ศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต : การพิสูจน์และสร้างระบบบริหารจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

FUTURE RENEWABLE CENTER : VERIFICATION AND IMPLEMENTATION OF HYBRID ENERGY SYSTEM (MINIMIZE IMPORTING POWER)

โดย

ธนกร ทิพย์เที่ยงแท้

ธนพร บุญมาดี

ธันยวีร์ มนตรีรังสรรค์

ภีรวัฒน์ สะมันชาติ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต : การพิสูจน์และสร้างระบบบริหารจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

FUTURE RENEWABLE CENTER : VERIFICATION AND IMPLEMENTATION OF HYBRID ENERGY SYSTEM (MINIMIZE IMPORTING POWER)

โดย

ธนกร ทิพย์เที่ยงแท้
ธนพร บุญมาดี
ธันยวีร์ มนตรีรังสรรค์
ธีรวัฒน์ ละมันชาติ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUTURE RENEWABLE CENTER : VERIFICATION AND IMPLEMENTATION OF HYBRID ENERGY SYSTEM (MINIMIZE IMPORTING POWER)

TANAKORN TIPTHANGETHAE
TANAPORN BOONMADEE
THANYAWEE MONTREERUNGSAN
THEERAWAT LAMANCHAT

THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2556

ศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต : การพิสูจน์และสร้างระบบบริหารจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

FUTURE RENEWABLE CENTER : VERIFICATION AND IMPLEMENTATION OF HYBRID ENERGY SYSTEM (MINIMIZE IMPORTING POWER)

โดย

นาย ธนกร ทิพย์เที่ยงแท้
นางสาว ธนพร บุญมาดี
นาย ธันยวีร์ มนตรีรังสรรค์
นาย ธีรวัฒน์ ละมันชาติ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์
ผศ.ดร.ชาย ชมภูอินไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต : การพิสูจน์และสร้างระบบบริหารจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

ผู้จัดทำ

1. นาย ธนกร ทิพย์เที่ยงแท้
2. นางสาว ธนพร บุญมาดี
3. นาย ธันยวีร์ มนตรีรังสรรค์
4. นาย ธีรวัฒน์ ละมันชาติ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ชาย ชมภูอินไหว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต :
การพิสูจน์และสร้างระบบบริหารจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

นาย ธนกร ทิพย์เที่ยงแท้
นางสาว ธนพร บุญมาดี
นาย ธันยวีร์ มนตรีรังสรรค์
นาย ธีรวัฒน์ ละมันชาติ
รศ.ดร. มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร. ชาย ชมภูอินไหว อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบระบบและการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสานที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมของโครงการ Future Renewable Center โดยทำการศึกษากราฟของโหลด(Load Curve) ทั้งแบบโหลด ในวันธรรมดา (Weekday) และในวันหยุด(Weekend) เพื่อนำไปวิเคราะห์และจัดการพลังงานให้สอดคล้องกับพลังงานที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม แล้วนำไปเก็บอยู่ในแบตเตอรี่เพื่อใช้ในเวลากลางคืน โดยการวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์ คือ Minimize Importing Power หรือ การรับไฟฟ้าจากภายนอกมาให้น้อยที่สุด โดยทำการออกแบบลอจิกภายในศูนย์ Future Renewable Centerและใช้การเรียงลำดับความสำคัญของโหลด เพื่อให้การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUTURE RENEWABLE CENTER: VERIFICATION AND IMPLEMENTATION OF HYBRID ENERGY SYSTEM (MINIMIZE IMPORTING POWER)

Mr. Tanakorn Tipthangethae .

