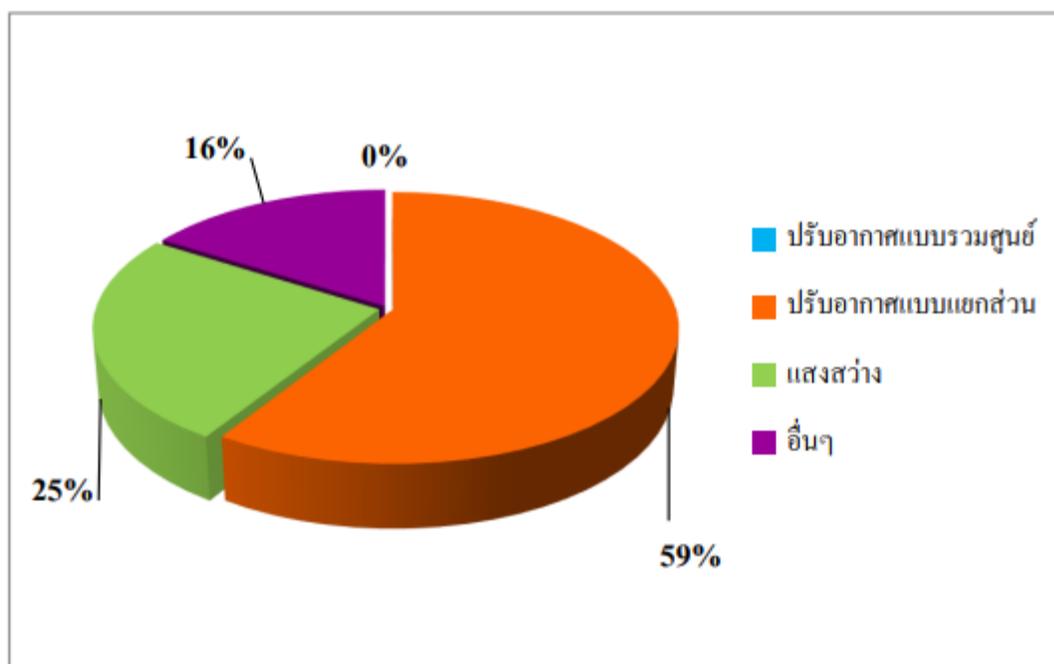
## 2. ข้อมูลสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปี 2563-2564

### ตารางที่ 2.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2563

ระบบ	การใช้พลังงานไฟฟ้า		วิธีการ	
	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี	ร้อยละ	ประเมิน	ตรวจวัด
ปรับอากาศแบบรวมศูนย์	0.00	0	-	
ปรับอากาศแบบแยกส่วน	1,984,974.85	59.00	✓	
แสงสว่าง	841,091.04	25.00	✓	
อื่นๆ	538,298.26	16.00	✓	
รวม	3,364,364.15	100.00		

ที่มา (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564 : 30)

หมายเหตุ : ใช้ข้อมูลอ้างอิงจากแบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญของเครื่องจักร/อุปกรณ์หลักเทียบกับข้อมูลอ้างอิงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2563



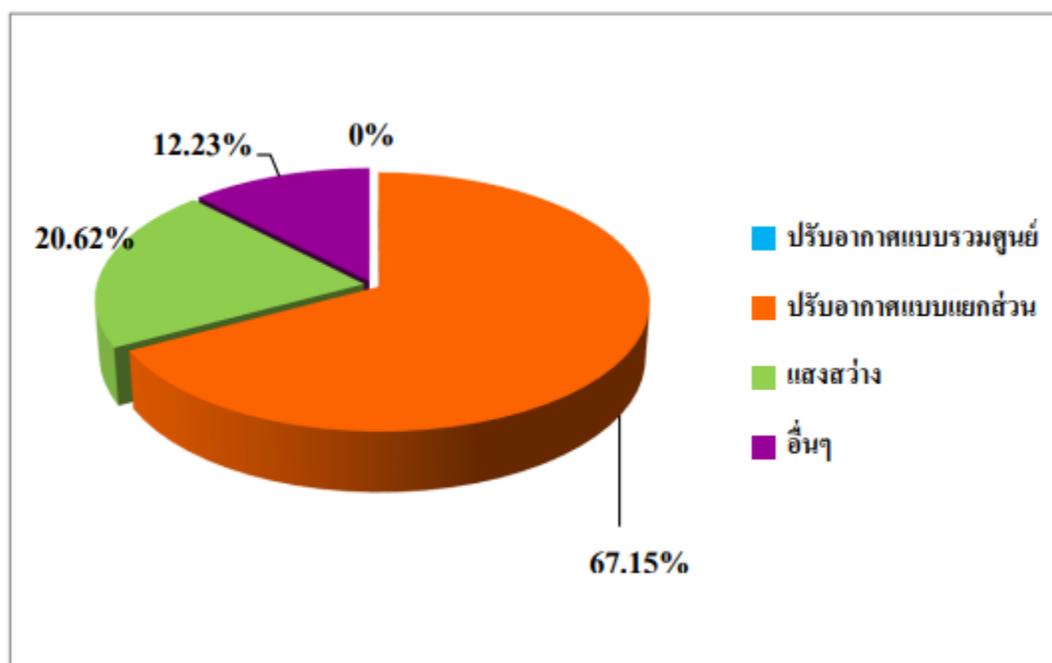
ภาพที่ 2.3 กราฟแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2563  
ที่มา (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564 : 30)

ตารางที่ 2.4 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2564

ระบบ	การใช้พลังงานไฟฟ้า		วิธีการ	
	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี	ร้อยละ	ประเมิน	ตรวจวัด
ปรับอากาศแบบรวมศูนย์	0.00	0	-	
ปรับอากาศแบบแยกส่วน	1,869,968.00	67.15	✓	
แสงสว่าง	574,310.00	20.62	✓	
อื่นๆ	340,531.07	12.23	✓	
รวม	2,784,809.07	100.00		

ที่มา (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564 : 31)

หมายเหตุ : ใช้ข้อมูลอ้างอิงจากแบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญของเครื่องจักร/อุปกรณ์หลักเทียบกับข้อมูลอ้างอิงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2564



ภาพที่ 2.4 กราฟแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2564  
ที่มา (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564 : 31)

## 2. รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าถือเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการดำรงชีวิต ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าจึงเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจการเพิ่มผลผลิตทั้งทางเกษตรและอุตสาหกรรมที่ทันสมัยการกระจายรายได้ และสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านการผลิต และการขายสินค้าซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ เนื่องด้วยการขยายตัวประชากรและการขยายตัวของเศรษฐกิจได้ดำเนินอยู่ตลอดเวลา ประเทศไทยจึงมีอัตราการเพิ่มของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าปีละไม่ต่ำกว่า 1,200 เมกะวัตต์ (พงษ์ดิษฐ์ พงนา, 2557) ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาโรงไฟฟ้าใหม่เพิ่มขึ้นเพื่อให้ระบบพลังงานไฟฟ้าของประเทศนั้นตอบสนองกับความต้องการได้อย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพ แต่การพัฒนาโรงไฟฟ้าใหม่นั้นได้มีปัญหาและอุปสรรคมากมาย ทั้งด้านของสถานที่ตั้งซึ่งอาจถูกคัดค้านจากชุมชนในพื้นที่ในด้านของมลภาวะ ด้านปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช่มากขึ้นซึ่งทั้งนี้ อาจใช้พลังงานหมุนเวียนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ แต่เนื่องจากความไม่แน่นอนของแหล่งพลังงาน เช่น น้ำ แสงอาทิตย์ หรือลม อาจส่งผลกระทบต่อระบบพลังงานไฟฟ้านั้นไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้งในระยะสั้นและในระยะยาว

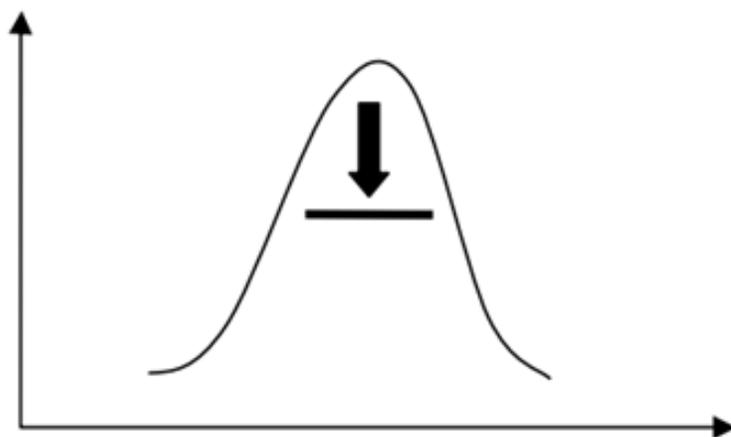
ในอดีตการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยนั้นมีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นผู้ผลิตไฟฟ้าเพียงรายเดียวเท่านั้น ต่อมาในปี 2537 รัฐบาลมีนโยบายให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้าจึงทำให้มีผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายใหญ่ (Independent Power Producer: IPP) และผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก (Small Power Producer: SPP) เข้ามามีบทบาท ในการผลิตไฟฟ้าทำให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและบริการ ในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนมากขึ้น จึงมีผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) ที่ใช้พลังงานหมุนเวียนเป็นหลัก เข้ามาในระบบ โดยในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีกำลังการผลิตรวมทั้งสิ้น 31,447 เมกะวัตต์ โดยเป็นการผลิตติดตั้งของ กฟผ. ร้อยละ 48, IPP ร้อยละ 38 และ SPP ร้อยละ 7 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เท่ากับนำเข้ามาจากประเทศเพื่อนบ้าน (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 7-12)

ดังนั้นเมื่อมีความต้องการด้านพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ โดยการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า (Demand Side Management: DSM) นั้นคือการส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ (Promotion of Electricity Energy Efficiency) ซึ่งเป็นแนวทางที่เกิดขึ้นและแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อโลกประสบวิกฤตการณ์พลังงานในช่วงทศวรรษ 1970 ทำให้ทั่วโลกได้ตระหนักว่า การผลิตเพื่อสนองความต้องการใช้พลังงานเพียงทางเดียว ย่อมก่อให้เกิดปัญหาหลายประการติดตามมา เช่น ทรัพยากรพลังงานที่นับวันจะหมดไป

ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากมลภาวะที่เกิดจากการเผาผลาญพลังงาน เป็นต้น แนวคิดการส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้รับการเผยแพร่และคิดค้นวิจัยไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรมและจริงจังมากขึ้น อาจกล่าวได้ว่าการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นทางเลือกเพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่งสำหรับการวางแผนพัฒนาการผลิตและส่งพลังงานไฟฟ้า โดยประเทศไทยนับเป็นประเทศแรกเริ่มในภูมิภาคเอเชียที่ดำเนินการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรม และได้รับการยอมรับถึงประสิทธิภาพและผลการดำเนินงานส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้า อย่างมีประสิทธิภาพอย่างแพร่หลายและยั่งยืน การดำเนินการด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยนั้นแบ่งออกเป็น การจัดการด้าน Supply (Supply Side Management) คือ การวางแผนก่อสร้างและจัดหาแหล่งผลิตไฟฟ้าเพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้ และการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ มาตรการที่ปรับเปลี่ยนปริมาณ หรือลักษณะของการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้งาน (End Use) โดยทั่วไป เพื่อวัตถุประสงค์หลัก 2 ด้าน คือการปรับการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้งานให้สอดคล้องกับการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยผ่านเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ หรืออาจเป็นการปรับเปลี่ยนแบบแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีการจัดการบริหารความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้า และวัตถุประสงค์อีกด้านหนึ่ง คือการสร้างเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation) โดยทั่วไปนั้นเป้าหมายของการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าคือการใช้ทรัพยากรพลังงานอย่างเหมาะสม (Optimizing Energy Resources) โดยมีวัตถุประสงค์หลักอยู่ที่การลดต้นทุนรวมของการผลิต การปรับปรุงแก้ไขสภาพแวดล้อมและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ ทั้งนี้การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้ายังสามารถใช้เพื่อหลีกเลี่ยงหรือชะลอการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ออกไปโดยเป็นทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่า และทำให้กำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบสามารถให้บริการต่อผู้ใช้พลังงานไฟฟ้ารายใหม่ได้มากขึ้น การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้านั้นประกอบด้วยมาตรการต่าง ๆ ที่มีวัตถุประสงค์ที่จะส่งเสริมและสนับสนุนผู้ใช้พลังงานไฟฟ้ากลุ่มเป้าหมายให้ปรับปรุงแนวทางการใช้พลังงานไฟฟ้า ให้สอดคล้องกับกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้า ในขณะที่ผู้ใช้พลังงานไฟฟ้ายังคงได้รับคุณประโยชน์ รวมทั้งความพึงพอใจเท่าเดิมหรือดีกว่าเดิม เช่น ลดค่าใช้จ่ายของผู้ใช้พลังงานไฟฟ้า ลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าและระบบไฟฟ้า รวมทั้งลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการพัฒนาและผลิตพลังงานไฟฟ้า

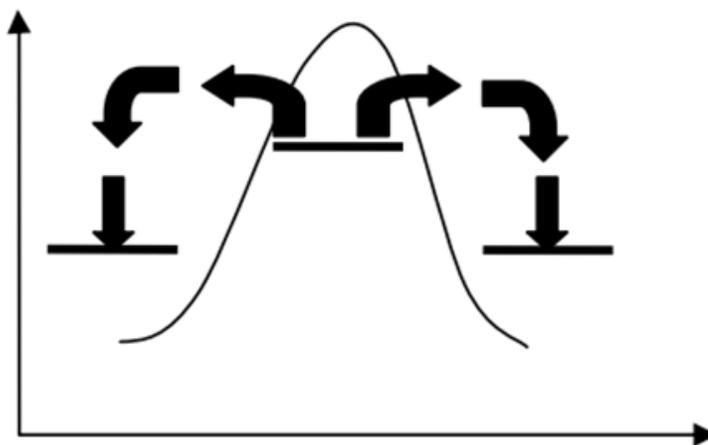
2.1 ระบบการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าได้แบ่งวิธีการจัดการออกเป็น 6 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2565 : 217)

2.1.1 Peak Clipping คือการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Peak Time) ดังภาพที่ 2.5 ซึ่งวิธีแบบ Peak Clipping มักจะถูกนำมาใช้เมื่อกำลังผลิตติดตั้งไม่เพียงพอในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด



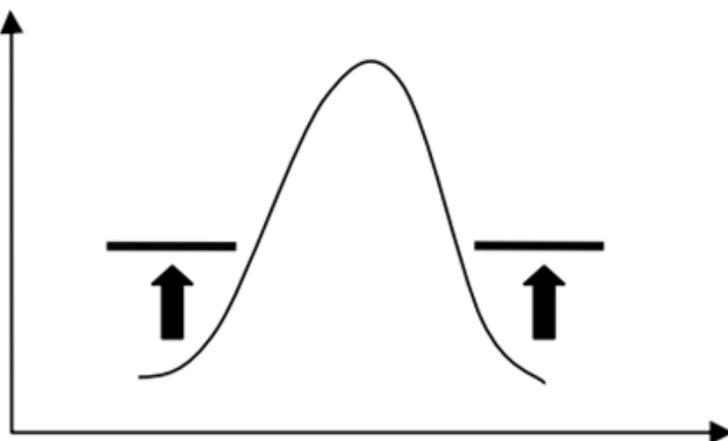
ภาพที่ 2.5 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Peak Clipping  
ที่มา : (การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย, 2565 : 217)

2.1.2 Peak Shifting คือการจัดการโหลดอีกวิธีหนึ่งที่เลื่อนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากช่วงความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Peak) มาสู่ช่วงที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็น Off-Peak ดังภาพที่ 2.6 เช่น เลื่อนเวลาการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยผู้ใช้งานเอง



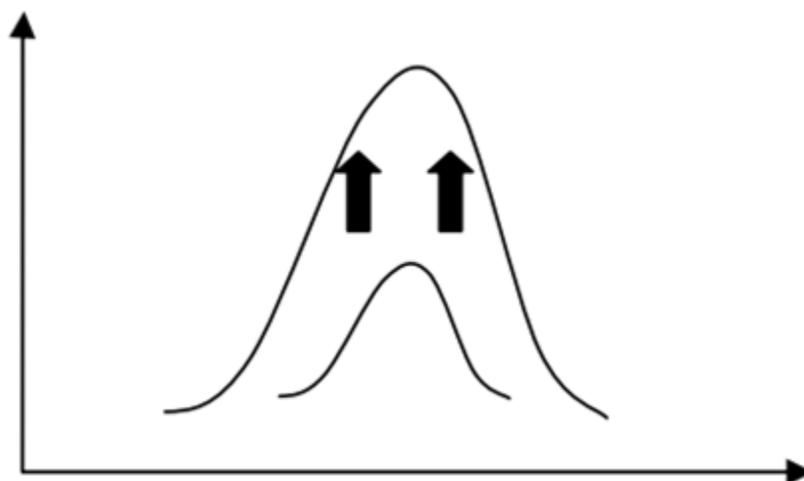
ภาพที่ 2.6 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Peak Shifting  
ที่มา : (การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย, 2565 : 217)

2.1.3 Valley Filling คือ การเพิ่มความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วง Off-Peak ถ้าหากต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Long-run Marginal Cost) ต่ำกว่าราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย การใช้วิธีการเพิ่มปริมาณจำหน่ายก็จะทำให้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่ำลงได้ วิธีการที่นิยมใช้สำหรับเป้าหมายนี้ก็คือ การใช้เทคโนโลยี การกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) ดังภาพที่ 2.7



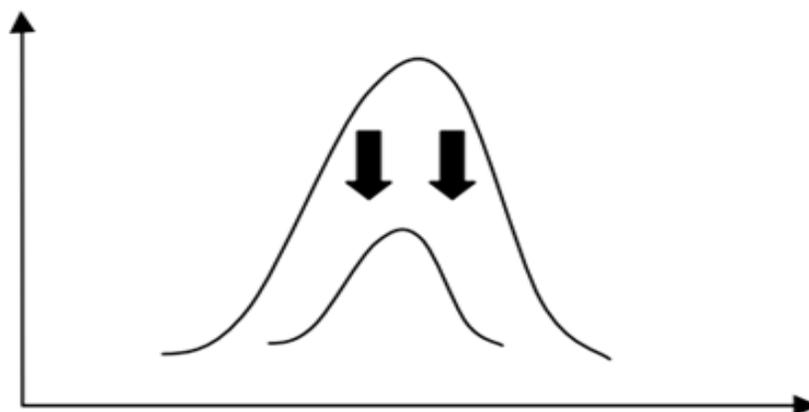
ภาพที่ 2.7 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Valley Filling  
ที่มา : (การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย, 2565 : 217)

2.1.4 Strategic Load Growth คือการเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดช่วงระยะเวลา ดังภาพที่ 2.8 ซึ่งมักจะดำเนินการเมื่ออยู่ในภาวะที่มีกำลังผลิตเหลือ เช่น การชาร์ตแบตเตอรี่จากแหล่งพลังงานที่เหลือใช้ การดำเนินการลักษณะนี้จะช่วยลดต้นทุนต่อหน่วย (kW/h) ลงได้



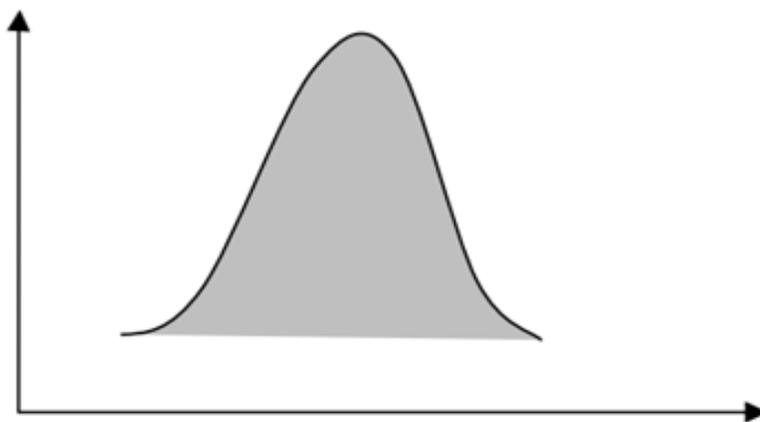
ภาพที่ 2.8 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Strategic Load Growth  
ที่มา : (การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย, 2565 : 217)

2.1.5 Strategic Conservation คือ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกช่วงเวลา ดังภาพที่ 2.9 ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้มาตรการกระตุ้นให้ผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง



ภาพที่ 2.9 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Strategic Conservation  
ที่มา : (การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย, 2565 : 217)

2.1.6 Flexible Load Shape คือ การปรับเปลี่ยน Load-Shape ตามต้องการโดยผู้ใช้พลังงานไฟฟ้ายอมรับความเชื่อถือได้ของระบบที่ต้องเปลี่ยนไปโดยแลกกับสิ่งจูงใจ (Incentive) เช่น การใช้อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าแบบงดจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ (Interruptible Rate) เป็นต้น ดังภาพที่ 2.10 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ถ้าผู้ใช้ไฟฟ้าที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้



ภาพที่ 2.10 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Flexible Load Shape  
ที่มา : (การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย, 2565 : 217)

จากรูปแบบการจัดการพลังงาน 6 ประเภทหลักๆ ของการไฟฟ้าแห่งประเทศไทย สำหรับงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการประยุกต์ใช้ การจัดการไฟฟ้าในรูปแบบ Strategic Conservation คือ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกช่วงเวลาเข้ามามีส่วนร่วมกับการใช้ระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

2.2 การจัดการพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ได้เห็นถึงประโยชน์ของการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้นกับองค์กร ทำให้องค์กรมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นรูปธรรม และเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จึงมีนโยบายให้โรงงานควบคุมและอาคารควบคุมดำเนินการจัดการพลังงานขึ้นภายในองค์กร ตามที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ และประกาศกระทรวง (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 8)

### 2.2.1 ขั้นตอนการจัดการพลังงาน

จากข้อกำหนดตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุม และอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ซึ่งกำหนดให้โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม จำเป็นต้องเริ่มให้มีวิธีการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 2.11 การประเมินวัฒนธรรมองค์กร

ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 12)

โดยวิธีการจัดการพลังงานนั้นต้องมีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งมีการวางแผน การดำเนินการที่ดีและเหมาะสมกับองค์กร เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการจัดการพลังงาน การดำเนินการสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การแต่งตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน (2) การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น (3) การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน (4) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน (5) การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และ แผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (6) การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน และการตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมาย และแผนอนุรักษ์พลังงาน (7) การตรวจติดตาม และประเมินการจัดการพลังงาน (8) การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน ทั้งนี้โดยรายละเอียดของการดำเนินการในขั้นตอนในข้อ (4) ข้อ (5) ข้อ (6) ข้อ (7) และข้อ (8) ต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในประกาศกระทรวงพลังงานเรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการ จัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 องค์กรสามารถประเมินวัฒนธรรม ขององค์กรได้โดยการเปรียบเทียบกับภาพที่ 2.11 รายละเอียดของแต่ละวัฒนธรรมองค์กรได้แสดง ในตารางที่ 2.5

**ตารางที่ 2.5** วัฒนธรรมขององค์กร

วัฒนธรรมขององค์กร	ลักษณะวัฒนธรรมองค์กร	โครงสร้างที่เหมาะสม
1. แบบ Entrepreneurial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ยอมรับความเสี่ยงได้สูง</li> <li>- มีจุดมุ่งหมายระยะสั้น</li> <li>- เป็นองค์กรขนาดเล็กหรือธุรกิจแบบครอบครัว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรให้ คณะทำงานเป็นศูนย์กลาง และต้องได้รับการสนับสนุนจากเจ้าของ ซึ่งจะทำได้ การลงทุนควรมุ่งโครงการที่ให้ผลตอบแทนสูงและระยะเวลาคืนทุนเร็ว</li> <li>- ในกรณีที่ องค์กรขนาดเล็กมีพนักงานไม่มาก เจ้าของกิจการ อาจจะเป็นหัวหน้าคณะทำงานด้วยตนเอง โดยมีพนักงานในองค์กรร่วมเป็นคณะทำงาน ทั้งนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับขนาดขององค์กรนั้น ๆ</li> </ul>

ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 13)

ตารางที่ 2.5 วัฒนธรรมขององค์กร (ต่อ)

วัฒนธรรมขององค์กร	ลักษณะวัฒนธรรมองค์กร	โครงสร้างที่เหมาะสม
2. แบบ Team	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มองการณ์ไกลและรับความเสี่ยงได้สูง</li> <li>- มีความเป็นประชาธิปไตยและความร่วมมือในองค์กรสูง</li> <li>- อำนาจการตัดสินใจอยู่ที่คณะกรรมการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คณะทำงานควรมาจากตัวแทนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานเพื่อกำหนดทิศทางการอนุรักษ์พลังงาน และช่วยกันผลักดันมาตรการอนุรักษ์พลังงาน</li> </ul>
3. แบบ Hierarchic	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นความอยู่รอดขององค์กร ไม่ชอบความเสี่ยง</li> <li>- ผู้นำมักเป็นพวกอนุรักษ์นิยม</li> <li>- เน้นการควบคุม ความปลอดภัยและความมั่นใจ</li> <li>- คู่แข่งกับกฎระเบียบให้ ความสำคัญกับโครงสร้าง</li> <li>- อำนาจการตัดสินใจถูกกำหนดภายใต้กฎระเบียบ</li> <li>- มีแนวทางการปฏิบัติขององค์กร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กำหนดให้การจัดการพลังงานเป็นส่วนหนึ่งในโครงสร้างองค์กร มีขั้นตอนการรายงานที่ชัดเจน มีการทำงานเป็นระบบ เช่น ระบบการรายงานข้อมูล ระบบการติดตามตรวจสอบ เป็นต้น</li> </ul>
4. แบบ Market	<ul style="list-style-type: none"> <li>- รับผิดชอบต่อผู้มองผลระยะสั้น</li> <li>- ตอบรับความต้องการลูกค้าได้เป็นอย่างดี</li> <li>- ผู้บริหารมักเป็นผู้กำหนดแนวทางการดำเนินงาน</li> <li>- เน้นผลผลิต การแข่งขัน และผลสำเร็จ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีคณะทำงานด้านพลังงานย่อยหลาย ๆ หน่วย โดยมีการทำงานขึ้นตรงต่อคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานกลางพร้อมทั้งมีการสร้างระบบการรายงานข้อมูลการติดตามและการตรวจสอบ</li> </ul>

ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 13)

## 2.2.2 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

เจ้าของโรงงานและอาคารควบคุมถ้ามีการนำวิธีการจัดการพลังงานของกฎกระทรวงมาใช้ในตอนเริ่มต้น จะต้องประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น โดยให้พิจารณาการดำเนินงานด้านพลังงานที่ผ่านมา ตามข้อกำหนดข้อ 3 วรรคสองของกฎกระทรวง

โรงงานหรืออาคารควบคุมที่นำวิธีการจัดการพลังงานมาใช้ในตอนเริ่มต้น จะไม่รู้ถึงสถานภาพการจัดการพลังงานของตนเอง จึงต้องมีการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานขององค์กรเพื่อใช้ในการประเมินเปรียบเทียบจุดแข็ง จุดอ่อน และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวางแผนทางจัดการพลังงาน ในการประเมินคุณภาพจึงต้องใช้ตารางประเมินการจัดการด้านพลังงาน (Energy Management Matrix : EMM) ดังตารางที่ 2.6 โดยแบ่งองค์ประกอบสำคัญออกเป็น 6 ส่วน แต่ละองค์ประกอบจะมีคะแนน 0-4 คะแนน โดยองค์กรต้องประเมินด้วยความเป็นกลางเพื่อให้ทราบสถานภาพปัจจุบัน จากนั้นจึงกำหนดนโยบาย เป้าหมาย และวิธีดำเนินการอนุรักษ์พลังงานต่อไป โดยการประเมินดังกล่าวจะนำมาใช้ในครั้งแรกของการประเมินเท่านั้น เมื่อนำวิธีการมาใช้ผลการปรับปรุงจะนำกลับไปทบทวนนโยบายในรอบต่อไป

จากตัวอย่างคำถามภาพที่ 2.12 เมื่อได้คะแนนจากการประเมินให้ทำการลากเส้นเชื่อมต่อดูตามคะแนนที่ได้และทำการวิเคราะห์การจัดการพลังงาน โดยเปรียบเทียบลักษณะเส้นกับรูปร่างต่างๆ ที่แสดงดังตารางที่ 2.6 เพื่อแปลผลหาความหมายรูปร่างของเส้นตามภาพ 2.13 ถ้าได้รูปแบบ U-Shaped วิเคราะห์ได้ว่าโรงงานคาดหวังสูงต่อการจัดการพลังงานเพราะมีนโยบายอย่างเป็นทางการ และได้สนับสนุนงบประมาณต่างๆ (ได้คะแนนประเมินสูงสุดในองค์ที่ 1 และ 6) แต่ผลยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ โดยเฉพาะเรื่องการให้ความร่วมมือประสานงานระหว่างผู้รับผิดชอบด้านพลังงานกับคนในองค์กร (ได้คะแนนประเมินต่ำสุด)

จากผลการวิเคราะห์เบื้องต้น ทำให้ทราบว่านโยบายการจัดการพลังงานตัวอย่างต้องมุ่งเน้นเรื่องโครงสร้างองค์กรที่สอดคล้องกับนโยบายด้านพลังงาน โดยต้องมีการตั้งคณะทำงานอย่างเป็นทางการ รวมทั้งนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงานต้องมีการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างแรงจูงใจให้คนในองค์กรและนำไปสู่ความร่วมมือในการทำงานด้านการจัดการพลังงานต่างๆ ที่ได้ดำเนินการ

ตารางที่ 2.6 การประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร (Energy Management Matrix : EMM)

ระดับ คะแนน	1.นโยบายการจัด การพลังงาน	2.การจัดองค์กร	3.การกระตุ้นและสร้าง แรงจูงใจ	4. ระบบข้อมูลข่าวสาร	5. ประชาสัมพันธ์	6. การลงทุน
4	1.1 มีนโยบายการจัด การพลังงานเป็น เอกสารและลงนามโดย ผู้บริหารระดับสูง โดย กำหนดให้เป็นส่วนหนึ่ง ของการดำเนินงานของ องค์กร มีการเผยแพร่ ให้กับพนักงานทราบ อย่างทั่วถึง และปฏิบัติ ตามนโยบายฯ โดย ได้รับการสนับสนุนจาก ผู้บริหารระดับสูง	2.1 มีคำสั่งแต่งตั้ง คณะทำงานด้านการ อนุรักษ์พลังงาน ซึ่งลง นามโดยผู้ บริหาร ระดับสูงเพื่อดำเนินการ และตรวจสอบผลการ ดำเนินการจัด การพลังงานภายใน องค์กร มีการกำหนด ผู้รับผิดชอบในการ ดำเนินการแต่ละ มาตรการที่ชัดเจน และ มีการเผยแพร่ให้ พนักงานทราบอย่าง ทั่วถึง	3.1 มีแผนการอบรมเชิง ปฏิบัติการหรือกิจกรรม ที่ชัดเจนซึ่งจัดทำขึ้นโดย คณะทำงานฯ โดยความ เห็นชอบของผู้บริหาร เพื่อกระตุ้นและสร้าง แรงจูงใจให้พนักงานทุก ระดับ มีจิตสำนึกและมี ส่วนร่วมในการอนุรักษ์ พลังงาน	4.1 มีการจัดทำระบบ การจัดเก็บและการ สื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับ การใช้พลังงานและการ ประหยัดพลังงาน ระหว่างผู้บริหารกับ พนักงาน มีการกำหนด วิธีการสื่อสารที่ชัดเจน รวมทั้งมีการติดตาม และประเมินผลของการ สื่อสาร เพื่อหา ข้อบกพร่องและแนว ทางแก้ไข	5.1 กำหนดให้การ เผยแพร่โครงการ อนุรักษ์พลังงานเป็น ส่วนหนึ่งของแผนการ ประชาสัมพันธ์ ของ องค์กรเพื่อให้พนักงาน ทุกระดับได้รับทราบ คุณค่าของการประหยัด พลังงาน และผลของ การดำเนินการจัด การพลังงานอย่าง สม่ำเสมอ	6.1 มีการจัดสรร งบประมาณประจำปี เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายใน การลงทุนเพื่อการ อนุรักษ์พลังงานและ การจัดการพลังงาน โดยพิจารณาถึง ความสำคัญ ของ โครงการเป็นหลักทั้ง ในระยะสั้นและระยะ ยาว

ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 20)

ตารางที่ 2.6 การประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร (Energy Management Matrix : EMM) (ต่อ)

ระดับคะแนน	1.นโยบายการจัดการพลังงาน	2.การจัดองค์กร	3.การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ	4. ระบบข้อมูลข่าวสาร	5. ประชาสัมพันธ์	6. การลงทุน
3	1.2 มีนโยบายฯ ที่ชัดเจนโดยจัดทำเป็นเอกสารแต่ไม่ได้ลงนามและไม่ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร มีการเผยแพร่นโยบายฯ แต่พนักงานรับทราบไม่ทั่วถึง	2.2 มีคำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานด้านการอนุรักษ์พลังงานโดยผู้บริหารระดับสูง แต่การกำหนดอำนาจหน้าที่มีขอบเขตจำกัดและไม่ชัดเจนมีการเผยแพร่คำสั่งแต่งตั้งฯ แต่พนักงานรับทราบไม่ทั่วถึง	3.2 ไม่มีการกำหนดแผนการอบรมหรือกิจกรรมอย่างชัดเจน โดยให้คณะทำงานฯ เป็นช่องทางหลักในการดำเนินการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้พนักงาน	4.2 ไม่มีระบบการจัดเก็บข้อมูลและการสื่อสารข้อมูลที่ชัดเจน โดยให้คณะทำงานฯ และผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นช่องทางหลักในการสื่อสารข้อมูลต่างๆ	5.2 มีการเผยแพร่ข้อมูลการดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานและการจัดการพลังงานให้แก่พนักงานบางระดับอย่างสม่ำเสมอเฉพาะในกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานโดยตรง	6.2 พิจารณาการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ให้ผลตอบแทนการลงทุนสูง
2	1.3 มีการจัดทำนโยบายฯ เป็นเอกสารแต่ยังไม่ชัดเจนในบางข้อ ไม่กำหนดให้นโยบายฯ เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานขององค์กรไม่ได้มีการลงนาม และการสนับสนุนจากผู้บริหารและไม่มี การเผยแพร่นโยบายฯ ให้พนักงานทราบ	2.3 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานทำหน้าที่ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและรายงานผลต่อคณะกรรมการ/คณะทำงานด้านการอนุรักษ์พลังงานเพื่อพิจารณาและสรุปผลการดำเนินงานต่อผู้บริหาร	3.3 คณะกรรมการ/คณะทำงานด้านการอนุรักษ์พลังงานเป็นผู้ดำเนินการเป็นครั้งคราว	4.3 คณะกรรมการเฉพาะกิจทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานและประเมินผลการสื่อสารดังกล่าวเป็นครั้งคราว	5.3 มีการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานให้กับพนักงานเป็นครั้งคราวซึ่งอาจทำโดยเป็นหนังสือเวียนแจ้งให้ทราบ การประชุมชี้แจง เป็นต้น	6.3 พิจารณาการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีระยะเวลาดำเนินการเร็ว

ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 20)

ตารางที่ 2.6 การประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร (Energy Management Matrix : EMM) (ต่อ)

ระดับคะแนน	1.นโยบายการจัดการพลังงาน	2.การจัดองค์กร	3.การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ	4. ระบบข้อมูลข่าวสาร	5. ประชาสัมพันธ์	6. การลงทุน
1	1.4 มีนโยบายฯ แต่ไม่ได้จัดทำเป็นเอกสาร เป็นเพียงการมอบหมายหรือชี้แจงแนวทางการปฏิบัติโดยวาจา	2.4 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นผู้นำเนินการและรายงานต่อผู้บริหารโดยตรง	3.4 มีการติดต่ออย่างไม่เป็นทางการโดยวิศวกร เป็นผู้ให้ข้อมูลการใช้และประหยัดพลังงานกับผู้ใช้พลังงานโดยตรงเพื่อสร้างแรงจูงใจให้ประหยัดพลังงาน	4.4 มีการจัดทำสรุปรายงานการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานอย่างไม่เป็นทางการเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในฝ่ายของตนเอง	5.4 มีการแจ้งให้พนักงานทราบข้อมูลอย่างไม่เป็นทางการ เช่น การแจ้งให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการใช้พลังงานภายในฝ่ายของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น	6.4 พิจารณาการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีการลงทุนต่ำ
0	1.5 ไม่มีการกำหนดนโยบายฯ และแนวทางการปฏิบัติที่ชัดเจน	2.5 ไม่มีการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	3.5 ไม่มีการติดต่อหรือการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้และการประหยัดพลังงานให้กับผู้ใช้พลังงาน	4.5 ไม่มีการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน	5.5 ไม่มีการเผยแพร่และการประชาสัมพันธ์ใดๆ เกี่ยวกับการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและการจัดการพลังงาน	6.5 ไม่มีการลงทุนใดๆ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานหรือการอนุรักษ์พลังงานในด้านอื่นๆ

ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 20)



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างคำถามเพื่อการประเมินนโยบายการจัดการพลังงาน

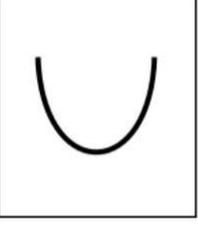
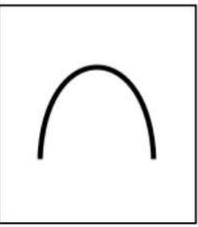
ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 21)

ระดับคะแนน	1.นโยบายการจัดการพลังงาน	2.การจัดองค์กร	3.การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ	4. ระบบข้อมูลข่าวสาร	5. ประชาสัมพันธ์	6. การลงทุน
4	1.1 มีนโยบายการจัดการพลังงานเป็นเอกสารและลงนามโดยผู้บริหารระดับสูง โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของคำเป็นงานขององค์กร มีการเผยแพร่ให้พนักงานทราบอย่างทั่วถึง และปฏิบัติตามนโยบายฯ โดยได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง	2.1 มีคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการด้าน การอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งลงนามโดยผู้บริหารระดับสูงเพื่อดำเนินการ และตรวจสอบผลการดำเนินการจัดการพลังงานภายในองค์กร มีการกำหนดผู้รับผิดชอบในการดำเนินการแต่ละมาตรการที่ชัดเจน และมีการเผยแพร่ให้พนักงานทราบอย่างทั่วถึง	3.1 มีแผนการอบรมเชิงปฏิบัติการหรือกิจกรรมที่ชัดเจนซึ่งจัดทำขึ้นโดยคณะกรรมการ โดยความเห็นชอบของผู้บริหารเพื่อกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้พนักงานทุกระดับ มีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน	4.1 มีการจัดทำระบบการจัดเก็บและ การสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานระหว่างผู้บริหารกับพนักงาน มีการกำหนดวิธีการสื่อสารที่ชัดเจนรวมทั้ง มีการติดตามและประเมินผลของการสื่อสาร เพื่อหาข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไข	5.1 กำหนดให้การเผยแพร่โครงการอนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งของแผนการประชาสัมพันธ์ขององค์กร เพื่อให้พนักงานทุกระดับได้รับทราบคุณค่าของการประหยัดพลังงาน และผลของการดำเนินการจัดการพลังงานอย่างสม่ำเสมอ	6.1 มีการจัดสรรงบประมาณประจำปีเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และการจัดการพลังงาน โดยพิจารณาถึงความสำคัญของโครงการเป็นลำดับทั้งในระยะสั้นและระยะยาว
3	1.2 มีนโยบายฯ ที่ชัดเจนโดยจัดทำเป็นเอกสารแต่ไม่ได้ลงนาม และไม่ได้ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร มีการเผยแพร่ นโยบายฯ แต่พนักงานรับทราบไม่ทั่วถึง	2.2 มีคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการด้าน การอนุรักษ์พลังงานโดยผู้บริหารระดับสูง แต่การกำหนดอำนาจหน้าที่ วัตถุประสงค์ชัดเจนไม่ชัดเจนมีการเผยแพร่คำสั่งแต่งตั้งฯ แต่พนักงานรับทราบไม่ทั่วถึง	3.2 ไม่มีการกำหนดแผนการอบรมหรือกิจกรรมอย่างชัดเจน โดยให้คณะกรรมการฯ เป็นช่องทางหลักในการดำเนินการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้พนักงาน	4.2 ไม่มีระบบการจัดเก็บข้อมูลและการสื่อสารข้อมูลที่ชัดเจนโดยให้คณะกรรมการฯ และผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นช่องทางหลักในการสื่อสารข้อมูลต่างๆ	5.2 มีการเผยแพร่ข้อมูลการดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานและการจัดการพลังงานให้แก่พนักงานบางระดับอย่างสม่ำเสมอเฉพาะในกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานโดยตรง	6.2 พิจารณาการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ให้ผลตอบแทนการลงทุนสูง
2	1.3 มีการจัดทำนโยบายฯ เป็นเอกสาร แต่ยังไม่ชัดเจนในบางข้อ ไม่กำหนดให้เป็นนโยบายฯ เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานขององค์กร ไม่ได้มีการลงนาม และการสนับสนุนจากผู้บริหารและไม่มีการเผยแพร่ นโยบายฯ ให้พนักงานทราบ	2.3 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานทำหน้าที่ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและรายงานผลต่อคณะกรรมการฯ ด้านการอนุรักษ์พลังงานเพื่อพิจารณาและสรุปผลการดำเนินงานต่อผู้บริหาร	3.3 คณะกรรมการ/คณะกรรมการด้าน การอนุรักษ์พลังงานเป็นผู้ดำเนินการเป็นครั้งคราว	4.3 คณะกรรมการเฉพาะกิจทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานและผลการสื่อสารดังกล่าวเป็นครั้งคราว	5.3 มีการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานให้กับพนักงานเป็นครั้งคราวซึ่งอาจทำโดยเป็นหน้าที่มอบแจ้งให้ทราบการประชุมอื่น ๆ เป็นต้น	6.3 พิจารณาการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีระยะเวลาคืนทุนเร็ว
1	1.4 มีนโยบายฯ แต่ไม่ได้จัดทำเป็นเอกสาร เป็นเพียงการมอบหมายหรือชี้แจงแนวทางการปฏิบัติโดยวาจา	2.4 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นผู้ดำเนินการและรายงานต่อผู้บริหารโดยตรง	3.4 มีการติดต่ออย่างไม่เป็นทางการโดยวิธีอื่นเพื่อให้ข้อมูลการแจ้งและประหยัดพลังงานแก่ผู้ใช้งานโดยตรง เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ประหยัดพลังงาน	4.4 มีการจัดทำสรุปรายงานการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานอย่างไม่เป็นทางการเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในฝ่ายของตนเอง	5.4 มีการแจ้งให้พนักงานทราบข้อมูลอย่างไม่เป็นทางการ เช่น การแจ้งให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการใช้พลังงานภายในฝ่ายของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น	6.4 พิจารณาการลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีการลงทุนต่ำ
0	1.5 ไม่มีการกำหนดนโยบายฯ และแนวทางการปฏิบัติที่ชัดเจน	2.5 ไม่มีการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	3.5 ไม่มีการติดต่อหรือการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้และการประหยัดพลังงานให้กับผู้ใช้พลังงาน	4.5 ไม่มีการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน	5.5 ไม่มีการเผยแพร่และการประชาสัมพันธ์ใดๆ เกี่ยวกับการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและการจัดการพลังงาน	6.5 ไม่มีการลงทุนใดๆ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานหรือการอนุรักษ์พลังงานในด้านอื่นๆ

ภาพที่ 2.13 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นของโรงงานตัวอย่าง

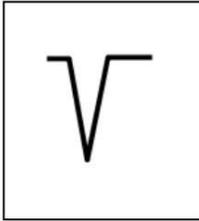
ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 22)

ตารางที่ 2.7 ลักษณะเส้นแบบต่างๆและการวิเคราะห์เพื่อประเมินสถานภาพการจัดการพลังงาน

ลักษณะเส้น	รายละเอียด	การวิเคราะห์
1. High Balance 	ทุกประเด็นมีคะแนนมากกว่า 3	ระบบการจัดการดีมากเป้าหมายคือรักษาให้ยั่งยืน
2. Low Balance 	ทุกประเด็นคะแนนน้อยกว่า 3	ต้องมีการพัฒนาในทุกประเด็นอย่างเร่งด่วน
3. U-Shaped 	2 ประเด็นด้านนอกมีคะแนนสูงกว่าประเด็นอื่น ๆ	ความคาดหวังสูง คือ มีนโยบายและการจัดสรรเงินลงทุนที่ดีแต่ต้องพัฒนาในด้านอื่น ๆ เช่น การกระตุ้นและการสร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน การจัดทำระบบข้อมูลข่าวสารด้านพลังงาน เป็นต้น
4. N-Shaped 	2 ประเด็นด้านนอกมีคะแนนต่ำกว่าประเด็นอื่น ๆ	การสร้างแรงจูงใจ และการจัดทำระบบข้อมูลข่าวสารที่ดีไม่ช่วยทำให้การจัดการพลังงานประสบผลสำเร็จเพราะไม่มีการกำหนดนโยบายที่ดีและไม่มีการสนับสนุนเงินลงทุนหรือสนับสนุนเงินลงทุนน้อยมาก

ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 23)

ตารางที่ 2.7 ลักษณะเส้นแบบต่างๆและการวิเคราะห์เพื่อประเมินสถานภาพการจัดการพลังงาน (ต่อ)

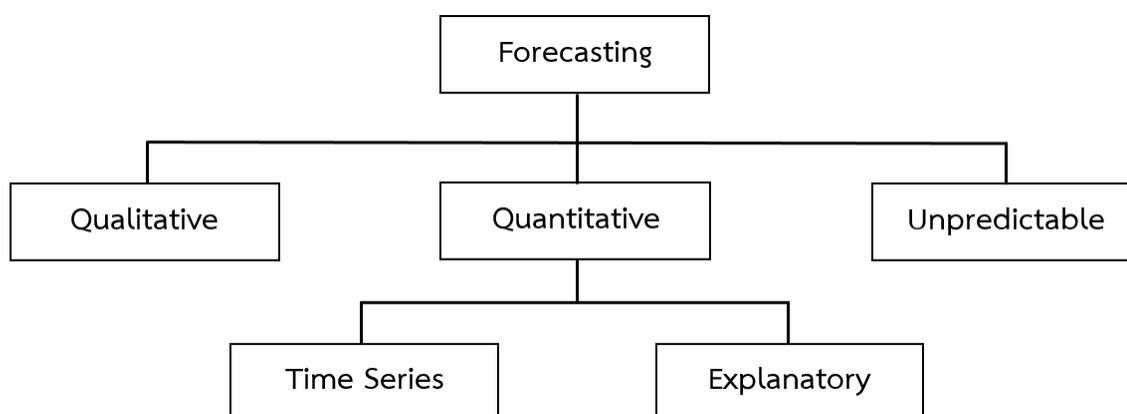
ลักษณะเส้น	รายละเอียด	การวิเคราะห์
5. Trough 	1 ประเด็นมีคะแนนต่ำกว่าประเด็นอื่น	ประเด็นที่ล่าช้า เช่น การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจหรือระบบข้อมูลข่าวสาร เป็นต้น อาจทำให้ระบบการจัดการพลังงานไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร
6. Peak 	1 ประเด็นมีคะแนนสูงกว่าประเด็นอื่น	ความสำเร็จในประเด็นที่คะแนนสูงสุด เช่น การกระตุ้น และการสร้างแรงจูงใจ หรือระบบข้อมูลข่าวสาร เป็นต้น อาจเป็นการสูญเปล่าเพราะประเด็นอื่น ๆ ยังล่าช้ามาก ทำให้ระบบไม่ก้าวหน้า โดยเฉพาะในด้านนโยบายและการลงทุน
7. Unbalanced 	มี 2 ประเด็นหรือมากกว่าที่มีคะแนนสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ย	ต้องรีบพัฒนาประเด็นที่มีคะแนนต่ำให้สูงขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยโดยเร็ว

ที่มา : (กระทรวงพลังงาน, 2552 : 23)

### 3. ทฤษฎีการพยากรณ์

การพยากรณ์ เป็นการทำนายหรือการประมาณการค่าตัวแปร โดยใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อคาดการณ์ สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยการพยากรณ์สามารถใช้ทักษะ ความชำนาญ และประสบการณ์ ของผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจโดยไม่มี ความจำเป็นที่ต้องใช้ข้อมูลในอดีต (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า หมายถึง การคาดคะเนความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy Demand) ซึ่งอาจใช้วิธีทางสถิติและจากการใช้ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาช่วยในการตัดสินใจเมื่อ ไม่สามารถนำวิธีทางสถิติมาวิเคราะห์ได้



ภาพที่ 2.14 แผนผังของวิธีการพยากรณ์

ที่มา (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546 : 144)

การพยากรณ์มีทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้

1. การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting) คือ การใช้ประสบการณ์ ความรู้ ทักษะ และความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญโดยไม่ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจไม่ได้ใช้ข้อมูลในอดีตสำหรับพยากรณ์

- โดยส่วนมากใช้กับการพยากรณ์เชิงคุณภาพ
- ใช้ในการพยากรณ์ระยะปานกลางถึงระยะยาว
- ใช้เมื่อไม่มีทางเลือกอื่นในการพยากรณ์

2. การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting) คือ การใช้ข้อมูลในอดีตมาคาดการณ์ในอนาคต โดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีเงื่อนไขของการพยากรณ์เชิงปริมาณ คือ

- ข้อมูลในอดีต
- ข้อมูลในอดีตต้องแสดงในรูปแบบคณิตศาสตร์ได้
- สมมติฐาน “รูปแบบ (pattern) ของข้อมูลในอดีตจะมีลักษณะต่อเนื่องไปในอนาคต”

คือ “assumption of continuity”

3. Unpredictable คือ การพยากรณ์ที่มีข้อมูลอยู่น้อยมากหรือไม่มีข้อมูลเลย จึงไม่สามารถทำนายได้ ตัวอย่าง เช่น ทำนายการค้นพบพลังงานใหม่ซึ่งมีราคาถูกและไม่มีมลพิษ

การพยากรณ์พลังงานไฟฟ้า คือ การนำผลของการคาดการณ์ในอนาคตไปวางแผนเพื่อจัดเตรียมความพร้อมด้านการจัดการพลังงานให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด งานวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์การจัดการพลังงานไฟฟ้ามีหลากหลายวิธี ดังต่อไปนี้

### 3.1 สมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

#### 3.1.1 สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend Projection)

สมการคาดคะเนแนวโน้ม หรือ Trend Projection เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สมการเชิงเส้นหาความชันของเส้นตรง และ หาความสัมพันธ์ของสองตัวแปร ซึ่งสมการการคาดคะเนแนวโน้มเป็นวิธีการพยากรณ์ที่อาศัยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในอดีตและเวลา โดยสมมติว่าแนวโน้มในอนาคตจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับแนวโน้มที่ผ่านมา โดยค่า  $a$  จะเป็นค่าคงที่ที่ตัดแกน  $y$  และค่า  $b$  จะเป็นค่าความชันของเส้นแนวโน้ม ซึ่งจะบอกถึงทิศทางและอัตราการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มในอนาคต (Dong & Pedrycz, 2008) สมการดังกล่าวมีข้อดีคือเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ง่ายและเข้าใจง่าย สามารถนำไปใช้ได้กับข้อมูลจำนวนมาก และนำไปใช้ได้กับข้อมูลที่มีความหลากหลาย แต่มีเสียคืออาจไม่แม่นยำหากแนวโน้มในอนาคตเปลี่ยนแปลงสูงเกินไปกว่าแนวโน้มที่ผ่านมา (Onaolapo et al., 2021; Pataropura et al., 2020) โดยสมการการคาดคะเนแนวโน้มมีรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (1)$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} \quad (2)$$

$$\hat{Y} = a + bx \quad (3)$$

โดยที่	$\Sigma$	คือ	ค่าผลรวม
	$\bar{x}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ
	$\bar{y}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม
	$n$	คือ	จำนวนของข้อมูล
	$\hat{Y}$	คือ	ค่าพยากรณ์ตัวแปรตาม
	$a$	คือ	ค่าคงที่ที่ตัดแกน y
	$b$	คือ	ค่าความชันของเส้นตรงแนวโน้ม
	$x$	คือ	ช่วงระยะเวลา

เมื่อสมการที่ 1 และ 2 เป็นสมการสำหรับการคำนวณค่าคงที่ และ ความชันของเส้นตรง เพื่อนำผลที่ได้มาใช้คำนวณในสมการที่ 3 ซึ่งเป็นสมการคาดคะเนแนวโน้มจากการคำนวณข้อมูลจากจุด a ไปจุด b ทำให้ผลลัพธ์จากสมการดังกล่าวสามารถตอบแนวโน้มที่กำลังจะเกิดขึ้นในจุดถัดไปได้

3.1.2 สมการการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้น (Adaptive-response-rate single exponential smoothing, ARRSSES)

ARRSES หรือสมการการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้นแบบปรับค่าได้ มีวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลในอดีตมาปรับน้ำหนักการพยากรณ์ โดยสมมติว่าข้อมูลในอดีตที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกับข้อมูลปัจจุบัน จะมีน้ำหนักเป็นอย่างไร โดยการกำหนดค่าเฉพาะเจาะจงของ  $\alpha$  การเปลี่ยนค่า  $\alpha$  เป็นไปตามลักษณะความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ทำให้ค่าพยากรณ์ปรับค่าไปตามการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงโดยมีสมการดังนี้

ค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $0 < \alpha < 1$  ดังสมการ

$$\hat{Z}_t(1) = \alpha Z_t + (1 - \alpha)\hat{Z}_{t-1}(1) \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{ให้} \quad \alpha_{t+1} &= \frac{|E_t|}{M_t} \\ \text{โดยที่} \quad E_t &= \beta e_t + (1 - \beta)E_{t-1} \\ M_t &= \beta |e_t| + (1 - \beta)M_{t-1} \end{aligned}$$

$$e_t = Z_t - \hat{Z}_t(1)$$

$$\text{การกำหนดค่าเริ่มต้น } \hat{Z}_0(1) = Z_1 \text{ หรือ } \hat{Z}_0(1) = \bar{Z} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Z_i$$

$$\alpha_1 = 0, \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \beta \text{ ซึ่งควรมีค่า } 0.05 \leq \beta \leq 0.20$$

$$E_1 = M_1 = 0$$

จากสมการที่ 4 ข้างต้น เป็นการกำหนดข้อมูล  $\alpha$  เพื่อปรับน้ำหนัก และนำน้ำหนักนั้นมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการพยากรณ์ ซึ่งทำให้มีข้อดีคือสามารถปรับตัวตามข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาได้ (Fahrudin et al., 2021; Syaripudin & Eosina, 2017)

### 3.1.3 สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple moving average method, SMA)

สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย หรือ SMA เป็นสมการที่ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจุดเวลาไม่แตกต่างกันมากนัก (Aji et al., 2022; Ramadhan et al., 2022) ข้อมูลอนุกรมเวลาเคลื่อนไหรรอบค่าคงที่ค่าหนึ่งเป็นระยะเวลาสั้น ตัวแบบค่าเฉลี่ยคงที่ระยะยาวมีสมการตัวแบบดังนี้

ค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา  $t$  เมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา

$$\hat{z}_t(1) = \frac{(t-1)\hat{z}_{t-1}(1) + z_t}{t} \quad (5)$$

3.1.4 สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential weighted moving average, EWMA)

สมการการคาดการณ์โดยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล หรือ EWMA เป็นสมการที่สามารถพยากรณ์ข้อมูลตัวเลขล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา โดยใช้ข้อมูลปัจจุบันที่มีผลกระทบต่อค่าพยากรณ์ในอนาคต คำนวณน้ำหนักของข้อมูลไม่เท่ากัน โดยข้อมูลล่าสุดจะมีน้ำหนักมากกว่าข้อมูลที่อยู่ห่างไกลออกไป น้ำหนักของข้อมูลจะลดลงแบบเอกซ์โปเนนเชียลตามเวลาที่ห่างไกลออกไปในอดีต (Adewuyi, 2016; Herdiani et al., 2018) สมการดังกล่าวสามารถอธิบายได้ดังนี้

อนุกรมเวลา	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	...	$Z_{t-2}$	$Z_{t-1}$	$Z_t$
ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล	$a^{t-1}$	$a^{t-2}$	$a^{t-3}$	...	$a^2$	$a^1$	$a^0$

$$\hat{Z}_t(1) = \frac{\sum_{r=0}^{t-1} a^r Z_{t-r}}{\sum_{r=0}^{t-1} a^r} = \frac{S_t}{W_t} \quad (6)$$

เมื่อ  $Z_t$  คือ ค่าสังเกตค่าล่าสุด

$a$  คือ ค่าคงที่ เรียกว่า ปัจจัยส่วนลด ;  $0 < a < 1$

ค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา  $t$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } S_t &= \sum_{r=0}^{t-1} a^r Z_{t-r} \\ &= Z_t + a^1 Z_{t-1} + a^2 Z_{t-2} + a^3 Z_{t-3} + \dots \\ &= Z_t + a[Z_{t-1} + a^1 Z_{t-2} + a^2 Z_{t-3} + \dots] \\ &= Z_t + aS_{t-1} \quad ; \end{aligned}$$

โดยให้ค่าเริ่มต้น  $S_0 = 0$

$$\begin{aligned} W_t &= \sum_{r=0}^{t-1} a^r \\ &= 1 + a^1 + a^2 + a^3 + \dots \\ &= 1 + a(1 + a^1 + a^2 + a^3 + \dots) \\ &= 1 + aW_{t-1} \quad ; \end{aligned}$$

โดยให้ค่าเริ่มต้น  $W_0 = 0$  เมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา 1 เทอม คือ  $Z_{t+1}$  จะทิ้งค่าในอดีตที่ไกลสุดไป คือ  $Z_1$  จะได้

ข้อมูล	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	...	$Z_{t-1}$	$Z_t$	$Z_{t+1}$
ถ่วงน้ำหนัก	$a^{t-1}$	$a^{t-2}$	$a^{t-3}$	...	$a^2$	$a^1$	$a^0$

ค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่กระทำ ณ เวลา  $t+1$  คือ

$$\hat{Z}_{t+1}(1) = \frac{S_{t+1}}{W_{t+1}}$$

$$\text{เมื่อ } S_{t+1} = Z_{t+1} + aS_t$$

$$W_{t+1} = 1 + aW_t$$

มีค่าคาดหวังของค่าพยากรณ์ คือ  $E[\hat{Z}_t(1)] = \mu$

และความแปรปรวนของค่าพยากรณ์ คือ  $V[\hat{Z}_t(1)] = \sigma^2 \left( \frac{1-a}{1+a} \right)$

#### การกำหนดค่า $a$

ถ้ากำหนดค่าคงที่  $a$  ใกล้ 1 จะเปรียบเสมือนการเพิ่มค่า  $n$  ในวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งเดียว และถ้ากำหนดค่า  $a$  ใกล้ 0 จะเปรียบเสมือนการลดค่า  $n$  ในวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งเดียว

จากเหตุผลทั้งหมด ผู้วิจัยได้เลือกใช้การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting) ซึ่งใช้ข้อมูลเชิงปริมาณในอดีตมาใช้ในการพยากรณ์คาดการณ์ค่าในอนาคต โดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เรื่องไขของการพยากรณ์เชิงปริมาณ เนื่องจากสามารถหาข้อมูลในอดีตเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานย้อนหลัง 5 ปี ของมหาวิทยาลัยเพื่อนำมาพยากรณ์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ได้ นำข้อมูลปัจจัยทางกายภาพมาวิเคราะห์ผ่านสมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และทำการทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของสมการน้อยที่สุด และนำสมการที่ได้มาทำการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยในช่วงอนาคต

#### 4. แนวคิดการบริหารจัดการพลังงานและมหาวิทยาลัยสีเขียว

แนวคิดการบริหารจัดการ ควรมีการกำหนดเป้าหมาย นโยบาย คณะทำงาน แผนเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ และควรมีการติดตามประเมินผลเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้การจัดการพลังงานบรรลุตามเป้าหมายที่สำคัญครอบคลุมทุกๆ มิติ รวมทั้งต้องมีพหุภาคีเป็นเครือข่ายร่วมในการขับเคลื่อน

สิ่งสำคัญของระบบการจัดการพลังงาน ประเด็นแรกคือ นโยบายพลังงาน ซึ่งต้องกำหนดโดยผู้บริหารระดับสูงขององค์กร หรือผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งให้ดูแลพลังงาน เพื่อจะได้นำนโยบายดังกล่าวประกาศไปยังคนในองค์กรให้ถือปฏิบัติ ประเด็นที่สอง คือ ต้องมีการกำหนดโครงสร้าง บทบาท หน้าที่ ความรับผิดชอบ สำหรับการวางแผนด้านพลังงาน โดยผู้รับผิดชอบต้องมีความรู้ ทักษะ ในการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งต้องทำการรวบรวมมาตรฐาน ข้อกำหนด นโยบาย กฎระเบียบต่างๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการ เมื่อทำการวางแผนแล้วจึงดำเนินการนำไปสู่การปฏิบัติ โดยมีการตรวจสอบ ติดตามแก้ไข โดยต้องมีการตรวจวัดที่ถูกต้อง และนำมาสรุปการดำเนินการเพื่อนำไปวางแผนและกำหนดนโยบายให้การจัดการพลังงานยั่งยืนต่อไป (รัฐธำณ ฤทธิเกริกไกร, 2565 : 1)

มหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) คือ มหาวิทยาลัยที่มีการบูรณาการการบริหารจัดการด้านการจัดการพลังงานเข้าไปในการเรียน การสอน การวิจัย และในทุกๆ กิจกรรมของมหาวิทยาลัย โดยมหาวิทยาลัยต้องมีระบบบริหารจัดการด้านการจัดการพลังงานแบบการมีส่วนร่วมที่มีประสิทธิภาพ ในประเด็นการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม การประหยัดพลังงาน การใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน เพื่อให้เกิดบรรยากาศที่มีความปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งประหยัดพลังงาน อันก่อให้เกิดผลดีต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม (อิสรี รอดทัศนาศนา, 2558 : 171-186)

การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวให้ความสำคัญกับการพัฒนาสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม โดยมีเป้าหมายสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งมหาวิทยาลัยมีความสำคัญต่อการลดการใช้พลังงาน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก โดยการจัดอันดับมีวัตถุประสงค์เพื่อการเป็นแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน วิธีการจัดอันดับมีตัวชี้วัดทั้งหมด 6 ด้าน คือ 1. การวางระบบโครงสร้างพื้นฐาน 2. การจัดการด้านพลังงาน 3. การจัดการของเสีย 4. การจัดการน้ำ 5. ระบบสัญญา และ 6. ระบบการศึกษา โดยการจัดอันดับดังกล่าว ดำเนินการโดย มหาวิทยาลัยอินโดนีเซีย (University of Indonesia) หรือ UI Green Metric World University Ranking (UI GreenMetric, 2017) ก่อตั้งเมื่อปี 2010 โดยมีหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวดังตารางที่ 2.8 หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว โดย UI Green Metric World University Ranking (2022)

ตารางที่ 2.8 หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	การให้น้ำหนัก
1	สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (SI)		15 %
SI 1	สัดส่วนของพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ทั้งหมด	300	
SI 2	สัดส่วนของพื้นที่เปิดโล่งต่อจำนวนประชากรของวิทยาเขต	300	
SI 3	พื้นที่ในวิทยาเขตที่มีลักษณะเป็นป่า	200	
SI 4	พื้นที่ในวิทยาเขตที่ใช้ปลูกต้นไม้	200	
SI 5	พื้นที่ในวิทยาเขตที่ใช้เป็นพื้นที่ดูดซับน้ำ	300	
SI 6	งบประมาณของมหาวิทยาลัยในส่วนความพยายามเพื่อความยั่งยืน	200	
	<b>รวม</b>	<b>1,500</b>	

ที่มา (UI Green Metric World University Ranking, 2022 : 9)

ตารางที่ 2.8 หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว (ต่อ)

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	การให้น้ำหนัก
<b>2</b>	<b>การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC)</b>		<b>21 %</b>
EC 1	การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน	200	
EC 2	การดำเนินงานโครงการอาคารอัจฉริยะ	300	
EC 3	พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย	300	
EC 4	สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อประชากรของมหาวิทยาลัย	300	
EC 5	สัดส่วนการผลิตพลังงานทดแทนต่อการใช้พลังงานทั้งหมด	200	
EC 6	องค์ประกอบของการดำเนินงานอาคารสีเขียว	300	
EC 7	โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	200	
EC 8	สัดส่วนคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดต่อจำนวนประชากรของวิทยาเขต		
	<b>รวม</b>	<b>2,100</b>	
<b>3</b>	<b>การจัดการของเสีย (WS)</b>		<b>18 %</b>
WS 1	โครงการลดการใช้กระดาษและพลาสติกในวิทยาเขต	300	
WS 2	โครงการนำของเสียในมหาวิทยาลัยกลับมาใช้ใหม่	300	
WS 3	การจัดการของเสียเป็นพิษ	300	
WS 4	การบำบัดของเสียอินทรีย์	300	
WS 5	การบำบัดของเสียอนินทรีย์	300	
WS 6	การบำบัดน้ำเสีย	300	
	<b>รวม</b>	<b>1,800</b>	
<b>4</b>	<b>น้ำ (WR)</b>		<b>10 %</b>
WR 1	โครงการอนุรักษ์น้ำ	300	
WR 2	โครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่	300	
WR 3	การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ	200	
WR 4	การใช้น้ำที่ทำการบำบัดแล้ว	200	
	<b>รวม</b>	<b>1,000</b>	

ที่มา (UI Green Metric World University Ranking, 2022 : 9)

ตารางที่ 2.8 หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว (ต่อ)

5	น้ำ (TR)		18 %
TR 1	สัดส่วนของยานพาหนะต่อจำนวนประชากรของวิทยาเขต	200	
TR 2	สัดส่วนของบริการรถรับส่งต่อจำนวนประชากร ของวิทยาเขต	200	
TR 3	สัดส่วนของจักรยานที่พบต่อจำนวนประชากรของวิทยาเขต	200	
TR 4	ประเภทของที่จอดรถ	200	
TR 5	การเริ่มดำเนินการด้านการขนส่งเพื่อลดรถส่วนบุคคลในวิทยาเขต	200	
TR 6	โครงการด้านการขนส่งที่ออกแบบมาเพื่อจำกัดหรือลดพื้นที่จอดรถในวิทยาเขตในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา	200	
TR 7	บริการรถรับส่งสาธารณะ	300	
TR 8	นโยบายเกี่ยวกับรถจักรยานและการเดินเท้าภายในวิทยาเขต	300	
<b>รวม</b>		<b>1,800</b>	

ที่มา (UI Green Metric World University Ranking, 2022 : 9)

เมื่อพิจารณาตามหลักเกณฑ์มหาวิทยาลัยสีเขียวซึ่งมีการจัดอันดับ โดย UI Green Metric World University Ranking ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอย่างยั่งยืน ทั้งหมด 5 ตัวชี้วัดพบว่า ด้านการจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC) เป็นตัวชี้วัด ที่มีค่าคะแนน และการให้น้ำหนักมากที่สุด คือ 2,100 คะแนน (ค่าน้ำหนัก 21%) ดังนั้นประเด็นด้านการจัดการพลังงานเป็นสิ่งสำคัญในการใช้เป็นตัวแปรในการกำหนดปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า

การดำเนินการตามนโยบายประหยัดพลังงานและโครงการอนุรักษ์พลังงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ได้กำหนดแนวปฏิบัติในการดูแลสิ่งแวดล้อมและลดการใช้พลังงานและในปี 2561 มรอ. เขตพื้นที่อำเภอเมือง เขตพื้นที่หมอนไม้และเขตพื้นที่ลำปางทุ่งกระโลได้กำหนดนโยบาย แนวปฏิบัติ และแผนในการดูแลสิ่งแวดล้อม ลดการใช้พลังงานเพื่อความยั่งยืน นอกจากนี้มหาวิทยาลัยได้ประกาศเรื่อง นโยบายสิ่งแวดล้อมความปลอดภัยและสุขอนามัยและ มาตรการประหยัดพลังงานและทรัพยากร กำหนดเป้าหมายนโยบายและแนวปฏิบัติในการดูแลสิ่งแวดล้อมและลดการใช้พลังงาน ดังนี้ (ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2564: 31)

1. การใช้ไฟฟ้าต่อปีของมหาวิทยาลัย การใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ คิดเป็นอัตราส่วนของการใช้ไฟฟ้าต่อปี คือ 3,637,746.86 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี
2. การใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อคน การใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์คิดเป็นอัตราส่วนของการใช้ไฟฟ้าต่อคน คือ 341.02 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อคน
3. รอยเท้าคาร์บอนทั้งหมดต่อปี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ มีรอยเท้าคาร์บอนต่อปีของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด 3,055.70 เมตริกตัน
4. อัตราส่วนการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงานทั้งหมด การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงานทั้งหมดของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์คิดเป็นอัตราส่วนของพื้นที่ทั้งหมด 83 เปอร์เซ็นต์
5. อัตราส่วนแหล่งพลังงานหมุนเวียนทั้งหมด แหล่งพลังงานหมุนเวียนทั้งหมดของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์คิดเป็นอัตราส่วนของพื้นที่ทั้งหมด 20 เปอร์เซ็นต์

## 5. แผนการจัดการพลังงาน

การวางแผนการจัดการพลังงาน ได้นำทฤษฎีระบบมาใช้ในการวางแผนโครงการ โดยทฤษฎีดังกล่าวเน้นความเชื่อมโยงระหว่างการนำเข้า (Inputs) นำไปสู่กระบวนการ (Process) เพื่อออกมาเป็นผลผลิต (Outputs) และผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ (Outcomes) ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ถ้าผลที่ได้ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ จะดำเนินการย้อนกลับไปยังการนำเข้าเพื่อพัฒนาแผนและการดำเนินการต่างๆ จนกว่าจะบรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ โดยกระบวนการดังกล่าวจะอยู่ภายใต้สถานะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจึงต้องมีการพิจารณาปัจจัยที่จะก่อให้เกิดแผนทางด้านพลังงานประสบความสำเร็จ ปัจจุบันการวางแผนด้านการจัดการพลังงานจะมีการสร้างตัวชี้วัด การกำหนดเป้าหมาย กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ก่อนดำเนินการ โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของผู้บริหาร สมาชิกในองค์กร ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับองค์กร เพื่อให้การปฏิบัติงานเกิดการสัมฤทธิ์ผล เนื่องจากจะสามารถตรวจสอบติดตามและประเมินผลได้

กระบวนการวางแผนเป็นสิ่งสำคัญที่จะกำหนดทิศทางในการดำเนินงานขององค์กร การได้มาซึ่งแผนการจัดการพลังงานที่ดีต้องมีการคิดวิเคราะห์บนข้อมูลพื้นฐานทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยการวางแผนต้องมีการกำหนดขั้นตอนไว้อย่างเป็นระบบ (Toronto International Leadership Centre , 2008) โดยกระบวนการวางแผนแบ่งได้ทั้งหมด 3 กระบวนการสำคัญ ได้แก่

### 1. กระบวนการระบุปัญหา

1.1 การวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบัน โดยการระบุถึงความท้าทาย และปัจจัยแวดล้อมเพื่อประเมินว่ามีบุคคลใด หรือหน่วยงานใดที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้

#### 1.2 การระบุสาเหตุของปัญหา

1.3 การประเมินความเสี่ยงและผลประโยชน์ที่จะได้รับ เป็นการคิดวิเคราะห์ปัญหาว่าควรมีการติดตามอย่างเร่งด่วนหรือไม่ รวมทั้งการวิเคราะห์ว่าจะได้รับผลประโยชน์อะไรจากการกำหนดเป็นแผนงานเพื่อจัดการปัญหาเหล่านี้

### 2. กระบวนการในการระบุวิธีการแก้ไข

2.1 การระบุผลลัพธ์ที่ต้องการ การระดมสมองเพื่อหาแนวทางแก้ไขจะทำให้ได้แนวทางที่หลากหลาย แต่ต้องมีการตัดสินใจว่าจะเลือกใช้แนวทางใดถึงจะมีความเหมาะสมกับบริบทองค์กร และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

2.2 การเขียนเค้าโครงของแผนงาน โดยเขียนเป็นโครงร่างบอกถึงขั้นตอนในการดำเนินงานในการแก้ไขปัญหามาจากแนวทางที่ได้เลือกมา

2.3 การวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ต้องพิจารณาในทุกระดับตั้งแต่ระดับผู้บริหารไปจนถึงระดับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้แน่ใจว่าแผนงานจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการ และความสนใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจึงให้เกิดการนำไปปฏิบัติจริง

2.4 การลงรายละเอียดในแผนงาน เมื่อถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและเป้าหมาย รวมถึงความท้าทายและปัญหาที่ต้องนำมาแก้ไข ผู้จัดทำจะเริ่มลงรายละเอียดของแผนงาน โดยระบุเป็นกิจกรรมที่จะดำเนินงาน ระยะเวลา และทรัพยากรที่ต้องใช้

2.5 การประเมินแผนงาน เป็นการตรวจสอบว่าเป็นไปตามเป้าหมาย และกิจกรรมที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมทั้งในด้านระยะเวลา และทรัพยากรที่ใช้หรือไม่

### 3. กระบวนการในการนำแผนสู่การปฏิบัติ

3.1 การขออนุมัติแผนงาน ก่อนการนำแผนไปปฏิบัติ แผนงานต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหาร หรือผู้บังคับบัญชา จากนั้นต้องมีการสื่อสารแผนงาน และ เป้าหมายออกไปให้ผู้ปฏิบัติงานทุกระดับทราบ

3.2 การติดตาม การนำแผนงานไปปฏิบัติมีสัมฤทธิ์ผลมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับว่าผู้บริหารมีการติดตามการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอหรือไม่ และงานเกิดผลอย่างไร มีปัญหาอุปสรรคอะไรบ้าง

สำหรับแผนการจัดการพลังงาน กระบวนการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ในการจัดทำแผนของมหาวิทยาลัยหลังจากที่ดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหาร

จัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ เพื่อนำแผนไปสู่การปฏิบัติจริงของมหาวิทยาลัย จนส่งผลให้มหาวิทยาลัยไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

## 6. การพัฒนาระบบสารสนเทศ

การพัฒนาระบบสารสนเทศ เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาจัดการข้อมูลและสังเคราะห์ จนกลายเป็นสารสนเทศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อการทำงาน และเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจเรื่องต่างๆ ให้กับองค์กร โดยงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยในการตัดสินใจ การบริหารจัดการพลังงาน โดยระบบสารสนเทศเป็นการปรับเปลี่ยนงานเดิมที่มีข้อมูลแต่ไม่สามารถพยากรณ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจได้ การพัฒนาระบบสารสนเทศดังกล่าวเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กร โดยมีวงจรการพัฒนาระบบ ซึ่งประกอบด้วย 1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาระบบ 2. หลักในการพัฒนาระบบสารสนเทศ 3. วงจรการพัฒนาระบบ และ 4. วิธีการพัฒนาระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อโครงการพัฒนาระบบ โครงการจะเกิดขึ้นเมื่อหน่วยงานมีความต้องการที่จะนำระบบมาช่วยในการทำงานขององค์กรให้มีประสิทธิภาพ โดยความต้องการนั้นมาจากปัจจัยต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1.1 ปัจจัยภายใน (Internal Factors) เป็นปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กรที่มีผลก่อให้เกิดโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศ ประกอบด้วยสาเหตุดังนี้

1.1.1 แผนกลยุทธ์ (Strategic Plan) เป็นแผนงานที่กำหนดโดยผู้บริหารระดับสูง ใช้สำหรับกำหนดทิศทางภาพรวมขององค์กร เช่น แผนงานที่จะนำระบบสารสนเทศมาช่วยในการพยากรณ์และสนับสนุนการตัดสินใจด้านพลังงานขององค์กร ให้บรรลุตรงตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย จึงทำให้เกิดโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศขึ้น

1.1.2 ผู้บริหารระดับสูง (Top Mangers) นโยบายจากผู้บริหารระดับสูงคือแผนกลยุทธ์ขององค์กร เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้เกิดโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศขึ้น

1.1.3 ความต้องการของผู้ใช้ระบบ (User Requests) เนื่องจากในการปฏิบัติงานผู้ใช้ระบบจะเป็นผู้ที่ต้องปฏิบัติงานกับระบบโดยตรงจึงรับรู้และเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ส่งผลให้เกิดความต้องการในการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อนำมาช่วยในการปฏิบัติงาน เช่น ระบบสารสนเทศเพื่อการพยากรณ์และสนับสนุนการตัดสินใจด้านพลังงานของมหาวิทยาลัย จากข้อจำกัดในการ

วางแผนด้านพลังงานของมหาวิทยาลัยการมีแต่ข้อมูลที่ไม่สามารถนำมาพยากรณ์ได้จึงไม่สามารถวางแผนด้านพลังงานได้ ระบบสารสนเทศจึงเข้ามาช่วยในการดำเนินการดังกล่าว

1.1.4 แผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Department) ในบางองค์กรจะมีแผนกที่ทำหน้าที่ดูแลงานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศโดยเฉพาะเป็นทีมงานที่มีหน้าที่ศึกษาปัญหาที่เกิดจากการทำงานและนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาระบบสารสนเทศใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้น โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศจึงเกิดจากความต้องการของทีมงาน

1.1.5 ข้อผิดพลาดหรือปัญหาที่เกิดจากระบบงานเดิม (Errors or problems of legacy Systems) จากการทำงานในระบบงานเดิมพบข้อผิดพลาดหรือปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้เกิดความต้องการในการพัฒนาระบบใหม่เพื่อทดแทนระบบงานเดิม

1.2 ปัจจัยภายนอก (External Factors) เป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นภายนอกองค์กร แต่มีผลก่อให้เกิดโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศขึ้นภายในองค์กร ประกอบด้วยสาเหตุดังนี้

1.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี เนื่องจากเทคโนโลยีมีส่วนช่วยทำให้การทำงานขององค์กรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ทำให้เพิ่มปริมาณงานมากขึ้น ดังนั้น หากระบบสารสนเทศเดิมที่ใช้งานอยู่ไม่ทันสมัย เทคโนโลยีที่ใช้ย่อมมีปัญหาต่องานการทำงานช้าลง หากมีการปรับด้วยการนำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ จะทำให้ผลการดำเนินงานขององค์กรดีขึ้นต่องานการทำงานได้เร็วกว่าระบบงานเดิม เช่น เทคโนโลยีการสแกนคิวอาร์โค้ดในการจ่ายเงิน หรือ การลงทะเบียนออนไลน์ในระบบต่างๆ เป็นต้น

1.2.2 ผู้ขาย (Suppliers) เนื่องจากความต้องการในการติดต่อทางธุรกิจของผู้ขาย ส่งผลให้ผู้ขายรายใดที่ต้องการเข้าร่วมเป็นคู่ค้าก็ต้องปรับตัวและพัฒนาระบบให้สามารถเชื่อมโยงเข้ากับคู่ค้าอื่นๆ ได้

1.2.3 ลูกค้า (Customers) สำหรับองค์กรธุรกิจลูกค้าถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมากที่สุด ดังนั้น องค์กรต่างๆ จึงพัฒนาระบบงานที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า เพื่อให้ลูกค้าไม่เปลี่ยนใจไปใช้สินค้าหรือบริการจากคู่แข่ง เช่น การโอนค่าใช้จ่ายผ่านอินเทอร์เน็ตแบงก์กิ้ง เป็นต้น

1.2.4 คู่แข่งขัน (Competitors) การแข่งขันทางธุรกิจเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศขึ้นมาใช้งานในองค์กร เพื่อรักษาส่วนแบ่งทางการตลาด

1.2.5 เศรษฐกิจ (Economy) การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีผลต่อการพัฒนาระบบสารสนเทศในองค์กร เพื่อปรับตัวให้สามารถรองรับการขยายตัวของหน่วยงานต่างๆ ได้

1.2.6 รัฐบาล (Government) ระเบียบข้อบังคับจากภาครัฐที่มีผลกระทบต่อการพัฒนา ระบบสารสนเทศในองค์กร เช่น การชำระภาษีของบุคคลธรรมดาเปลี่ยนไปจากเดิม ทางองค์กรจึงต้องมี ระบบสารสนเทศเพื่อเชื่อมการชำระภาษีของคนในองค์กร เป็นต้น

2. หลักในการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการขององค์กร มีหลักในการพัฒนาระบบสารสนเทศ ดังนี้

2.1 ศึกษาถึงความต้องการของเจ้าของระบบและผู้ใช้ระบบ การพัฒนาระบบสารสนเทศ ปัจจัย ที่สำคัญคือความต้องการระบบงานของเจ้าของระบบและผู้ใช้ระบบ ถ้าพัฒนาขึ้นมาแต่ไม่มีผู้ใช้ระบบ ถือว่าไม่ประสบความสำเร็จ

2.2 ศึกษาถึงปัญหาให้ตรงจุด เนื่องจากปัญหาของระบบงานเดิมเป็นสาเหตุให้มีการพัฒนา ระบบสารสนเทศใหม่ขึ้นมา ดังนั้นหากศึกษาปัญหาที่ไม่ตรงจุดระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมาอาจจะไม่สามารถช่วยแก้ปัญหาขององค์กรได้จริง

ซึ่งสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาด สามารถพิจารณาได้ 3 ประการ คือ (1) การเลือกแนวทางแก้ไขปัญหามืด (2) การแก้ไขปัญหามืดตรงจุด และ (3) การแก้ไขปัญหาลแล้วเกิด ข้อผิดพลาด แนวทางในการศึกษาปัญหามีดังนี้

- 1) ศึกษาและทำความเข้าใจสาเหตุของการเกิดปัญหา
- 2) ศึกษาหาแนวทางในการแก้ปัญหาพร้อมระบุข้อดีข้อเสียในแต่ละแนวทาง
- 3) เลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา
- 4) ลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกในการแก้ปัญหา
- 5) ประเมินผลจากการปฏิบัติงานและทำการปรับปรุงจนเสร็จสมบูรณ์

2.3 การวางแผนการพัฒนาระบบ ควรมีการประชุมทีมพัฒนาระบบเพื่อวางแผนการทำงาน การกำหนดเป้าหมาย ขั้นตอน และระยะเวลาการปฏิบัติงาน การแบ่งกิจกรรมย่อยในแต่ละขั้นตอน ผู้รับผิดชอบในการปฏิบัติงานแต่ละกิจกรรมหากพบปัญหาเกิดขึ้นในขั้นตอนหรือกิจกรรมใดสามารถ ย้อนกลับไปดูในขั้นตอนหรือกิจกรรมก่อนหน้าเพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานได้

2.4 กำหนดกฎระเบียบในระหว่างการพัฒนา ระบบ ควรมีการกำหนดกฎระเบียบในระหว่าง การพัฒนาระบบเพื่อให้การปฏิบัติงานเกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด การกำหนดกฎระเบียบในการทำงาน ในด้านต่างๆ ดังนี้

2.4.1 ด้านการปฏิบัติงาน (Activity) กำหนดให้มีการปฏิบัติงานเป็นไปตามลำดับ ขั้นตอน ของการพัฒนาระบบที่ได้กำหนดไว้ โดยมีการสร้างเอกสารแสดงลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อมิให้เกิด ข้อผิดพลาดได้

2.4.2 ด้านหน้าที่ความรับผิดชอบ (Responsibility) กำหนดขอบเขตและหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย เพื่อให้การทำงานมีความชัดเจนมากขึ้น หากเกิดปัญหาที่งานใดสามารถหาทีมงานที่รับผิดชอบได้ง่าย

2.4.3 ด้านการตรวจสอบคุณภาพ (Quality Checks) เป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของระบบสารสนเทศที่พัฒนาตรงกับความต้องการที่ระบุไว้ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการหรือไม่

2.4.4 ด้านเอกสารหรือรายละเอียดความต้องการ (Documentation Guidelines/ Requirements) ต้องมีความเป็นระเบียบถูกต้องและเป็นปัจจุบันมากที่สุด รวมถึงจะต้องมีรายละเอียดอย่างชัดเจนและสามารถนำไปใช้งานจริง ได้มาตรฐานที่กำหนดการทำงานและเอกสารต้องมีการจัดทำขึ้นในการพัฒนาระบบทุกๆ ขั้นตอน

2.5 พิจารณาถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบที่พัฒนา เนื่องจากในการพัฒนาระบบสารสนเทศมีค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ดังนั้นนักวิเคราะห์ระบบจำเป็นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของระบบสารสนเทศและประสิทธิผลที่ได้จากการปฏิบัติงานของระบบให้มากที่สุด

ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของระบบ คือ ระบบสารสนเทศสามารถดำเนินงานตามความต้องการ ที่ระบุไว้ในเอกสารความต้องการของระบบได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ส่วนประสิทธิผลคือผลตอบแทนที่ได้จากการปฏิบัติงานของระบบสารสนเทศเปรียบเทียบกับระหว่างต้นทุนและผลตอบแทนที่ได้จากการใช้ระบบ

2.6 เตรียมพร้อมหากโครงการถูกยกเลิกหรือลดขอบเขตในการพัฒนาระบบสารสนเทศ โครงการอาจถูกยกเลิกหรือลดขอบเขตลง ด้วยสาเหตุดังนี้

2.6.1 เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถของระบบที่จะพัฒนาพบว่าไม่สามารถช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในองค์กรได้อาจถูกให้ยกเลิกโครงการพัฒนาระบบในทันที

2.6.2 เมื่อมีการเพิ่มขอบเขตโครงการจะต้องทำการประเมินต้นทุนและวางแผนการปฏิบัติงานของโครงการใหม่

2.6.3 เมื่อมีการลดงบประมาณในการปฏิบัติงานโครงการควรมีการลดขอบเขตของระบบลง

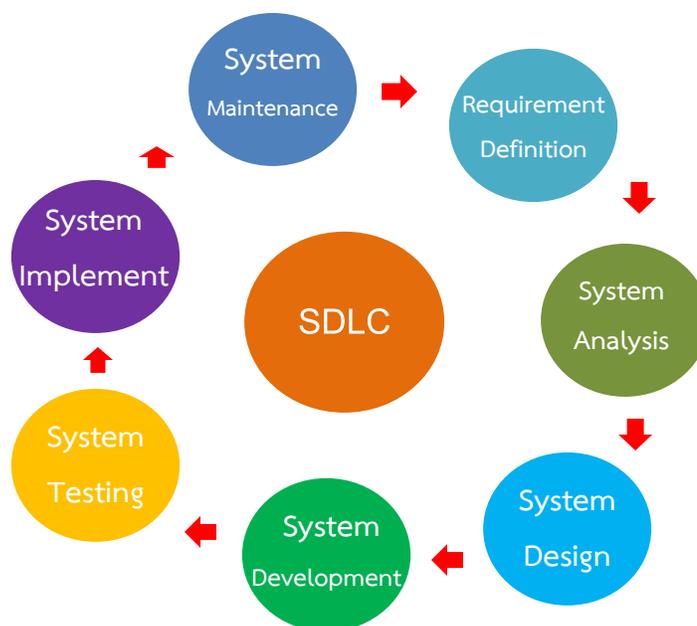
2.7 แยกระบบใหญ่ให้เป็นระบบย่อยแบ่งย่อยระบบที่ต้องการพัฒนาออกเป็นระบบขนาดเล็กแล้วทำการพัฒนาระบบไปทีละส่วน จากนั้นจึงนำมารวมกันเป็นระบบขนาดใหญ่ เพื่อให้การแก้ไขปัญหามีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.8 ออกแบบระบบเพื่อรองรับการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ความต้องการสำคัญที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ คือความต้องการจากผู้ใช้ซึ่งไม่เฉพาะขณะทำการพัฒนาระบบเท่านั้น แต่รวมไปถึงความต้องการของผู้ใช้ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ที่อาจต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น เพราะต้อง

ออกแบบระบบใหม่เพื่อปรับปรุงระบบงานเดิมให้สามารถทำงานร่วมกับเทคโนโลยีใหม่ที่เกิดขึ้น ดังนั้นนักวิเคราะห์ระบบควรออกแบบระบบเพื่อรองรับการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วย

### 3. วงจรการพัฒนาาระบบ

การพัฒนาาระบบสารสนเทศ ประกอบด้วย ขั้นตอนในการปฏิบัติงานหลายขั้นตอน เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จลุล่วงตามระยะเวลาที่กำหนด จึงมีการกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานเป็นลำดับที่ชัดเจน เรียกว่าวงจรการพัฒนาาระบบ (System Development life Cycle: SDLC) เป็นวงจรที่แสดงถึง กระบวนการตั้งแต่เริ่มโครงการจนกระทั่งสิ้นสุดโครงการ โดยกิจกรรมที่เป็นลำดับขั้นในการพัฒนาาระบบสารสนเทศ ประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรม คือ 1) การกำหนดความต้องการ (Requirement Definition) 2) การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) 3) การออกแบบระบบ (System Design) 4) การพัฒนาาระบบ (System Development) 5) การทดสอบระบบ (System Testing) 6) การติดตั้งระบบ (System Implement) และ 7) การบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance)



ภาพที่ 2.15 วงจรการพัฒนาาระบบ (System Development life Cycle: SDLC)

ที่มา : (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2565 : 1)

## 7. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System : DSS)

การนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในช่วงแรกเป็นการสนับสนุนงานในระบบปฏิบัติการที่มีรายการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่ จนในช่วงทศวรรษที่ 1970 เริ่มต้นมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกับองค์กรธุรกิจอย่างกว้างขวางทำให้เกิดขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น การแข่งขันสูงยิ่งขึ้น จนมีความต้องการให้ระบบมีการตัดสินใจที่แม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น หลังจากนั้นคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศจึงถูกนำมาพัฒนาข้อมูลและสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารได้

Laudon & Lauudon (1994) ได้นิยามระบบสนับสนุนการตัดสินใจไว้ว่า “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในระดับบริหารของแต่ละองค์กร โดยระบบจะประกอบด้วยข้อมูลและแบบจำลองในการตัดสินใจที่ซับซ้อน เพื่อนำมาสนับสนุนการตัดสินใจแบบกึ่งโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง” ระบบจึงเข้ามาช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารมากขึ้น เนื่องจากมีการรวบรวมข้อมูลประมวลผลข้อมูล และแบบแผนข้อมูล โดยข้อมูลมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจส่วนประกอบของระบบการตัดสินใจ สามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนที่สำคัญดังนี้

1. อุปกรณ์สำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ อุปกรณ์สามารถแบ่งได้เป็น 1.1 อุปกรณ์ประมวลผล ได้แก่ คอมพิวเตอร์ 1.2 อุปกรณ์แสดงผล เช่น จอภาพ เป็นต้น โดยระบบสนับสนุนการตัดสินใจอุปกรณ์แสดงผลต้องมีคุณภาพและความละเอียดสูง เนื่องจากข้อมูลและทางเลือกประกอบการตัดสินใจอาจมีรายละเอียดและรูปภาพเกี่ยวข้องรวมทั้งอุปกรณ์สื่อสาร ที่ถูกนำมาเข้ามาใช้สำหรับเชื่อมกับระบบอื่น ๆ