Miss Tanaporn Boonmadee

Mr. Thanyawee Montreerungsan

Mr. Theerawat Lamanchat

Assoc.Prof.Dr.Monthon Leelachindakaileak Supervisor

Asst.Prof.Dr.Chai Chompoo-inwai Supervisor

Year 2013

ABSTRACT

This thesis presents the design and management of Hybrid Renewable Energy System(HRES),which combine renewable energy resources including photo voltaic generations and wind turbines in Future Renewable Center. The load curves of the system on weekdays and weekends are used in order to analyze and manage the energy generated from photovoltaic generations and wind turbines to make the best use and to store surplus energy in batteries for using at night-time. The main goal of this analysis is to minimize the import of the electricityfrompower grid (Minimize Import) by designing the system logic and setting load prioritiesto achieve energy efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องการพิสูจน์และสร้างระบบบริหารจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสานสามารถประสบความสำเร็จได้ดีอันเนื่องมาจากด้วยความร่วมมือกันภายในกลุ่มและได้รับความสนับสนุน และช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องต่างๆโดยมีรายชื่อดังนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ และ ผศ.ดร.ชาย ชมพูอินไหว ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้คอยให้คำแนะนำข้อคิดเห็นและติดตามดูแลเอาใจใส่ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆในการทำโครงงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณห้องศูนย์วิจัยและวิศวกรรมการส่องสว่าง(Energy System and IlluminationResearchCenter: ESIRC) ขอขอบคุณพี่ๆทุกคนที่ห้องวิจัยที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน	2
1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน	2
1.5 แผนการดำเนินโครงงาน	2
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1พลังงานแสงอาทิตย์	4
2.1.1 ทฤษฎีพลังงานแสงอาทิตย์	4
2.1.2 เซลล์แสงอาทิตย์	4
2.2 ทฤษฎีพลังงานลม	7
2.2.1 กังหันลม	7
2.2.2 ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้า	9
2.2.3 หลักการทำงาน	10
2.2.4 ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า	10
2.3 ชุดแบตเตอรี่	11
2.3.1 ความสามารถในการจัดเก็บพลังงาน	12
2.4 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	12
2.4.1 หลักการทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	13
2.5 ระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน	13
2.6 โหลดและลักษณะการใช้ไฟฟ้า	15
2.6.1 การจำแนกกลุ่มของโหลดตามขนาด	15
2.6.2 คุณลักษณะโหลด	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6.3 กราฟของโหลด	16
2.6.4 กราฟของโหลดเชิงอุดมคติและที่ใช้จริง	17
2.6.5 ค่าต่างๆที่ควรทราบของกราฟของโหลด	17
บทที่ 3 การออกแบบและการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต	21
3.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต	23
3.1.1 อุปกรณ์การใช้งานภายในอาคาร	23
3.1.2 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทนในวันธรรมดา	27
3.1.3 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทนในวันหยุด	45
3.2 การแสดงความสำคัญของโหลดในอาคาร	63
3.3 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม	68
บทที่ 4 การวิเคราะห์ระบบการจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน	73
4.1 ผลการแสดงระบบการบริหารจัดการพลังงานด้วยโปรแกรม Matlab	74
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	129
บรรณานุกรม	131
ภาคผนวก	132
ภาคผนวก ก โปรแกรมการบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน	133
ภาคผนวก ข บทความวิชาการ	157
ประวัติผู้เขียน	162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 กระบวนการทำงานของระบบพลังงานแสงอาทิตย์	6
2.2 ตัวอย่างกังหันลมชนิดแกนหมุนแนวตั้ง	8
2.3 ตัวอย่างกังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอน	8
2.4 ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้า	9
2.5 ตัวอย่างของแบตเตอรี่โซล่าเซลล์	11
2.6 เครื่องแปลงกระแส	13
2.7 รูปคลื่นไฟฟ้าที่แปลงออกมา	13
2.8 องค์ประกอบของระบบจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน	14
2.9 ตัวอย่างกราฟของโหลดประจำวัน	16
2.10 เปรียบเทียบระหว่างกราฟของโหลดในอุดมคติกับกราฟของโหลดที่เกิดขึ้นจริง	17
2.11 ตัวอย่างกราฟของโหลดประจำวัน	18
2.12 ตัวอย่างกราฟของโหลดประจำวัน	19
3.1 กระบวนการทำงานของระบบการจัดการพลังงานแบบผสมผสาน	21
3.2 ระบบจ่ายไฟฟ้าที่ใช้กับโครงการ	22
3.3 Single line ของระบบที่ใช้ในโครงการ	23
3.4 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น Groundในวันธรรมดา	28
3.5 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 1ในวันธรรมดา	30
3.6 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 2ในวันธรรมดา	32
3.7 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 3ในวันธรรมดา	34
3.8 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารแบบต่อเนื่องในวันธรรมดา	36
3.9 พลังงานไฟฟ้าบริเวณลานจอดรถในวันธรรมดา	38
3.10 พลังงานไฟฟ้าบริเวณถนนในวันธรรมดา	40
3.11 พลังงานไฟฟ้าบริเวณใต้แผงโซลาเซลล์ในวันธรรมดา	42
3.12 พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในศูนย์ในวันธรรมดา	44
3.13 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น Groundในวันหยุด	46
3.14 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 1ในวันหยุด	49
3.15 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 2ในวันหยุด	51
3.16 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 3ในวันหยุด	53
3.17 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารแบบต่อเนื่องในวันหยุด	55
3.18 พลังงานไฟฟ้าบริเวณลานจอดรถในวันหยุด	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.19 พลังงานไฟฟ้าบริเวณถนนในวันหยุด	59
3.20 พลังงานไฟฟ้าบริเวณใต้แผงโซลาเซลล์ในวันหยุด	61
3.21 พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในศูนย์ในวันหยุด	63
3.22 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า กรณีมีการตัดโหลด ในวันธรรมดา	65
3.23 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า กรณีมีการตัดโหลด ในวันหยุด	67
3.24 ตัวแปรในระบบการจัดการ	68
3.25 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม	69
3.26 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม (ต่อ)	70
3.27 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม (ต่อ)	71
3.28 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม (ต่อ)	72
4.1 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	77
4.2 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	80
4.3 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา	83
4.4 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	86
4.5 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	89
4.6 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด	92
4.7 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	95
4.8 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	98
4.9 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา	101
4.10 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	107
4.12 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด	110
4.13 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	113
4.14 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	116
4.15 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา	119
4.16 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	122
4.17 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	125