### 2. ระบบการทำงาน

การทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ

- 2.1 ชุดคำสั่งของระบบสนับสนุนการตัดสินใจซึ่งทำหน้าที่ในการจัดการ ควบคุม การพัฒนา จัดเก็บ และเรียกใช้แบบจำลองการตัดสินใจ รวมถึงการอำนวยความสะดวกในการโต้ตอบ ระหว่างระบบกับผู้ใช้

- 2.2 ฐานแบบจำลองการตัดสินใจ เป็นส่วนที่รวบรวมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลองในการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะถูกพัฒนาให้เข้ากับปัญหาและการตัดสินใจสำหรับงานใดงานหนึ่งและสำหรับองค์กรใดองค์กรหนึ่งโดยเฉพาะ

- 2.3 ฐานข้อมูล การทำงานเกี่ยวกับฐานข้อมูลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นในลักษณะการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาเก็บไว้เพื่อให้สามารถค้นหาได้อย่างรวดเร็วมากกว่าที่จะเป็นการบันทึกและปรับปรุงข้อมูลที่เกิดขึ้นกับการทำงานในแต่ละวัน

3. ข้อมูล เป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยในการประกอบการตัดสินใจ ถ้าข้อมูลที่สนับสนุนการตัดสินใจ มีคุณภาพไม่เพียงพอจะไม่สามารถสนับสนุนการใช้งานได้อย่างเหมาะสม

4. บุคลากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ใช้งานโดยตรงของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจะเป็นผู้ที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ตั้งแต่การกำหนดปัญหาความต้องการ และการจำลอง ตัวแบบเพื่อการตัดสินใจ

คุณลักษณะของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ไพบูลย์ และ เขจรนนท์, 2551 : 127)

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ดีควรมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. ง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากผู้ใช้งานระบบสนับสนุนส่วนใหญ่จะเป็นผู้บริหาร ซึ่งมีเวลาจำกัดในการศึกษาและติดตามความรู้ใหม่ๆ ทางด้านเทคโนโลยี ดังนั้นหากระบบที่พัฒนาขึ้น มีความซับซ้อนและมีขั้นตอนมากจะไม่สามารถสนับสนุนการทำงานของผู้บริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากในการประเมินทางเลือก ระบบสนับสนุนการตัดสินใจอาจต้องมีการรับข้อมูลบางอย่างจากผู้ใช้ แล้วนำไปประมวลผลและอาจมีการร้องขอข้อมูลเพิ่มจากผู้ใช้แล้วนำไปประมวลผลอีก ทำซ้ำๆ ไปจนกว่าจะสามารถประเมินทางเลือกที่เหมาะสมได้ ดังนั้นระบบสนับสนุนการตัดสินใจควรจะมี ความรวดเร็วในการโต้ตอบกับผู้ใช้

3. มีข้อมูลและแบบจำลองสำหรับสนับสนุนที่สอดคล้องกับปัญหาและเหมาะสม เนื่องจากปัญหาแต่ละปัญหาภายใต้สถานการณ์ที่เหมือนหรือต่างกันล้วนต้องการข้อมูล และตัวแบบการตัดสินใจที่ต่างกัน

4. สนับสนุนการตัดสินใจแบบกึ่งโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง ซึ่งแตกต่างจากระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการที่ผลิตรายงานที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในระดับที่ไม่ซับซ้อนและมีโครงสร้างที่ค่อนข้างชัดเจน

5. มีความยืดหยุ่นต่อความต้องการของผู้ใช้ เนื่องจากลักษณะของปัญหามีความไม่แน่นอน และซับซ้อน ดังนั้นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ดีควรมีความยืดหยุ่นเพื่อรองรับความต้องการที่ค่อนข้างหลากหลายได้

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ผู้ใช้ควรจะเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาระบบอย่างมาก โดยเฉพาะในขั้นตอนของการวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) เนื่องจากผู้ใช้งานหรือผู้บริหารจะเป็นผู้ที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา การกำหนดตัวแปร รวมถึงการประเมินทางเลือก ดังนั้นผู้ใช้งานจะเป็นผู้ช่วยวิเคราะห์และออกแบบตัวแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจได้ดีที่สุด รวมถึงจะมีส่วนช่วยเป็นอย่างมาก ในการระบุถึงข้อมูลที่ระบบต้องการสำหรับการประเมินทางเลือก ในขั้นตอนของการออกแบบระบบ (System Design) และพัฒนาระบบเขียนโปรแกรม (Implementation) แนวทางที่เหมาะสมควรจะเป็นแนวทางที่มีความยืดหยุ่นสำหรับการแก้ไขเปลี่ยนแปลงระบบ สามารถให้ผู้ใช้ได้ทดลองใช้ไปพร้อมๆ

กับการพัฒนาและแก้ไขอย่างเช่น การสร้าง prototype หรือตัวแบบจำลองระบบอย่างง่ายขึ้นมา ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ผู้ใช้เห็นภาพมีความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์หัต้อยอดได้ว่าระบบที่สมบูรณ์ควรจะเป็นอย่างไรหรือมีฟังก์ชันงานใดเพิ่มเติมอีก

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวทางของระบบสนับสนุนการตัดสินใจมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

## 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฐกฤต ปานชลิบ (2555 : 58-67) คาดการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยโดยวิธีการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระยะยาวของประเทศไทย โดยศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยได้แก่ ผลผลิตถ่านหินรวมภายในประเทศ จำนวนประชากร อุณหภูมิสูงสุด และ ความต้องการพลังงานไฟฟ้า

โกวิทย์ แสนพงษ์ (2555 : 79-81) ศึกษาการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้นของระบบจำหน่ายแรงดัน 23-115 กิโลโวลต์ สถานีไฟฟ้าบ้านไผ่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) จังหวัดขอนแก่น ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม แบบแพร่ค่าย้อนกลับ โดยใช้ข้อมูลของปัจจัยได้แก่ ค่าอุณหภูมิ สูงสุด-ต่ำสุด ร่วมกับค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า ผลพบว่า กรณีไม่นำอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดร่วมวิเคราะห์ มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 4.43 และมีค่าน้อยกว่าเมื่อนำอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดร่วมวิเคราะห์ เท่ากับร้อยละ 4.52

พิณสุดา สิงไชย และ พงษ์ศักดิ์ กীরติวินทร (2557 : 32-42) พยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสำหรับศูนย์จัดการความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย โดยใช้เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบรีเกรสชัน (Support Vector Machine-Regression: SVM-R) ร่วมกับฟังก์ชันเรเดียลเบซิส (Radial Basis Function: RBF) ซึ่งใช้ข้อมูลของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าราย 1 นาที ในการวิเคราะห์ จากกลุ่มผู้ใช้งานตัวอย่างของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มอาคารพาณิชย์และกลุ่มที่พักอาศัย โดยใช้โมเดลของเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบรีเกรสชันในการพยากรณ์โหลดแบบระยะสั้น (Short-Term Load Forecasting) ด้วยข้อมูลย้อนหลังรายสัปดาห์ โดยวัดประสิทธิภาพจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Squared Error: MSE) และกำลังสองสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Squared Correlation Coefficient: R2) รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ผลการวิจัยพบว่าการพยากรณ์ของกลุ่มอาคารพาณิชย์จะมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงมากที่สุด เมื่อเทียบค่าของ R2 ของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมและกลุ่มบ้านพักอาศัย

ณัฐธีรา ไทยานันท์ และสุภาพร เอื้อจงมาน (2563 : 584-589) วิเคราะห์ปัจจัยและทำนายการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารประเภทต่าง ๆ ได้ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2561 งานวิจัยได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานด้วยวิธีคัดเลือกตัวแปร และใช้วิธีการเรียนรู้แบบเครื่องมาสร้างตัวแบบทำนายการใช้พลังงาน แบ่งตามช่วงปริมาณการใช้ไฟฟ้าด้วยวิธีถดถอยพหุคูณ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม และวิธีแบบสุ่ม ผลลัพธ์ของงานวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมได้แก่ พื้นที่ใช้สอยและจำนวนชั้น อาคารประเภทต่างๆ มีปัจจัยที่ส่งผลแตกต่างกันออกไป

ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์ และคณะ (2565 : 94) ศึกษาการจำลองสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่เกาะ จังหวัดลำปาง ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 152.12 เมกะวัตต์ชั่วโมง สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.711 การสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มากที่สุด จำแนกเป็นการสูญเสียจากอัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ร้อยละ 12.50 (ระยะเวลา 25 ปี) การสูญเสียเนื่องจากอุณหภูมิเซลล์ ร้อยละ 11.00 และมีการสูญเสียขณะใช้งาน Inverter ร้อยละ 3.50 โดยประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (STC) เท่ากับ ร้อยละ 16.81 ที่อายุโครงการ 25 ปี มีค่าผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับร้อยละ 164.30 มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,364,334 บาท และระยะเวลาคืนทุน 8.3 ปี โครงการนี้ยังสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 91.06 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือตลอดทั้งอายุโครงการ 25 ปี มีค่าเท่ากับ 2,139.89 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ลักขณาภรณ์ ถาวรสิน (2565 : 4) ทำการพยากรณ์ยอดขายในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันหล่อลื่น โดยใช้ปัจจัยด้านอุปสงค์ลูกค้าและปัจจัยชี้วัดทางเศรษฐกิจ กรณีศึกษา บริษัท ลูบ เทคโนโลยี จำกัด โดยทำการเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ยอดขายด้วยสมการคณิตศาสตร์ คือ วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย วิธีนาอี และวิธีวิเคราะห์การถดถอย โดยนำข้อมูลยอดขายจำนวน 36 เดือนเข้าสู่สมการการพยากรณ์

ยุวดี พวงกระโทก และคณะ (2562 : 83-89) ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว ในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้การพยากรณ์วิธีการถดถอยเชิงเส้น วิธีการถดถอยแบบพหุนามกำลังสอง วิธีการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ และ วิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลา

ศรัญญาภรณ์ สุภากุล (2565 : 4) ทำการพยากรณ์แนวโน้มยอดขายในปี 2565 - 2567 กรณีศึกษา รongเท้าเพื่อสุขภาพ ของ บริษัทรองเท้าแห่งหนึ่ง จากวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ วิธีการพยากรณ์แบบวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองชั้น และวิธีการพยากรณ์การวิเคราะห์แนวโน้ม

ดาว สงวนรังศิริกุล และคณะ (2558 : 35) ศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย ที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย วิธีเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average method) วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing method) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method) วิธีสัดส่วนกับแนวโน้ม (Ratio-To-Trend method) และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Exponential Smoothing Holt-Winter method) พบว่า สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีความโน้มและฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดกับข้อมูลอนุกรมเวลาส่วนใหญ่ คือ วิธีเคลื่อนที่แบบง่าย

คชินทร์ โภกนุทาภรณ์ (2566 : 137) ทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จำนวนนักศึกษาแรกเข้า คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยใช้วิธีการพยากรณ์วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์ และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก

Adewuyi (2016 : 99-104) และ Herdiani et al. (2018 : 979) ทำการวิจัยเรื่องการลดความเสี่ยงเปลืองในการใช้ไฟฟ้าด้วยการใช้ความก้าวหน้าในเทคโนโลยี GSM โดยได้ดำเนินการใช้เทคโนโลยี GSM ในการลดความเสี่ยงเปลืองค่าไฟจากสาเหตุของการที่ไฟฟ้ากระชากผู้คนจึงมีโหดไฟฟ้าผิดพลาดเมื่อออกจากบ้านไปทำงานหรือสำนักงาน งานวิจัยนี้ได้เสนออุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องใช้ในบ้านผ่านเครือข่าย Global System for Mobile Communication เพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า และส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมเติบโต โดยจากการดำเนินการดังกล่าวได้พบว่า สมการ EWMA ที่ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีมีความผิดพลาดน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นสมการที่สามารถพยากรณ์ข้อมูลตัวเลขล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา โดยใช้ข้อมูลปัจจุบันที่มีผลกระทบต่อค่าพยากรณ์ในอนาคต คำนวณน้ำหนักของข้อมูลไม่เท่ากันทำให้เมื่อนำมาใช้พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายเดือนจึงมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าสมการชนิดอื่น

Onaolapo et al. (2021 : 4) และ Pataropura et al. (2020 : 118) ศึกษาการพยากรณ์ไฟฟ้าดับในควาซูลู-นาทาล ประเทศแอฟริกาใต้โดยใช้เทคนิคการฉายแนวโน้มและโครงข่ายประสาทเทียม ในบทความนี้มีการพัฒนาแบบจำลองสามแบบ แบบจำลองการฉายภาพแนวโน้ม (TP) และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) สองแบบ (แบบจำลอง 1 และ 2) ตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติ ผลลัพธ์ของแบบจำลอง ANN เป็นที่น่าพอใจ ไม่เหมือนกับแบบจำลองการฉายแนวโน้ม จึงแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณ เนื่องจากเป็นวิธีการพยากรณ์ที่สามารถนำไปใช้ได้กับข้อมูลจำนวนมากและนำไปใช้ได้กับข้อมูลที่มีความหลากหลาย แบบจำลองการฉายภาพแนวโน้ม (TP) เมื่อนำมาใช้พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีจึงมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าสมการชนิดอื่น

จากข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย ผลผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ จำนวนประชากร อุณหภูมิสูงสุด ความต้องการพลังงานไฟฟ้า ค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้าง และ ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ สำหรับการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าเพื่อเป็นการคาดการณ์และนำสมการดังกล่าวเข้าไปร่วมกับการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ โดยวิธีการพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่แม่นยำและมีประสิทธิภาพ คือ การประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ที่ต้องการโดยคำนึงถึงความพร้อมของข้อมูลของมหาวิทยาลัย

การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการเชิงเส้นเป็นวิธีการพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคต สมการเชิงเส้นสามารถจับแนวโน้มทั่วไปของข้อมูลและมีความเรียบง่ายในการคำนวณ ทำให้องค์กรต่างๆ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มหาวิทยาลัยสามารถประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์เชิงเส้นเพื่อประมาณการความต้องการพลังงานในอนาคตโดยอ้างอิงจากข้อมูลการใช้พลังงานในอดีต โดยใช้ชุดข้อมูลย้อนหลังอย่างน้อย 5 ปี ซึ่งช่วยให้การจัดสรรทรัพยากรและการบริหารจัดการต้นทุนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

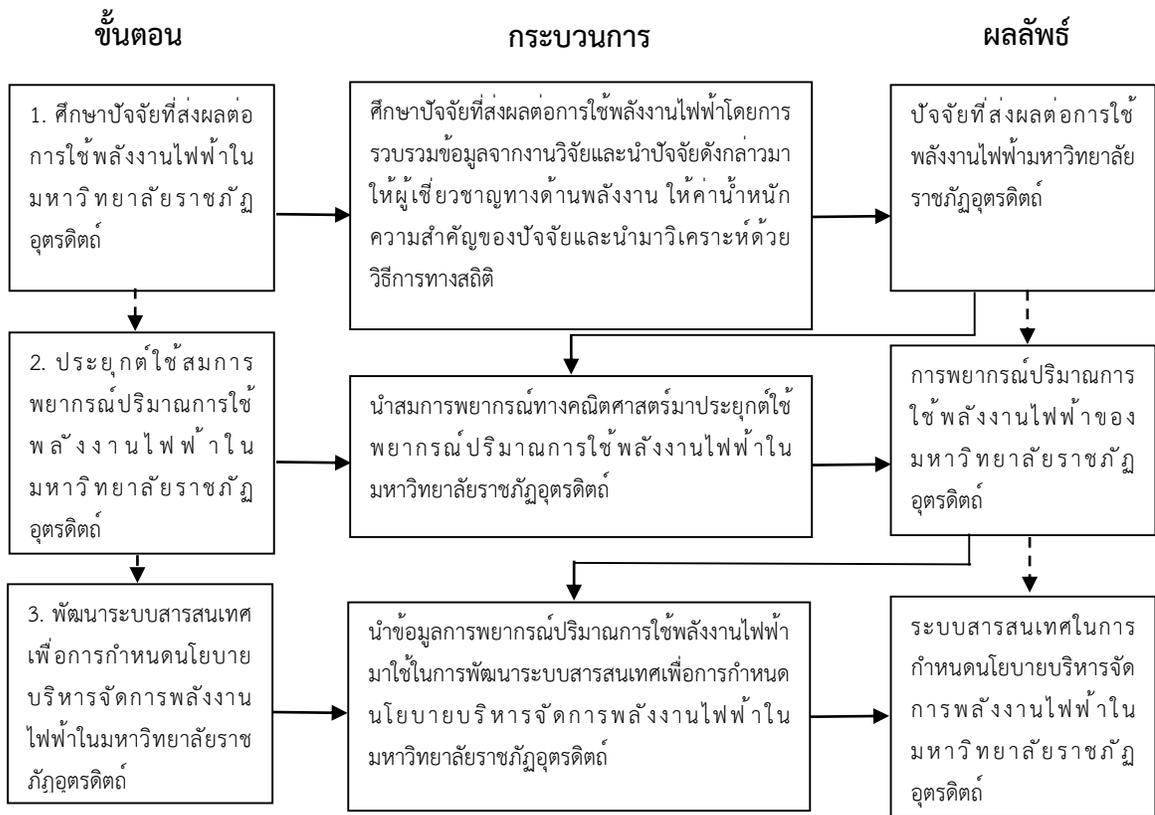
# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ โดยนำเสนอขั้นตอนเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัยที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

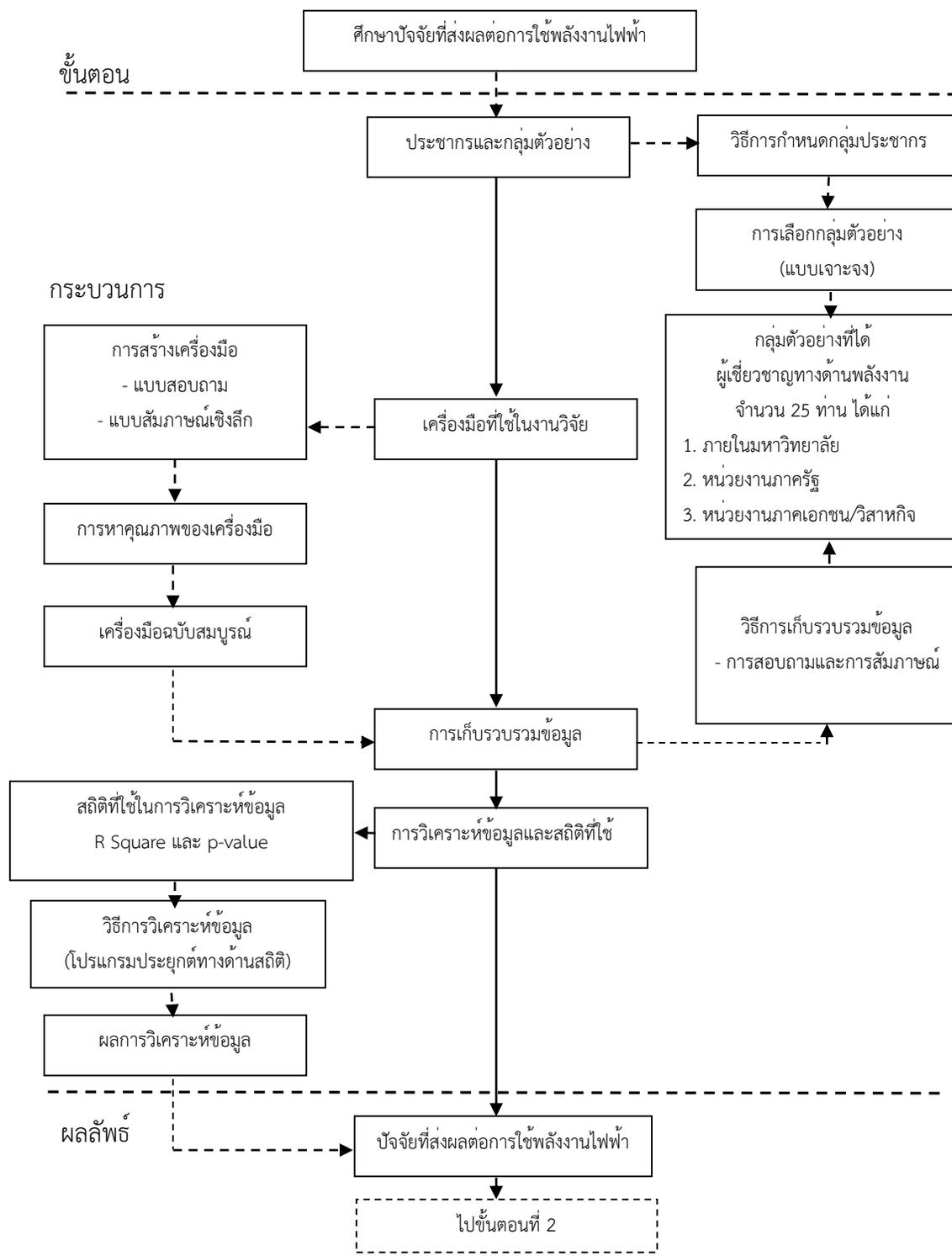
1. ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
2. ขั้นตอนที่ 2 ประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
3. ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ขั้นตอนการวิจัยทั้ง 3 ขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3.1

### 1. ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 กระบวนการดำเนินการวิจัย

### ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

### **ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย**

การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างจากวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานทั้งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์และภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม จำนวน 25 ท่าน ประกอบด้วย

1. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จำนวน 15 ท่าน ได้แก่
  - ผู้บริหารศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
  - ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโสและสามัญของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
  - วิศวกรพลังงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์และมหาวิทยาลัยภายนอก
2. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานหน่วยงานภาครัฐ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่
  - ผู้บริหารพลังงานของจังหวัด
  - ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโสและสามัญของจังหวัด
  - วิศวกรพลังงานของจังหวัด
3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานหน่วยงานภาคเอกชน/รัฐวิสาหกิจ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่
  - ผู้บริหารพลังงานของภาคเอกชน/รัฐวิสาหกิจ
  - ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโสและสามัญของภาคเอกชน/รัฐวิสาหกิจ
  - วิศวกรพลังงานของภาคเอกชน/รัฐวิสาหกิจ

### **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานเพื่อให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และ แบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานเกี่ยวกับการกำหนดปัจจัยและการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

### **ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือมีดังนี้**

1. ศึกษา ค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า
2. ศึกษาการสร้างแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เชิงลึก จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยต่างๆ

3. กำหนดขอบเขตของข้อคำถามจากประเด็นและขอบข่ายที่ศึกษา โดยแบบสอบถามมีเนื้อหาเกี่ยวกับการให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานกำหนดปัจจัยและให้ค่าน้ำหนักปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า

4. สร้างแบบสอบถามและสัมภาษณ์เชิงลึกตามขอบเขตที่กำหนด นำเสนอแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เชิงลึกให้อาจารย์ผู้ควบคุมคุณภาพ และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และความเหมาะสมของภาษาเพื่อให้มีความสมบูรณ์เกิดความเข้าใจแก่ผู้ตอบและสามารถวัดได้

5. ปรับปรุงแบบสอบถามและสัมภาษณ์เชิงลึกให้เหมาะสมถูกต้องก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูล

6. นำแบบสอบถามและสัมภาษณ์เชิงลึกที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข ด้านเนื้อหาและภาษาตามที่ได้รับข้อเสนอแนะลงทดลองดำเนินการเก็บข้อมูล

7. นำแบบสอบถามและสัมภาษณ์เชิงลึกกลับมาปรับปรุงหลังจากทดลองใช้ เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์และนำลงเก็บข้อมูลกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงาน

#### **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. ผู้วิจัยดำเนินการขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ออกหนังสือถึงผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานจำนวน 25 ท่าน เพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เชิงลึก

2. นำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เชิงลึกจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เชิงลึก ส่งถึงผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงาน จำนวน 25 ท่าน

3. ประสานผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงาน เพื่อขอกำหนดวันและเวลาดำเนินการตอบแบบสอบถามและสัมภาษณ์เชิงลึก

4. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เชิงลึก โดยการบันทึกข้อมูลในแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เชิงลึก ตามวันและเวลาที่ได้นัดหมาย

#### **การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้**

1. ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล R Square และ p-value ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร

2. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสัมภาษณ์เชิงลึก จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานทำการศึกษาดำเนินการโดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วย การลดทอนข้อมูล การแสดงข้อมูล และการสร้างข้อสรุป เพื่อนำมากำหนดปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

3. สรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และนำปัจจัยดังกล่าวไปใช้เป็นปัจจัยในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

## **ขั้นตอนที่ 2 ประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์**

### **ประชากรที่ใช้ในการวิจัย**

การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างจากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ย้อนหลัง 6 ปี

### **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้า

### **ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือมีดังนี้**

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้า
2. รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ย้อนหลัง 6 ปี
3. ดำเนินการวางแผนและออกแบบการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้า
4. สร้างรูปแบบการพยากรณ์โดยประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์เพื่อใช้การพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธี 1) สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) 2) สมการการพยากรณ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้น (ARRSES) 3) สมการเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) 4) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA)
5. ทดสอบคุณภาพการประมวลผลการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการทดสอบสมการคณิตศาสตร์แบบใช้ข้อมูลจริง

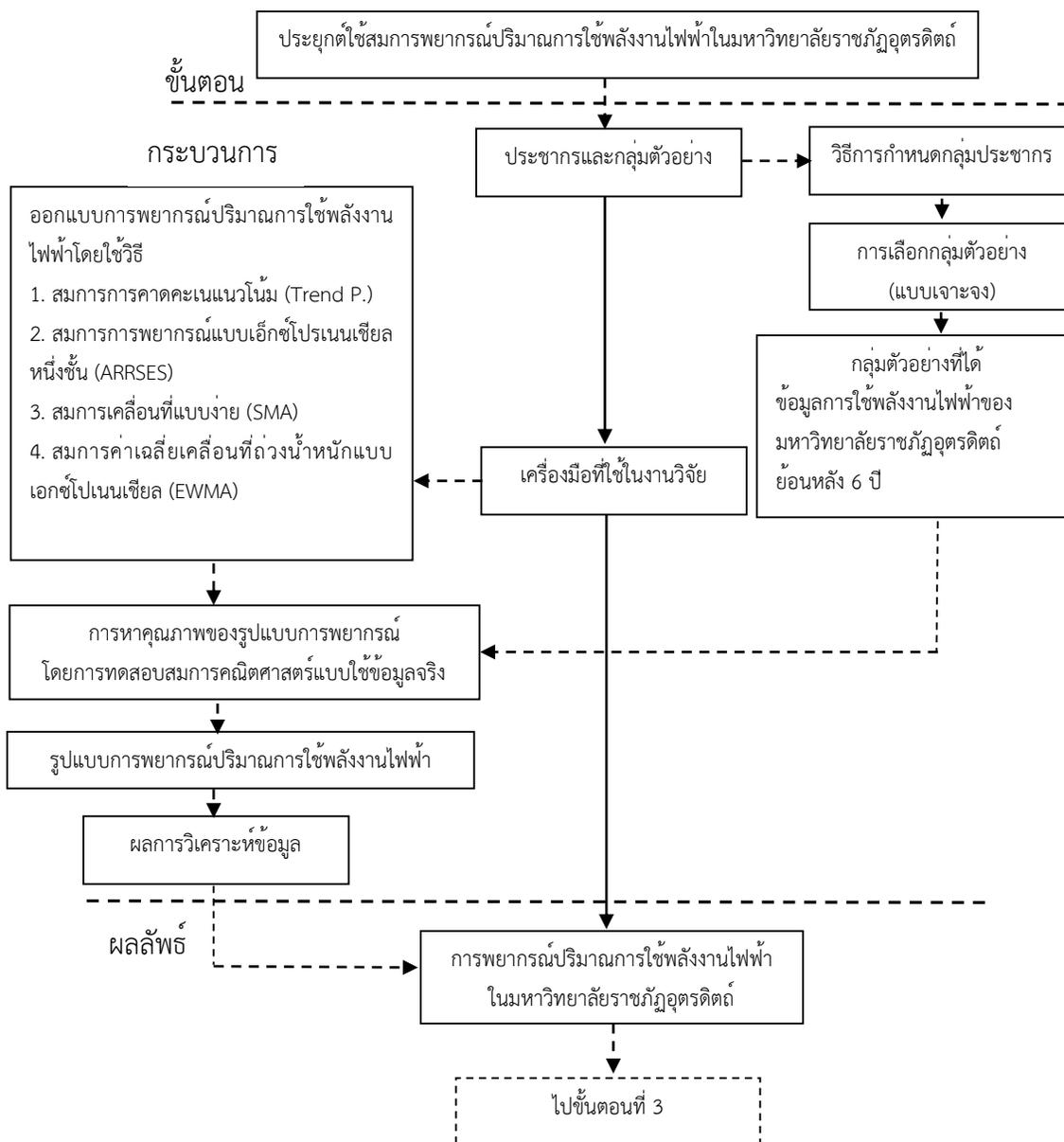
### **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

เก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ย้อนหลัง 6 ปี และวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้า

### **การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้**

1. เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการพยากรณ์กับปริมาณไฟฟ้าที่มหาวิทยาลัยใช้จริงด้วยวิธี 1) สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) 2) สมการการพยากรณ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้น (ARRSES) 3) สมการเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) 4) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA)

2. สรุปลักษณะที่มที่ใช้ในการพยากรณ์โดยใช้ผลการทดสอบของการพยากรณ์เทียบกับข้อมูลจริง การใช้ไฟฟ้ารายเดือนย้อนหลัง 6 ปี ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนที่ 2 การประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

### ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า ในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างจากข้อมูลปัจจัยที่คัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญ ร่วมกับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ย้อนหลัง 6 ปี ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

#### ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือมีดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

2. รวบรวมข้อมูลปัจจัยที่คัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ย้อนหลัง 6 ปี ข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3. ดำเนินการออกแบบระบบสารสนเทศโดยการใช้สมการที่ได้จากการพยากรณ์มาเป็นฐานในการสร้างระบบพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สามารถนำเข้าสู่ข้อมูลปัจจัยทางด้านกายภาพและปัจจัยทางการจัดการพลังงานตามสถานการณ์ โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศใช้ภาษา PHP HTML Java-script ทำงานร่วมกัน โดยระบบจะใช้ภาษา PHP เป็นตัวประเมินข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL และใช้ Codeigniter 4 เป็น Framework ช่วยจัดการฟังก์ชันสำหรับผู้ใช้ และอื่นๆ และเชื่อมต่อข้อมูลที่ประมวลผลได้ให้ Java-script ประมวลผลในการพยากรณ์และส่งข้อมูลกลับไปยังผู้ประเมินเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

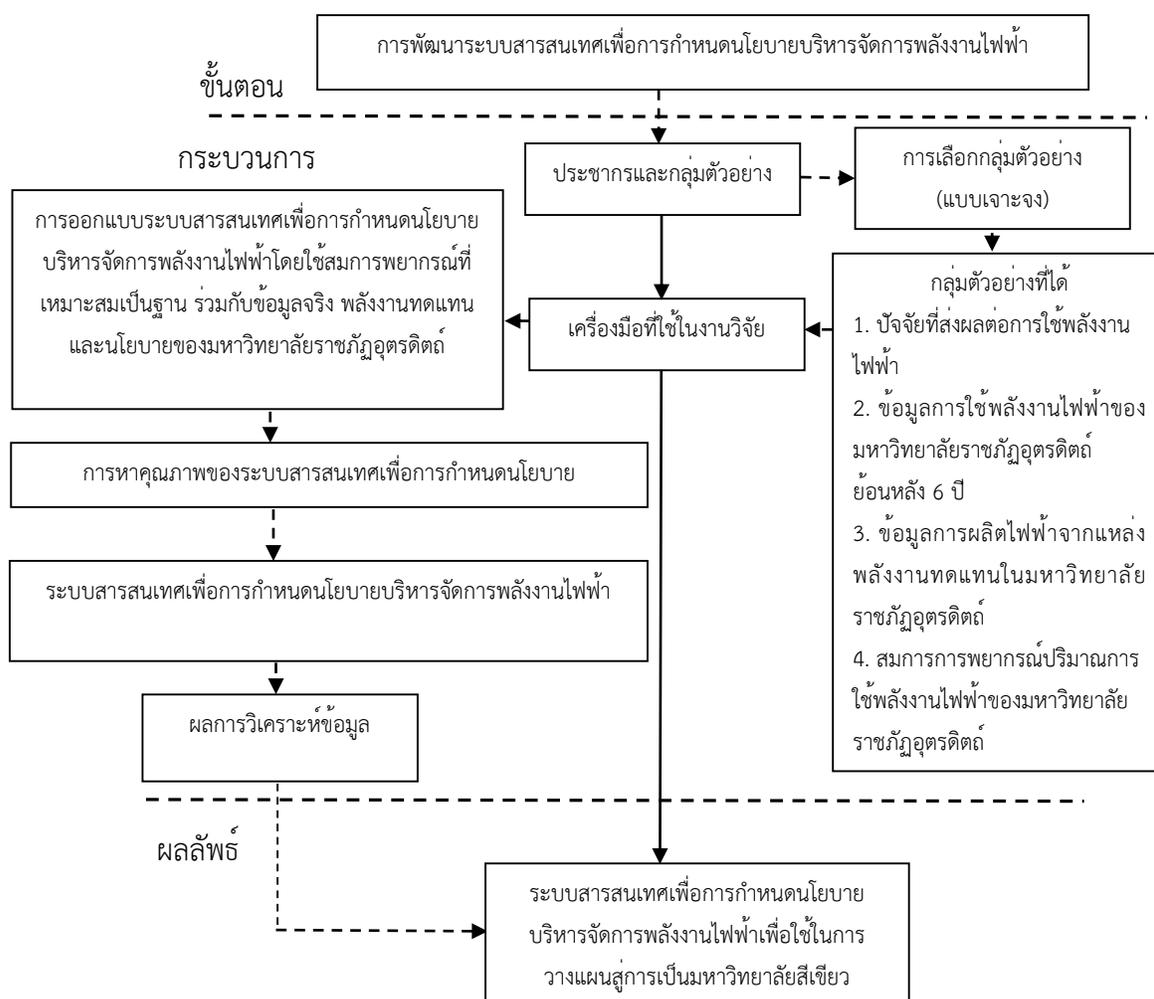
#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่คัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ย้อนหลัง 6 ปี ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคลงในระบบสารสนเทศ

#### การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบ
2. เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ได้จากระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์กับปริมาณไฟฟ้าที่มหาวิทยาลัยใช้จริง

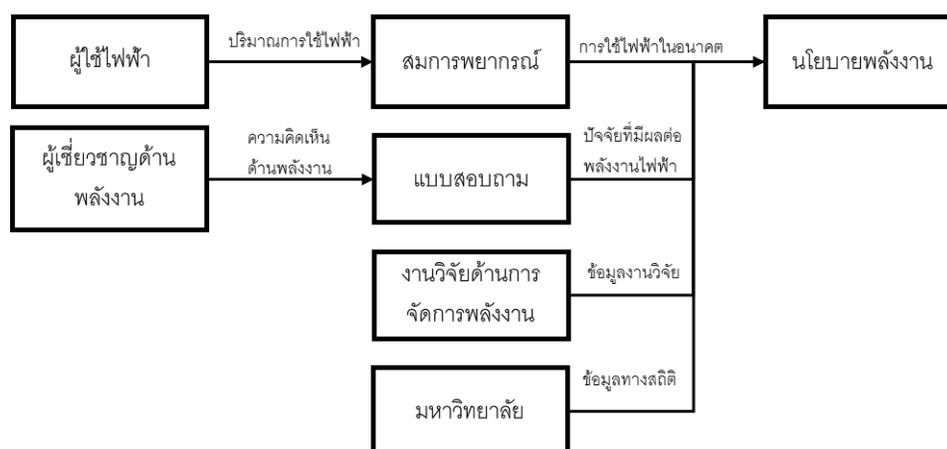
3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ทางด้านสถิติ
4. สรุปรูปข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
5. นำเสนอแผนสำหรับการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ต่อผู้บริหารมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานในการก้าวสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวต่อไป



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

## 2. การออกแบบนโยบายการจัดการพลังงาน

หลักการออกแบบนโยบายการจัดการพลังงานจะอาศัยการรวบรวมข้อมูลจากหลายส่วน มาพิจารณาประกอบกัน เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการและพฤติกรรมการใช้พลังงาน ในมหาวิทยาลัยได้อย่างเหมาะสม การออกแบบนโยบายนั้นจึงต้องอาศัยข้อมูลที่หลากหลาย เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าย้อนหลังเพื่อให้เข้าใจถึงแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้า ข้อมูลเกี่ยวกับ สิ่งอำนวยความสะดวก อาคาร และสิ่งก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัย ข้อมูลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถออกแบบนโยบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักการรวบรวมข้อมูล ดังกล่าวข้างต้นสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 3.5



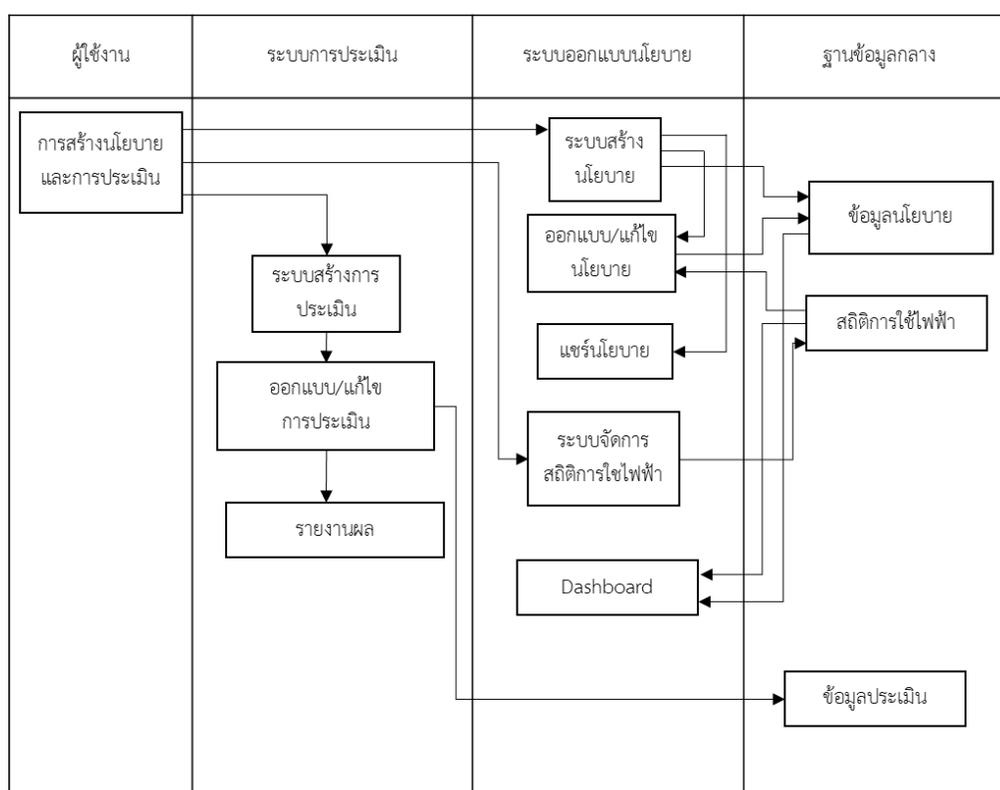
ภาพที่ 3.5 หลักการรวบรวมข้อมูลเพื่อการออกแบบนโยบายด้านการประหยัดพลังงาน

จากภาพที่ 3.5 หลักการทำงานจะนำข้อมูลจาก 4 ส่วนพิจารณา โดยเริ่มจากการนำสถิติการใช้ไฟฟ้ามาเข้าสมการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าซึ่งจะใช้ข้อมูลทางสถิติการใช้ไฟฟ้าย้อนหลังมากกว่า 5 ปี มาประมวลผลเพื่อให้ได้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในอนาคต การรวบรวมแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานเพื่อใช้ในการอ้างอิงถึงปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อการใช้ไฟฟ้า ช่วยให้ได้มุมมองที่หลากหลาย และคำแนะนำที่มีประโยชน์ในการตัดสินใจ การรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนความน่าเชื่อถือและความเป็นไปได้ของนโยบายด้านพลังงาน การรวบรวม ข้อมูลสถิติ ข้อมูลเกี่ยวกับ สิ่งอำนวยความสะดวก อาคาร และสิ่งก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัย เป้าหมายเพื่อนำข้อมูลมาประกอบการออกแบบนโยบายให้เหมาะสม ให้สามารถส่งเสริมการมีส่วนร่วมของบุคลากร และนักศึกษาได้ เมื่อได้ข้อมูลจาก ทั้ง 4 ส่วนข้างต้น ก็จะทำให้ได้ทราบถึงความต้องการการใช้พลังงาน และปัจจัยที่มีผลต่อการ

ใช้ไฟฟ้าเพื่อกำหนดแนวทางในการลดการใช้พลังงาน และออกแบบนโยบายให้สอดคล้องกับข้อมูลกับการใช้ไฟฟ้าในอนาคต

### 3. หลักการทำงานของระบบ

หลักการทำงานของระบบโดยรวมของ University Power Management System (UPMS) ได้ถูกออกแบบมาให้รองรับการทำงานการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยการนำข้อมูลจากผู้ใช้มาคำนวณสามารถแบ่งออกเป็น 2 ฟังก์ชันหลัก ภาพที่ 3.6



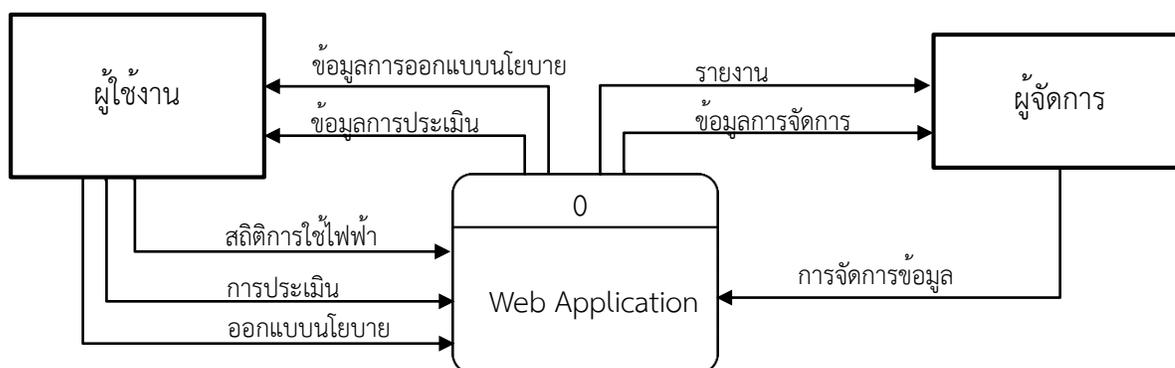
ภาพที่ 3.6 หลักการทำงานของระบบ UPMS

จากภาพที่ 3.6 แสดงหลักการทำงานของระบบ โดยการรับข้อมูลจากผู้ใช้งานโดยแบ่งออกเป็น 2 ฟังก์ชันหลักคือ ระบบการประเมิน และ ระบบออกแบบนโยบาย ระบบจะเริ่มจากผู้ใช้งานกำหนดสร้างนโยบาย ผู้ใช้งานสามารถออกแบบแก้ไขนโยบายระบบจะบันทึกข้อมูลการออกแบบนโยบายให้ผู้ใช้งานยังสามารถแชร์นโยบายที่ออกแบบของตนให้ผู้ใช้งานอื่นได้ นอกจากนี้ระบบออกแบบนโยบายยังเพิ่มความยืดหยุ่นทางด้านข้อมูลให้ผู้ใช้งานสามารถจัดการกับสถิติข้อมูลการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้การออกแบบนโยบาย

สามารถปรับเข้ากับข้อมูลชุดปัจจุบันเพื่อการพยากรณ์สถิติข้อมูลได้ใกล้เคียงกับค่าจริงได้มากที่สุด เมื่อผู้ใช้บันทึกผลข้อมูลระบบจะนำข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลกลางไปประเมินผลเพื่อแสดงในหน้า Dashboard ของผู้ใช้อัตโนมัติ ส่วนระบบการประเมินจะแยกออกจากระบบออกแบบนโยบาย เนื่องจากต้องนำผลที่พฤติกรรม และนโยบายจริงมากรอกข้อมูลเพื่อประมวลผลตามหลักเกณฑ์การประเมิน สถานภาพการจัดการพลังงาน (Energy Management Matrix : EMM) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพการจัดการพลังงานภายในองค์กร ในเรื่องของแนวโน้มนโยบายด้านการจัดการพลังงาน รูปแบบการจัดองค์กร การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ รวมทั้งระบบข้อมูลข่าวสารการประชาสัมพันธ์ และการลงทุน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบการจัดการพลังงาน หลักการทำงานของระบบการประเมิน ระบบจะรับข้อมูลจากผู้ใช้และนำข้อมูลดังกล่าวไปบันทึกผลในฐานข้อมูล และแสดงผลการประเมินแบบ Real-time ผู้ใช้จะเห็นรูปแบบกราฟปรับเปลี่ยนตามผู้ใช้แก้ไขได้ แต่ทั้งนี้ การจัดการข้อมูลทั้งหมดจะต้องอาศัยผู้ใช้งานจัดการข้อมูลเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่กำหนด

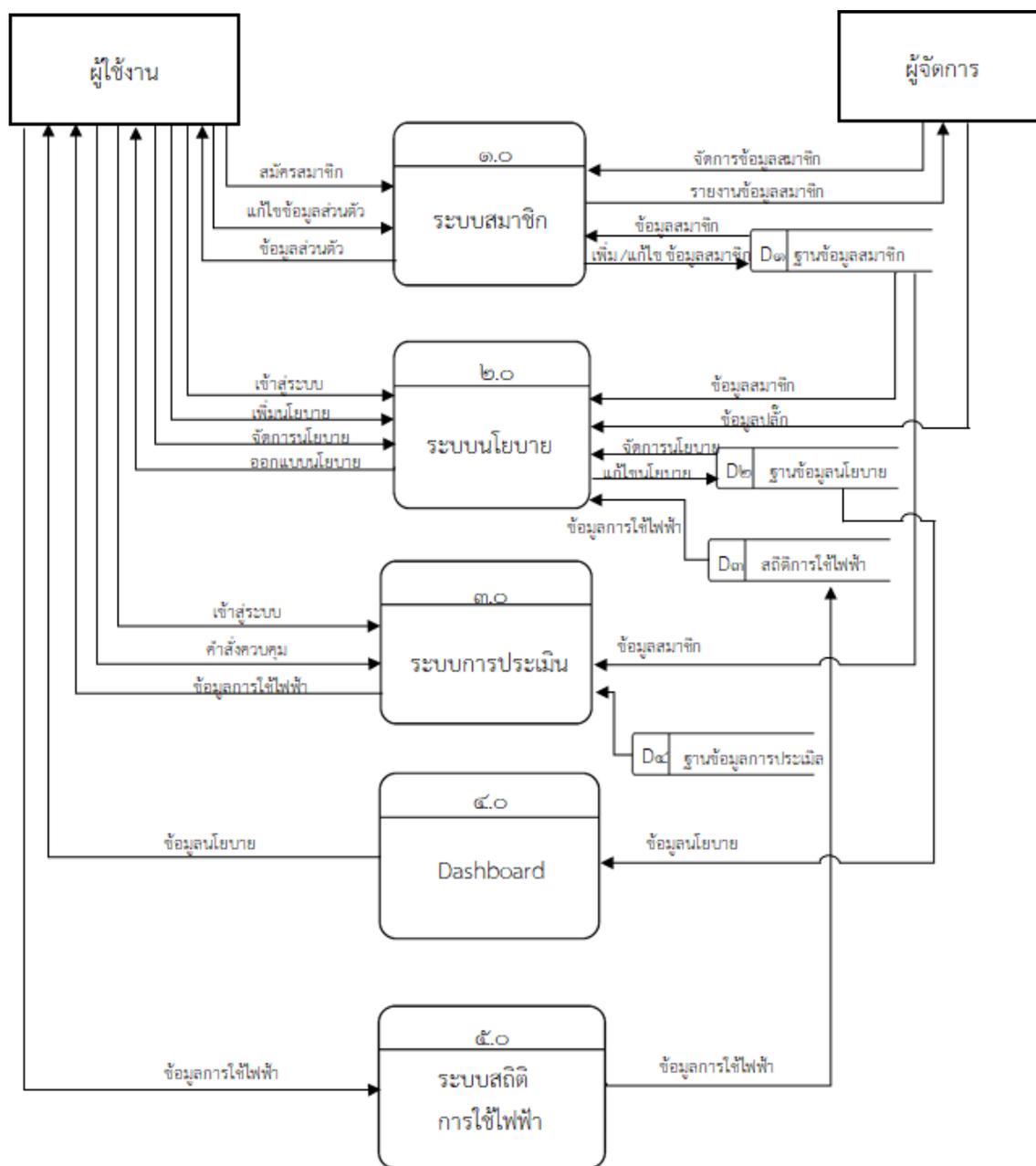
#### 4. หลักการทำงาน และการรับข้อมูลจากผู้ใช้งาน

หลักการทำงาน และการรับข้อมูลจากผู้ใช้งานของระบบ University Power Management System (UPMS) ผู้วิจัยจะใช้แผนภาพ Data Flow Diagram (DFD) ในการอธิบายข้อมูลทั้งหมด ซึ่ง DFD นั้นเป็นแผนภาพกระแสข้อมูล หรือแผนภาพการไหลของข้อมูล ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้แสดงการไหลของข้อมูลและการประมวลผลต่างๆ ในระบบสัมพันธ์กับแหล่งเก็บข้อมูลที่ใช้ โดยแผนภาพนี้จะเป็นสื่อช่วยให้การวิเคราะห์เป็นไปได้โดยง่าย และมีความเข้าใจตรงกันระหว่างผู้วิเคราะห์ระบบกับโปรแกรมเมอร์ หรือระหว่างผู้วิเคราะห์ระบบกับผู้ใช้งาน หลักการทำงานของโปรแกรม UPMS จะสามารถอธิบายดังภาพที่ 3.7 ดังนี้



ภาพที่ 3.7 แผนภาพ DFD หลักการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3.7 เป็นแผนภาพ DFD ที่อธิบายการรับข้อมูลจากผู้ใช้งานโดยระบบจะต้องการข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้า การประเมิน และการออกแบบนโยบาย ระบบจะนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผล และส่งข้อมูลการออกแบบนโยบาย และการประเมินกลับไปหาผู้ใช้งาน ซึ่งระบบดังกล่าวจะมีฟังก์ชันทั้งหมด 5 ฟังก์ชันซึ่งอธิบายได้ดังภาพต่อไปนี้

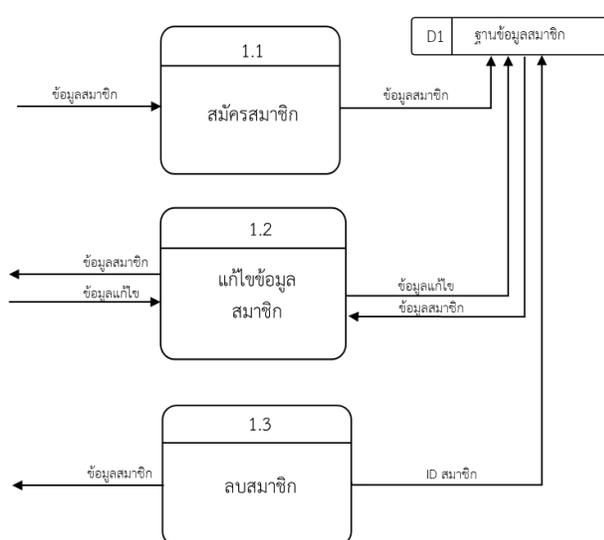


ภาพที่ 3.8 แผนภาพ DFD หลักการทำงานระบบประมวลผลและแสดงผล

จากรูปที่ 3.8 เป็น DFD Level 0 อธิบายหลักการทำงานของระบบประมวลผล และแสดงผล ซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันการทำงาน 5 ระบบคือ ระบบสมาชิก ระบบออกแบบนโยบาย ระบบการประเมิน ระบบ Dashboard และ ระบบสถิติการใช้ไฟฟ้า ระบบดังกล่าวจะรับข้อมูลแบบแยกส่วนจากผู้ใช้งาน ประมวลผลข้อมูลที่ได้กลับไปหาผู้ใช้งาน นอกจากนี้ผู้ดูแลระบบจะสามารถแก้ไขข้อมูลได้บางส่วน หลักการทำงานของแต่ละฟังก์ชันสามารถอธิบายได้ในแต่ละหัวข้อต่อไปนี้

#### 4.1 หลักการทำงานของระบบสมาชิก

หลักการทำงานของระบบสมาชิก จะเริ่มจากการรับข้อมูลจากผู้ใช้งานโดยจะแบ่งออกเป็น 3 ฟังก์ชันหลักคือ ระบบสมัครสมาชิกที่รับข้อมูลการสมัครสมาชิกผู้ใช้งานไปบันทึกในฐานข้อมูลสมาชิก ระบบแก้ไขข้อมูลสมาชิกจะรับข้อมูลการแก้ไขและแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูลพร้อมส่งออกข้อมูลที่ได้รับการแก้ไขกลับไปยังผู้ใช้งาน ส่วนฟังก์ชันลบสมาชิกจะเป็นคำสั่งจากผู้ดูแลระบบโดยจะส่ง ID ของสมาชิกไปฐานข้อมูลเพื่อลบสมาชิกนั้นๆ

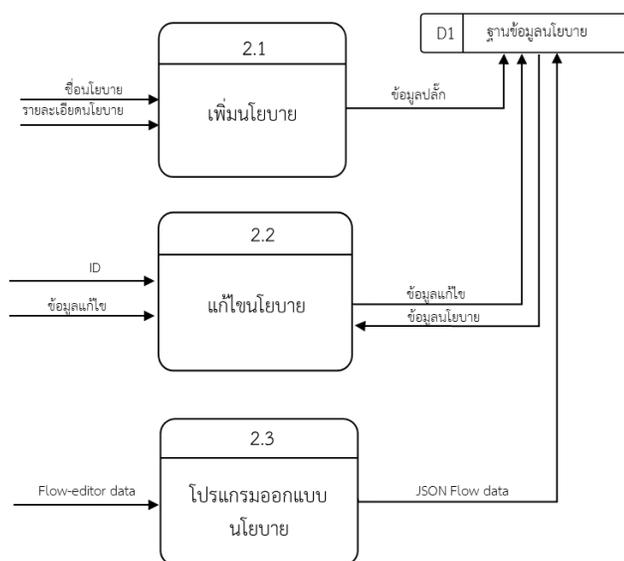


ภาพที่ 3.9 แผนภาพ DFD ฟังก์ชันสมาชิก

#### 4.2 ระบบนโยบาย

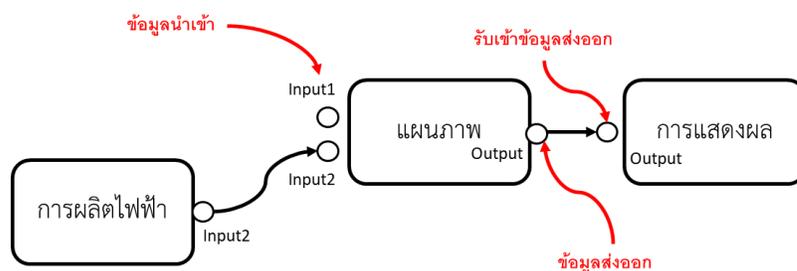
ระบบนโยบายเป็นระบบที่ถูกออกแบบให้ผู้ใช้มีส่วนร่วม และเข้าใจการออกแบบนโยบาย ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องเข้าใจกระบวนการทางความคิด ดังนั้นโปรแกรมจะสามารถรองรับการทำงานแบบ Flow

editor ที่สามารถกำหนดเส้นทางการเชื่อมโยงระหว่างนโยบาย และข้อมูลทางสถิติ การใช้งานผู้ใช้จำเป็นต้องมีการสร้างหัวข้อนโยบาย และรายละเอียด ซึ่งผู้ใช้ต้องกำหนดข้อมูลดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 แผนภาพ DFD ระบบนโยบาย

จากภาพที่ 3.10 เป็นแผนภาพ DFD Level 1 ของระบบออกแบบนโยบาย ซึ่งโปรแกรมจะต้องทำให้ผู้ใช้เพิ่มข้อมูลนโยบายไปฐานข้อมูล ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลมาแก้ไขข้อมูลนโยบายได้ นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมสำหรับการออกแบบนโยบายแบบ Flow editor ซึ่งเปลี่ยนจากการให้ผู้ใช้สร้างนโยบายผ่านการพิมพ์ข้อความสำหรับรายงาน โปรแกรมดังกล่าวจะให้ผู้ใช้ได้มีส่วนร่วม และเข้าใจแนวคิดหลักการออกแบบนโยบายโดยการกำหนดแผนภาพแบบ Flow editor ดังภาพที่ 3.11

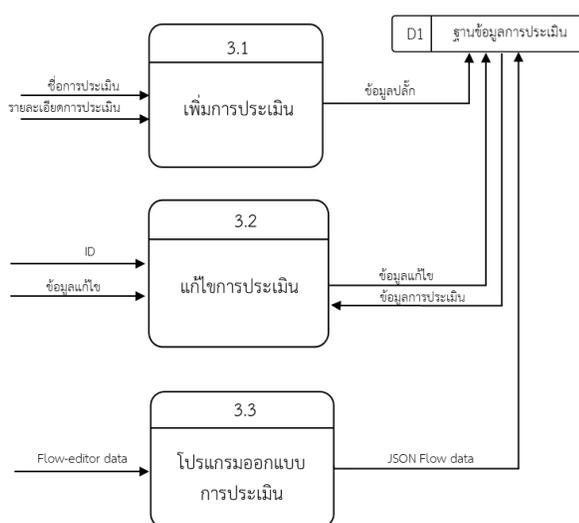


ภาพที่ 3.11 หลักการทำงานของโปรแกรมออกแบบนโยบาย

จากภาพที่ 3.11 เป็นตัวอย่างหลักการทำงานของโปรแกรมแบบ Flow editor ที่ผู้ใช้จำเป็นต้องลากเส้นการเชื่อมต่อให้ถูกต้องตามที่กำหนด จากตัวอย่างภาพที่ 3.11 จะเห็นได้ว่าแผนภาพจะรับข้อมูลที่ถูกกำหนดไว้แล้วคือ Input 1-2 ซึ่งจะมีความแตกต่างกัน หากผู้ใช้นำข้อมูลที่ไม่ถูกกำหนดจะไม่สามารถลากเส้นเชื่อมต่อกันได้ เมื่อแผนภาพได้รับข้อมูลก็จะสามารถประมวลผลอัตโนมัติ และส่งผลที่ได้ออกไปยังส่วนอื่น ในขั้นนี้ผู้ใช้จะสามารถลากเส้นเชื่อมต่อไปประมวลผลต่อ หรือสามารถแสดงผลตามฟังก์ชันการทำงาน ทำให้การออกแบบการสร้างนโยบายโดยใช้ Flow editor จะช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจถึง Input และ Output ของแต่ละส่วน และยังสามารถปรับนโยบายให้เข้ากับแผนการดำเนินงานได้อย่างถูกต้องเพราะผู้ใช้จะสามารถเห็นข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแบบ Real-Time

### 4.3 ระบบการประเมิน

ระบบการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงาน จะมีฟังก์ชันการทำงานที่คล้ายกับระบบนโยบาย จะแตกต่างกันที่ชุดข้อมูลการนำเข้า และแผนภาพของ Flow editor ซึ่งข้อมูลการประเมินจะเป็นตามหลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ซึ่งจะมีการกำหนดข้อมูลการประเมินและผลการประเมินอย่างชัดเจน ดังนั้นระบบประเมินจะมีลักษณะการรับข้อมูลและการเลือกข้อมูลตามหัวข้อที่กำหนดจำนวน 6 หัวข้อคือ นโยบายการจัดการพลังงาน การจัดการองค์กร การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ ระบบข้อมูลข่าวสาร ประชาสัมพันธ์ และการลงทุน ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องกำหนดผลการประเมินให้ถูกต้อง ระบบจะทำการคำนวณผลที่ผู้ใช้นำเข้ามาและแปลงข้อมูลเป็นแผนภาพกราฟและรายละเอียดการประเมินให้อัตโนมัติ



ภาพที่ 3.12 แผนภาพ DFD ระบบออกแบบการประเมิน



จากภาพที่ 3.14 ตัวอย่างรูปแบบการเก็บข้อมูลแบบ JSON ซึ่งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาแปลง โดยเฉพาะดึงข้อมูลบางส่วนของการเชื่อมต่อมาแปลงเป็นข้อมูลสรุปดังภาพได้

#### 4.5 ระบบสถิติการใช้ไฟฟ้า

ระบบสถิติการใช้ไฟฟ้าเป็นฟังก์ชันสำหรับการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลสถิติย้อนหลัง เพื่อนำข้อมูลมาบริหารจัดการผ่านโปรแกรมออกแบบนโยบาย ซึ่งการเพิ่มข้อมูลทางสถิติจะสามารถทำให้พยากรณ์การใช้ไฟฟ้าได้แม่นยำ และยังสามารถทำให้การปรับเปลี่ยนนโยบายได้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น หลักการทำงานจะอาศัยการกรอกข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้าผ่านหน้าเว็บดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 แผนภาพ DFD ระบบสถิติการใช้ไฟฟ้า

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ แบ่งผลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ 2. การประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และ 3. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

#### 1. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

สำหรับการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบสอบถามเกี่ยวกับค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนัก ของตัวแปรของปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ทั้งหมด 13 ตัวแปร แบ่งออกเป็น 1. ปัจจัยทางกายภาพจำนวน 7 ตัวแปร ประกอบด้วย (1) จำนวนอาคาร (2) พื้นที่ใช้สอยของอาคาร (3) จำนวนเครื่องปรับอากาศ (4) จำนวนหลอดไฟฟ้า (5) จำนวนนักศึกษา (6) จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ (7) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน 2. ปัจจัยทางการจัดการพลังงานจำนวน 6 ตัวแปร ประกอบด้วย (1) นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน (2) การจัดการองค์กรด้านพลังงาน (3) การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจด้านพลังงาน (4) ระบบข้อมูลข่าวสารพลังงาน (5) ประชาสัมพันธ์การประหยัดพลังงาน และ (6) การลงทุนงบประมาณโครงการจัดการพลังงาน

ผลจากการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 คน ผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อคำถามปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ที่มีค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) เท่ากับ 1.00 จำนวน 4 ปัจจัย ประกอบด้วย (1) ปัจจัยจำนวนเครื่องปรับอากาศ (2) ปัจจัยนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน (3) ปัจจัยการจัดการองค์กรด้านพลังงาน และ (4) ปัจจัยการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจด้านพลังงาน สามารถคงไว้ในแบบสอบถามเพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูล สำหรับปัจจัยที่มีค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) ระหว่าง 0.50 - 0.99 จำนวน 8 ปัจจัย ประกอบด้วย (1) จำนวนอาคาร (2) พื้นที่ใช้สอยของอาคาร (3) จำนวนหลอดไฟฟ้า (4) จำนวน

นักศึกษา (5) จำนวนอาจารย์และบุคลากร (6) ระบบข้อมูลข่าวสารพลังงาน (7) ประชาสัมพันธ์ การประหยัดพลังงาน และ (8) การลงทุนงบประมาณโครงการจัดการพลังงาน ได้ผ่านผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ ทางด้านพลังงานเพื่อทำการพิจารณาปัจจัยดังกล่าว ผลพบว่า ทางผู้เชี่ยวชาญยังให้คงปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัย เพื่อใช้ในแบบสอบถาม ส่วนปัจจัยที่มีค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) น้อยกว่า 0.5 มีจำนวน 1 ปัจจัย คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน ปัจจัยดังกล่าวจะถูกทวนสอบ กับผู้เชี่ยวชาญที่ให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร ค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร และค่าการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อเทียบผลก่อนตัดสินใจในการนำไปเป็นปัจจัยในการประยุกต์ใช้สมการ พยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ได้ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC)

ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ	ข้อคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							รวม	ค่า IOC
	1	2	3	4	5	6	7		
<b>ปัจจัยทางกายภาพ</b>									
1. จำนวนอาคาร	1	1	1	1	0	1	1	6	0.86
2. พื้นที่ใช้สอยของอาคาร	1	1	1	1	0	0	1	5	0.71
3. จำนวนเครื่องปรับอากาศ	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00*
4. จำนวนหลอดไฟฟ้า	1	1	1	1	1	-1	1	5	0.71
5. จำนวนนักศึกษา	0	0	1	1	1	1	1	5	0.71
6. จำนวนอาจารย์และบุคลากร	0	0	1	1	1	1	1	5	0.71
7. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน	0	0	1	1	1	-1	0	2	0.29*
<b>ปัจจัยทางการจัดการพลังงาน</b>									
1. นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00*
2. การจัดการองค์กรด้านพลังงาน	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00*
3. การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจด้านพลังงาน	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00*
4. ระบบข้อมูลข่าวสารพลังงาน	1	0	1	1	1	1	0	5	0.71
5. ประชาสัมพันธ์การประหยัดพลังงาน	0	1	1	1	1	1	1	6	0.86
6. การลงทุนงบประมาณโครงการจัดการพลังงาน	1	1	1	1	1	0	1	5	0.71

สำหรับการหาค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 25 คน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวน 15 คน และผู้เชี่ยวชาญภายนอกจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า จำนวน 10 คน ผลการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร มีรายละเอียดดังนี้

**ตารางที่ 4.2** คะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

ตัวแปร/ค่าคะแนน	ค่าคะแนน ความสำคัญ	ค่าคะแนน ตัวแปร	ค่าถ่วงน้ำหนัก ตัวแปร	รวมค่าถ่วงน้ำหนัก
				(คะแนนเต็ม 125 คะแนน)
<b>ปัจจัยทางกายภาพ</b>				
จำนวนอาคาร	4.41	4.29	4.06	76.89
พื้นที่ใช้สอยของอาคาร	4.24	4.06	4.12	70.78
จำนวนเครื่องปรับอากาศ	4.82	4.65	4.47	100.21*
จำนวนหลอดไฟฟ้า	4.18	4.12	4.00	68.79
จำนวนนักศึกษา	4.41	4.35	4.35	83.59
จำนวนอาจารย์และบุคลากร	4.12	4.12	4.12	69.81
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน	4.24	4.12	3.88	67.71*
<b>ปัจจัยทางการจัดการพลังงาน</b>				
นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน	4.76	4.76	4.53	102.83*
การจัดการองค์กรด้านพลังงาน	4.76	4.71	4.47	100.24*
การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ ด้านพลังงาน	4.41	4.35	4.47	85.85
ระบบข้อมูลข่าวสารด้านพลังงาน	4.00	4.00	4.06	64.94*
ประชาสัมพันธ์การประหยัด พลังงาน	4.29	4.06	4.06	70.74
การลงทุนงบประมาณโครงการ จัดการพลังงาน	4.35	4.24	4.41	81.34

จากการวิเคราะห์ผลรวมคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร พบว่า ปัจจัยทางกายภาพ คือ จำนวนเครื่องปรับอากาศมีค่าผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด 100.21 คะแนน และ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือนมีค่าผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักน้อยที่สุด 67.71 คะแนน ปัจจัยทางการจัดการพลังงานนโยบายการอนุรักษ์พลังงานและการจัดการองค์กรด้านพลังงาน มีค่าผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด 102.83 คะแนน และ 100.24 คะแนน ตามลำดับ และ ระบบข้อมูลข่าวสารด้านพลังงาน มีค่าผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักน้อยที่สุด 64.94 คะแนน โดยผลรวมคะแนนความสำคัญของปัจจัยค่าคะแนนของตัวแปรและค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรที่มีค่าผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุดและน้อยที่สุด มีความสอดคล้องและมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับผลการประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ

จากการจัดเก็บและสำรวจข้อมูลย้อนหลังปัจจัยทางกายภาพทั้งหมด 7 ตัวแปร ประกอบด้วย 1. จำนวนอาคาร 2. พื้นที่ใช้สอยของอาคาร 3. จำนวนเครื่องปรับอากาศ 4. จำนวนหลอดไฟฟ้า 5. จำนวนนักศึกษา 6. จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ 7. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน ข้อมูลย้อนหลังทั้งหมด 6 ปี (พ.ศ. 2561 - 2566) และทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมประยุกต์ทางสถิติ ด้วยวิธีการทางสถิติ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า R Square = 0.838 โดยตัวแปรอิสระ จำนวน 6 ตัวแปร ประกอบด้วย 1. จำนวนอาคาร 2. จำนวนเครื่องปรับอากาศ 3. จำนวนหลอดไฟฟ้า 4. จำนวนนักศึกษา 5. จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ 6. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน ยกเว้นพื้นที่ใช้สอยของอาคาร สามารถอธิบายการผันแปรของค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h) ได้ร้อยละ 83.8 และค่า p-value < 0.05 สามารถสรุปได้ว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h) แสดงดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 4.3** ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อค่าไฟฟ้า

ปัจจัยทางกายภาพ	N	Mean	T	Sig.
จำนวนอาคาร	72	160.67	2.335	.023*
จำนวนเครื่องปรับอากาศ	72	1,275.33	5.538	<.001*
จำนวนหลอดไฟฟ้า	72	16,341.50	-5.189	<.001*
จำนวนนักศึกษา	72	7,234.17	2.955	.004*
จำนวนอาจารย์และบุคลากร	72	962.67	1.344	.184
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน	72	33.15	.822	.414

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยจำนวนอาจารย์และบุคลากรและปัจจัยค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน มีค่า  $p\text{-value} > 0.05$  สามารถสรุปได้ว่า จำนวนอาจารย์และบุคลากร และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน ไม่ส่งผลต่อค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h) สำหรับปัจจัยจำนวนอาคาร จำนวนเครื่องปรับอากาศ จำนวนหลอดไฟฟ้า และจำนวนนักศึกษา ค่า  $p\text{-value} < 0.05$  สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยจำนวนอาคาร จำนวนเครื่องปรับอากาศ จำนวนหลอดไฟฟ้า และจำนวนนักศึกษา ส่งผลต่อค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h)

ดังนั้นในการประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จึงต้องใช้ปัจจัยทั้งหมด 4 ปัจจัย ประกอบด้วย 1. ปัจจัยจำนวนอาคาร 2. ปัจจัยจำนวนเครื่องปรับอากาศ 3. ปัจจัยจำนวนหลอดไฟฟ้า และ 4. ปัจจัยจำนวนนักศึกษา กำหนดเป็นข้อมูลนโยบายการบริหารจัดการร่วมในการพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์เพื่อให้สามารถนำไปใช้วางแผนนโยบายการอนุรักษ์พลังงานได้ต่อไป

## 2. การประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

จากการรวบรวมข้อมูลทางสถิติของงานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่เป็นมหาวิทยาลัยขนาดกลางอยู่ในภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์มีความเหมาะสมสำหรับการนำเสนอแนวคิดในการจัดการบริหารพลังงานเนื่องจาก นโยบายของมหาวิทยาลัยมีการสนับสนุนแนวคิดการอนุรักษ์พลังงาน และมีพลังงานทดแทนจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Rooftop) ขนาด 550 kWp ดังนั้นมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์จึงมีความเหมาะสมต่อการศึกษาการออกแบบนโยบายสำหรับการประหยัดพลังงาน ในการรวบรวมข้อมูลทางสถิติสามารถอธิบายได้ดังตารางต่อไปนี้

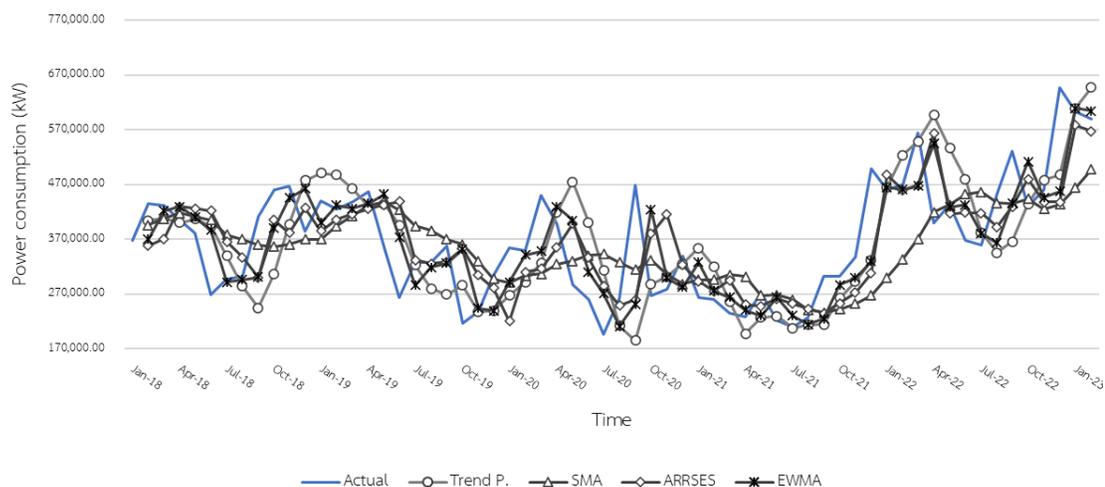
#### ตารางที่ 4.4 ข้อมูลทางสถิติของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ (2566)

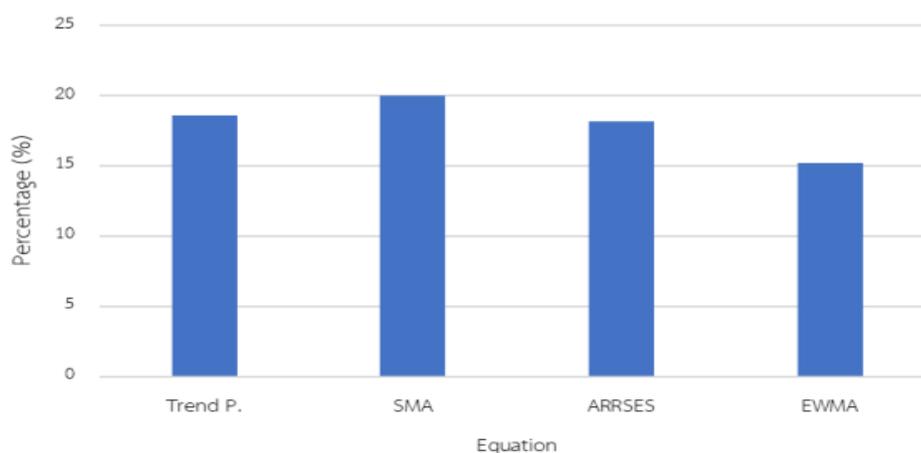
รายการ/พ.ศ.	2561	2562	2563	2564	2565	2566
จำนวนอาคาร	154	155	156	163	168	168
พื้นที่ใช้สอยอาคาร (ม.²)	98,231	105,743	106,425	111,200	114,612	114,612
จำนวนเครื่องปรับอากาศ	827	827	842	1,487	1,643	2,026
จำนวนหลอดไฟฟ้า	15,084	16,238	16,342	17,076	17,599	17,599
จำนวนนักศึกษา	9,056	8,094	7,161	7,219	6,151	5,724
จำนวนอาจารย์ และบุคลากร	961	979	961	976	955	944
การใช้พลังงาน (kW/h)	5,618,347	5,377,290	4,590,004	4,293,629	4,981,182	6,719,636

จากตารางที่ 4.4 แสดงถึงข้อมูลสถิติย้อนหลังตั้งแต่ พ.ศ. 2561 – 2566 จากข้อมูลพบว่าจำนวนอาคารที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 9 และพื้นที่ใช้สอยเพิ่มขึ้นร้อยละ 17 ส่งผลให้มีจำนวนเครื่องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้นถึงร้อยละ 145 และการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 แต่ในขณะเดียวกันกับพบว่าจำนวนนักศึกษาลดลงถึงร้อยละ 37 จากข้อมูลสถิติย้อนหลังดังกล่าวจึงสรุปได้ว่ามีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นตามขนาดพื้นที่ของมหาวิทยาลัย และผู้ใช้มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นอย่างก้าวกระโดด

การทดสอบสมการคณิตศาสตร์จะใช้ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้ามาทดสอบหาความเที่ยงตรงของสมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend Projection) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple moving average method, SMA) สมการเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้นแบบปรับค่า (Adaptive-response-rate single exponential smoothing, ARRSSES) และ สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential weighted moving average, EWMA) ว่ามีความเหมาะสมต่อข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าหรือไม่ เนื่องจากแต่ละสมการมีข้อดีข้อเสีย และจะเหมาะสมต่อลักษณะของการเคลื่อนที่ของชุดข้อมูลที่แตกต่างกัน ในการทดสอบนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้ายรายเดือนเพื่อทดสอบสมการทั้งหมดผลการทดสอบสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.1-4.2 ดังนี้



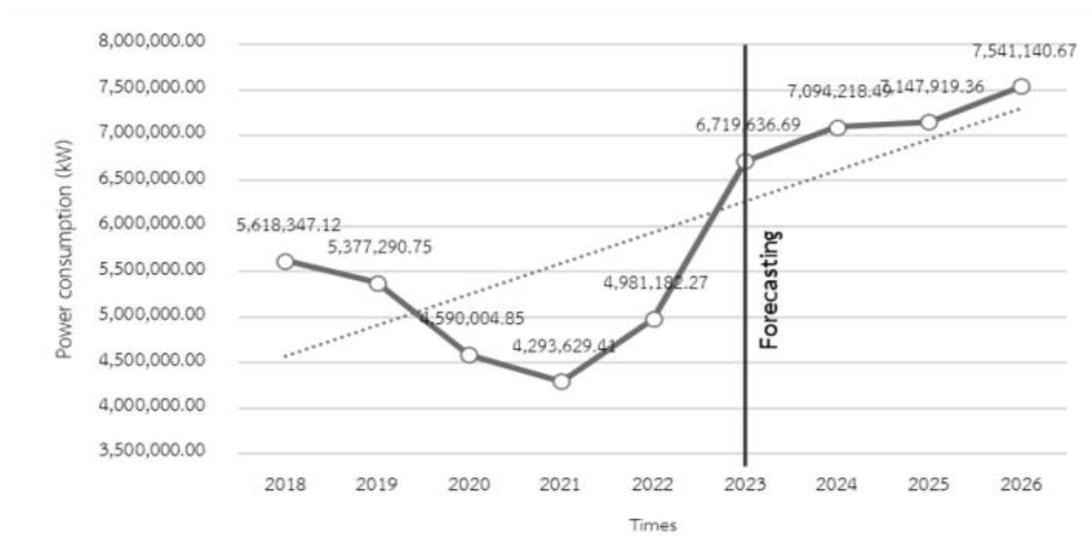
ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบสมการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือน



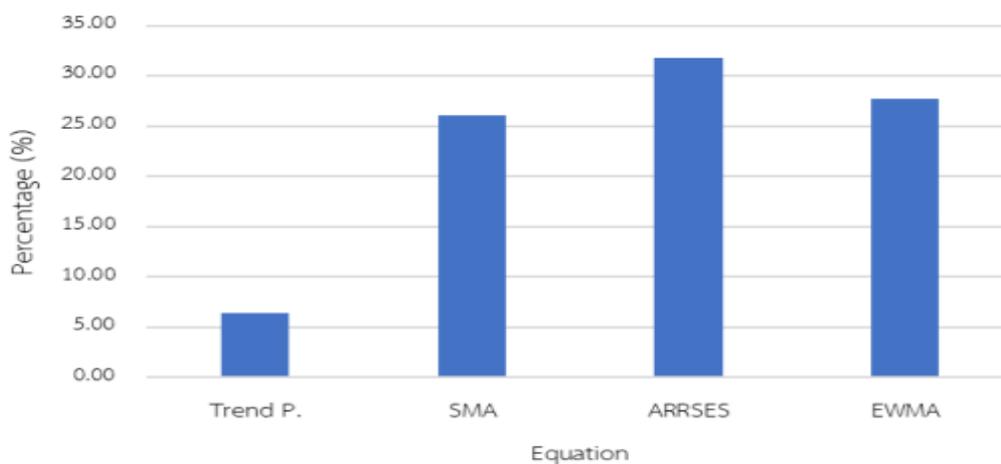
ภาพที่ 4.2 ผลความผิดพลาดโดยรวมของสมการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือน

จากภาพที่ 4.1-4.2 เป็นการแสดงผลการทดสอบสมการโดยใช้ข้อมูลรายเดือนเป็นเวลา 72 เดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561-2566 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA) มีความผิดพลาดน้อยที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 15.2 รองลงมาเป็นสมการเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้นแบบปรับค่า (ARRSES) มีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.15 สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) ความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.59 และ สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) ผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 19.98 จากข้อมูลจะแสดงให้เห็นว่าสมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA)

นั้นมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลที่มีการขึ้นลงฉับพลันอย่างการใช้ไฟฟ้ารายเดือนมากกว่าสมการอื่นจึงทำให้มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด แต่ทั้งนี้หากนำข้อมูลเฉลี่ยรายปีที่มีการเคลื่อนที่ของข้อมูลที่น้อยกว่าแบบรายเดือนมาประยุกต์ใช้กับสมการทั้งหมดจะพบว่าสมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) จะมีความผิดพลาดน้อยที่สุดดีกว่าสมการ EWMA, ARSES และ SMA ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.3 ผลการทดสอบสมการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายปี



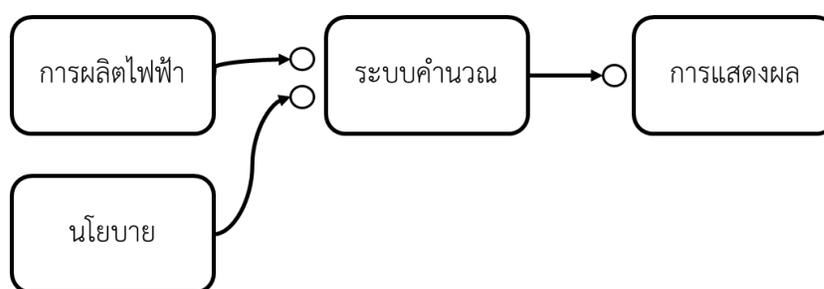
ภาพที่ 4.4 ผลความผิดพลาดโดยรวมของสมการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายปี

จากภาพที่ 4.3 เป็นผลการนำข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายปีมาทดสอบ โดยลักษณะของชุดข้อมูล จะเป็นข้อมูลเชิงเส้น และมีการตกลงในช่วง Parabola แบบหงายในปี พ.ศ. 2562 - 2565 (ค.ศ. 2019 - 2022) เนื่องจากสถานการณ์ไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัย ลดน้อยลง และได้มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น พ.ศ. 2566 ส่งผลให้เมื่อนำข้อมูลมาใช้กับสมการการคาดคะเน แนวโน้ม (Trend P.) ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นอย่างก้าวกระโดด ทำให้เกิดความชันของเส้นตรง ส่งผลให้การพยากรณ์คิดว่าในปี พ.ศ. 2567- 2569 คาดว่าจะมีการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5.57, ร้อยละ 6.37 และ ร้อยละ 12.23 ตามลำดับ ถ้าไม่มีนโยบายการใช้พลังงานทดแทนหรือนโยบายด้านการจัดการพลังงาน จะส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2569 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์จะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 7,541,140 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kW/h) จากเดิม 6,719,636 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kW/h) หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย 36,876,174 บาทต่อปี โดยคิดคำนวณจากอัตราค่าไฟ 4.89 บาทต่อหน่วย โดยคิดคำนวณจากค่าไฟฟ้าเฉลี่ยรวมจากภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) รวมกับค่าปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (Ft) จากปี พ.ศ. 2561-2566 นอกจากนี้ในการทดสอบยังใช้ชุดข้อมูล พ.ศ. 2561-2565 เพื่อทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงโดยนำผลที่ได้จากสมการทั้ง 4 มาเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบัน (พ.ศ. 2566) จากผลการทดสอบดังภาพ 4.4 จากภาพการเคลื่อนที่ของชุดข้อมูลจะมีความเป็นเส้นตรงส่งผลให้สมการการคาดคะเนแนวโน้มมีความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งมีความผิดพลาดเฉลี่ยเพียง ร้อยละ 6.4 ต่างจากสมการอื่นๆ ที่มีความผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 25 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสมการที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าควรใช้สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) ร่วมกับข้อมูลรายปีเนื่องจากมีความซับซ้อนของข้อมูลที่น้อยกว่าส่งผลให้มีผลความแม่นยำที่สูงขึ้น ดังนั้น สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) จึงมีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปการพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์โดยใช้ฐานข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายปี

### 3. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า ในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

#### 3.1 การพัฒนาโปรแกรม University Power Management System หรือ UPMS

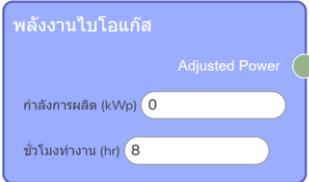
โปรแกรม UPMS เป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการพลังงานภายในสถานการศึกษาหรือมหาวิทยาลัย เพื่อตอบสนองต่อความต้องการด้านการจัดการพลังงาน ให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการออกแบบนโยบายเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Real-Time และยังสามารถประเมินผลการใช้งานพลังงานภายในมหาวิทยาลัย ด้วยการใช้เทคโนโลยีในการช่วยเหลือการตัดสินใจและการวางแผน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบ UPMS นี้ได้รวมเอาเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถมีส่วนร่วมในการออกแบบนโยบายและเห็นผลลัพธ์ของการดำเนินงานผ่านรูปแบบของ Flow Editor ดังภาพที่ 4.5



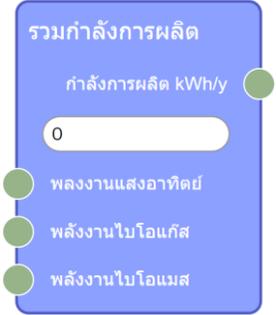
ภาพที่ 4.5 หลักการทำงานของระบบ Flow editor

จากภาพที่ 4.5 เป็นรูปแบบ Flow Editor สำหรับการออกแบบนโยบาย ผู้ใช้จะต้องนำเส้นการเชื่อมต่อโยงเข้าจุดรับส่งข้อมูลให้ถูกต้อง หลักการทำงานของระบบต้องการให้ผู้ใช้กำหนดแหล่งผลิตพลังงานทดแทน และนโยบาย พร้อมกับโยงเส้นเชื่อมต่อเข้ากับระบบคำนวณ หลักการทำงานดังกล่าวจะเป็นการสื่อสารให้ผู้ใช้เข้าใจแนวคิดของการออกแบบนโยบายพลังงาน เนื่องจากจุดรับเข้าและส่งออกจะถูกกำหนดอย่างชัดเจน ผู้ใช้จะได้เรียนรู้แนวคิดจากการเชื่อมโยงแผนภาพที่ถูกต้อง หากผู้ใช้ข้อมูลได้ถูกต้องตามเงื่อนไขทุกขั้นตอนระบบจะทำการรวบรวมข้อมูลอัตโนมัติ แต่ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถใส่ความคิดที่หลากหลายเพื่อเป้าหมายการลดการใช้พลังงาน ซึ่งแต่ละเครื่องมือที่นั่นจะมีกฎการส่งออกและรับเข้าแตกต่างกันโดยรายละเอียดแผนภาพสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม UPMS

แผนภาพ	ชื่อแผนภาพ	การรับเข้า/ส่งออก	รายละเอียด
	<p>กำหนดค่าข้อมูล การผลิตไฟฟ้า จากพลังงาน แสงอาทิตย์</p>	<p><u>การตั้งค่า</u></p> <p>- กำลังการผลิต (kWp)</p> <p>- ชั่วโมงทำงาน (hr)</p> <p><u>การส่งออก</u></p> <p>- กำลังการผลิต kWh/y</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>การกำหนดค่ากำลังการผลิตไฟฟ้าของพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้ใช้ จะต้อง กำหนดกำลังการผลิตไฟฟ้า และ ชั่วโมงทำงานของระบบผลิตไฟฟ้า</p>
	<p>กำหนดค่าข้อมูล กำลังผลิตไฟฟ้า จากพลังงาน ไบโอแก๊ส</p>	<p><u>การตั้งค่า</u></p> <p>- กำลังการผลิต (kWp)</p> <p>- ชั่วโมงทำงาน (hr)</p> <p><u>การส่งออก</u></p> <p>- กำลังการผลิต kWh/y</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>การกำหนดค่ากำลังการผลิตไฟฟ้าของพลังงานไบโอแก๊ส โดยผู้ใช้ จะต้อง กำหนดกำลังการผลิตไฟฟ้า และ ชั่วโมงทำงานของระบบผลิตไฟฟ้า</p>
	<p>กำหนดค่าข้อมูล กำลังผลิตไฟฟ้า จากพลังงาน ไบโอแก๊ส</p>	<p><u>การตั้งค่า</u></p> <p>- กำลังการผลิต (kWp)</p> <p>- ชั่วโมงทำงาน (hr)</p> <p><u>การส่งออก</u></p> <p>- กำลังการผลิต (kWh/y)</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>การกำหนดค่ากำลังการผลิตไฟฟ้าของพลังงานไบโอแก๊ส โดยผู้ใช้ จะต้อง กำหนดกำลังการผลิตไฟฟ้า</p>

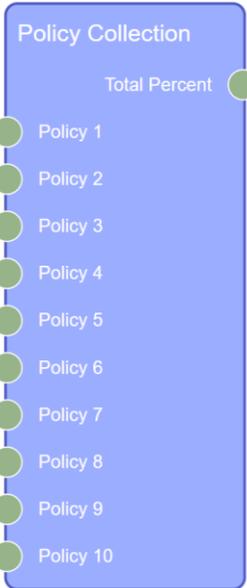
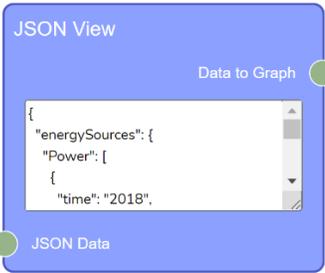
ตารางที่ 4.5 หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม UPMS (ต่อ)

แผนภาพ	ชื่อแผนภาพ	การรับเข้า/ส่งออก	รายละเอียด
	<p><u>รวมกำลัง</u></p> <p>การผลิตไฟฟ้า</p> <p>พลังงานทดแทน</p>	<p><u>การรับเข้า</u></p> <p>- การผลิตไฟฟ้า</p> <p>พลังงานแสงอาทิตย์</p> <p>- การผลิตไฟฟ้า</p> <p>พลังงานไบโอแก๊ส</p> <p>- การผลิตไฟฟ้า</p> <p>พลังงานไบโอแมส</p> <p><u>การส่งออก</u></p> <p>- กำลังการผลิต</p> <p>โดยรวม (kWh/y)</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>การรวบรวมการผลิต</p> <p>ไฟฟ้าจากแหล่งผลิต</p> <p>พลังงานทดแทน เพื่อ</p> <p>นำข้อมูลการผลิต</p> <p>ไฟฟ้าส่งต่อไปให้การ</p> <p>คำนวณพยากรณ์</p> <p>พลังงานไฟฟ้า</p> <p>ร่วมกับนโยบายด้าน</p> <p>พลังงาน</p>
	<p><u>รวมพลังงาน</u></p> <p>ไฟฟ้าจาก</p> <p>แสงอาทิตย์</p>	<p><u>การรับเข้า</u></p> <p>- รับเข้ากำลังการผลิตไฟฟ้าจาก</p> <p>แสงอาทิตย์</p> <p><u>การส่งออก</u></p> <p>- รวมกำลังผลิต</p> <p>ไฟฟ้าจากพลังงาน</p> <p>แสงอาทิตย์</p> <p>(kWh/y)</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>การรวบรวมแหล่ง</p> <p>ผลิตพลังงานไฟฟ้า</p> <p>จากแสงอาทิตย์เพื่อ</p> <p>รองรับการทำงาน</p> <p>ที่หลากหลาย เพื่อให้</p> <p>โปรแกรมสามารถ</p> <p>จำลองการผลิตไฟฟ้า</p> <p>จากหลายแหล่งผลิต</p>
	<p><u>ข้อมูลสถิติ</u></p>	<p><u>การส่งออก</u></p> <p>- ข้อมูลสถิติการใช้</p> <p>ไฟฟ้าจากฐานข้อมูล</p> <p>(kWh/y)</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>ดึงข้อมูลทางสถิติ</p> <p>การใช้ไฟฟ้าจาก</p> <p>ฐานข้อมูลเพื่อส่งต่อ</p> <p>ข้อมูลไปยังแผนภาพ</p> <p>พยากรณ์ การใช้</p> <p>ไฟฟ้า</p>

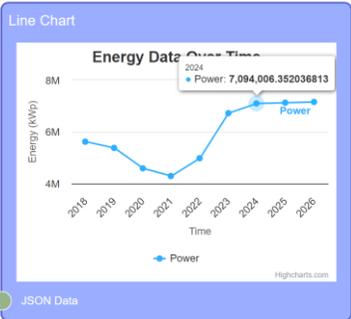
ตารางที่ 4.5 หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม UPMS (ต่อ)

แผนภาพ	ชื่อแผนภาพ	การรับเข้า/ส่งออก	รายละเอียด
	<u>Energy Adjustment</u>	<u>การรับเข้า</u> - กำลังการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งผลิตพลังงานทดแทน - นโยบายการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า - สถิติการใช้ไฟฟ้า <u>การส่งออก</u> - ผลรวมพลังงานไฟฟ้า (kWh/y)	<u>แผนภาพสำหรับ</u> รวบรวมชุดข้อมูลที่แตกต่างกันคือ กำลังการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งผลิตพลังงานทดแทน นโยบาย และสถิติการใช้ไฟฟ้า เพื่อใช้สำหรับการส่งออกข้อมูลยังแผนภาพพยากรณ์ การใช้ไฟฟ้าในอนาคต
	<u>นโยบายพลังงาน</u>	<u>ตั้งค่าข้อมูล</u> - ชื่อนโยบาย - คำอธิบายนโยบาย - เป้าหมายนโยบาย <u>ส่งออก</u> - เปอร์เซ็นเป้าหมาย	<u>แผนภาพสำหรับ</u> การกำหนดนโยบายและเป้าหมายของมหาวิทยาลัย เพื่อส่งออกเป้าหมายที่ต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

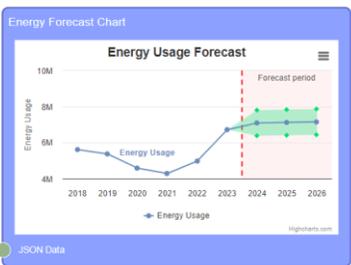
ตารางที่ 4.5 หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม UPMS (ต่อ)

แผนภาพ	ชื่อแผนภาพ	การรับเข้า/ส่งออก	รายละเอียด
	<u>รวมนโยบาย</u>	<u>การรับเข้า</u> - ข้อมูลนโยบายของมหาวิทยาลัย <u>ส่งออก</u> -นโยบายพลังงานของมหาวิทยาลัยที่ถูกรวบรวมแล้ว	<u>แผนภาพรวบรวม</u> นโยบายของมหาวิทยาลัยเพื่อรองรับการออกแบบนโยบายที่มีความหลากหลายของมหาวิทยาลัย
	<u>ฟังก์ชันพยากรณ์</u>	<u>การรับเข้า</u> - ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี <u>ส่งออก</u> - ข้อมูลการพยากรณ์	<u>แผนภาพสำหรับ</u> การใช้พยากรณ์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่จะส่งออกผลลัพธ์ข้อมูลการพยากรณ์
	<u>JSON View</u>	<u>การรับเข้า</u> - สถิติข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อน Debug <u>ส่งออก</u> - สถิติข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า	<u>แผนภาพสำหรับ</u> การ Debug ข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลในรูปแบบ JSON ได้

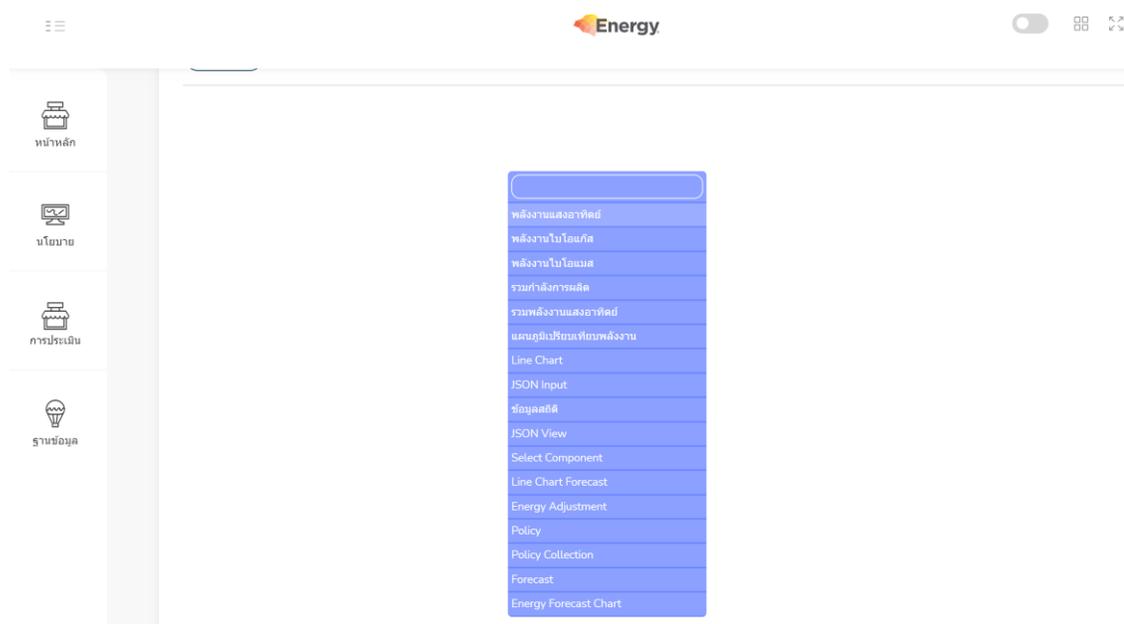
ตารางที่ 4.5 หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม UPMS (ต่อ)

แผนภาพ	ชื่อแผนภาพ	การรับเข้า/ส่งออก	รายละเอียด
 <p>แผนภูมิเปรียบเทียบพลังงาน</p> <p>แผนภูมิการผลิตพลังงาน</p> <p>พลังงานแสงอาทิตย์ (kWp) พลังงานไบโogas (kWp) พลังงานไบโอมethane (kWp)</p>	<p>แผนภูมิเปรียบเทียบพลังงานทดแทน</p>	<p><u>การรับเข้า</u></p> <p>- ข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์</p> <p>- ข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานไบโogas</p> <p>- ข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานไบโอมethane</p> <p><u>การแสดงผล</u></p> <p>กราฟข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทน</p>	<p><u>แผนภูมิสำหรับ</u></p> <p>แสดงผลข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนที่แตกต่างกัน</p>
 <p>Line Chart</p> <p>Energy Data Over Time</p> <p>2024 Power: 7,094,006.352036813</p> <p>JSON Data</p>	<p><u>แผนภูมิแบบเส้น</u></p>	<p><u>การรับเข้า</u></p> <p>- สถิติข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายปี</p> <p><u>การแสดงผล</u></p> <p>กราฟข้อมูลทางสถิติการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้า</p>	<p><u>แผนภูมิสำหรับ</u></p> <p>แสดงผลข้อมูลทางสถิติการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบแผนภูมิแบบเส้น</p>

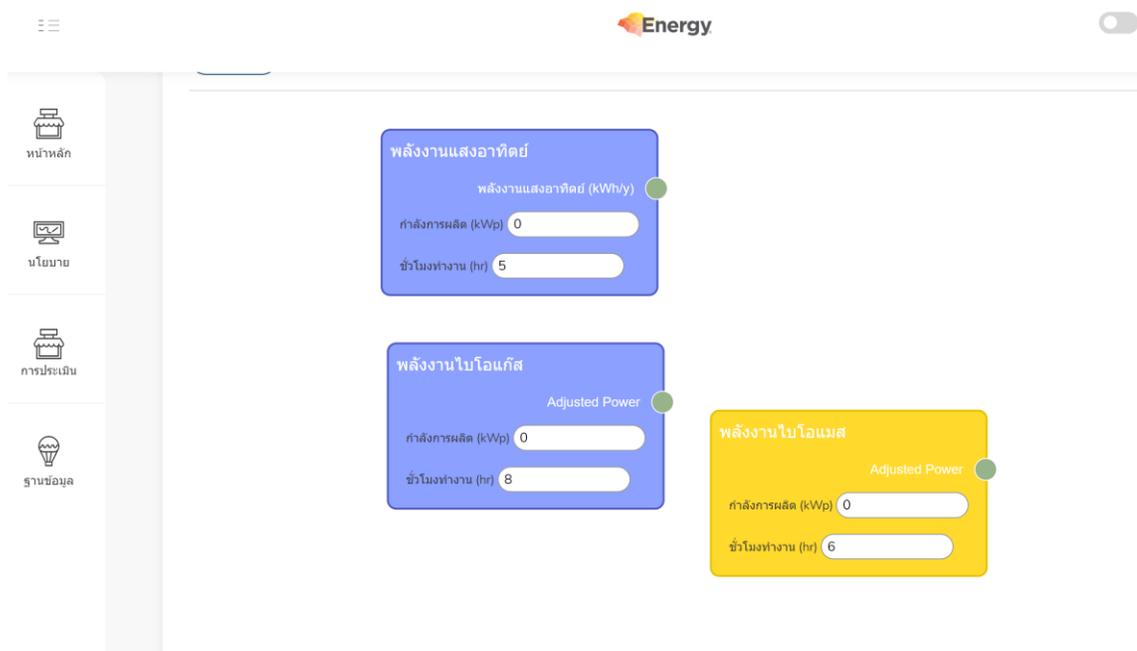
ตารางที่ 4.5 หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม UPMS (ต่อ)

แผนภาพ	ชื่อแผนภาพ	การรับเข้า/ส่งออก	รายละเอียด
	<p>แผนภูมิ</p> <p>การพยากรณ์</p> <p>พลังงานไฟฟ้า</p>	<p>การรับเข้า</p> <p>- สถิติข้อมูลการใช้</p> <p>พลังงานไฟฟ้ารายปี</p> <p>การแสดงผล</p> <p>กราฟข้อมูลทางสถิติ</p> <p>การพยากรณ์</p> <p>พลังงานไฟฟ้า</p>	<p>แผนภาพสำหรับ</p> <p>แสดงผลข้อมูลสถิติ</p> <p>สำหรับข้อมูลการ</p> <p>พยากรณ์พลังงาน</p> <p>ไฟฟ้า</p>

จากตารางที่ 4.5 เป็นการแสดงรายละเอียดแผนภาพสำหรับ Flow editor ในการออกแบบนโยบายพลังงานไฟฟ้า โดยการออกแบบจะอาศัยแผนภาพทั้งหมดมาเรียงต่อกัน โดยเริ่มจากการสร้างการตั้งค่าการผลิตพลังงาน โดยจะใช้พลังงานทดแทนทั้งหมด 3 ชนิด การต่อใช้งานสามารถทำได้ดังนี้

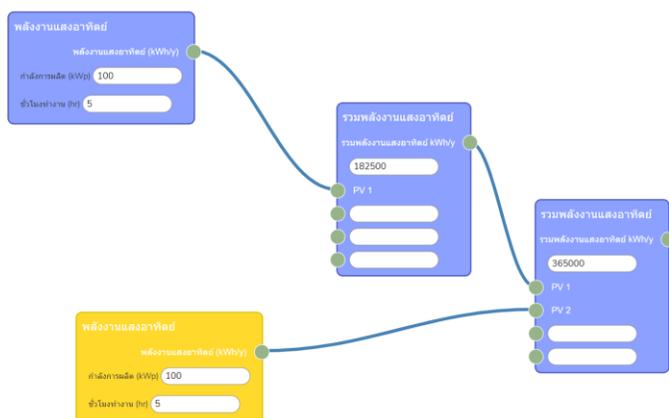


ภาพที่ 4.6 เมนูการเลือกแผนภาพ



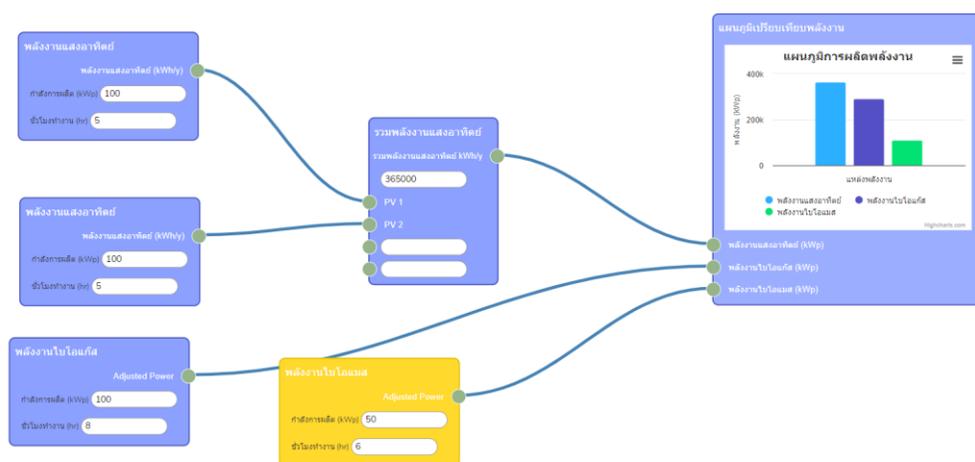
ภาพที่ 4.7 แผนภาพเลือกการผลิตพลังงานทดแทน

จากภาพที่ 4.6 เมื่อเปิดโปรแกรม UPMS จะแสดงหน้าต่างว่างเปล่าผู้ใช้จะต้องคลิกขวาที่หน้าต่างโปรแกรมระบบจะแสดงเมนูดังภาพ ผู้ใช้เลือกแหล่งพลังงานทดแทนที่ต้องการ ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานไบโอแก๊ส พลังงานไบโอแมส เมื่อผู้ใช้เลือกแหล่งพลังงานทดแทนแล้วระบบจะแสดงแผนภาพตามที่เลือกดังภาพที่ 4.7 จากภาพดังกล่าวผู้ใช้กำหนดกำลังการผลิตไฟฟ้ามีหน่วยเป็นกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุด (kWp) และเลือกชั่วโมงการทำงานเพื่อปรับกำลังไฟฟ้าตามประสิทธิภาพให้เหมาะสม และในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่หลากหลาย ผู้ใช้สามารถเลือกรวมพลังงานแสงอาทิตย์ดังภาพที่ 4.8



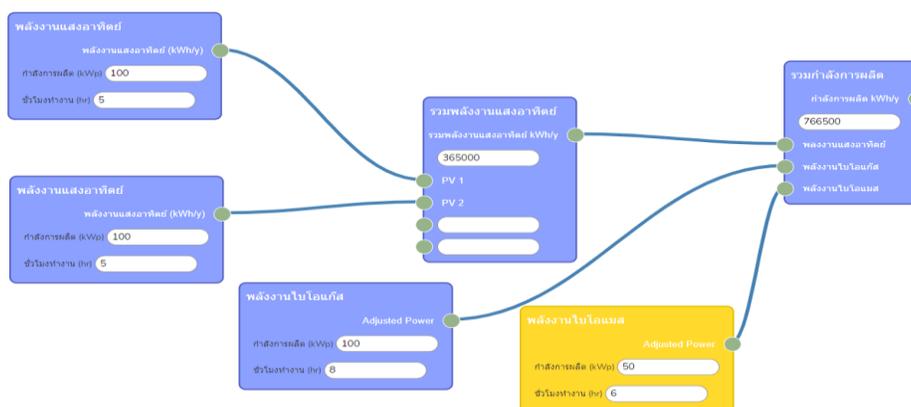
ภาพที่ 4.8 แผนภาพการรวมพลังงานแสงอาทิตย์

จากภาพที่ 4.9 แสดงแผนภาพการรวมพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่ผู้ใช้ออกแบบมาในกรณีการคำนวณเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานทดแทนให้มีความหลากหลาย เปรียบเสมือนว่าหากมีการเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าแบบย่อย (Microgrid) ผู้ใช้สามารถเพิ่มแหล่งผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานทดแทนอื่นได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ผู้ใช้อย่างยังสามารถสร้างแผนภาพสำหรับดูหรือเปรียบเทียบอัตราส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าผ่านแผนภูมิกราฟเปรียบเทียบพลังงานดังภาพที่ 4.9



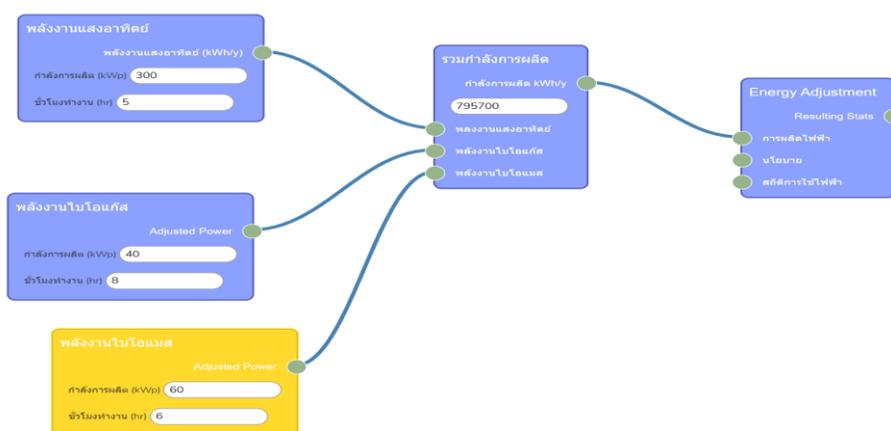
ภาพที่ 4.9 แผนภูมิเปรียบเทียบพลังงานทดแทนที่ออกแบบไว้

จากภาพที่ 4.10 เป็นแผนภูมิสำหรับเปรียบเทียบอัตราส่วนพลังงานทดแทน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมกับอาคารของมหาวิทยาลัย เมื่อผู้ใช้ได้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่เหมาะสมแล้ว ผู้ใช้รวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าเป็นแหล่งเดียวโดยใช้เครื่องมือดังกล่าว



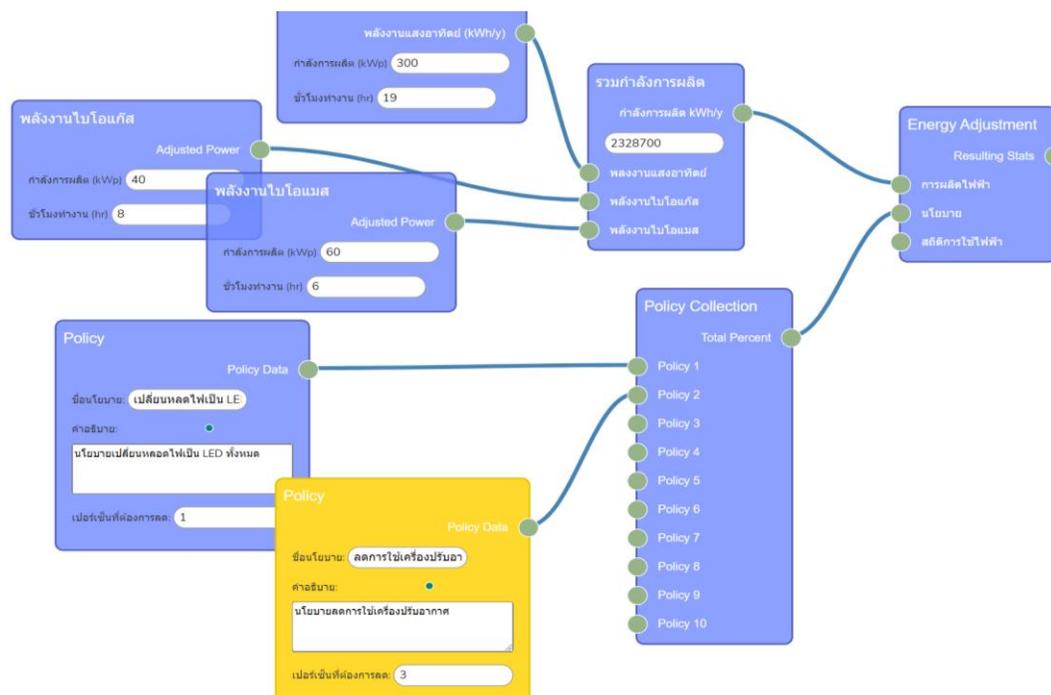
ภาพที่ 4.10 แผนภาพรวมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่ได้ออกแบบ

จากภาพที่ 4.11 แสดงการรวมพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทน ระบบจะคำนวณเป็นการผลิตไฟฟ้ารวมและสามารถส่งออกกำลังการผลิตไฟฟ้าไปยังแผนภาพ Energy Adjustment เพื่อนำการผลิตไฟฟ้าไปคำนวณต่อ โดย Energy Adjustment ต้องมีการรับเงื่อนไขอื่นๆ เพิ่มเติมดังภาพ



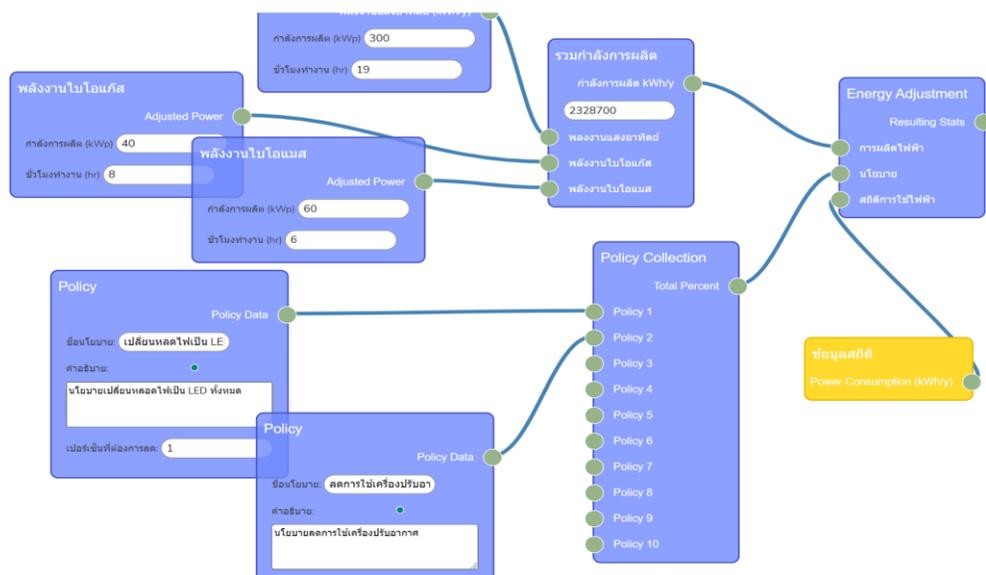
ภาพที่ 4.11 การรวมพลังงานไฟฟ้าเชื่อมโยง Energy Adjustment

จากภาพที่ 4.12 แสดงการเชื่อมต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้ากับ Energy Adjustment โดยแผนภาพดังกล่าวต้องการข้อมูลนโยบายของมหาวิทยาลัยด้านการลดพลังงานไฟฟ้าและสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้คำนวณระบบโดยรวม ผู้ใช้สามารถสร้างแผนภาพนโยบายดังภาพที่ 4.12



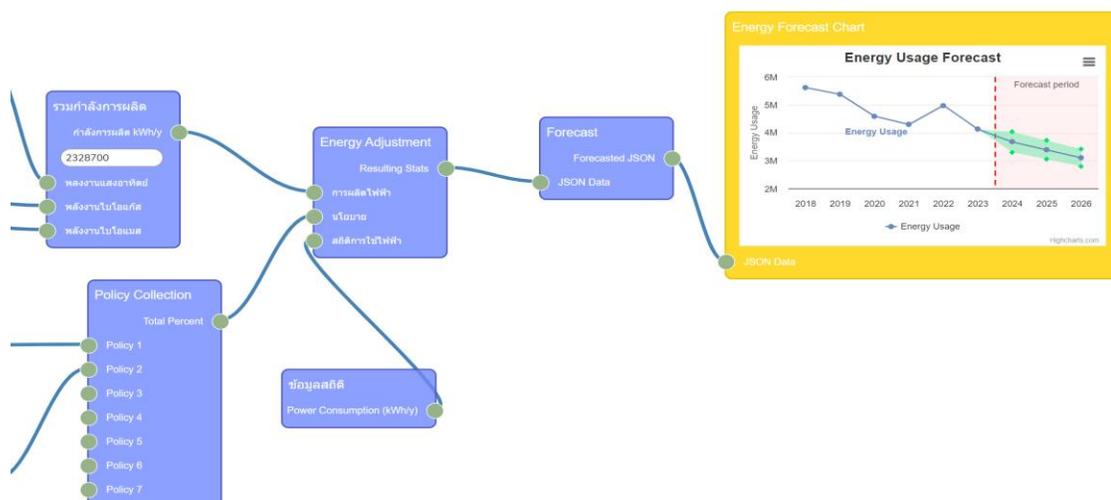
ภาพที่ 4.12 การกำหนดนโยบาย

จากภาพที่ 4.13 แสดงแผนภาพการสร้างนโยบายโดยผู้ใช้งานสามารถสร้างแผนภาพนโยบายของมหาวิทยาลัยและกำหนดชื่อนโยบาย รายละเอียด และเป้าหมายที่ต้องการลดการใช้ไฟฟ้า (มีหน่วยเป็นร้อยละ) เมื่อกำหนดข้อมูลครบถ้วนแล้ว ผู้ใช้ต้องใช้ในการรวมนโยบายเพื่อรวบรวมนโยบายของมหาวิทยาลัยที่ผู้สร้างและเชื่อมโยงข้อมูลไปยังแผนภาพ Energy Adjustment เพื่อคำนวณข้อมูล ผู้ใช้สามารถใส่ข้อมูลทางสถิติการใช้ไฟฟ้าโดยใช้สามารถเลือกผ่านแผนภาพข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้างภาพที่ 4.13



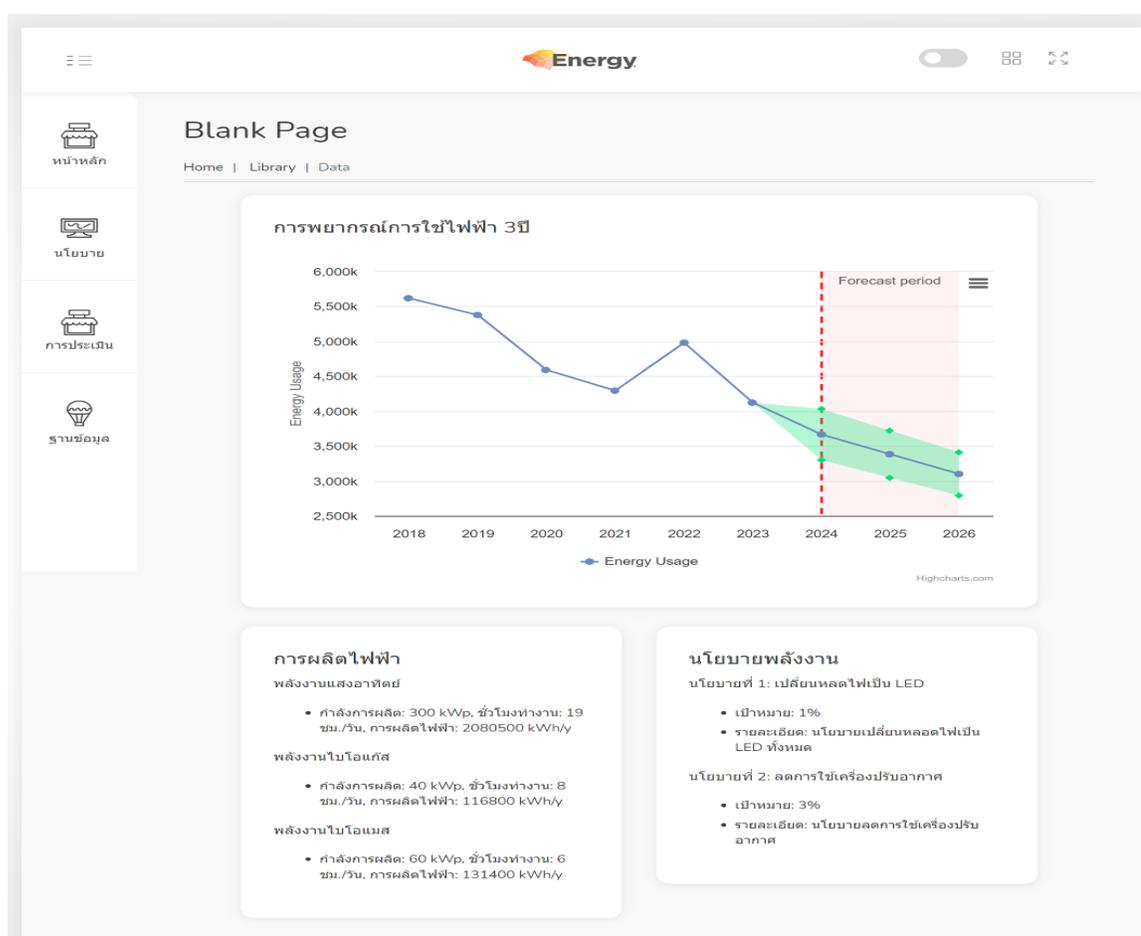
ภาพที่ 4.13 การเพิ่มข้อมูลทางสถิติการใช้ไฟฟ้า

จากภาพที่ 4.13 แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลทางสถิติการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้ระบบ Energy Adjustment สามารถรวบรวมข้อมูลรับเข้าได้ถูกต้องตามเงื่อนไข เมื่อผู้ใช้เลือกข้อมูลรับเข้าได้ครบถ้วน จะสามารถนำผลไปพยากรณ์ผ่านแผนภาพพยากรณ์ไฟฟ้าและแสดงผลการพยากรณ์ไฟฟ้าดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 การพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าและการแสดงผลกราฟพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าของระบบ UPMS

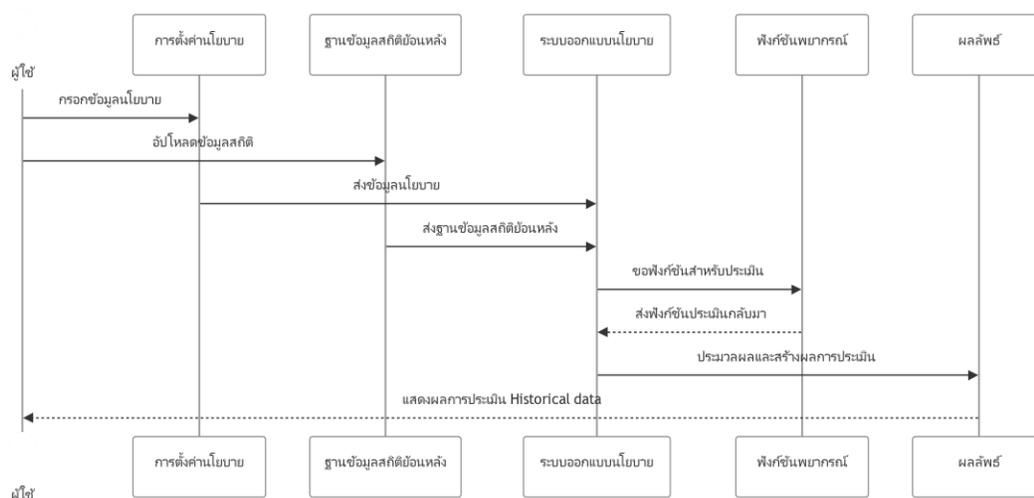
จากภาพที่ 4.14 แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลทางสถิติการใช้ไฟฟ้ากับแผนภาพการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าและแสดงผลข้อมูลพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าผ่านแผนภูมิแบบเส้นของระบบ UPMS ผู้ใช้สามารถปรับข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและนโยบายของมหาวิทยาลัยให้เหมาะสม ระบบ UPMS จะคำนวณและแสดงผลการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติตามที่ผู้ใช้กำหนด หากได้ข้อมูลที่ต้องการแล้วสามารถเลือกการบันทึกผลและสามารถดูข้อมูลการสรุปผลผ่านเมนูสรุปผลข้อมูลดังกล่าวสามารถแสดงผลดังภาพที่ 4.15 ดังนี้



ภาพที่ 4.15 หน้าต่างแสดงผลการสรุปผลระบบ UPMS

จากภาพที่ 4.15 แสดงหน้าต่างแสดงการสรุปผลระบบ UPMS เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผน การกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ และเป็นแนวทางในการ ดำเนินงานในด้านการจัดการพลังงานตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวได้ในอนาคต

ผลการดำเนินงานพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ พบว่าระบบใช้ภาษา PHP HTML Java-script ทำงานร่วมกัน โดยระบบ จะใช้ภาษา PHP เป็นตัวประเมินข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ Codeigniter 4 เป็น Framework ช่วยจัดการฟังก์ชันสำหรับผู้ใช้ และอื่นๆ และเชื่อมต่อข้อมูลที่ประมวลผลได้ส่งต่อให้ Java-script ประมวลผลในการพยากรณ์และส่งข้อมูลกลับไปยังผู้ประเมิน หลักการทำงานดังกล่าวจะ สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.16

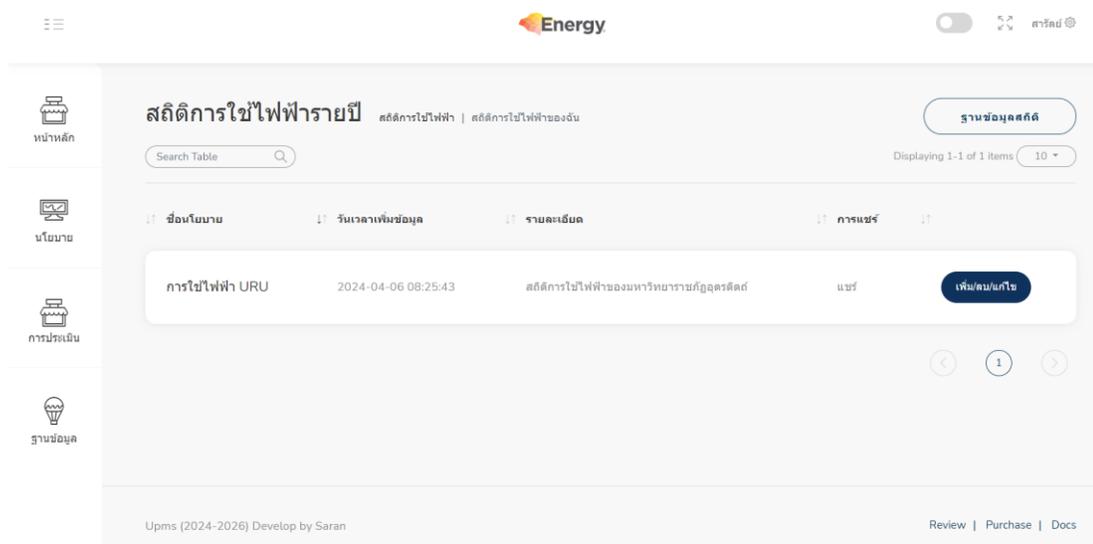


ภาพที่ 4.16 หลักการทำงานของระบบนโยบาย

ภาพที่ 4.16 แสดง Sequence Diagram หลักการทำงานของระบบนโยบาย โดยเริ่มจากผู้ใช้ นำเข้าข้อมูลสองส่วนคือ ข้อมูลทางสถิติไฟฟ้าไปยังระบบฐานข้อมูลสถิติ และการกำหนดนโยบายไปยัง การตั้งค่านโยบาย เมื่อผู้ใช้นำเข้าข้อมูลทั้งสองส่วนเข้าระบบ ระบบจะนำข้อมูลที่ได้นำส่งไปยังฟังก์ชัน พยากรณ์ และผลการประเมินจะส่งกลับมายังระบบอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ใช้พิจารณาเมื่อผู้ใช้พอใจกับการ รายงานผลแล้วกดบันทึก ระบบจะนำข้อมูลที่ได้นำส่งไปยังฟังก์ชันแสดงผล และบันทึกผลอัตโนมัติ

### 3.1.1 ผลการส่งออกข้อมูลสถิติย้อนหลัง

ในระบบการสร้างสถิติย้อนหลังจะมีฟังก์ชันสร้างสถิติเพื่อให้ระบบพยากรณ์สามารถนำข้อมูลปัจจุบันไปประมวลผลได้อัตโนมัติ ซึ่งผู้ใช้สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลสถิติได้ในฟังก์ชันฐานข้อมูลซึ่งจะมีหน้าตาต่างดังภาพที่ 4.17 และ 4.18



ภาพที่ 4.17 หน้าตาฐานข้อมูลสถิติย้อนหลัง

ข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้า สถิติไฟฟ้า | สถิติการใช้ไฟฟ้าของอิน

\*หมายเหตุ คุณจะสามารถ แก้ไข หรือ ลบ ข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้า **คุณจะสามารถแก้ไขข้อมูลคุณ** เพื่อเป็นประโยชน์ของการแสดงผล

ฟังก์ชันเพิ่มข้อมูล

Show 50 entries

Search:

ID	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	จัดการ
2561	5618347	<a href="#">แก้ไข</a> <a href="#">ลบ</a>
2562	5377290	<a href="#">แก้ไข</a> <a href="#">ลบ</a>
2563	4590004	<a href="#">แก้ไข</a> <a href="#">ลบ</a>
2564	4293692	<a href="#">แก้ไข</a> <a href="#">ลบ</a>
2565	4981187	<a href="#">แก้ไข</a> <a href="#">ลบ</a>
2566	6719636	<a href="#">แก้ไข</a> <a href="#">ลบ</a>

Showing 1 to 7 of 7 entries

Previous 1 Next

Upms (2024-2026) Develop by Saran

Review | Purchase | Docs

#### ภาพที่ 4.18 หน้าต่าง เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้า

จากภาพที่ 4.17 ผู้ใช้สามารถเพิ่มข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยได้ และสามารถสร้างชุดข้อมูลทดสอบได้ไม่จำกัด เมื่อเพิ่มหัวข้อข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าแล้ว ผู้ใช้สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลทางสถิติได้ดังภาพที่ 4.18 ระบบจะนำข้อมูลที่ผู้ใช้นำเข้ามาทั้งหมดไปเพิ่มในฟังก์ชันพยากรณ์อัตโนมัติ ผลการดำเนินงานฟังก์ชันดังกล่าวสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.19

```

var editor:
var gbdata = <?php echo $flowdata?>;
Highcharts.setOptions({
  lang: {
    thousandsSep: ',',
  }
});

<script>
var numSocket = new Rete.Socket('Number value');
var PVSocket = new Rete.Socket('Number value');
var BiogasSocket = new Rete.Socket('Number value');
var BiomassSocket = new Rete.Socket('Number value');
var jsonSocket = new Rete.Socket('JSON data');

var gbdata = [{"name": "การใช้ไฟฟ้า URU", "power": [{"time": "2561", "value": 5618347}, {"time": "2562", "value": 5377290}, {"time": "2563", "value": 4590004}, {"time": "2564", "value": 4590004}], "type": "ไฟฟ้า"}];
Highcharts.setOptions({
  lang: {
    thousandsSep: ',',
  }
});

```

```

foreach ($staticResult as $staticRow) {
    $staticId = $staticRow['id'];
    $sqlStaticData = "SELECT * FROM `staticdata` WHERE `id_static` = ?";
    $queryStaticData = $db->query($sqlStaticData, [$staticId]);
    $staticDataResult = $queryStaticData->getResultArray();
    $queryStaticData->freeResult();

    $powerData = [];

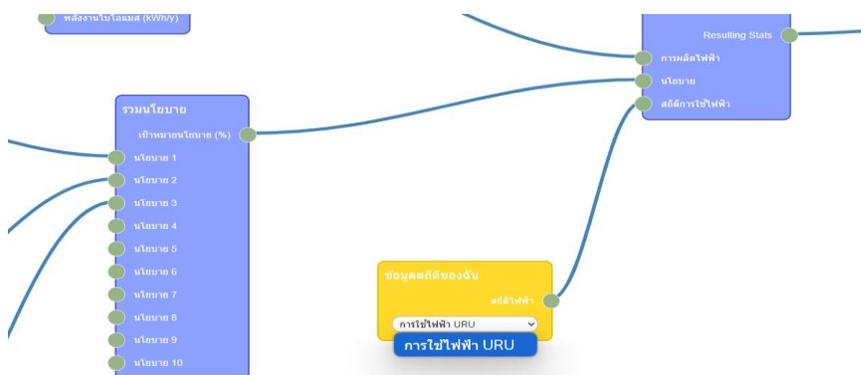
    foreach ($staticDataResult as $dataRow) {
        $powerData[] = [
            'time' => $dataRow['time_t'],
            'value' => floatval($dataRow['val'])
        ];
    }

    // เพิ่มข้อมูลเข้าไปใน array ผลลัพธ์
    $result[] = [
        'name' => $staticRow['name'],
        'power' => $powerData
    ];
}

// ส่งคืนข้อมูลเป็น array
return $result;

```

ภาพที่ 4.19 โปรแกรมส่วนของระบบนำเข้าข้อมูลทางสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า



ภาพที่ 4.20 หน้าต่างแสดงการเชื่อมต่อข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า  
ร่วมกับนโยบายที่ออกแบบและการผลิตพลังงานทดแทน

ภาพที่ 4.19 แสดงการใช้ภาษา PHP ติดต่อกับฐานข้อมูล และ นำข้อมูลใน Array ส่งต่อไปในรูปแบบ Json นำไปแสดงผลในภาษา Java-script ซึ่งจะได้ผลการดำเนินการดังภาพที่ 4.20 แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับนโยบายที่ออกแบบและการผลิตพลังงานทดแทนเพื่อใช้ในการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมตามความต้องการต่อไป

### 3.1.2 ผลการพัฒนาฟังก์ชันการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า

ฟังก์ชันการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าถูกพัฒนาโดยใช้ Java-script เป็นภาษาในการประมวลผล ในฟังก์ชันการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าได้นำสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้ศึกษามาออกแบบอัลกอริทึมแล้วเปลี่ยนเป็น Code เพื่อแปลงชุดข้อมูลทางสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าในฐานข้อมูลที่ได้เป็นคำตอบการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** อัลกอริทึมของฟังก์ชันการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า

ฟังก์ชัน	คำอธิบาย
<pre>function TrendP(yValues) {   const n = yValues.length;   let sumX = 0, sumY = 0, sumXY = 0,   sumX2 = 0;   for (let i = 0; i &lt; n; i++) {     sumX += i + 1;     sumY += yValues[i]; sumXY += (i + 1) *     yValues[i];     sumX2 += (i + 1) * (i + 1);   }   const slope = (n * sumXY - sumX * sumY) /   (n * sumX2 - sumX * sumX);   const intercept = (sumY - slope * sumX) / n;   return slope * (n + 1) + intercept; }</pre>	<p>ฟังก์ชัน TrendP เป็นการคำนวณสมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend Projection) ที่ใช้การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) เพื่อนำข้อมูลในอดีตจากอาร์เรย์ yValues มาคาดการณ์ค่าถัดไป ฟังก์ชันเริ่มต้นด้วยการคำนวณจำนวนข้อมูลในชุด (n) จากนั้นใช้ลูป for เพื่อสะสมผลรวมของค่าต่าง ๆ ซึ่งจะมีค่า sumX ที่เก็บผลรวม (ผลรวมของตัวแปร x ซึ่งในที่นี้คือดัชนีของข้อมูลเริ่มจาก 1 ถึง n) และผลรวมของค่า y ใน yValues ที่เก็บในตัวแปร sumXY (ผลรวมของ x คูณกับ y แต่ละตำแหน่ง) และ sumX2 (ผลรวมของ x ยกกำลังสอง) จากนั้นคำนวณ (slope) และคืนค่าที่ได้ออกไป</p>

ตารางที่ 4.6 อัลกอริทึมของฟังก์ชันการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า (ต่อ)

ฟังก์ชัน	คำอธิบาย
<pre>function simpleMovingAverage(yValues, period) {   if (yValues.length &lt; period) {     throw new Error("Not enough data to       calculate the moving average.");   }   const sum = yValues.slice(-period).reduce     ((a, b) =&gt; a + b, 0);   return sum / period; }</pre>	<p>ฟังก์ชันคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average หรือ SMA) โดยรับข้อมูลในอดีต (yValues) และจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการคำนวณ (period) หากจำนวนข้อมูลน้อยกว่าช่วงเวลาที่กำหนด ฟังก์ชันจะส่งข้อผิดพลาดว่า "Not enough data to calculate the moving average." แต่ถ้าข้อมูลเพียงพอแล้ว ฟังก์ชันจะใช้ slice(-period) เพื่อดึงข้อมูลในช่วง period ล่าสุด และใช้ reduce() เพื่อรวมค่าทั้งหมดในช่วงนั้น จากนั้นหารผลรวมด้วย period เพื่อหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ แล้วคืนค่าผลลัพธ์เป็นค่าเฉลี่ยนี้</p>
<pre>function arrses(yValues, alpha, beta) {   let L = yValues[0];   let T = yValues[1] - yValues[0];   for (let i = 1; i &lt; yValues.length; i++)   {     const L_old = L;     L = alpha * yValues[i] + (1 - alpha) * (L + T);     T = beta * (L - L_old) + (1 - beta) * T;   }   return L + T; }</pre>	<p>ฟังก์ชันนี้ใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งขั้นที่ปรับค่าได้ (Adaptive-response-rate single exponential smoothing หรือ ARRSSES) เพื่อคาดการณ์ค่าถัดไปของชุดข้อมูล โดยเริ่มจากการตั้งค่าเริ่มต้นของระดับ (L) เป็นค่าข้อมูลแรก และเทรนด์ (T) เป็นความแตกต่างระหว่างสองค่าข้อมูลแรก จากนั้นทำการวนลูปปรับค่าระดับและเทรนด์ในแต่ละจุดข้อมูลใหม่ โดยใช้พารามิเตอร์ alpha เพื่อปรับระดับตามค่าข้อมูลใหม่ และค่าที่คำนวณก่อนหน้า และใช้ beta เพื่อปรับเทรนด์ตามการเปลี่ยนแปลง</p>

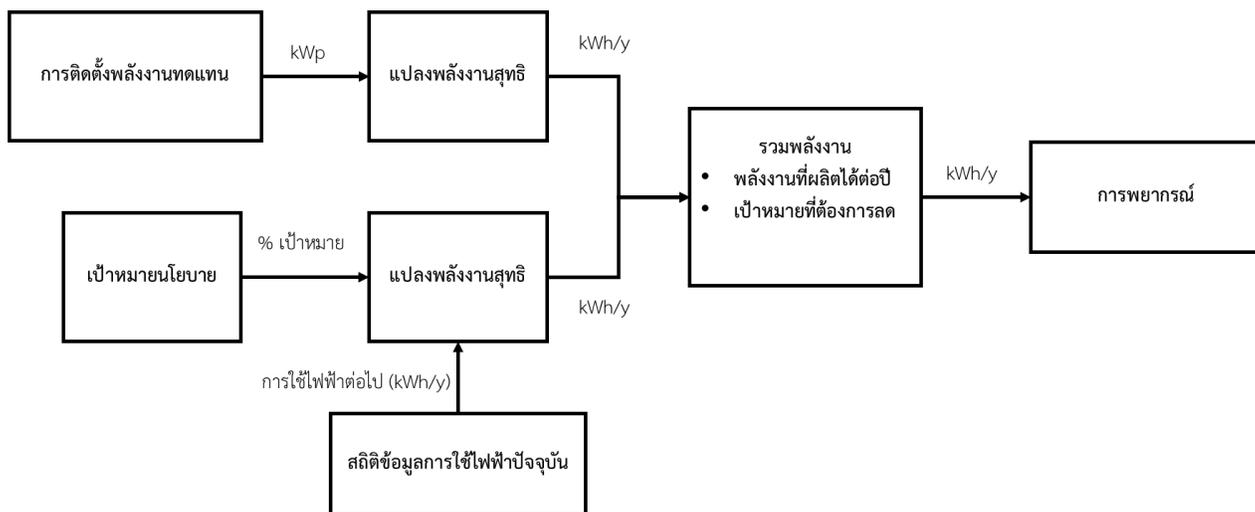
ตารางที่ 4.6 อัลกอริทึมของฟังก์ชันการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า (ต่อ)

ฟังก์ชัน	คำอธิบาย
<pre>function exponentialWeightedMoving   Average(yValues, alpha) {   let ewma = yValues[0];   for (let i = 1; i &lt; yValues.length; i++)   {     ewma = alpha * yValues[i] + (1 - alpha) *     ewma;   }   return ewma; }</pre>	<p><u>ฟังก์ชันคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล</u> (Exponential Weighted Moving Average หรือ EWMA) โดยรับข้อมูล yValues และค่าพารามิเตอร์การปรับ (alpha) ฟังก์ชันเริ่มต้นด้วยการตั้งค่า ewma เป็นค่าข้อมูลแรกของ yValues ซึ่งถือเป็นค่าเริ่มต้น จากนั้นจะวนลูปผ่านค่าข้อมูลถัดไป โดยในแต่ละรอบจะคำนวณค่า EWMA ใหม่จากการผสมระหว่างข้อมูลใหม่ที่ถ่วงด้วย alpha และค่า EWMA ก่อนหน้าที่ถ่วงด้วย 1 - alpha ทำให้ข้อมูลที่เก่าจะมีน้ำหนักน้อยลงในขณะที่ข้อมูลใหม่จะมีผลมากขึ้น สุดท้ายฟังก์ชันจะคืนค่าผลลัพธ์ของ EWMA หลังจากการคำนวณเสร็จ</p>
<pre>const predictedValue1 = TrendP(yValues); const predictedValue2 = arrses(yValues, alpha,   beta); const predictedValue3 = exponentialWeighted   MovingAverage(yValues, alphaEWMA); const predictedValue4 = simpleMoving   Average(yValues, 3);</pre>	<p>การเรียกใช้ฟังก์ชันพยากรณ์ทั้ง 4 ฟังก์ชัน โดยการเรียกแต่ละฟังก์ชันจะต้องใส่ค่าตามที่กำหนดดัง Code</p>

จากตารางที่ 4.6 เมื่อเรียกใช้ฟังก์ชันทั้ง 4 จะให้คำตอบที่แตกต่างกัน ซึ่งการเลือกใช้สมการดังกล่าวขึ้นอยู่กับชุดข้อมูลที่นำไปใช้ และการตั้งค่าตัวแปรซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ TrendP(yValues) จะใส่ชุดข้อมูลที่เป็น Array เช่น `const yValues = [5618347.12, 5377290.75, 4590004.85, 4293629.41, 4981182.27, 6719636.69]`; เมื่อเรียกใช้ TrendP(yValues) จะสามารถ Return ค่าการพยากรณ์ออกมาได้ ส่วนฟังก์ชัน `arrses` จำเป็นต้องมีการกำหนดค่า `alpha` และ `beta` เช่น `arrses(yValues, 1.2, 0.1)`; เป็นต้น ระบบจึงจะสามารถ return ค่าพยากรณ์ให้ได้ ฟังก์ชัน `exponentialWeightedMovingAverage` จะต้องการค่า `alphaEWMA` โดยสามารถกำหนดได้ดังนี้ `exponentialWeightedMovingAverage(yValues, 1.2)`; และระบบจะสามารถ return ค่าดังกล่าวออกมาได้ สุดท้ายฟังก์ชัน `simpleMoving` เป็นฟังก์ชันเดียวที่ต้องการค่า `period` หรือช่วงระยะของข้อมูลในที่นี่แล้วสามารถกำหนดค่า 3 หรือ `simpleMovingAverage(yValues, 3)` เพื่อกำหนด `period` เพื่อหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ จากสมการทั้งหมดการเลือกใช้ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้ Trend P. สำหรับฟังก์ชันพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้ค่าเฉลี่ยรายปีที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ของงานวิจัยพบว่ามีความผิดพลาดน้อยที่สุดและสามารถเพิ่มความถูกต้องของการพยากรณ์โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่ผลิตได้ในมหาวิทยาลัยและนโยบายการสนับสนุนการอนุรักษ์พลังงานร่วมด้วย

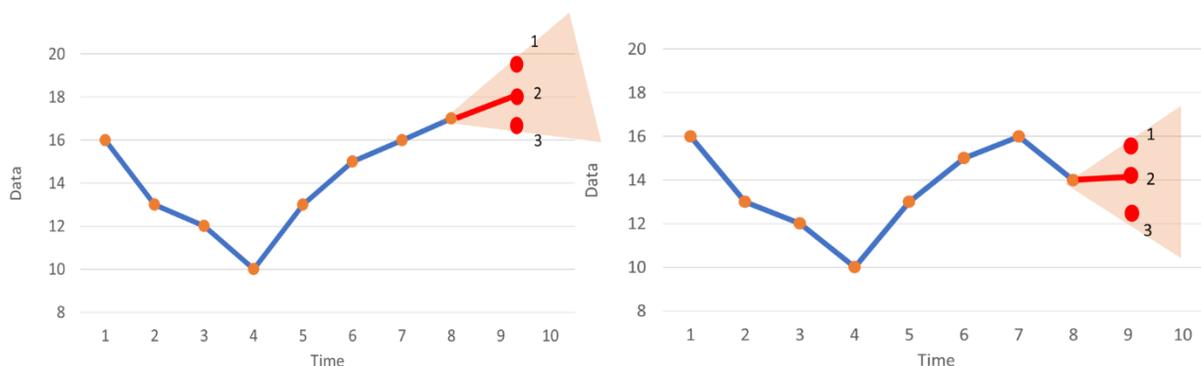
### 3.1.3 การรวมข้อมูลระหว่างข้อมูลทางสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าและนโยบาย

การรวมข้อมูลระหว่างข้อมูลทางสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าและนโยบาย เป็นหัวใจหลักของการออกแบบนโยบาย เนื่องจากชุดข้อมูลทางสถิติเป็นกลุ่มตัวแปรทางคณิตศาสตร์ แต่นโยบายนั้นเป็นกลุ่มตัวแปรด้านผลลัพธ์ซึ่งเป็นการคาดเดาทำให้มีข้อมูลที่คาดเคลื่อนได้ ในการรวมกันระหว่างสองตัวแปรนั้นจะใช้หน่วยที่เป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) ที่เป็นพลังงานสุทธิ เป็นหน่วยในการแสดงผลเป้าหมาย หลักการทำงานดังกล่าวสามารถอธิบายได้ในแผนผังภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 หลักการทำงานการรวมข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า  
ร่วมกับนโยบายที่ออกแบบและการผลิตพลังงานทดแทน

จากภาพที่ 4.21 เป็นแผนภาพการไหลของข้อมูลเพื่อแปลงข้อมูลจากสองแหล่งเป็นข้อมูลสำหรับการพยากรณ์ หลักการทำงานจะเริ่มจากการกำหนดแหล่งพลังงานทดแทนพร้อมแปลงข้อมูลให้เป็นกำลังการผลิตต่อปี และรับค่าข้อมูลที่ใช้กำหนดนโยบายซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะกำหนดเป็นร้อยละของเป้าหมายที่ต้องการเช่น นโยบายลดการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศที่ต้องการที่จะลดลงร้อยละ 3 ของการใช้ไฟฟ้า ระบบจะดึงข้อมูลทางสถิติปัจจุบันมาคำนวณว่าร้อยละ 3 นั้นคิดเป็นกำลังการใช้ไฟฟ้าต่อปีเป็นเท่าใด หลังจากที่ได้ข้อมูลจากสองส่วนข้างต้นระบบจะรวบรวมและคำนวณหาค่าจากพลังงานทดแทนที่ผลิตได้และลดการใช้ไฟฟ้าตามนโยบายทำให้การใช้ไฟฟ้าลดต่อปีเป็นเท่าไรสามารถแสดงผลได้ดังภาพที่ 4.22



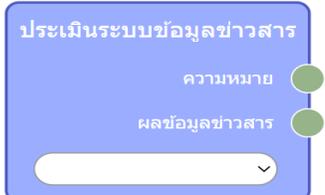
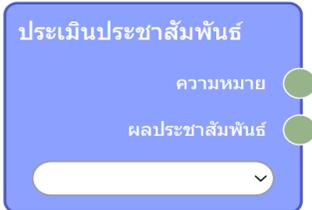
ภาพที่ 4.22 ผลการพยากรณ์จากข้อมูลทางสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า  
ร่วมกับนโยบายที่ออกแบบและการผลิตพลังงานทดแทน

จากภาพที่ 4.22 แสดงผลการพยากรณ์จากข้อมูลทางสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับนโยบายที่ออกแบบและการผลิตพลังงานทดแทน เมื่อมีการกำหนดชุดข้อมูลสุดท้ายโดยการลดหรือเพิ่มกำลังการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี จากรูปชุดข้อมูลสุดท้ายคือข้อมูลที่คำนวณได้จากการติดตั้งพลังงานทดแทนหรือกำหนดนโยบายทำให้ทราบว่าในปีนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นเท่าไร และเมื่อลบกับค่าเป้าหมายนโยบายจะทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงไปเท่าไร ทำให้เกิดเป็นสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าแสดงภาพกราฟดังกล่าวเมื่อได้ภาพกราฟแล้วการพยากรณ์ก็จะนำผลการสะสมของชุดข้อมูลแสดงเป็นข้อมูลเชิงเส้น และการถ่วงน้ำหนักของชุดข้อมูล หากสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือเพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนจะทำให้การถ่วงน้ำหนักถูกลดค่าลงดังภาพด้านขวาที่ชุดข้อมูลสุดท้ายนั้นลดลงมากทำให้ได้ข้อมูลชุดถัดไปแสดงข้อมูลการพยากรณ์ปีหน้ามีโอกาเกิดขึ้นในกรอบเส้นแสดงดังภาพที่ 4.22

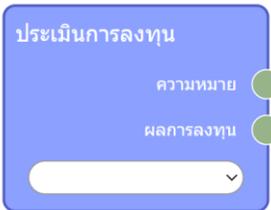
### 3.2 โปรแกรมประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานหรือ Energy Management Matrix (EMM)

การจัดการพลังงานเป็นวิธีการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นของอาคารควบคุม ให้ใช้รูปแบบของตารางการประเมินการจัดการพลังงาน แต่ทั้งนี้การประเมินจะต้องอาศัยการเลือกข้อมูลให้ตรงกับตารางที่มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ดังนั้นการประเมินสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่ชำนาญจึงทำให้เกิดการประเมินที่ไม่ถูกต้อง หรือเกิดการล่าช้าในการประเมิน โปรแกรมประเมินการจัดการพลังงานได้ถูกออกแบบมาให้ง่ายต่อการใช้งาน และส่งเสริมให้ผู้ใช้เข้าใจแนวคิดการประเมินเพราะใช้รูปแบบ แผนภาพ (Flow editor) ทำให้การใช้งานจะต้องเชื่อมโยงการประเมินให้ถูกต้องตามที่กำหนดเท่านั้น รายละเอียดแผนภาพมีรายละเอียดดังตาราง

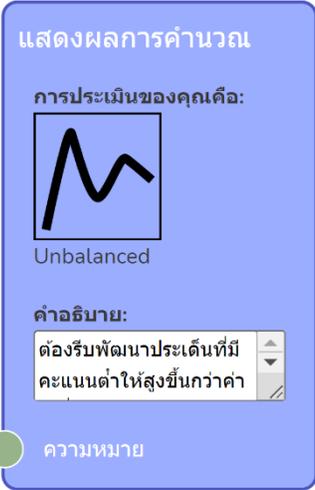
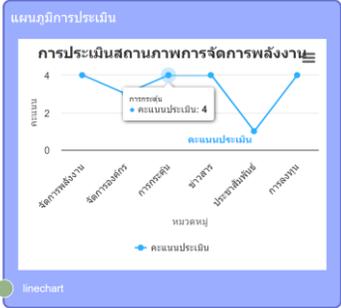
ตารางที่ 4.7 หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม EMM

แผนภาพ	ชื่อแผนภาพ	การรับเข้า/ส่งออก	รายละเอียด
	<p><u>ประเมิน</u></p> <p>นโยบายการ จัดการ พลังงาน</p>	<p><u>การส่งออก</u></p> <p>- ความหมาย นโยบาย - ผลจัดการพลังงาน</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>กำหนดผลการ ประเมินนโยบายการ จัดการพลังงาน</p>
	<p><u>ประเมิน</u></p> <p>การจัดการ องค์กร</p>	<p><u>การส่งออก</u></p> <p>- ความหมาย นโยบาย - ผลจัดการองค์กร</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>กำหนดการประเมิน การจัดการองค์กร</p>
	<p><u>ประเมิน</u></p> <p>การกระตุ้นและ สร้างแรงจูงใจ</p>	<p><u>การส่งออก</u></p> <p>- ความหมาย นโยบาย - ผลจัดการกระตุ้น และสร้างแรงจูงใจ</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>กำหนดการประเมิน การกระตุ้นและสร้าง แรงจูงใจ</p>
	<p><u>ประเมิน</u></p> <p>ระบบข้อมูล ข่าวสาร</p>	<p><u>การส่งออก</u></p> <p>- ความหมาย นโยบาย - ผลจัดการผลข้อมูล ข่าวสาร</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>กำหนดการประเมิน ระบบข้อมูลข่าวสาร</p>
	<p><u>ประเมิน</u></p> <p>ประชาสัมพันธ์</p>	<p><u>การส่งออก</u></p> <p>- ความหมาย นโยบาย - ผลจัดการผล ประชาสัมพันธ์</p>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u></p> <p>กำหนดการประเมิน ประชาสัมพันธ์</p>

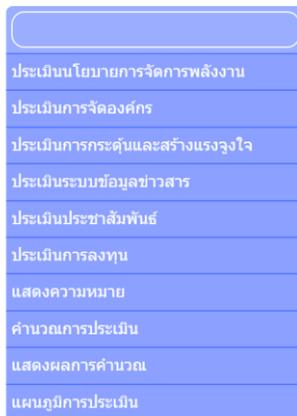
ตารางที่ 4.7 หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม EMM (ต่อ)

แผนภาพ	ชื่อแผนภาพ	การรับเข้า/ส่งออก	รายละเอียด
	<p><u>ประเมิน</u> การลงทุน</p>	<p><u>การส่งออก</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหมายนโยบาย</li> <li>- ผลจัดการผลการลงทุน</li> </ul>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u> กำหนดการประเมินการลงทุน</p>
	<p><u>แสดงความหมาย</u></p>	<p><u>การรับเข้า</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหมายการประเมิน</li> </ul>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u> การแสดงผลผลการประเมิน หรือข้อมูลการประเมิน</p>
	<p><u>คำนวณ</u> การประเมิน</p>	<p><u>การรับเข้า</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผลการจัดการทั้ง 6 ด้าน</li> </ul> <p><u>การส่งออก</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผลการคำนวณการประเมิน</li> <li>- ข้อมูลกราฟ</li> </ul>	<p><u>แผนภาพสำหรับ</u> การรับเข้าข้อมูลเพื่อประมวลผลเป็นการประเมินและส่งออกผลการประเมินในรูปแบบกราฟ</p>

ตารางที่ 4.7 หลักการทำงานของแผนภาพ และข้อมูลการรับเข้า/ส่งออกโปรแกรม EMM (ต่อ)

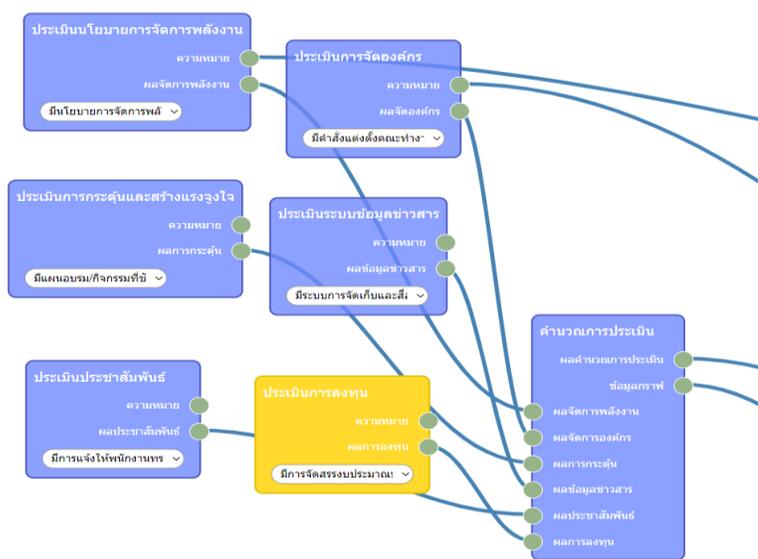
แผนภาพ	ชื่อแผนภาพ	การรับเข้า/ส่งออก	รายละเอียด
	ผลการคำนวณ	การรับเข้า - ผลการคำนวณการประเมิน <u>การแสดงค่า</u> - กราฟการประเมินและความหมาย	แผนภาพสำหรับ แสดงข้อมูลผลการประเมิน
	แผนภูมิ แสดงการ ประเมิน	การรับเข้า - ข้อมูลกราฟ <u>การแสดงค่า</u> - ลักษณะกราฟที่ได้จากการประเมิน	แผนภูมิสำหรับ การประเมิน

จากตารางที่ 4.7 เป็นรายละเอียดแผนภาพสำหรับระบบประเมิน ซึ่งผู้ใช้งานต้องนำรายละเอียดทั้งหมดมาประกอบกันเพื่อปรับปรุงผลการประเมินให้ถูกต้องตามข้อมูลที่กำหนดโดยผู้ใช้งานต้องกำหนดข้อมูลทั้ง 6 ด้านโดยการคลิกขวาเพื่อแสดงเมนูแผนภาพดังภาพที่ 4.23



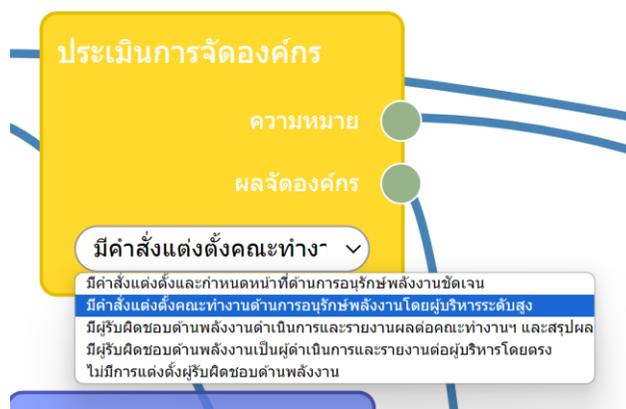
ภาพที่ 4.23 เมนูแสดงแผนภาพสำหรับระบบประเมิน

จากภาพที่ 4.23 เป็นตัวอย่างการแสดงผลเมื่อผู้ใช้คลิกขวาที่หน้าจอก็จะปรากฏแผนภาพเมนูดังภาพดังกล่าวให้ผู้ใช้สร้างหัวข้อทั้ง 6 ขั้นตอนดังภาพที่ 4.24



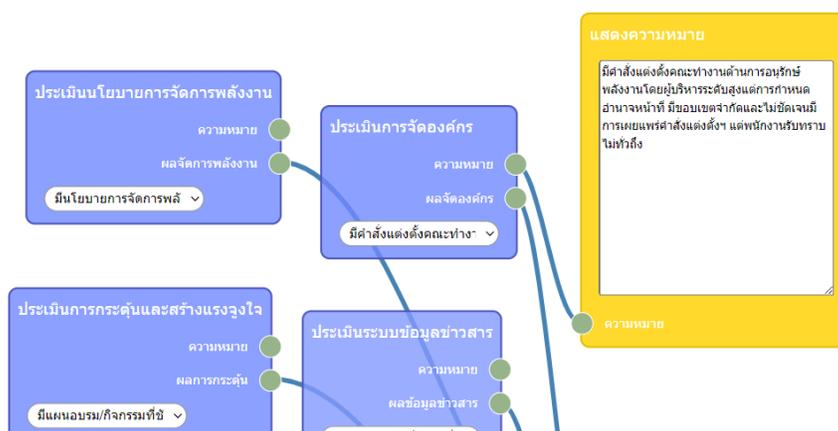
ภาพที่ 4.24 การกำหนดข้อมูลการประเมิน

จากภาพที่ 4.23 แสดงตัวอย่างการสร้างแผนภูมิกำหนดการประเมิน ทั้ง 6 ด้าน และผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกหัวข้อการประเมินให้ถูกต้องโดยการคลิกที่ Drop-Down ในหัวข้อนั้นๆ ระบบจะหัวข้อการประเมินให้ดังภาพที่ 4.24



ภาพที่ 4.25 หน้าต่างแสดงหัวข้อการประเมิน

จากภาพที่ 4.25 เมื่อผู้ใช้คลิกที่เมนู Drop-Down ระบบจะแสดงหัวข้อสำหรับการประเมิน เมื่อเลือกตามที่กำหนดแล้วหากผู้ใช้ไม่เข้าใจความหมาย สามารถนำช่องความหมายไปเชื่อมกับแผนภาพ แสดงความหมายเพื่อแสดงรายละเอียดข้อมูลดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 การแสดงความหมาย

จากภาพที่ 4.26 เมื่อผู้ใช้เชื่อมโยงเส้นความหมายเข้ากับแผนภาพแสดงความหมายระบบ จะแสดงความหมายการประเมินในหัวข้อที่ผู้กำหนดและเปลี่ยนแปลงหากผู้ใช้เปลี่ยนหัวข้อการประเมิน และหากผู้ใช้ได้ข้อมูลตรงตามที่ต้องการแล้วสามารถผลการประเมินจากแผนภาพคำนวณการประเมิน วิเคราะห์ความหมายดังภาพที่ 4.27 ดังนี้



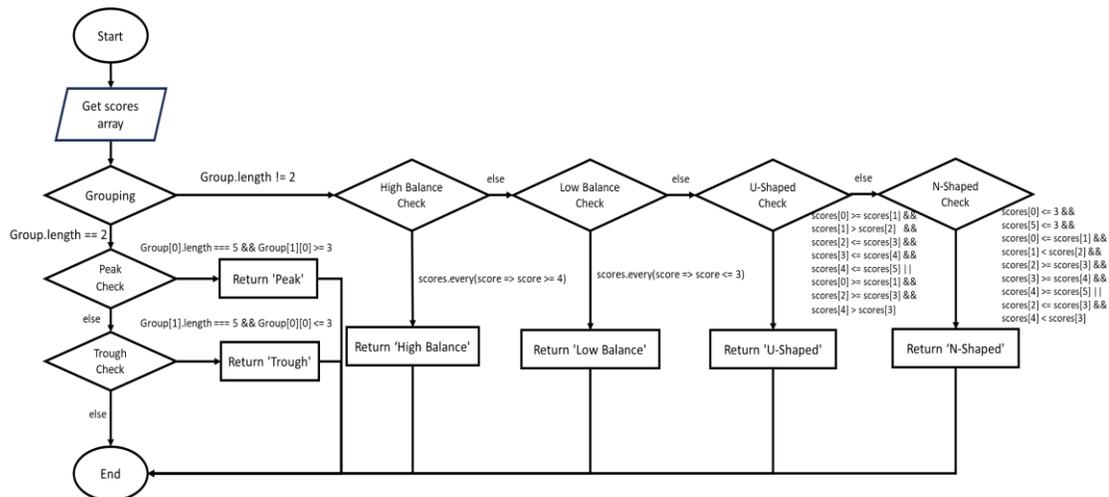
ภาพที่ 4.27 การวิเคราะห์ความหมายการประเมิน

จากภาพที่ 4.27 ผู้ใช้สามารถนำผลการคำนวณไปเชื่อมต่อกับแผนภาพแสดงผลการคำนวณ ระบบจะประมวลผลเป็นแผนภาพตามมาตรฐานของกระทรวงพลังงาน และนอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลรูปแบบกราฟเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ

### 3.3 ผลการดำเนินงานพัฒนาโปรแกรมออกแบบการประเมินพลังงานไฟฟ้า

โปรแกรมออกแบบการประเมินพลังงานได้ถูกพัฒนาโดยใช้หลักการจัดการพลังงาน หรือ Energy Management Matrix : EMM ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานจะต้องดำเนินการประเมินทั้งในหน่วยงานย่อยตามโครงสร้างบริษัทและภาพรวมของบริษัทเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา ระบบจัดการพลังงาน ในโปรแกรมการประเมินพลังงานจะเปิดให้ผู้ใช้งานเข้ามาเลือกการประเมิน และเลือกเงื่อนไขระบบจะให้

คำตอบและคำแนะนำเพื่อแก้ไขปรับปรุงการจัดการพลังงาน หลักการทำงานของระบบประเมินจะสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.28 ดังนี้



ภาพที่ 4.28 หลักการทำงานของโปรแกรมประเมินพลังงาน

จากภาพที่ 4.28 เป็นแผนภาพอธิบายหลักการทำงานของโปรแกรมประเมินพลังงานไฟฟ้าเริ่มรับค่าคะแนนที่ผู้ใช้ประเมินจากการเลือกข้อมูลผ่านหน้าเว็บโปรแกรม และส่งต่อข้อมูลนั้นในรูปแบบ Array ซึ่งมีรูปแบบคะแนน 0-4 จำนวนทั้งหมด 6 ข้อ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้ [0,0,0,0,0,0] จากชุดข้อมูล Array ดังกล่าวผู้ใช้จะเลือกข้อมูลคะแนนทำให้รูปแบบ Array เปลี่ยนไปเช่นผู้ใช้ประเมินเงื่อนไขคล้ายกับ N-Shaped หากมองในรูปแบบ Array จะได้ [2,3,4,3,2,2] เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวจะส่งต่อไปยังฟังก์ชันแบ่งกลุ่ม (Grouping) เพื่อแบ่งให้เรียงรูปแบบ Array เป็นกลุ่มทำให้ข้อมูลเปลี่ยนไปเป็น [[2,2,2],[3,3],[4]] และเมื่อได้ชุดข้อมูลดังกล่าวจะผ่านเงื่อนไขเพื่อตรวจสอบว่ามีจำนวนของ Array เป็นเท่าใดหากเท่ากับ 2 มีเพียงสองกรณีคือ Peak และ Trough จากตัวอย่าง [[2,2,2],[3,3],[4]] จะมีจำนวน Array เท่ากับ 3 ทำให้ต้องไปตรวจเงื่อนไขต่อไปคือ High Balance, Low Balance, U-Shaped, N-Shaped ตามลำดับ ซึ่งแต่ละกรณีก็จะมีเงื่อนไขต่างกันคือการตรวจ score คือที่ผู้ใช้ส่งมาในรูปแบบ Array ทุกกรณีมากกว่าหรือเท่ากับ 4 จะได้เป็นกรณี High Balance และน้อยกว่าเท่ากับ 3 จะได้เป็นกรณี Low Balance หากไม่เข้าเงื่อนไขก็จะไปตรวจสอบกรณีต่อไปคือ U-Shaped คือนำ score มาตรวจสอบ Array แต่ละตำแหน่งหากรูปร่างตรงเงื่อนไขคล้ายรูปตัว U ก็จะเข้ากรณี U-Shaped และหากรูปร่างคล้ายกับ n ก็

เข้าเงื่อนไข N-Shaped เมื่อตรงเงื่อนไขแล้วระบบจะ return คำตอบที่ได้ไปยังฟังก์ชันอื่นต่อซึ่งระบบจะนำไปประมวลผลเพื่อเป็นคำแนะนำการวางแผนนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าต่อไปดังภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.29 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานไฟฟ้า

จากภาพที่ 4.29 แสดงการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานไฟฟ้าจากผู้ใช้งานจะได้ [1,2,4,1,1,1] ดังกราฟในภาพที่ 4.29 โปรแกรมจะตรวจสอบตามเงื่อนไขในภาพที่ 4.28 และส่งต่อไปยังฟังก์ชันประมวลผลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการจัดการพลังงาน หรือ Energy Management Matrix : EMM ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และแสดงผลข้อมูลเป็น N-Shaped และคำอธิบายการประเมินให้กับผู้ใช้งานเพื่อใช้ในการวางแผนการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์และเป็นแนวทางในการดำเนินงานในด้านการจัดการพลังงานตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวได้ในอนาคตในข้อที่ 2 การจัดการพลังงาน เกณฑ์คะแนน ได้แก่ การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน การดำเนินงานโครงการอาคารอัจฉริยะ พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อประชากรของมหาวิทยาลัย สัดส่วนการผลิตพลังงานทดแทนต่อการใช้พลังงานทั้งหมด ซึ่งสามารถนำระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหาร

จัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ใช้กำหนดนโยบายและวางแผนโครงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าและการวางแผนการเพิ่มพลังงานทดแทนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

### 3.4 การทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

การทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันทั้งหมด 13 ฟังก์ชัน จำนวน 100 ครั้ง ผลการทดสอบพบว่า ระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏทำงานโดยมีความถูกต้องทั้งหมดร้อยละ 100 ผลแสดงดังตารางที่ 4.8

**ตารางที่ 4.8** การทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ฟังก์ชันการทำงาน	ความถูกต้อง
เข้าสู่ระบบ	✓
การสร้าง Token session สำหรับการเข้าระบบ	✓
การสร้างสมาชิก	✓
การเพิ่มการประเมิน	✓
การแสดงการประเมิน	✓
ฟังก์ชันสร้างแผนภาพการประเมิน	✓
ฟังก์ชันประมวลผลข้อมูลการประเมินเป็นแผนภาพพลังงาน	✓
ฟังก์ชันการสร้างสถิติการใช้ไฟฟ้า	✓
ฟังก์ชันการสร้างนโยบาย	✓
ฟังก์ชันการสร้างแผนภาพสำหรับการออกแบบนโยบาย	✓
ฟังก์ชันประมวลผลการออกแบบนโยบายสำหรับแสดงหน้าสรุปผล	✓
ฟังก์ชันสรุปข้อมูลสำหรับหน้า Dashboard	✓
ฟังก์ชันการแชร์ข้อมูล	✓

**ตารางที่ 4.9** การทดสอบความผิดพลาดของฟังก์ชันระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ชื่อฟังก์ชันพยากรณ์	จำนวนความผิดพลาด	%error
สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend Projection)	0	0
สมการการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้น (Adaptive-response-rate single exponential smoothing, ARSES)	0	0
สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple moving average method, SMA)	0	0
สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential weighted moving average, EWMA)	0	0

จากตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการทำงานของฟังก์ชันการพยากรณ์ การทดสอบนี้เป็นการทดสอบหาค่าความถูกต้องเพื่อทดสอบการหาค่าตอบระหว่างการใช้สมการคณิตศาสตร์ และโปรแกรมที่ทำงานอยู่บน Web application ทั้งหมด 100 ครั้ง ไม่พบค่าความผิดพลาดของโปรแกรม และจากตารางที่ 4.10 ผลการประเมินของผู้ใช้ระบบสารสนเทศสำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา ผลการประเมินจากผู้บริหารและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบายของมหาวิทยาลัยเรื่องการบริหารจัดการพลังงาน ได้รับผลการประเมินทุกหัวข้ออยู่ในระดับมาก โดยมีช่วงคะแนนตั้งแต่ 4.75 – 4.90

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินของผู้ใช้ระบบสารสนเทศสำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา

หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมินโดยเฉลี่ย	ค่าระดับการประเมิน
<b>1. ด้านรูปแบบของโปรแกรม</b>		
1.1 การจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมใช้งานง่าย	4.85	มาก
1.2 ขนาดและสีตัวอักษรที่แสดงในโปรแกรมมีความชัดเจน	4.75	มาก
1.3 ข้อมูลในโปรแกรมมีความถูกต้องแม่นยำ และครบถ้วน	4.90	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยด้านรูปแบบของโปรแกรม</b>	<b>4.83</b>	<b>มาก</b>
<b>2. ด้านขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรม</b>		
<b>ส่วนการจัดการพลังงาน</b>		
(1) การเข้าสู่ระบบ	4.90	มาก
(2) การสร้างสมาชิก	4.90	มาก
(3) การเพิ่มการประเมิน	4.80	มาก
(4) การแสดงการประเมิน	4.85	มาก
(5) ฟังก์ชันสร้างแผนภาพการประเมิน	4.70	มาก
(6) ฟังก์ชันประมวลผลข้อมูลการประเมินเป็นแผนภาพพลังงาน	4.75	มาก
(7) ฟังก์ชันการสร้างสถิติการใช้ไฟฟ้า	4.90	มาก
(8) ฟังก์ชันการสร้างนโยบาย	4.90	มาก
(9) ฟังก์ชันการสร้างแผนภาพสำหรับการออกแบบนโยบาย	4.90	มาก
(10) ฟังก์ชันประมวลผลการออกแบบนโยบายสำหรับแสดงหน้าสรุปผล	4.80	มาก

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินของผู้ใช้ระบบสารสนเทศสำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมินโดยเฉลี่ย (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)	ค่าระดับการประเมิน
(11) ฟังก์ชันสรุปข้อมูลสำหรับหน้า Dashboard	4.90	มาก
(12) ฟังก์ชันการแชร์ข้อมูล	4.90	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยด้านขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรม</b>	<b>4.85</b>	<b>มาก</b>
<b>3. ด้านส่วนสมการพลังงานของโปรแกรม</b>		
3.1 โปรแกรมง่ายต่อการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน	4.85	มาก
3.2 โปรแกรมง่ายต่อการดูข้อมูลเพื่อวางแผนนโยบายการบริหารจัดการมหาวิทยาลัย	4.90	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยด้านส่วนสมการพลังงาน</b>	<b>4.88</b>	<b>มาก</b>
<b>4. ด้านการทำงานและการใช้ประโยชน์ของโปรแกรม</b>		
4.1 ง่ายต่อการเพิ่มและแก้ไขข้อมูล	4.75	มาก
4.2 โปรแกรมมีความครบถ้วนตามความต้องการของผู้ใช้	4.85	มาก
4.3 ความสามารถของโปรแกรมในการนำไปใช้ประโยชน์	4.90	มาก
4.4 ความพึงพอใจในภาพรวมของโปรแกรม	4.90	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยด้านการทำงานและการใช้ประโยชน์</b>	<b>4.85</b>	<b>มาก</b>
<b>ค่าเฉลี่ยผลรวมการประเมิน</b>	<b>4.85</b>	<b>มาก</b>

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษา เรื่องระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ 2) เพื่อประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และ 3) เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยมีขอบเขตด้านเนื้อหา คือ 1. ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย 1) จำนวนอาคาร 2) พื้นที่ใช้สอยของอาคาร 3) จำนวนเครื่องปรับอากาศ 4) จำนวนหลอดไฟฟ้า 5) จำนวนนักศึกษา 6) จำนวนอาจารย์และบุคลากร 7) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในแต่ละเดือน และปัจจัยของการประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร ประกอบด้วย 1) นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน 2) การจัดองค์กร 3) การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ 4) ระบบข้อมูลข่าวสาร 5) ประชาสัมพันธ์ 6) การลงทุน โดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรจากผู้เชี่ยวชาญ 2. ออกแบบการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ จากข้อมูลปัจจัยที่คัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญ ร่วมกับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ย้อนหลัง 6 ปี และ 3. สร้างรูปแบบการพยากรณ์โดยออกแบบการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธี 1. สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) 2. สมการการพยากรณ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้น (ARRSES) 3. สมการเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) 4. สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA) ขอบเขตด้านประชากรกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย กลุ่มประชากรได้แก่ บุคลากรของมหาวิทยาลัย จำนวน 901 คน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ผู้บริหารของมหาวิทยาลัยและผู้เชี่ยวชาญ 25 คน โดยการแก้ไขปัญหาด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ มีขั้นตอน 3 ขั้นตอน เริ่มจากขั้นตอนการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าแล้วนำมาประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เพื่อนำไปพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

## สรุปผลการวิจัย

1) การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร ที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผลรวมคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร พบว่า ปัจจัยทางกายภาพ คือ จำนวนเครื่องปรับอากาศมีค่าผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด 100.21 คะแนน และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือนมีค่าผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักน้อยที่สุด 67.71 คะแนน ปัจจัยทางการจัดการพลังงาน นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน และการจัดการองค์กรด้านพลังงาน มีค่าผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด 102.83 คะแนน และ 100.24 คะแนน ตามลำดับ และ ระบบข้อมูลข่าวสารด้านพลังงาน มีค่าผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักน้อยที่สุด 64.94 คะแนน เมื่อนำมาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมประยุกต์ทางสถิติ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า R Square = 0.838 โดยตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย 1. จำนวนอาคาร 2. จำนวนเครื่องปรับอากาศ 3. จำนวนหลอดไฟฟ้า 4. จำนวนนักศึกษา 5. จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ 6. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน ยกเว้น พื้นที่ใช้สอยของอาคาร สามารถอธิบายการผันแปรของค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h) ได้ร้อยละ 83.8 และค่า p-value < 0.05 สามารถสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h) โดยปัจจัยจำนวนอาคารและบุคลากร และ ปัจจัยค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน มีค่า p-value > 0.05 สามารถสรุปได้ว่าจำนวนอาคารและบุคลากร และ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน ไม่ส่งผลต่อค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h) สำหรับปัจจัยจำนวนอาคาร จำนวนเครื่องปรับอากาศ จำนวนหลอดไฟฟ้า และ จำนวนนักศึกษา ค่า p-value < 0.05 สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยจำนวนอาคาร จำนวนเครื่องปรับอากาศ จำนวนหลอดไฟฟ้า และ จำนวนนักศึกษาส่งผลต่อค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h) ดังนั้นในการประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จึงต้องใช้ปัจจัยทั้งหมด 4 ปัจจัย ประกอบด้วย 1. ปัจจัยจำนวนอาคาร 2. ปัจจัยจำนวนเครื่องปรับอากาศ 3. ปัจจัยจำนวนหลอดไฟฟ้า และ 4. ปัจจัยจำนวนนักศึกษา กำหนดเป็นข้อมูลนโยบายการบริหารจัดการร่วมในการพัฒนาระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เพื่อให้สามารถนำไปใช้วางแผนนโยบายการอนุรักษ์พลังงานได้ต่อไป

2) การประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จากการใช้ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ย้อนหลัง 6 ปี (พ.ศ. 2561-2566) มาประยุกต์ใช้กับสมการ 4 สมการ 1) สมการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) 2) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) 3) สมการเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้นแบบปรับค่า (ARRSES) และ 4) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA) ผลการวิจัยพบว่า เมื่อทำการทดสอบสมการ

ทางคณิตศาสตร์โดยนำข้อมูลรายเดือนมาเข้าสมการ EWMA มีความผิดพลาดน้อยที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 15.20 รองลงมาเป็น สมการ ARSEES มีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.15 สมการ Trend P. ความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.59 และ สมการ SMA ผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 19.98 และเมื่อนำข้อมูลเฉลี่ยรายปีมาใช้กับสมการ พบว่าสมการ Trend P. จะมีความผิดพลาดน้อยที่สุดร้อยละ 6.40 ส่วนสมการอื่นๆ มีความผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 25 จึงสรุปได้ว่าสมการที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าควรใช้สมการ Trend P. ร่วมกับข้อมูลรายปี เนื่องจากชุดข้อมูลที่นำมาใช้มีลักษณะเป็นเชิงเส้นทำให้ Trend P. มีความเหมาะสมที่สุด เมื่อนำสมการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้สำหรับการพยากรณ์ร่วมกับข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์รายปี ในปี พ.ศ. 2566 พบว่า ในปี พ.ศ. 2567 - 2569 จะมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.57 ร้อยละ 6.37 และ ร้อยละ 12.23 ตามลำดับ ถ้าไม่มีการใช้พลังงานทดแทนหรือนโยบายด้านการจัดการพลังงานจะส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2569 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์จะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 7,525,959 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย 36,801,939 บาทต่อปี โดยคิดค่านวนค่าไฟฟ้า 4.89 บาทต่อหน่วย จากค่าไฟฟ้าเฉลี่ยรวมจากภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) รวมกับค่าปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (Ft) จากปี พ.ศ. 2561 - 2566 ดังนั้นการประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์ดังกล่าวจึงสามารถพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ได้ส่งผลให้มหาวิทยาลัยสามารถนำข้อมูลไปวางแผนนโยบายสำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัยได้อย่างเหมาะสม

3) การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ประกอบด้วย 1. การพัฒนาโปรแกรม University Power Management System หรือ UPMS เป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการพลังงานภายในสถานการศึกษาหรือมหาวิทยาลัย เพื่อตอบสนองต่อความต้องการด้านการจัดการพลังงาน ให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการออกแบบนโยบายเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Real-Time และยังสามารถประเมินผลการใช้งานพลังงานภายในมหาวิทยาลัย ด้วยการใช้เทคโนโลยีในการช่วยเหลือการตัดสินใจและการวางแผน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบ UPMS นี้ได้รวมเอาเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถมีส่วนร่วมในการออกแบบนโยบายและเห็นผลลัพธ์ของการดำเนินงานผ่านรูปแบบของ Flow Editor และ 2. โปรแกรมประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานหรือ Energy Management Matrix (EMM) เป็นวิธีการประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นของอาคารควบคุม โดยใช้รูปแบบของตารางการประเมินการจัดการพลังงาน แต่ทั้งนี้การประเมินจะต้องอาศัยการเลือกข้อมูลให้ตรงกับตารางที่มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ดังนั้นการประเมินสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่ชำนาญจึงทำให้เกิดการประเมินที่ไม่ถูกต้อง หรือเกิดการล่าช้าในการประเมิน โปรแกรมประเมินการจัดการพลังงานได้ถูกออกแบบมาให้ง่ายต่อการใช้งาน และส่งเสริมให้ผู้ใช้

เข้าใจแนวคิดการประเมินเพราะใช้รูปแบบแผนภาพ (Flow editor) ทำให้การใช้งานจะต้องเชื่อมโยง การประเมินให้ถูกต้องตามที่กำหนดเท่านั้น โดยผู้ใช้งานสามารถนำผลการคำนวณไปเชื่อมต่อกับแผนภาพ แสดงผลการคำนวณระบบจะประมวลผลเป็นแผนภาพตามมาตรฐานของกระทรวงพลังงาน และ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลรูปแบบกราฟเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ ผลการทดสอบความถูกต้องของ ฟังก์ชันทั้งหมดจำนวน 100 ครั้ง ผลการทำงานจะต้องมีความถูกต้องทั้งหมด ร้อยละ 100 ผลการทดสอบ การทำงานฟังก์ชันการพยากรณ์ การทดสอบนี้เป็นการทดสอบหาค่าความถูกต้องเพื่อทดสอบ การหาค่าตอบระหว่างการใช้สมการคณิตศาสตร์ และโปรแกรมที่ทำงานอยู่บน Web application ทั้งหมด 100 ครั้ง ไม่พบค่าความผิดพลาดของโปรแกรม ผลมีความถูกต้อง ร้อยละ 100

### อภิปรายผลการวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ พบว่า 1. จำนวน อาคาร 2. จำนวนเครื่องปรับอากาศ 3. จำนวนหลอดไฟฟ้า และ 4. จำนวนนักศึกษา ส่งผลต่อค่าหน่วย การใช้ไฟฟ้า (kW/h) โดยที่จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน ไม่ส่งผลต่อค่า หน่วยการใช้ไฟฟ้า (kW/h) จากผลดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัย ของณัฐธีรา ไทยานันท์ และสุภาพร เอื้อจงมาน (2563 : 584-589) การวิเคราะห์ปัจจัยและทำนายการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารประเภท ต่างๆ ผลลัพธ์ของงานวิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมได้แก่ พื้นที่ใช้สอยและ จำนวนชั้นอาคารประเภทต่างๆ

2. สมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์พบว่าเมื่อนำข้อมูลรายเดือนมาเข้าสมการ EWMA มีความ ผิดพลาดน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นสมการที่สามารถพยากรณ์ข้อมูลตัวเลขล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา โดยใช้ ข้อมูลปัจจุบันที่มีผลกระทบต่อค่าพยากรณ์ในอนาคต คำนวณน้ำหนักของข้อมูลไม่เท่ากันทำให้เมื่อนำ มาใช้พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายเดือนจึงมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าสมการชนิดอื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Adewuyi (2016 : 103) และ Herdiani et al. (2018 : 8) และเมื่อนำข้อมูล เฉลี่ยรายปีมาประยุกต์ใช้กับสมการ พบว่าสมการ Trend P. จะมีความผิดพลาดน้อยที่สุด เนื่องจาก เป็นวิธีการพยากรณ์ที่สามารถนำไปใช้ได้กับข้อมูลจำนวนมากและนำไปใช้ได้กับข้อมูลที่มีความ หลากหลายทำให้เมื่อนำมาใช้พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีจึงมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า สมการชนิดอื่นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Onaolapo et al. (2021 : 4) และ Pataropura et al. (2020 : 118) ดังนั้นการพยากรณ์โดยใช้สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) ร่วมกับข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์รายปีมีความแม่นยำสูงที่สุด และเมื่อนำมาพยากรณ์ปริมาณค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัย 3 ปี ข้างหน้าจะสูงขึ้นประมาณ ร้อยละ 12.23 หรือคิดเป็นประมาณ 32 ล้านบาท/ปี ดังนั้นมหาวิทยาลัยจำเป็นต้องมีการใช้พลังงานทดแทน อาจจะเป็นในรูปแบบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของมหาวิทยาลัยได้ โดยระบบดังกล่าวบนพื้นที่หลังคา 704 ตารางเมตร สามารถใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 152.12 เมกะวัตต์ชั่วโมง สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.711 ที่อายุโครงการ 25 ปี มีค่าผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับ ร้อยละ 164.30 มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,364,334 บาท และระยะเวลาคืนทุน 8.3 ปี รวมทั้งยังสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 91.06 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือตลอดทั้งอายุโครงการ 25 ปี มีค่าเท่ากับ 2,139.89 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ สอดคล้องกับงานวิจัยของธัญพัทธ์ทิพย์ศุภวงศ์ และคณะ (2565 : 94) โดยในปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาขนาด 550 กิโลวัตต์ สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 3 แสนบาท/เดือน หรือประมาณ 2 ล้านบาท/ปี ซึ่งโดยศักยภาพของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์สามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาได้ประมาณ 1 เมกะวัตต์ ซึ่งสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 6 แสนบาท/เดือน หรือประมาณ 7 ล้านบาท/ปี รวมทั้งควรมีนโยบายด้านการจัดการพลังงาน เช่น นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน การจัดการองค์กรด้านพลังงาน การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจด้านพลังงาน ระบบข้อมูลข่าวสารพลังงาน ประชาสัมพันธ์ การประหยัดพลังงาน หรือการลงทุนงบประมาณโครงการจัดการพลังงาน เพื่อเป็นการลดปริมาณค่าไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ผลการดำเนินงานพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ พบว่าระบบใช้ภาษา PHP HTML Java-script ทำงานร่วมกัน โดยระบบจะใช้ภาษา PHP เป็นตัวประเมินข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ Codeigniter 4 เป็น Framework ช่วยจัดการฟังก์ชันสำหรับผู้ใช้ และอื่นๆ และเชื่อมต่อข้อมูลที่ประมวลผลได้ส่งต่อให้ Java-script ประมวลผลในการพยากรณ์และส่งข้อมูลกลับไปยังผู้ประเมิน การใช้ภาษา PHP ติดต่อกับฐานข้อมูล และ นำข้อมูลใน Array ส่งต่อไปในรูปแบบ Json นำไปแสดงผลในภาษา Java-script ซึ่งจะได้ผลการดำเนินการเชื่อมต่อข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าวรร่วมกับนโยบายที่ออกแบบและการผลิตพลังงานทดแทนเพื่อใช้ในการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมตามความต้องการ และผลการทำงานโปรแกรมประเมินจะตรวจสอบตามเงื่อนไขการทำงานที่ออกแบบไว้และส่งต่อไปยังฟังก์ชันประมวลผลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการจัดการพลังงาน หรือ Energy Management Matrix : EMM ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และแสดงผลข้อมูลเป็นกราฟและคำอธิบายการประเมินให้กับผู้ใช้งาน

เพื่อใช้ในการวางแผนการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์และเป็นแนวทางในการดำเนินงานในด้านการจัดการพลังงานตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวได้ในอนาคตในข้อที่ 2 การจัดการพลังงาน เกณฑ์คะแนนได้แก่ การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน การดำเนินงานโครงการอาคารอัจฉริยะ พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อประชากรของมหาวิทยาลัย สัดส่วนการผลิตพลังงานทดแทนต่อการใช้พลังงานทั้งหมด ซึ่งสามารถนำระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ใช้กำหนดนโยบายและวางแผนโครงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าและการวางแผนการเพิ่มพลังงานทดแทนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ต่อไป

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อยอดงานวิจัย

1. สามารถเพิ่มข้อมูลพลังงานไฟฟ้าย้อนหลังเพิ่มมากขึ้นเพื่อความแม่นยำของการพยากรณ์มากยิ่งขึ้น
2. ระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าได้ออกแบบให้สามารถเพิ่มแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อใช้ในการตัดสินใจได้ สามารถพัฒนาให้มีการเพิ่มแหล่งพลังงานทดแทนต่างๆ เพิ่มมากขึ้นในระบบเพื่อความแม่นยำในการสนับสนุนการกำหนดนโยบายได้
3. การประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์ร่วมกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้พลังงานสามารถนำไปต่อยอดสร้างสมการใหม่สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

#### ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการใช้พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้
2. ปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานสามารถนำไปเป็นตัวแปรในการสร้างสมการการลดการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยได้
3. ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและช่วยในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏได้
4. การพยากรณ์ของระบบสารสนเทศสามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยต่างๆ ได้
5. งานวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนมุ่งสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวได้

## บรรณานุกรม

- กระทรวงพลังงาน. (2552). *ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552.*
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2565). สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 พฤษภาคม 2565.  
จาก [https://www.egat.co.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=363&Itemid](https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=363&Itemid).
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2565). วงจรการพัฒนาาระบบ (System Development life Cycle: SDLC). สืบค้นเมื่อ วันที่ 19 ธันวาคม 2565. จาก <https://dol.dip.go.th/th/category/2019-02-08-08-57-30/2019-03-15-11-06-29>.
- โกวิทย์ แสนพงษ์. (2555). *การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้นของระบบจำหน่ายแรงดัน 23-115 กิโลโวลต์ สถานีไฟฟ้าบ้านไผ่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) จังหวัดขอนแก่น.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2546). *การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows.* คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สามลดา.
- คชินทร์ โภกนุกาภรณ์. (2566). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จำนวนนักศึกษาแรกเข้า คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.* 137 - 150.
- ดาว สงวนรังศิริกุล, ทรรษา เขียวอนันตวานิช และ มณีรัตน์ แสงเกษม. (2558). การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย ที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา ในกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.* 38 (1), 35.
- ฐกฤต ปานขลิบ. (2555). การคาดการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยโดยวิธีการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและโครงข่ายประสาทเทียม. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์.* 12(2), 58-67.
- ณัฐธีรา ไทยนันท์ และสุภาพร เอื้องจmani. (2563). การวิเคราะห์ปัจจัยและทำนายการใช้พลังงานไฟฟ้า ในอาคารประเภทต่าง ๆ. *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ.* 16, 584-589.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์, วิชระ วงศ์ปัญญา, บุญวัฒน์ วิจารณ์พล, เกศนีย์ อิ่นอ้าย, และวราคม วงศ์ชัย. (2565). การจำลองสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่เมาะ จังหวัดลำปาง. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*. 17(1), 81-97.
- พินสุดา สิงไชย และ พงษ์ศักดิ์ กীরติวินทร. (2557). การพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสำหรับศูนย์จัดการความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ*. 10(2), 32-42.
- ไพบุลย์ เกียรติโกมล และณัฐพันธุ์ เขจรนันท์. (2551). *ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ*. ซีเอ็ดดูเคชั่น. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ กองนโยบายและแผน. (2566). *รายงานประจำปี 2566 แผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*. กองนโยบายและแผน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- ยุวดี พวงกระโทก, โสรยา สอนภู และ วชิรารักษ์ โอธรรมย์. (2562). แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว ในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*. 3(2), 83-89.
- รัฐฐาน ฤทธิเกริกไกร. (2565). การจัดระบบการจัดการพลังงาน. สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 พฤษภาคม 2565. จาก <http://www.teenet.chiangmai.ac.th>.
- ลักษณะกรณ ธารวสิน. 2565. *การพยากรณ์ยอดขายในอุตสาหกรรมผลิต น้ำมันหล่อลื่น โดยใช้ปัจจัยด้านอุปสงค์ลูกค้าและปัจจัยชีวิตทางเศรษฐกิจ กรณีศึกษา บริษัท ลู๊ป เทคโนโลยี จำกัด*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง. หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ศรัณยูภรณ์ สุภากุล. 2565. *การพยากรณ์แนวโน้มยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ศูนย์พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. (2564). *รายงานการจัดการพลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ประจำปี 2564*.

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- อิสรี รอดทัศนาศนา. (2558). มหาวิทยาลัยสี่เขียว. *วารสารมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติวิชาการ*. 18(36), 171-186.
- Adewuyi, A. W. (2016). Modelling stock prices with exponential weighted moving average (EWMA). *Journal of Mathematical Finance*, 6(1), 99-104.
- Aji, B. G., Sondawa, D. C. A., Anindika, F. A., & Januarita, D. (2022). Analisis peramalan obat menggunakan metode simple moving average, weighted moving average, dan exponential smoothing. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(4), 959-965.
- Dong, R. & Pedrycz, W. (2008). A granular time series approach to long-term forecasting and trend forecasting. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(13), 3253-3270.
- Fahrudin, T. M., Ambariawan, R. P., & Kamisutara, M. (2021). Demand forecasting of the automobile sales using least square, single exponential smoothing and double exponential smoothing. *Petra International Journal of Business Studies (IJBS)*, 4(2), 122-130.
- Herdiani, E. T., Fandrilla, G., & Sunusi, N. (2018). Modified exponential weighted moving average (EWMA) control chart on autocorrelation data. *Journal of physics: Conference series*, 979.
- Laudon, K.C. & Laudon, J. P. (2004). *Management information systems: Managing the digital firm* (8th ed). Upper Saddle River, Prentice Hall.
- Onaolapo, A. K., Carpanen, R. P., Dorrell, D. G., & Ojo, E. E. (2021). Forecasting electricity outage in KwaZulu-Natal, south africa using trend projection and artificial neural networks techniques. *IEEE PES/IAS PowerAfrica*, 1-5.
- Pataropura, A., Sabatino, I. D., & Riki, R. (2020). Inventory management with forecasting method: Single moving average and trend projection. *Bit-Tech: Binary Digital-Technology*, 2(3), 110-121.

### บรรณานุกรม (ต่อ)

UI GreenMetric World University Rankings. (2017). Retrieved May 20, 2022.

<https://greenmetric.ui.ac.id/>.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขออนุญาตใช้ข้อมูลมหาวิทยาลัยเพื่อดำเนินการจัดทำ  
ดัชนีนิพนธ์และบทความวิจัย



## ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเพื่อการวิจัย  
และผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร  
และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเพื่อการวิจัย

- |   |   |
|---|---|
| 1. อาจารย์ ดร.ภคมน ปินตานา                | ประธานหลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยพลังงาน<br>มหาวิทยาลัยแม่โจ้                          |
| 2. นายพัลลภ ราชแผน                        | วิศวกรไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดอุดรดิตถ์   |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกลักษณ์ สุมนพันธุ์ | อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า<br>คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล<br>ล้านนาตาก |
| 4. นายนรากรณ์ สังกิติโรจน์                | ผู้ช่วยนักวิจัย วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยี<br>ชุมชนแห่งเอเชีย (adiCET)               |
| 5. นายอดิษฐ์ จันทร์มี                     | ผู้จัดการฝ่ายบำรุงรักษา บริษัททิพย์สุโขทัยไปโอเอนเนอयी<br>จำกัด                             |
| 6. ผศ.ดร.หทัยทิพย์ สิ้นธูยา               | คณบดี วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชน<br>แห่งเอเชีย (adiCET)                         |
| 7. ผศ.ดร.รัชดา คำจริง                     | ผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์   |

**ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร  
และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร**

- |   |  |
|---|--|
| 1. อาจารย์ ดร.ภคมน ปินตานา                | ประธานหลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยพลังงาน<br>มหาวิทยาลัยแม่โจ้   |
| 2. นายพัลลภ ราชแผน                        | วิศวกรไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดอุดรดิตถ์  |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกลักษณ์ สุมนพันธ์ุ | อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า<br>คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล<br>ล้านนาตาก  |
| 4. นายนรากรณ์ ส่งกิติโรจน์                | ผู้ช่วยนักวิจัย วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยี<br>ชุมชนแห่งเอเชีย (adiCET)  |
| 5. นายอดิษฐ์ จันทร์มี                     | ผู้จัดการฝ่ายบำรุงรักษา บริษัททิพย์สุโขทัยไปโอเอนเนอयी<br>จำกัด  |
| 6. ผศ.ดร.หทัยทิพย์ สีนธูยา                | คณบดี วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชน<br>แห่งเอเชีย (adiCET)  |
| 7. นายคมสร ภูฆัง                          | หัวหน้าแผนกบุคคลและมวลชนสัมพันธ์<br>บริษัท เกษตรไทย อินเตอร์เนชั่นแนล ชูการ์ คอร์ปอเรชั่น<br>จำกัด (มหาชน)                                       |
| 8. นางสาวพัฒน์นรี กมลสุรเชษฐ์             | พลังงานจังหวัดอุดรดิตถ์  |
| 9. ผศ.ดร.รัชดา คำจริง                     | ผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์  |
| 10. ผศ.ธันตภา กรพิทักษ์                   | รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์  |
| 11. ผศ.ดร.ชัชพล เกษวิริยะกิจ              | อาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี<br>อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์<br>ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ทะเบียนเลขที่<br>ผอส. 00008 |
| 12. นายโชติวิรัช อินทนนท์                 | ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ ทะเบียนเลขที่<br>ผขอ. 04227   |
| 13. นายณัฐพงศ์ แก้มทองมา                  | ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ ทะเบียนเลขที่<br>ผขอ. 06660   |
| 14. ผศ.ดร.วีระพล คงนุ่น                   | ผู้อำนวยการศูนย์พลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์   |

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 15. ผศ.ดร.ปฏิพัทธ์ ถนอมพงษ์ชาติ | อาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมการจัดการพลังงาน<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ |
| 16. ผศ.ดร.อำนาจ ตงต๊ิบ          | อาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมการจัดการพลังงาน<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ |
| 17. อาจารย์ยสินทีนี้ เอมหยวก    | คณะกรรมการศูนย์พลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์  |
| 18. ผศ.ธนภูมิ เพ็องเพียร        | อาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์           |
| 19. ผศ.ทวีศักดิ์ วงจักร         | อาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์           |
| 20. อาจารย์นัฐพงศ์ เนินซัด      | อาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์           |
| 21. อาจารย์สมเจตน์ บุญชื่น      | อาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์           |
| 22. อาจารย์รัฐพล ดุลยะลา        | คณะกรรมการศูนย์พลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์  |
| 23. ผศ.ดร.ไพโรจน์ อิ่มไพ        | อาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์           |
| 24. ผศ.ดร.ภาณุวัฒน์ วงศ์แสงน้อย | อาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร              |
| 25 อาจารย์ ดร.พุทธดี อุบลสุข    | คณะกรรมการศูนย์พลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์  |

ภาคผนวก ค

หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเพื่อการวิจัย

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๑๘



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย  
เรียน อาจารย์ ดร.ภคมน ปินตานา

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๑๗



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทริฎฐูรจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย  
เรียน นายพัลลภ ราชแผน

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อการดำเนินการวิจัย มีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๑๔



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย  
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกลักษณ์ สุมณพันธุ์

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๖-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย  
เรียน นายอติษฐ จันทรมี

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทรีแบริจี้ เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย  
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หทัยทิพย์ สินธูยา

ด้วย นายสารีย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๐



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทริฎูรจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย  
เรียน นางสาวพัฒนันรี กมลสุรเชษฐ์

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย  
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชดา คำจริง

ด้วย นายสาริย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ภาคผนวก ง

หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย  
ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร  
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติทงศ์ โพธิ์ดง

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร เพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน อาจารย์ ดร.พุทธดี อุบลสุข

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนากระบวนสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร เพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๗



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทริฎฐูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานูวัฒน์ วงศ์แสงน้อย

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๕๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ อิมโพ

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนา ระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อการดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน นายคมศร ภูมิ่ง

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนากระบวนกรประเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน อาจารย์รัฐพล ดุลยะลา

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อการดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนกร สว่างเจริญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน อาจารย์สมเจตน์ บุญชื่น

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนา ระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน อาจารย์นัฐพงษ์ เนินซัด

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๑



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ วรจักร์

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนา ระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร เพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๔๐



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธณภูมิ เฟื่องเพียร

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๙



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน อาจารย์ยสินทนี เอมหยวก

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ตงดีบ

ด้วย นายสารีย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนากระบวนสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฏิพัทธ์ ถนอมพงษ์ชาติ

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คอมกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
โทร ๐๒-๕๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระพล คงนุ่น

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนากระบวนกรพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทิวศิรินทร์ เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน นายณัฐพงศ์ แก้วทองมา

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๕๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทรีแบริจี้ เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน นายโชติวิช อินทนนท์

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร เพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศมนกร สว่างเจริญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชพล เกษวิริยะกิจ

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง "การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ"

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทรีแบริจี้ เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธันตดา กรพิทักษ์

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๑



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน นายนรากรณ์ สังกิตติโรจน์ ผู้ช่วยนักวิจัย

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๓๐



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชดา คำจริง

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนกร สว่างเจริญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๕๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หทัยทิพย์ สินธุยา

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๘



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน นางสาวพัฒน์นรี กมลสุรเชษฐ์

ด้วย นายสร้อย กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๘



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน นางสาวพัฒนันท์ กมลสุรเชษฐ์

ด้วย นายสร้อย กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร เพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๗



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทริฎฐูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน นายอดิษฐ์ จันทร์มี ผู้จัดการฝ่ายบำรุงรักษา บริษัททิพย์สุโขทัยไบโอเอนเนอจี จำกัด

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทิวรุจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกลักษณ์ สุนนพันธ์

ด้วย นายสารัลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร เพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๕



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงทริฎฐูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน นายพัลลภ ราชแผน

ด้วย นายสารีย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาแบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๕๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๑๓๒๔



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

เรียน อาจารย์ ดร.ภคมน ปินตานา

ด้วย นายสารลย์ กระจง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ทำงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาแบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ”

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นแล้วว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้อง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐๒-๔๗๓-๗๐๐ ต่อ ๑๘๑๑, ๑๘๑๔

ภาคผนวก จ  
แบบสอบถามเพื่อการวิจัย (IOC)  
โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจ  
บริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

## แบบสอบถามเพื่อการวิจัย (IOC)

โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงาน  
ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

คำชี้แจง :

1. แบบสอบถามฉบับนี้ อยู่ในขั้นตอนศึกษาปัจจัยที่ส่งผลปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ
2. แบบสอบถามฉบับนี้มุ่งตรวจสอบ เพื่อหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ของแบบสอบถามและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
3. ขอความกรุณาผู้ทรงคุณวุฒิหรือท่านผู้เชี่ยวชาญ ช่วยพิจารณาว่าแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่ ด้วยการให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามใน ระบบ IOC โดยการทำเครื่องหมาย  ลงในช่องว่างเกณฑ์การให้คะแนนในระบบ IOC
  - 1) ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้น มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
  - 2) ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้น มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
  - 3) ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้น มีเนื้อหาที่ไม่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
4. ผู้วิจัยขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์โดยการเขียนข้อเสนอแนะไว้ท้ายข้อความนั้นๆ

ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้  
ผู้วิจัย

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : ให้เติมเครื่องหมาย  ของแต่ละปัจจัย ลงในช่องค่าคะแนน  
ความสำคัญของปัจจัย ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ : โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับข้อคำถามปัจจัยว่าเหมาะสมหรือไม่  
อย่างไร

ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ	ข้อคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	1	0	-1	
<b>ปัจจัยทางกายภาพ</b>				
1. จำนวนอาคาร				
2. พื้นที่ใช้สอยของอาคาร				
3. จำนวนเครื่องปรับอากาศ				
4. จำนวนหลอดไฟฟ้า				
5. จำนวนนักศึกษา				
6. จำนวนอาจารย์และบุคลากร				
7. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน				
<b>ปัจจัยทางการจัดการพลังงาน</b>				
1. นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน				
2. การจัดการองค์กรด้านพลังงาน				
3. การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจด้านพลังงาน				
4. ระบบข้อมูลข่าวสารพลังงาน				
5. ประชาสัมพันธ์การประหยัดพลังงาน				
6. การลงทุนงบประมาณโครงการจัดการพลังงาน				

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ :

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ภาคผนวก ฉ  
แบบสอบถามโครงการวิจัย  
เรื่องการพัฒนาสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการ  
พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

## แบบสอบถามโครงการวิจัย

เรื่องการพัฒนาาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏ

คำชี้แจง : ให้เติมเครื่องหมาย  ของแต่ละปัจจัย ลงในช่องค่าคะแนนสำคัญของปัจจัย  
ค่าคะแนนของตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร

ผู้ตอบแบบสอบถาม : ..... ตำแหน่ง.....

หน่วยงาน.....

ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ	ค่าคะแนน ความสำคัญ ของปัจจัย					ค่าคะแนน ของตัวแปร					ค่าถ่วงน้ำหนัก ของตัวแปร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<b>ปัจจัยทางกายภาพ</b>															
1. จำนวนอาคาร															
2. พื้นที่ใช้สอยของอาคาร															
3. จำนวนเครื่องปรับอากาศ															
4. จำนวนหลอดไฟฟ้า															
5. จำนวนนักศึกษา															
6. จำนวนอาจารย์และบุคลากร															
7. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน															
8. อื่นๆ (โปรดระบุ).....															
<b>ปัจจัยทางการจัดการพลังงาน</b>															
1. นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน															
2. การจัดการองค์กรด้านพลังงาน															
3. การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจด้านพลังงาน															
4. ระบบข้อมูลข่าวสารด้านพลังงาน															
5. ประชาสัมพันธ์การประหยัดพลังงาน															
6. การลงทุนงบประมาณโครงการจัดการพลังงาน															
7. อื่นๆ (โปรดระบุ).....															

ขอเสนอแนะ

.....  
 .....  
 .....

ภาคผนวก ช  
แบบสอบถามโครงการวิจัย  
เรื่องการประเมินของผู้ใช้ระบบสารสนเทศสำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจ  
บริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา

## แบบสอบถามโครงการวิจัย

การประเมินของผู้ใช้ระบบสารสนเทศสำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการ  
พลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา

คำชี้แจง : ให้เติมเครื่องหมาย  ผลการประเมินของผู้ใช้ระบบสารสนเทศสำหรับการสนับสนุน  
การตัดสินใจบริหารจัดการ พลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา

ผู้ตอบแบบสอบถาม : ..... ตำแหน่ง.....

หน่วยงาน.....

รายละเอียดการประเมิน ระบบสารสนเทศสำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจบริหาร จัดการ พลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา	ค่าระดับการประเมิน (คะแนน)				
	5	4	3	2	1
	1.00 – 2.00 = น้อยที่สุด				
	2.01 – 3.00 = น้อย				
	3.01 – 4.00 = ปานกลาง				
	4.01 – 5.00 = มาก				
<b>1. ด้านรูปแบบของโปรแกรม</b>					
1.1 การจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมใช้งานง่าย					
1.2 ขนาดและสีตัวอักษรที่แสดงในโปรแกรมมีความชัดเจน					
1.3 ข้อมูลในโปรแกรมมีความถูกต้อง แม่นยำ และครบถ้วน					
<b>2. ด้านขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรม</b>					
<b>ส่วนการจัดการพลังงาน</b>					
(1) การเข้าสู่ระบบ					
(2) การสร้างสมาชิก					
(3) การเพิ่มการประเมิน					
(4) การแสดงการประเมิน					
(5) ฟังก์ชันสร้างแผนภาพการประเมิน					
(6) ฟังก์ชันประมวลผลข้อมูลการประเมินเป็นแผนภาพ พลังงาน					
(7) ฟังก์ชันการสร้างสถิติการใช้ไฟฟ้า					
(8) ฟังก์ชันการสร้างนโยบาย					
(9) ฟังก์ชันการสร้างแผนภาพสำหรับการออกแบนโยบาย					

(10) ฟังก์ชันประมวลผลการออกแบบนโยบายสำหรับแสดงหน้าสรุปผล					
(11) ฟังก์ชันสรุปข้อมูลสำหรับหน้า Dashboard					
(12) ฟังก์ชันการแชร์ข้อมูล					
<b>3. ด้านส่วนสมการพลังงานของโปรแกรม</b>					
3.1 โปรแกรมง่ายต่อการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน					
3.2 โปรแกรมง่ายต่อการดูข้อมูลเพื่อวางแผนนโยบายการบริหารจัดการมหาวิทยาลัย					
<b>4. ด้านการทำงานและการใช้ประโยชน์ของโปรแกรม</b>					
4.1 ง่ายต่อการเพิ่มและแก้ไขข้อมูล					
4.2 โปรแกรมมีความครบถ้วนตามความต้องการของผู้ใช้					
4.3 ความสามารถของโปรแกรมในการนำไปใช้ประโยชน์					
4.4 ความพึงพอใจในภาพรวมของโปรแกรม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข  
คู่มือการใช้งานระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการ  
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

## คู่มือการใช้งานระบบสารสนเทศในการกำหนดนโยบายบริหารจัดการ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

### 1. หน้าต่างฟังก์ชันการเข้าระบบ และ สมัครสมาชิก

ยินดีต้อนรับ  
กรุณากรอกข้อมูลให้ถูกต้องเพื่อเข้าระบบ

Username  
Enter username

Password  
Enter password

Remember me

Log In

ลืมรหัสผ่าน

ยังไม่มีบัญชีใช้งาน? สมัครสมาชิก

รูปที่ 1 ฟังก์ชันเข้าระบบ

ระบบ สมัครสมาชิก  
กรุณากรอกข้อมูลให้ครบถ้วน

ชื่อผู้ใช้งาน  
ใส่ชื่อผู้ใช้ (กรุณากรอกเป็นภาษาอังกฤษ)

รหัสผ่าน  
ใส่รหัสผ่าน

ตรวจสอบรหัสผ่าน  
ใส่รหัสผ่านที่เหมือนกัน

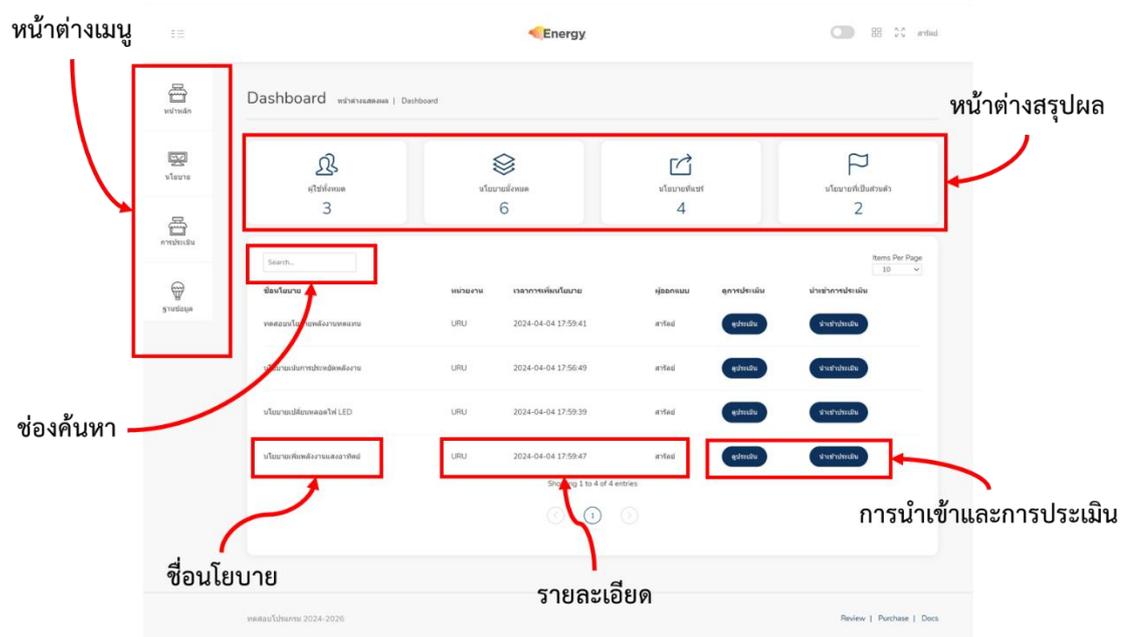
แสดงการซ่อนรหัสผ่าน

สมัครสมาชิก

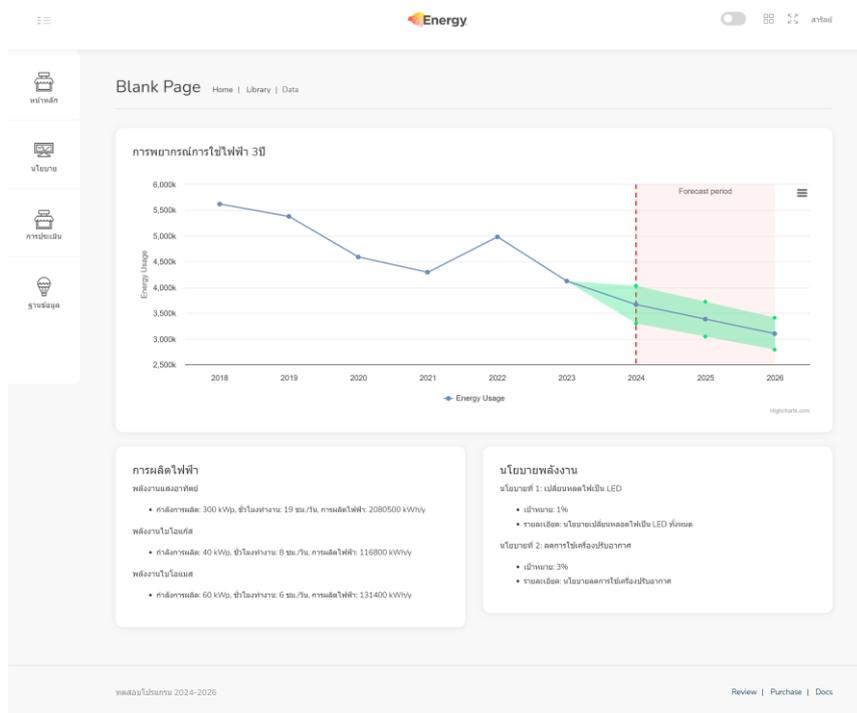
หากคุณมีผู้ใช้งานอยู่แล้ว กรุณาเข้าระบบ

รูปที่ 2 หน้าต่างการสมัครสมาชิก

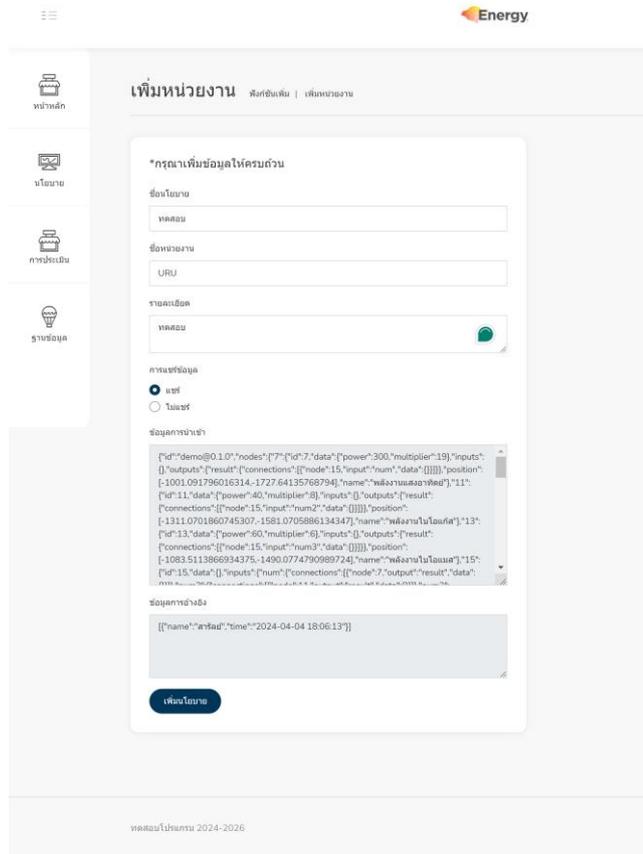
## 2. หน้าต่าง Dashboard การสรุปผล และการนำเข้า



รูปที่ 3 หน้าต่าง Dashboard

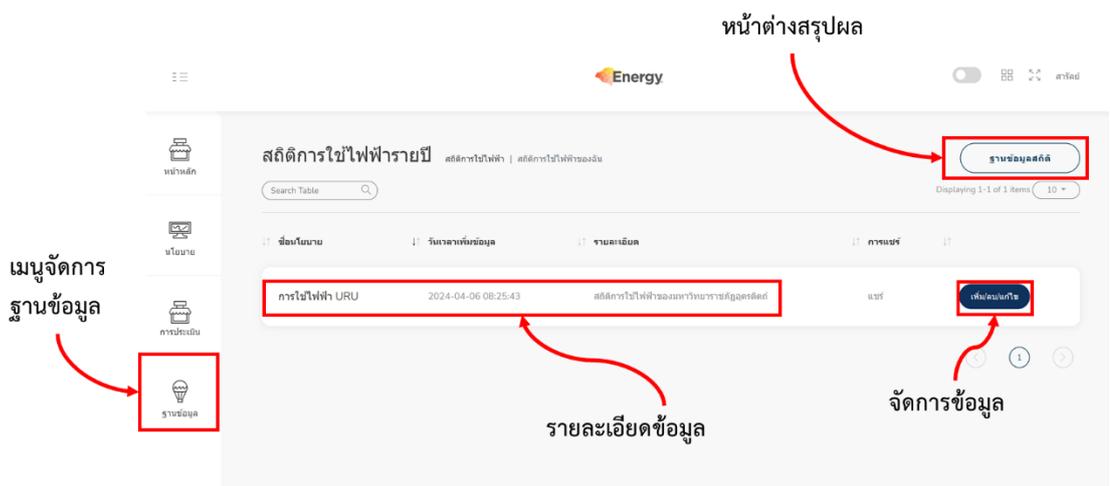


รูปที่ 4 การสรุปผล

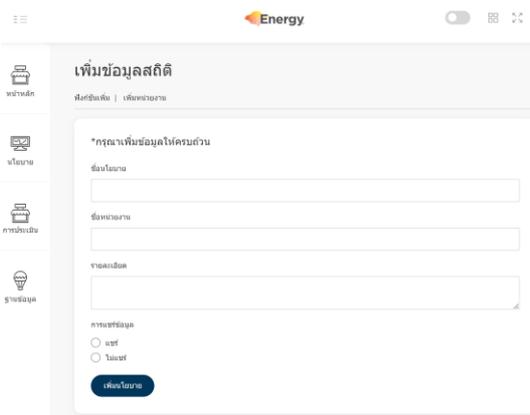


รูปที่ 5 การนำเข้าข้อมูล

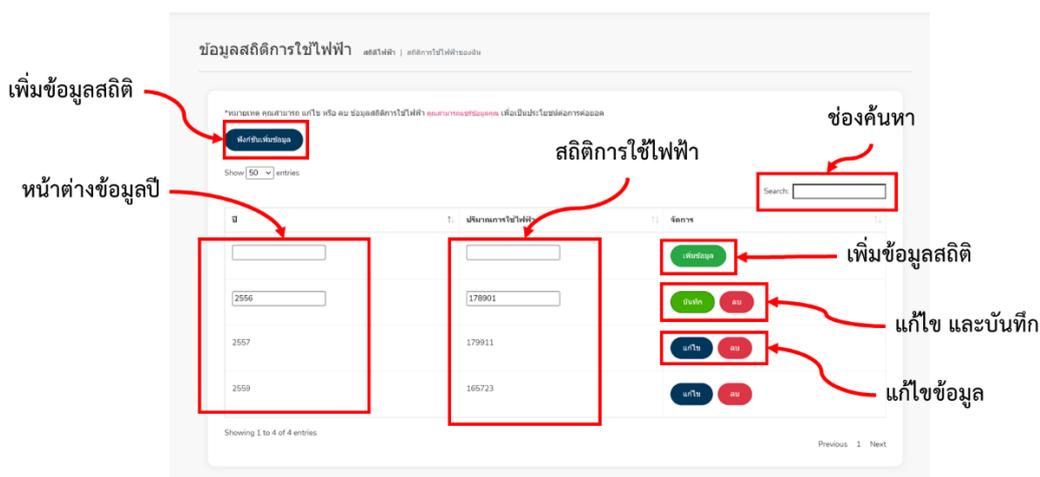
3. ฟังก์ชันการสร้างข้อมูลสถิติ



รูปที่ 6 ฟังก์ชันข้อมูลสถิติ

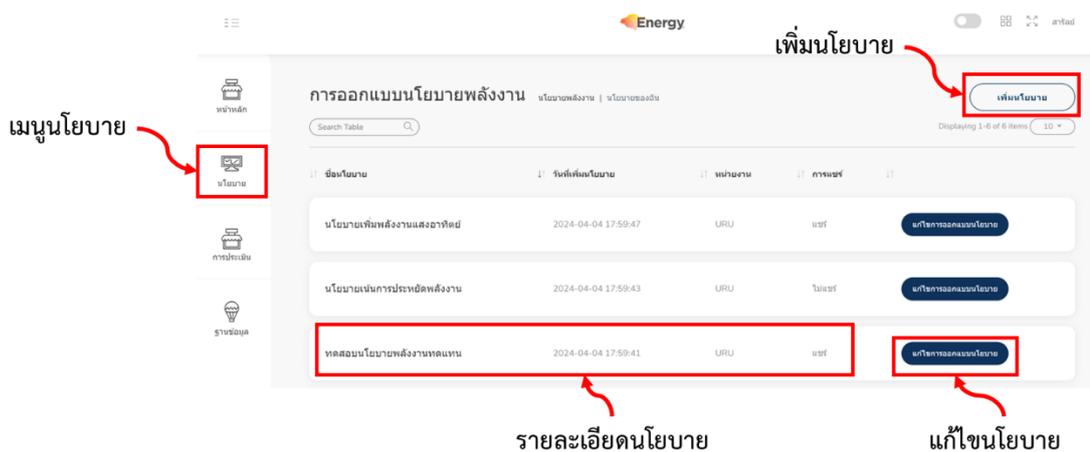


รูปที่ 7 หน้าต่างการเพิ่มข้อมูลสถิติ



รูปที่ 8 ฟังก์ชัน แก้ไข/เพิ่ม/ลบ ข้อมูลสถิติ

4. ฟังก์ชันการสร้างนโยบาย



รูปที่ 9 ฟังก์ชันนโยบาย

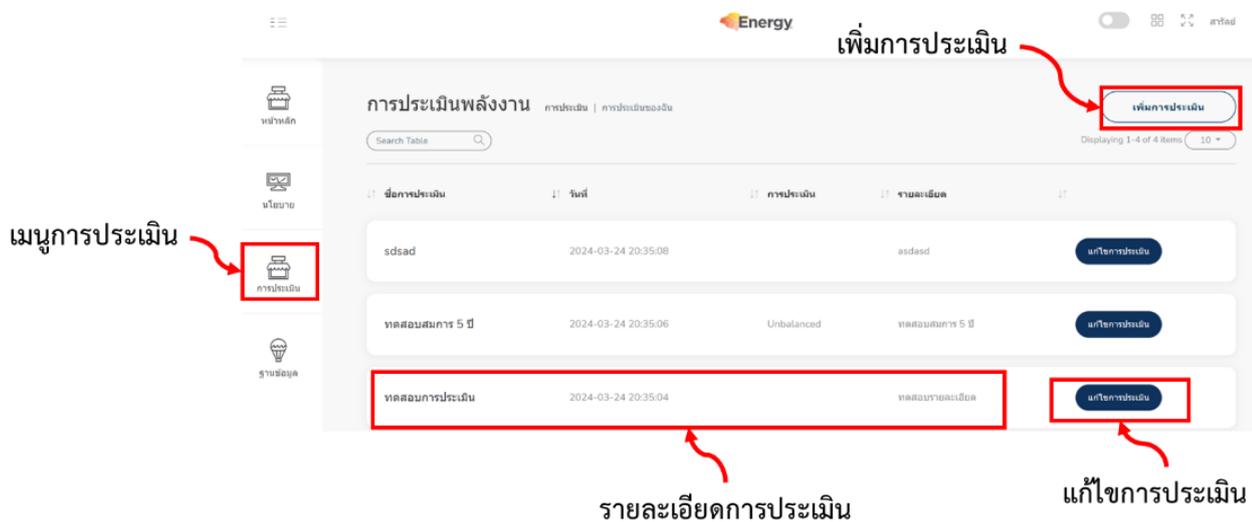


เมนูนโยบาย

ฟังก์ชันคลิกขวาเพื่อ  
สร้างแผนภาพ

รูปที่ 10 ฟังก์ชันการกำหนดนโยบาย

5. ฟังก์ชันประเมิน

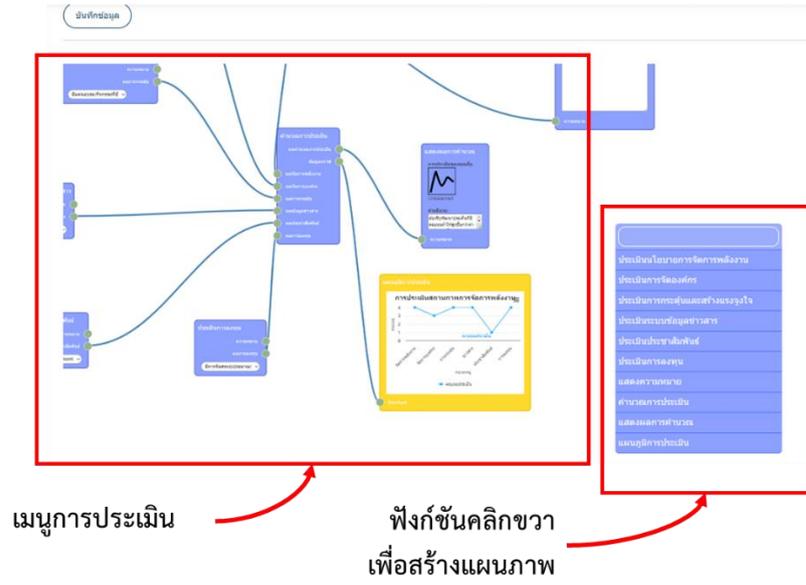


เมนูการประเมิน

รายละเอียดการประเมิน

แก้ไขการประเมิน

รูปที่ 11 ฟังก์ชันการประเมิน



รูปที่ 12 การสร้างการประเมิน

ภาคผนวก ฅ

แบบตอบรับการตีพิมพ์บทความวิจัยเรื่อง

การประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

สำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัย

กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

APPLICATION OF MATHEMATICAL EQUATIONS TO FORECAST ELECTRICITY  
CONSUMPTION FOR ENERGY MANAGEMENT IN UNIVERSITIES  
: A CASE STUDY OF UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

ที่ อว ๐๖๑๔.๘/๐๑๐



สถาบันวิจัยและพัฒนา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์  
ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมืองอุดรดิตถ์  
จังหวัดอุดรดิตถ์ ๕๓๐๐๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความ

เรียน คุณสารีย์ กระจง และคณะ

ตามที่ ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง “การประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า สำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัย กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ (APPLICATION OF MATHEMATICAL EQUATIONS TO FORECAST ELECTRICITY CONSUMPTION FOR ENERGY MANAGEMENT IN UNIVERSITIES : A CASE STUDY OF UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY)” เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ซึ่งเป็นวารสารวิชาการที่อยู่ในฐานข้อมูลศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) กลุ่ม ๑ ความทราบแล้วนั้น

บัดนี้ ท่านได้ปรับแก้บทความตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง ๓ ท่าน เรียบร้อยแล้ว กองบรรณาธิการฯ จึงขอแจ้งให้ท่านทราบว่าบทความของท่านจะได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปีที่ ๑๙ ฉบับที่ ๑ ((มกราคม - มิถุนายน ๒๕๖๗) (ISSN 2985-2986 (Online)) ทั้งนี้ หากดำเนินการเผยแพร่ลงเว็บไซต์ <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/uruj/index> เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จักได้แจ้งท่านให้ทราบต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณท่านที่ให้ความสนใจส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ลงวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิติ เมืองตุม)

บรรณาธิการผู้พิมพ์และโฆษณา

วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

งานบริการวิชาการ (วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์)

โทร. ๐๖ ๑๒๖๙ ๒๕๕๒

ภาคผนวก ญ

บทความวิจัยเรื่อง

การประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

สำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัย

กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

APPLICATION OF MATHEMATICAL EQUATIONS TO FORECAST ELECTRICITY

CONSUMPTION FOR ENERGY MANAGEMENT IN UNIVERSITIES

: A CASE STUDY OF UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

## การประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัย กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์

วันที่รับ : 9 พฤศจิกายน 2566

สาริทธิ์ กระจง<sup>1</sup>, คณกร สว่างเจริญ<sup>1</sup>, พงศ์ ทรดาล<sup>1</sup> และศิริกาญจน์ โพธิ์เขียว<sup>1</sup>

วันที่แก้ไข : 16 มกราคม 2567

<sup>1</sup>บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

วันที่ตอบรับ : 22 มกราคม 2567

\*Corresponding author e-mail: saran.krachong@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้และทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพ จำนวน 7 ปัจจัย คือ 1) จำนวนอาคาร 2) พื้นที่ใช้สอยอาคาร (ตารางเมตร) 3) จำนวนเครื่องปรับอากาศ 4) จำนวนหลอดไฟ 5) จำนวนนักศึกษา 6) จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ 7) ปริมาณการใช้พลังงาน ย้อนหลัง 6 ปี (พ.ศ. 2561-2566) ประยุกต์ใช้สมการ 4 สมการ 1) สมการค่าคะแนนแนวโน้ม (Trend P.) 2) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) 3) สมการเอกซ์โปเนนเชียล หนึ่งในขั้นแบบปรับค่า (ARRSES) และ 4) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA) ผลการวิจัยพบว่า เมื่อทำการทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์โดยนำข้อมูลรายเดือนมาเข้าสมการ EWMA มีความผิดพลาดน้อยที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 15.20 รองลงมาเป็น สมการ ARRSES มีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.15 สมการ Trend P. ความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.59 และ สมการ SMA ผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 19.98 และเมื่อนำข้อมูลเฉลี่ยรายปีมาใช้กับสมการ พบว่าสมการ Trend P. จะมีความผิดพลาดน้อยที่สุดร้อยละ 6.40 ส่วนสมการอื่นๆ มีความผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 25 จึงสรุปได้ว่าสมการที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าควรใช้สมการ Trend P. ร่วมกับข้อมูลรายปี เนื่องจากชุดข้อมูลที่นำมาใช้มีลักษณะเป็นเชิงเส้นทำให้ Trend P. มีความเหมาะสมที่สุด เมื่อนำสมการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้สำหรับการพยากรณ์ร่วมกับข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์รายปี ในปี พ.ศ. 2566 พบว่าในปี พ.ศ. 2567 - 2569 จะมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.57 ร้อยละ 6.37 และ ร้อยละ 12.23 ตามลำดับ ถ้าไม่มีการใช้พลังงานทดแทนหรือนโยบายด้านการจัดการพลังงานจะส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2569 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์จะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 7,525,959 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย 36,801,939 บาทต่อปี โดยคิดค่านวนค่าไฟฟ้า 4.89 บาทต่อหน่วย จากค่าไฟฟ้าเฉลี่ยรวมจากภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) รวมกับค่าปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (FT) จากปี พ.ศ.2561- 2566 ดังนั้นการประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์ดังกล่าวจึงสามารถพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ได้ ส่งผลให้มหาวิทยาลัยสามารถนำข้อมูลไปวางแผนนโยบายสำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัยได้อย่างเหมาะสม

**คำสำคัญ:** พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า, บริหารจัดการพลังงาน, การพยากรณ์อนุกรมเวลา, สมการแนวโน้มเชิงเส้น

## APPLICATION OF MATHEMATICAL EQUATIONS TO FORECAST ELECTRICITY CONSUMPTION FOR ENERGY MANAGEMENT IN UNIVERSITIES :A CASE STUDY OF UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

Received : 9 November 2023

Saran Krachong<sup>1\*</sup>, Kanakorn Sawangcharoen<sup>1</sup>,

Revised : 16 January 2024

Pong Horadal<sup>1</sup> and Sirigarn Phokheaw<sup>1</sup>

Accepted : 22 January 2024

<sup>1</sup>The Graduate School Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

\*Corresponding author e-mail: saran.krachong@gmail.com

### ABSTRACT

The objective of this research is to apply and test mathematical equations for volume forecasting the electricity usage at Uttaradit Rajabhat University using 7 factors; 1) number of buildings, 2) building usable area (square meters), 3) number of air conditioners, 4) number of light bulbs, 5) number of students, 6) number of teachers and personnel, and 7) amount of energy use during the time span of 6 years (2018-2023) and applying 4 equations which were 1) Trend prediction equation (Trend P.), 2) Simple moving average equation (SMA), 3) Exponential equation Adaptive one layer (ARRSES), and 4) Exponential weighted moving average (EWMA) equations. The research results revealed that when testing the mathematical equation by bringing monthly data into the equation, EWMA had the least error with an average of 15.20 percent, followed by the ARRSES equation with an average error of 18.15 percent, Trend P equation had the average error of 18.59 percent, and the SMA equation had an average error of 19.98 percent. When the annual average data was used with the equation, it was found that the Trend P. equation had the least error of 6.40 percent, while the other equations had more than 25 percent of error. Therefore, it could be concluded that the appropriate equation for forecasting electricity use should be the Trend P. equation combined with annual data. This was because the data set used was linear, Trend P. is the most appropriate. When the above equation is applied for forecasting together with annual electricity usage data of Uttaradit Rajabhat University in 2023, it is found that in 2024 - 2026 there will be an increase in the amount of electricity used. 5.57 percent, 6.37 percent, and 12.23 percent, respectively. If there is no use of alternative energy or energy management policy As a result, in 2026, Uttaradit Rajabhat University will have an electricity consumption of 7,525,959 kilowatt-hours. Or calculate the electricity cost that must be paid 36,801,939 baht per year by calculating the electricity cost of 4.89 baht per unit from the total average electricity cost from Value Added Tax (VAT) plus the automatic electricity rate adjustment (Ft) from the year 2018 – 2023. Therefore, the application of the above mathematical equations can predict the electricity consumption of Uttaradit Rajabhat University. As a result, the university can use the data to formulate appropriate policies for energy management in the university.

**Keyword:** Forecast electricity consumption, Energy management, Time series forecasting,  
 Linear equation forecasting

## บทนำ

มหาวิทยาลัยเป็นองค์กรที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนจึงมีความสำคัญต่อมหาวิทยาลัยโดยตรง กล่าวคือ มหาวิทยาลัยต้องมีกระบวนการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงาน การควบคุมการใช้พลังงาน หรือการใช้พลังงานทดแทน จากทรัพยากรของมหาวิทยาลัยที่มีให้เต็มศักยภาพเพื่อการวางแผนและบริหารจัดการการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัย เนื่องจากการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการที่ไม่สามารถพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเป็นปัญหาที่ส่งผลเสีย ต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัย (Elduque et al., 2018, p.14; Nasef et al., 2021, p.153; Shea et al., 2020, p.9) การจัดการควบคุมการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยจึงจำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยควรพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางด้านกายภาพ หรือปัจจัยทางด้านกำหนดยุทธศาสตร์การบริหารจัดการ ต้องมีความชัดเจนและครอบคลุมทุกภาคส่วนในมหาวิทยาลัย เพื่อให้ทุกคนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนการกำหนดนโยบาย และเป้าหมายที่ตั้นั้นจะไม่สามารถช่วยประหยัดพลังงานได้เลขาธิการผู้ใช้ไฟฟ้ายังมีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่ไม่คำนึงถึงต้นทุนทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างในงานวิจัยของเดโทนา และคนอื่นๆ (Adetona et al., 2020, p.83) ที่ได้อธิบายถึงพฤติกรรม的开เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งไว้ภายในบ้าน และสำนักงาน ซึ่งส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานเป็นอย่างมาก หรืองานวิจัยของนิโมห์ และคนอื่นๆ (Nimoh et al., 2021, p.7) ที่ได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องบรรยายของมหาวิทยาลัยพบว่า 28.18% เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแม้ไม่ได้ใช้งาน จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นจึงแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยรวมมหาวิทยาลัย ซึ่งมีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์เป็นมหาวิทยาลัยหนึ่งที่มีแนวโน้มการใช้ปริมาณไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปรับปรุงอาคารเก่าและมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มเติมสำหรับอาคารเก่าและอาคารใหม่ทำให้มีโหลดการใช้งานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสวนทางกับการที่มีปริมาณอาจารย์และบุคลากรคงที่และมีจำนวนนักศึกษาลดน้อยลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวส่งผลต่องบประมาณรายได้ของมหาวิทยาลัยที่ต้องนำมาจ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มเติมจากค่าไฟฟ้าที่ได้รับการจัดสรรในแต่ละปี จากงบประมาณรายจ่ายค่าสาธารณูปโภคของมหาวิทยาลัยในปีงบประมาณ 2566 พบว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์มีรายจ่ายค่าสาธารณูปโภคทั้งหมดประมาณ 30 ล้านบาท เป็น ค่าไฟฟ้าประมาณ 28 ล้านบาท (136,920,000 กิกะวัตต์-ชั่วโมง) คิดเป็นร้อยละ 93.33 ของค่าสาธารณูปโภคทั้งหมด (มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ กองนโยบายและแผน, 2566, น.14) ซึ่งถือเป็นการเสียโอกาสในการนำงบประมาณส่วนดังกล่าวไปพัฒนานักศึกษา บุคลากร และมหาวิทยาลัยเป็นอย่างสูง

ดังนั้นการออกแบบนโยบายด้านพลังงานจึงต้องคำนึงถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้าและพฤติกรรมจริงของผู้ใช้งาน ในงานวิจัยนี้จึงได้ เล็งเห็นปัญหาในด้านการออกนโยบายและเป้าหมายด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต้องมีฐานมาจากการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคตที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยมาประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลทางสถิติของปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณไฟฟ้าย้อนหลัง 6 ปี มาประยุกต์ใช้กับสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ เมื่อผลของงานวิจัยเสร็จสิ้นจะพบสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม และสามารถนำมาสมการดังกล่าวไปพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยสามารถปรับเปลี่ยนค่าปัจจัยต่างๆ แล้วเห็นแนวโน้มของการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าในอนาคตเพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการวิเคราะห์เพิ่มเติมแหล่งพลังงานทดแทนหรือการส่งเสริมนโยบายการอนุรักษ์พลังงานของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการประเมินการจัดการพลังงานขององค์กร (Energy management matrix: EMM) และ การจัดทำรายงานการจัดการพลังงานของมหาวิทยาลัยที่ต้องรายงานไปยังกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงานทุกปี ตามข้อกำหนดกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุม และอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 (กระทรวงพลังงาน, 2552) ซึ่งมหาวิทยาลัยถือเป็นอาคารควบคุมจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และช่วยให้มหาวิทยาลัยมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่มีการจัดการพลังงานที่ดีขึ้นสามารถเป็นต้นแบบให้กับหน่วยงานอื่นรวมทั้งเป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์ด้านพลังงานที่เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อม ชุมชน และประเทศชาติต่อไป

**วัตถุประสงค์การวิจัย**

1. เพื่อประยุกต์ใช้สมการทางคณิตศาสตร์สำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์
2. เพื่อทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์

**วิธีดำเนินการวิจัย**

รูปแบบการดำเนินงานวิจัยการประยุกต์ใช้สมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัย จะสามารถแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ จำนวน 7 ปัจจัย คือ 1) จำนวนอาคาร 2) พื้นที่ใช้สอยอาคาร (ตารางเมตร) 3) จำนวนเครื่องปรับอากาศ 4) จำนวนหลอดไฟ 5) จำนวนนักศึกษา 6) จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ 7) ปริมาณการใช้พลังงาน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) ย้อนหลัง 6 ปี (พ.ศ. 2561-2566) (วุฒิพงษ์ นิลจันทร์ และนิติ เอี่ยมชื่น, 2563, น.82) และจากการนำปัจจัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าน้ำหนักความสำคัญปัจจัย
2. นำข้อมูลปัจจัยทางกายภาพทั้ง 7 ปัจจัย คือ 1) จำนวนอาคาร 2) พื้นที่ใช้สอยอาคาร (ตารางเมตร) 3) จำนวนเครื่องปรับอากาศ 4) จำนวนหลอดไฟ 5) จำนวนนักศึกษา 6) จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ 7) ปริมาณการใช้พลังงาน ย้อนหลัง 6 ปี มาทำการหาวิเคราะห์ผ่านสมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า รายละเอียดของวิธีการดำเนินการดังกล่าวจะสามารถอธิบายได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

**1. การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติด้วยสมการคณิตศาสตร์**

วิธีการดำเนินการรวบรวมข้อมูลปัจจัยต่างๆ ในพื้นที่เป้าหมายและเลือกนำข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้ามาคำนวณผ่านสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และนำข้อมูลเหล่านั้นมาพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เพื่อกำหนดนโยบายที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิก (Classical time series forecasting methods) ที่มีข้อดีคือสามารถพยากรณ์โดยใช้ชุดข้อมูลจำนวนน้อยเช่นข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือนหรือรายปี ต่างจากการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบขั้นสูงอย่าง SARAIMA ที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก และมีรูปสมการที่ซับซ้อนทำให้ยากต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน ผู้วิจัยได้เลือกใช้สมการอย่างง่ายที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยสมการสามารถอธิบายได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

**1.1 สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend projection)**

สมการการคาดคะเนแนวโน้ม หรือ Trend projection เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สมการเชิงเส้นหาความชันของเส้นตรง และหาความสัมพันธ์ของสองตัวแปร ซึ่งสมการการคาดคะเนแนวโน้มเป็นวิธีการพยากรณ์ที่อาศัยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในอดีตและเวลา โดยสมมติว่าแนวโน้มในอนาคตจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับแนวโน้มที่ผ่านมา โดย ค่า a จะเป็นค่าคงที่ที่ตัดแกน y และค่า b จะเป็นค่าความชันของเส้นแนวโน้ม ซึ่งจะบอกถึงทิศทางและอัตราการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มในอนาคต (Dong & Pedrycz, 2008, p.3267) สมการ ดังกล่าวมีข้อดีคือเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ง่ายและเข้าใจง่าย สามารถนำไปใช้ได้กับข้อมูลจำนวนมาก และนำไปใช้ได้กับข้อมูลที่มีความหลากหลาย แต่มีข้อเสียคืออาจไม่แม่นยำหากแนวโน้มในอนาคตเปลี่ยนแปลงสูงเกินไปกว่าแนวโน้มที่ผ่านมา (Onaolapo et al., 2021, p.4; Pataropura et al., 2020, p.118) โดยสมการการคาดคะเนแนวโน้มมีรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (1)$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} \quad (2)$$

$$\hat{Y} = a + bx \quad (3)$$

โดยที่	$\sum$	คือ	ค่าผลรวม
	$\bar{x}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ
	$\bar{y}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม
	$n$	คือ	จำนวนของข้อมูล
	$\hat{y}$	คือ	ค่าพยากรณ์ตัวแปรตาม
	$a$	คือ	ค่าคงที่ที่ตัดแกน y
	$b$	คือ	ค่าความชันของเส้นตรงแนวโน้ม
	$x$	คือ	ช่วงระยะเวลา

เมื่อสมการที่ 1-2 เป็นสมการสำหรับการคำนวณค่าคงที่ และ ความชันของเส้นตรง เพื่อนำผลที่ได้มาใช้คำนวณในสมการที่ 3 ซึ่งเป็นสมการคาดคะเนแนวโน้มจากการคำนวณข้อมูลจากจุด a ไปจุด b ทำให้ผลลัพธ์จากสมการดังกล่าวสามารถตอบแนวโน้มที่กำลังจะเกิดขึ้นในจุดถัดไปได้

1.2 สมการการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้น (Adaptive-response-rate single exponential smoothing, ARSSES)

ARSSES หรือสมการการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้นแบบปรับค่าได้ มีวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลในอดีตมาปรับน้ำหนักการพยากรณ์ โดยสมมติว่าข้อมูลในอดีตที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกับข้อมูลปัจจุบันจะมีน้ำหนักเป็นอย่างไร โดยการกำหนดค่าเฉพาะเจาะจงของ  $\alpha$  การเปลี่ยนค่า  $\alpha$  เป็นไปตามลักษณะความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ทำให้ค่าพยากรณ์ปรับค่าไปตามการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงโดยมีสมการดังนี้

ค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $0 < \alpha < 1$  ดังสมการ

$$\hat{Z}_t(1) = \alpha Z_t + (1 - \alpha) \hat{Z}_{t-1}(1) \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{ให้} \quad \alpha_{t+1} &= \frac{|E_t|}{M_t} \\ \text{โดยที่} \quad E_t &= \beta e_t + (1 - \beta) E_{t-1} \\ M_t &= \beta |e_t| + (1 - \beta) M_{t-1} \\ e_t &= Z_t - \hat{Z}_t(1) \end{aligned}$$

$$\text{การกำหนดค่าเริ่มต้น } \hat{Z}_0(1) = Z_1 \text{ หรือ } \hat{Z}_0(1) = \bar{Z} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Z_i$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 0, \quad \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \beta \text{ ซึ่งควรมีค่า } 0.05 \leq \beta \leq 0.20 \\ E_1 &= M_1 = 0 \end{aligned}$$

จากสมการที่ 4 ข้างต้น เป็นการกำหนดข้อมูล  $\alpha$  เพื่อปรับน้ำหนัก และน้ำหนักนั้นมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการพยากรณ์ ซึ่งทำให้มีข้อดีคือสามารถปรับตัวตามข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาได้ (Fahrudin et al., 2021, p.129)

## 1.3 สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple moving average method, SMA)

สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย หรือ SMA เป็นสมการที่ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจุดเวลาไม่แตกต่างกันมากนัก (Aji et al., 2022, p.965; Ramadhan et al., 2022, p.99) ข้อมูลอนุกรมเวลาเคลื่อนไหวรอบค่าคงที่ค่าหนึ่งเป็นระยะเวลานาน ตัวแบบค่าเฉลี่ยคงที่ระยะยาวมีสมการตัวแบบดังนี้

ค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา  $t$  เมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา

$$\hat{z}_t(1) = \frac{(t-1)\hat{z}_{t-1}(1) + z_t}{t} \quad (5)$$

## 1.4 สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential weighted moving average, EWMA)

สมการการคาดการณ์โดยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล หรือ EWMA เป็นสมการที่สามารถพยากรณ์ข้อมูลตัวเลขล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา โดยใช้ข้อมูลปัจจุบันที่มีผลกระทบต่อค่าพยากรณ์ในอนาคต จำนวนน้ำหนักของข้อมูลไม่เท่ากัน โดยข้อมูลล่าสุดจะมีน้ำหนักมากกว่าข้อมูลที่อยู่ห่างไกลออกไป น้ำหนักของข้อมูลจะลดลงแบบเอกซ์โปเนนเชียลตามเวลาที่ห่างไกลออกไปในอดีต (Adewuyi, 2016, p.103; Herdiani et al., 2018, p.8) สมการดังกล่าวสามารถอธิบายได้ดังนี้

อนุกรมเวลา	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	...	$Z_{t-2}$	$Z_{t-1}$	$Z_t$
ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล	$a^{t-1}$	$a^{t-2}$	$a^{t-3}$	...	$a^2$	$a^1$	$a^0$

$$\hat{Z}_t(1) = \frac{\sum_{r=0}^{t-1} a^r Z_{t-r}}{\sum_{r=0}^{t-1} a^r} = \frac{S_t}{W_t} \quad (6)$$

เมื่อ  $Z_t$  คือ ค่าสังเกตค่าล่าสุด

$a$  คือ ค่าคงที่ เรียกว่า ปัจจัยส่วนลด ;  $0 < a < 1$

ค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา  $t$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } S_t &= \sum_{r=0}^{t-1} a^r Z_{t-r} \\ &= Z_t + a^1 Z_{t-1} + a^2 Z_{t-2} + a^3 Z_{t-3} + \dots \\ &= Z_t + a[Z_{t-1} + a^1 Z_{t-2} + a^2 Z_{t-3} + \dots] \\ &= Z_t + aS_{t-1} \quad ; \end{aligned}$$

โดยให้ค่าเริ่มต้น  $S_0 = 0$

$$\begin{aligned} W_t &= \sum_{r=0}^{t-1} a^r \\ &= 1 + a^1 + a^2 + a^3 + \dots \\ &= 1 + a(1 + a^1 + a^2 + a^3 + \dots) \\ &= 1 + aW_{t-1} \quad ; \end{aligned}$$

โดยให้ค่าเริ่มต้น  $W_0 = 0$  เมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา 1 เทอม คือ  $Z_{t-1}$  จะทั้งค่าในอดีตที่ไกลสุดไป คือ  $Z_1$  จะได้

ข้อมูล	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	...	$Z_{t-1}$	$Z_t$	$Z_{t+1}$
ถ่วงน้ำหนัก	$a^{t-1}$	$a^{t-2}$	$a^{t-3}$	...	$a^2$	$a^1$	$a^0$

ค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่กระทำ ณ เวลา  $t+1$  คือ

$$\hat{Z}_{t+1}(1) = \frac{S_{t+1}}{W_{t+1}}$$

เมื่อ  $S_{t+1} = Z_{t+1} + aS_t$   
 $W_{t+1} = 1 + aW_t$

มีค่าคาดหวังของค่าพยากรณ์ คือ  $E[\hat{Z}_t(1)] = \mu$   
 และความแปรปรวนของค่าพยากรณ์ คือ  $V[\hat{Z}_t(1)] = \sigma^2 \left( \frac{1-a}{1+a} \right)$

#### การกำหนดค่า $a$

ถ้ากำหนดค่าคงที่  $a$  ใกล้ 1 จะเปรียบเสมือนการเพิ่มค่า  $n$  ในวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งเดียว และถ้ากำหนดค่า  $a$  ใกล้ 0 จะเปรียบเสมือนการลดค่า  $n$  ในวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งเดียว

2. นำข้อมูลปัจจัยทางกายภาพทั้ง 7 ปัจจัย มาวิเคราะห์ผ่านสมการคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และทำการทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของสมการน้อยที่สุด จากการที่สมการเป็นแบบใช้แนวโน้มในการพยากรณ์ 1 จุดด้านหน้า ดังนั้นจึงดำเนินการหาค่าความคลาดเคลื่อนของสมการจากสูตร ค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ  $(\text{ผล-ค่าจริง})/\text{ค่าจริง} \times 100$  และนำสมการที่ได้มาทำการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยในช่วงอนาคต 3 ปี (พ.ศ. 2567 - พ.ศ. 2569) เนื่องจากการคาดการณ์ระยะยาวจำเป็นต้องการพัฒนากลยุทธ์ส่วนใหญ่เพื่อให้การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีความน่าเชื่อถือ ระยะเวลาการพยากรณ์ไม่ควรเกิน 3 - 5 ปี (Klyuev et al., 2022, p.15)

#### ผลการวิจัย

จากการรวบรวมข้อมูลปัจจัยทางกายภาพทั้ง 7 ปัจจัย ประกอบด้วย 1) จำนวนอาคาร 2) พื้นที่ใช้สอยอาคาร (ตารางเมตร) 3) จำนวนเครื่องปรับอากาศ 4) จำนวนหลอดไฟ 5) จำนวนนักศึกษา 6) จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ 7) ปริมาณการใช้พลังงาน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) ย้อนหลัง 6 ปี (พ.ศ. 2561 - 2566) ข้อมูลทางสถิติแสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ข้อมูลทางสถิติปัจจัยทางกายภาพมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์

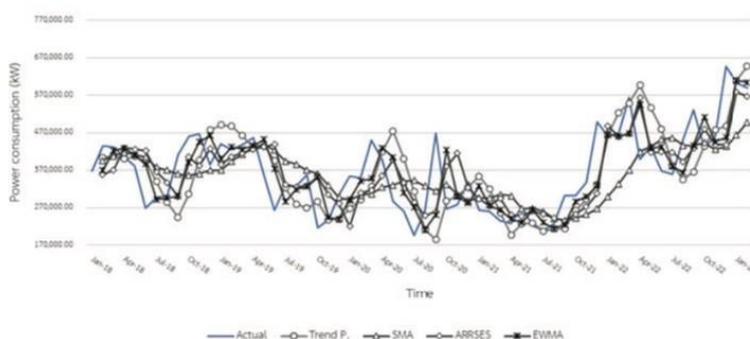
รายการ	พ.ศ. 2561	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2566
จำนวนอาคาร	154	155	156	163	168	168
พื้นที่ใช้สอยอาคาร (ม. <sup>2</sup> )	98,231	105,743	106,425	111,200	114,612	114,612
จำนวนเครื่องปรับอากาศ	827	827	842	1,487	1,643	2,026
จำนวนหลอดไฟฟ้า	15,084	16,238	16,342	17,076	17,599	17,599
จำนวนนักศึกษา	9,056	8,094	7,161	7,219	6,151	5,724
จำนวนอาจารย์และบุคลากร	961	979	961	976	955	944
การใช้พลังงาน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	5,618,347	5,377,290	4,590,004	4,293,629	4,981,182	6,719,636

ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ (2566)

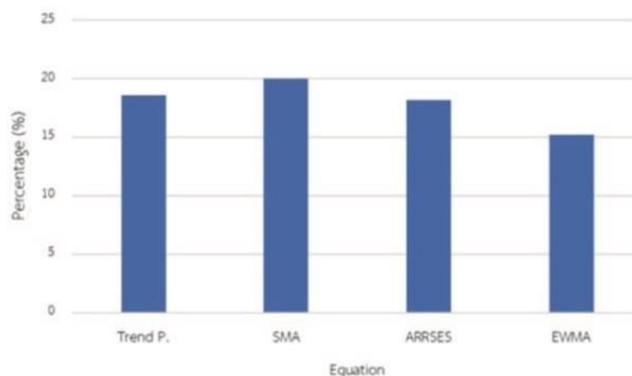
หมายเหตุ : จำนวนเครื่องปรับอากาศและจำนวนหลอดไฟฟ้าเป็นการนับจำนวนเชิงปริมาณเท่านั้น

จากตาราง 1 แสดงถึงข้อมูลสถิติย้อนหลังตั้งแต่ พ.ศ. 2561-2566 จากข้อมูลพบว่าจำนวนอาคารที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 9 และพื้นที่ใช้สอยเพิ่มขึ้นร้อยละ 17 ส่งผลให้มีจำนวนเครื่องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้นถึงร้อยละ 145 และการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 แต่ในขณะเดียวกันกับพบว่าจำนวนนักศึกษาลดลงถึงร้อยละ 37 เนื่องจากมีการปรับปรุงอาคารเก่า และติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มสำหรับอาคารเก่าและอาคารใหม่ทำให้มีโหลดการใช้งานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่ามีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นตามขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร จำนวนเครื่องปรับอากาศ และจำนวนหลอดไฟฟ้า

ดังนั้นจากการที่ปริมาณใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นการทดสอบสมการคณิตศาสตร์จะใช้ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้ามาทดสอบหาความเที่ยงตรงของทั้ง 4 สมการ ในการทดสอบได้รวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือนเพื่อทดสอบสมการทั้งหมดผลการทดสอบสามารถอธิบายได้ดังภาพ 1 - 2 ดังนี้

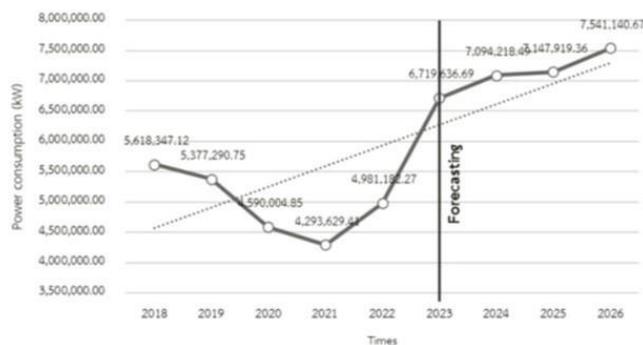


ภาพ 1 ผลการทดสอบสมการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือน

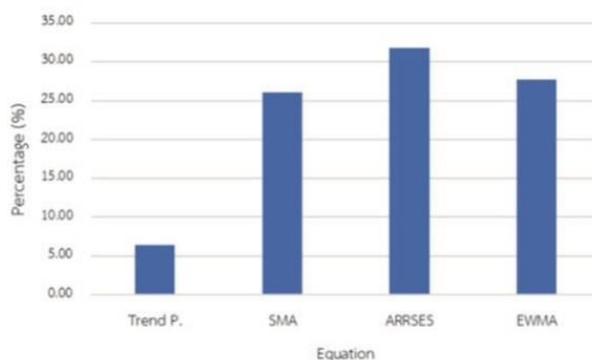


ภาพ 2 ผลความผิดพลาดโดยรวมของสมการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือน

จากภาพ 1 - 2 เป็นการแสดงผลการทดสอบสมการโดยใช้ข้อมูลรายเดือนเป็นเวลา 69 เดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561-2566 ผลการทดสอบพบว่า สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA) มีความผิดพลาดน้อยที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 15.2 รองลงมาเป็นสมการเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งขั้นแบบปรับค่า (ARRSES) มีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.15 สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) ความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.59 และสมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) ผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 19.98 จากข้อมูลจะแสดงให้เห็นว่าสมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA) นั้นมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลที่มีการขึ้นลงผันผวนอย่าง การใช้ไฟฟ้ารายเดือนมากกว่าสมการอื่นจึงทำให้มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด แต่ทั้งนี้หากนำข้อมูลเฉลี่ยรายปีที่มีการเคลื่อนที่ของข้อมูลที่น้อยกว่าแบบรายเดือนมาประยุกต์ใช้กับสมการทั้งหมดจะพบว่าสมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) จะมีความผิดพลาดน้อยที่สุด ผลการทดสอบสามารถอธิบายได้ดังภาพ 3-4



ภาพ 3 ผลการทดสอบสมการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายปี



ภาพ 4 ผลความผิดพลาดโดยรวมของสมการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายปี

จากภาพ 3 เป็นผลการนำข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายปีมาทดสอบ โดยลักษณะของชุดข้อมูลจะเป็นข้อมูลเชิงเส้น และมีการตกลงในช่วง Parabola แบบหงายในปี พ.ศ. 2562-2565 (ค.ศ. 2019-2022) เนื่องจากสถานการณ์ไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยลดน้อยลง และได้มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น พ.ศ. 2566 ส่งผลให้เมื่อนำข้อมูลมาใช้กับสมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นอย่างก้าวกระโดด ทำให้เกิดความชันของเส้นตรงส่งผลให้การพยากรณ์คิดว่าในปี พ.ศ. 2567-2569 คาดว่าจะมีการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5.57, ร้อยละ 6.37 และร้อยละ 12.23 ตามลำดับ ถ้าไม่มีนโยบายการใช้พลังงานทดแทนหรือนโยบายด้านการจัดการพลังงาน จะส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2569 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์จะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 7,541,140 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จากเดิม 6,719,636 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย 36,876,174 บาทต่อปี โดยคิดคำนวณจากอัตราค่าไฟ 4.89 บาทต่อหน่วย โดยคิดคำนวณจากค่าไฟฟ้าเฉลี่ยรวมจากภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) รวมกับค่าปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (Ft) จากปี พ.ศ. 2561-2566 นอกจากนี้ในการทดสอบยังใช้ชุดข้อมูล พ.ศ. 2561-2565 เพื่อทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงโดยนำผลที่ได้จากสมการทั้ง 4 มาเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบัน (พ.ศ. 2566) จากผลการทดสอบดังภาพ 4 จากภาพการเคลื่อนที่ของชุดข้อมูลจะมีความเป็นเส้นตรงส่งผลให้สมการการคาดคะเนแนวโน้มมีความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งมีความผิดพลาดเฉลี่ยเพียง ร้อยละ 6.4 ต่างจากสมการอื่นๆ ที่มีความผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 25 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสมการที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าควรใช้สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) ร่วมกับข้อมูลรายปีเนื่องจากมีความซับซ้อนของข้อมูลที่น้อยกว่าส่งผลให้มีผลความแม่นยำที่สูงขึ้น

### อภิปรายผลการวิจัย

สมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์พบว่าเมื่อนำข้อมูลรายเดือนมาเข้าสมการ EWMA มีความผิดพลาดน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นสมการที่สามารถพยากรณ์ข้อมูลตัวเลขล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา โดยใช้ข้อมูลปัจจุบันที่มีผลกระทบต่อค่าพยากรณ์ในอนาคต ค่าเวลานี้หนักของข้อมูลไม่เท่ากันทำให้เมื่อนำมาใช้พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายเดือนจึงมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าสมการชนิดอื่นสอดคล้องกับงานวิจัยของ อเดวูยีและเฮอร์ดยานี และคนอื่นๆ (Adewuyi, 2016, p.103; Herdiani et al., 2018, p.8) และเมื่อนำข้อมูลเฉลี่ยรายปีมาประยุกต์ใช้กับสมการ พบว่าสมการ Trend P. จะมีความผิดพลาดน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการพยากรณ์ที่สามารถนำไปใช้ได้กับข้อมูลจำนวนมากและนำไปใช้กับข้อมูลที่มีความหลากหลายทำให้เมื่อนำมาใช้พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีจึงมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าสมการชนิดอื่นสอดคล้องกับงานวิจัยของโอนาโปลาโป และคนอื่นๆ และภัทราปุระ และคนอื่นๆ (Onalapo et al., 2021, p.4; Pataropura et al., 2020, p.118) ดังนั้นการพยากรณ์โดยใช้สมการการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) ร่วมกับข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์รายปี มีความแม่นยำสูงที่สุด และเมื่อนำมาพยากรณ์ปริมาณค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัย 3 ปี ข้างหน้าจะสูงขึ้นประมาณ ร้อยละ 12.23 หรือคิดเป็นประมาณ 32 ล้านบาท/ปี ดังนั้นมหาวิทยาลัยจำเป็นต้องมีการใช้พลังงานทดแทน อาจจะในรูปแบบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของมหาวิทยาลัยได้ โดยระบบดังกล่าวบนพื้นที่หลังคา 704 ตารางเมตร สามารถใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 152.12 เมกะวัตต์ชั่วโมง สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.711 ที่อายุโครงการ 25 ปี มีค่าผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับร้อยละ 164.30 มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,364,334 บาท และระยะเวลาคืนทุน 8.3 ปี รวมทั้งยังสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 91.06 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือตลอดทั้งอายุโครงการ 25 ปี มีค่าเท่ากับ 2,139.89 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภางค์ และคนอื่นๆ, 2565, น.94) โดยในปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาขนาด 505 กิโลวัตต์ สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 3 แสนบาท/เดือน หรือประมาณ 2 ล้านบาท/ปี ซึ่งโดยศักยภาพของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์สามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาได้ประมาณ 1 เมกะวัตต์ ซึ่งสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 6 แสนบาท/เดือน หรือประมาณ 7 ล้านบาท/ปี รวมทั้งควรมีนโยบายด้านการจัดการพลังงาน เช่น นโยบายการอนุรักษ์พลังงาน การจัดการองค์กรด้านพลังงาน การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจด้านพลังงาน ระบบข้อมูลข่าวสารพลังงาน ประชาสัมพันธ์ การประหยัดพลังงาน หรือการลงทุนงบประมาณโครงการจัดการพลังงาน เพื่อเป็นการลดปริมาณค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้สมการทางคณิตศาสตร์สำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และการทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า สำหรับการบริหารจัดการพลังงานในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ ผลการศึกษาพบว่า จากการวิเคราะห์สมการทางคณิตศาสตร์ 4 สมการ คือ 1) สมการคาดคะเนแนวโน้ม (Trend P.) สมการดังกล่าวมีข้อดีคือเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ง่ายและเข้าใจง่าย สามารถนำไปใช้ได้กับข้อมูลจำนวนมาก และนำไปใช้ได้กับข้อมูลที่มีความหลากหลาย แต่มีข้อเสียคืออาจไม่แม่นยำหากแนวโน้มในอนาคตเปลี่ยนแปลงสูงเกินไปกว่าแนวโน้มที่ผ่านมา 2) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) เป็นสมการที่ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจุดเวลาไม่แตกต่างกันมาก 3) สมการเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งขั้นแบบปรับค่า (ARRSES) เป็นสมการที่มีวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลในอดีตมาปรับน้ำหนักการพยากรณ์ โดยสมมติว่าข้อมูลในอดีตที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกับข้อมูลปัจจุบันทำให้ค่าพยากรณ์ปรับค่าไปตามการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และ 4) สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอกซ์โปเนนเชียล (EWMA) เป็นสมการที่สามารถพยากรณ์ข้อมูลตัวเลขล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา โดยใช้ข้อมูลปัจจุบันที่มีผลกระทบต่อค่าพยากรณ์ในอนาคต ค่าเวลานี้หนักของข้อมูลไม่เท่ากัน ทั้ง 4 สมการเป็นสมการคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้สำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าและสามารถใช้พัฒนาเป็นอัลกอริทึมของระบบสารสนเทศได้

สำหรับการทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ผู้วิจัยใช้ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าจำนวน 7 ปัจจัย คือ 1) จำนวนอาคาร 2) พื้นที่ใช้สอยอาคาร (ตารางเมตร) 3) จำนวนเครื่องปรับอากาศ 4) จำนวนหลอดไฟ 5) จำนวนนักศึกษา 6) จำนวนอาจารย์และบุคลากร และ 7) ปริมาณการใช้พลังงาน ย้อนหลัง 6 ปี (พ.ศ. 2561-2566) เพื่อทดสอบสมการคณิตศาสตร์ทั้ง 4 สมการ ผลการศึกษาพบว่า เมื่อนำข้อมูลรายเดือนมาทดสอบสมการพบว่า สมการ EWMA มีความผิดพลาดน้อยที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 15.20 รองลงมาเป็น สมการ ARRSSES มีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.15 สมการ Trend P. ความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 18.59 และ สมการ SMA มีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 19.98 ซึ่งทั้ง 4 สมการมีความผิดพลาดใกล้เคียงกัน และเมื่อนำข้อมูลเฉลี่ยรายปีมาทดสอบสมการ พบว่าสมการ Trend P. จะมีความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งมีความผิดพลาดเฉลี่ยเพียงร้อยละ 6.40 ส่วนสมการอื่นๆ ที่มีความผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 25 จึงสรุปได้ว่า สมการคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า คือ สมการ Trend P. ร่วมกับข้อมูลรายปี และเมื่อนำสมการ Trend P. มาพยากรณ์ร่วมกับข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจริงรายปีของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2566 พบว่า ในปี พ.ศ. 2567-2569 จะมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.57 ร้อยละ 6.37 และ ร้อยละ 12.23 ตามลำดับ

#### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สมการคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานต่างๆ ได้
2. สมการคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อใช้พยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและช่วยสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าได้
3. สามารถใช้เป็นแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยต่างๆ ได้
4. สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนมุ่งสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวได้
5. สามารถใช้วิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในชุมชนท้องถิ่นได้
6. สามารถใช้ผลการพยากรณ์ร่วมกับปัจจัยการประเมินการจัดการด้านพลังงาน (Energy Management Matrix: EMM) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการตามข้อกำหนดกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุม และอาคารควบคุม พ.ศ. 2552

#### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ปัจจัยที่จะนำมาใช้กับสมการคณิตศาสตร์สำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าควรมีข้อมูลย้อนหลังเพิ่มขึ้น
2. ควรวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกับการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

#### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและสนับสนุนสถานที่ในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งภายในและภายนอกที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ข้อเสนอแนะ รวมทั้งขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่อำนวยความสะดวกในการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้

#### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. (2552, 25 กันยายน). *ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552*.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ กองนโยบายและแผน. (2566). *รายงานประจำปี 2566*. กองนโยบายและแผน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์.
- ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์, วีระ วงศ์ปัญญา, บุญวัฒน์ วิจารย์พล, เกศนีย์ อินอ้าย, และวราคม วงศ์ชัย. (2565). การจำลองสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่แจ่ม จังหวัดลำปาง. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์*, 17(1), 81-97.

- วุฒิพงษ์ นิลจันทร์ และ นิติ เอี่ยมชื่น (2563). การคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 25(1), 76-89.
- Adetona, S., Ogundeji, A., Ipinnimo, O., & Salawu, R. (2020). Reducing wastage in electricity usage through the use of advancement in GSM technology. *Journal of Engineering and Technology (JET)*, 11(1), 83-96. <https://jet.utm.edu.my/jet/article/view/5546>
- Adewuyi, A. W. (2016). Modelling stock prices with exponential weighted moving average (EWMA). *Journal of Mathematical Finance*, 6(1), 99-104. <https://doi.org/10.4236/jmf.2016.61011>
- Aji, B. G., Sondawa, D. C. A., Anindika, F. A., & Januarita, D. (2022). Analisis peramalan obat menggunakan metode simple moving average, weighted moving average, dan exponential smoothing. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(4), 959-965. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i4.4454>
- Dong, R., & Pedrycz, W. (2008). A granular time series approach to long-term forecasting and trend forecasting. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(13), 3253-3270. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2008.01.095>
- Elduque, A., Elduque, D., Claveria, I., & Javierre, C. (2018). Influence of Material and Injection Molding Machine's selection on the electricity consumption and environmental impact of the injection molding process: An experimental approach. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 5, 13-28. <https://doi.org/10.1007/s40684-018-0002-0>
- Fahrudin, T. M., Ambariawan, R. P., & Kamisutara, M. (2021). Demand forecasting of the automobile sales using least square, single exponential smoothing and double exponential smoothing. *Petra International Journal of Business Studies (IJBS)*, 4(2), 122-130. <https://doi.org/10.9744/ijbs.4.2.122-130>
- Herdiani, E. T., Fandrilla, G., & Sunusi, N. (2018). Modified exponential weighted moving average (EWMA) control chart on autocorrelation data. *Journal of physics: Conference series*, 979. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/979/1/012097>
- Klyuev, R. V., Morgoev, I. D., Morgoeva, A. D., Gavrina, O. A., Martyushev, N. V., Efremkov, E. A., & Mengxu, Q. (2022). *Methods of forecasting electric energy consumption: A literature review*. *Energies*, 15(23), 8919. <https://doi.org/10.3390/en15238919>
- Nasef, A. F., Khattab, H. A. E.-H., & Awad, F. F. (2021). Evaluating the impact of demand side management techniques on household electricity consumption, a real case. *ERI. Engineering Research Journal*, 44(2), 149-157. <https://doi.org/10.21608/erjm.2021.62524.1081>
- Nimoh, P., Duah, D., & Marful, A. (2021). Energy consumption and usage reduction in lecture halls, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, *Preprints*. <https://doi.org/10.20944/preprints202106.0694.v1>
- Onaolapo, A. K., Carpanen, R. P., Dorrell, D. G., & Ojo, E. E. (2021). Forecasting electricity outage in KwaZulu-Natal, south africa using trend projection and artificial neural networks techniques. *IEEE PES/IAS PowerAfrica*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/PowerAfrica52236.2021.9543182>
- Pataropura, A., Sabatino, I. D., & Riki, R. (2020). Inventory management with forecasting method: Single moving average and trend projection. *Bit-Tech: Binary Digital-Technology*, 2(3), 110-121. <https://doi.org/10.32877/bt.v2i3.162>
- Ramadhan, R. H., Yusman, R., & Pranoto, G. T. (2022). Comparison of holt winters and simple moving average models to identify the best model for predicting flood potential based on the normalized difference water index. *JISA (Jurnal Informatika dan Sains)*, 5(2), 99-105. <https://doi.org/10.31326/jisa.v5i2.1316>
- Shea, R. P., Worsham, M. O., Chiasson, A. D., Kissock, J. K., & McCall, B. J. (2020). A lifecycle cost analysis of transitioning to a fully-electrified, renewably powered, and carbon-neutral campus at the University of Dayton. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.100576>

ภาคผนวก ฎ  
ประวัตินักวิจัย

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นายสารรัลย์ กระจง																								
รหัสนักศึกษา	6473267001																								
หลักสูตร	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม																								
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2520																								
สถานที่เกิด	อุตรดิตถ์																								
ประวัติการศึกษา																									
	<table> <tr> <td>วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)</td> <td>สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม</td> <td>พ.ศ. 2546</td> </tr> <tr> <td></td> <td>สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์</td> <td></td> </tr> <tr> <td>วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)</td> <td>สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม</td> <td>พ.ศ. 2547</td> </tr> <tr> <td></td> <td>สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์</td> <td></td> </tr> <tr> <td>วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.)</td> <td>สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์</td> <td>พ.ศ. 2553</td> </tr> <tr> <td></td> <td>มหาวิทยาลัยเชียงใหม่</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.)</td> <td>สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม</td> <td>พ.ศ. 2567</td> </tr> <tr> <td></td> <td>มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา</td> <td></td> </tr> </table>	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)	สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม	พ.ศ. 2546		สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์		วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม	พ.ศ. 2547		สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์		วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.)	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	พ.ศ. 2553		มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.)	สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม	พ.ศ. 2567		มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)	สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม	พ.ศ. 2546																							
	สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์																								
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม	พ.ศ. 2547																							
	สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์																								
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.)	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	พ.ศ. 2553																							
	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่																								
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.)	สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม	พ.ศ. 2567																							
	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา																								
สถานที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์																								
ตำแหน่งงานปัจจุบัน	ผู้อำนวยการ ศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาบูรณาการกับการทำงาน อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม																								