4.18 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด	128
ข-1 รูปแบบการตัดโหลด	159
ข-2 กราฟโหลดในวันธรรมดากรณีมีการตัดโหลด	159
ข-3 กราฟโหลดในวันหยุดกรณีมีการตัดโหลด	159
ข-4 ตัวแปรในระบบการจัดการ	159
ข-5 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม	160
ข-6 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม (ต่อ)	160
ข-7 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม (ต่อ)	160
ข-8 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม (ต่อ)	160
ข-9 ตัวอย่างการแสดงผล กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า	161
ข-10 ตัวอย่างการแสดงผล กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า	161
ข-11 ตัวอย่างการแสดงผล กรณีจัดการกับระบบเอง	161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินโครงงาน	2
1.2 แผนการดำเนินโครงงาน (ต่อ)	3
2.1 การประยุกต์การใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ	6
2.2 การประยุกต์การใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ (ต่อ)	7
2.3 ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า	10
3.1 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น Groundในวันธรรมดา	27
3.2 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้นที่ Ground ในวันธรรมดา (ต่อ)	28
3.3 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้นที่ 1 ในวันธรรมดา	29
3.4 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้นที่ 1 ในวันธรรมดา (ต่อ)	30
3.5 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้นที่ 2ในวันธรรมดา	31
3.6 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้นที่ 3 ในวันธรรมดา	33
3.7 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารแบบต่อเนื่อง ในวันธรรมดา	35
3.8 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณลานจอดรถในวันธรรมดา	37
3.9 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณถนนในวันธรรมดา	39
3.10 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณใต้แผงโซลาเซลล์ในวันธรรมดา	41
3.11 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดภายในศูนย์ ในวันธรรมดา	43
3.12 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น Groundในวันหยุด	45
3.13 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้นที่ 1 ในวันหยุด	47
3.14 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้นที่ 1 ในวันหยุด (ต่อ)	48
3.15 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้นที่ 2ในวันหยุด	50
3.16 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้นที่ 3 ในวันหยุด	52
3.17 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารแบบต่อเนื่อง ในวันหยุด	54
3.18 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณลานจอดรถในวันหยุด	56
3.19 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณถนนในวันหยุด	58
3.20 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณใต้แผงโซลาเซลล์ในวันหยุด	60
3.21 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดภายในศูนย์ ในวันธรรมดา	62
3.22 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า กรณีมีการตัดโหลด ในวันธรรมดา	64
3.23 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า กรณีมีการตัดโหลด ในวันหยุด	66
4.1 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.2 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา(ต่อ)	76
4.3 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	78
4.4 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)	79
4.5 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา	81
4.6 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา (ต่อ)	82
4.7 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	84
4.8 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)	85
4.9 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	87
4.10 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)	88
4.11 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด	90
4.12 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด (ต่อ)	91
4.13 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	93
4.14 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)	94
4.15 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	96
4.16 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.17 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา	99
4.18 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา (ต่อ)	100
4.19 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	102
4.20 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)	103
4.21 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	105
4.22 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)	106
4.23 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด	108
4.24 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด (ต่อ)	109
4.25 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	111
4.26 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)	112
4.27 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา	114
4.28 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)	115
4.29 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา	117
4.30 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา (ต่อ)	118
4.31 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.32 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)	121
4.33 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด	123
4.34 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)	124
4.35 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด	126
4.36 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด (ต่อ)	127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันความต้องการในการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มสูงขึ้นมาก ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่มีอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ามีปริมาณลดลงเป็นอย่างมาก ทำให้มีการนำเอาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมาใช้อย่างกว้างขวาง จึงได้มีการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น การนำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนใช้ควบคู่กับพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า หรือการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนในสถานที่ห่างไกลที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้าถึง เป็นต้น ซึ่งพลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมและมีความเหมาะสมกับประเทศไทย คือ พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม ในความเป็นจริง พลังงานจากแสงอาทิตย์และพลังงานลมไม่ได้มีตลอด 24 ชั่วโมง และมีปริมาณที่ไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งวันทั้งพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม โดยในวันที่มีปริมาณแสงอาทิตย์มากอาจมีปริมาณลมที่น้อยแปรผกผันกัน ดังนั้นเพื่อให้ได้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงมีการนำพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมมาใช้ร่วมกันเป็นระบบการจัดการพลังงาน เพื่อให้ปริมาณไฟฟ้าที่ได้มีความแน่นอนและสม่ำเสมอ ในบางครั้งปริมาณไฟฟ้าที่ได้อาจมากเกินความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้า ทำให้เกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้า หรือกำลังไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นจึงมีการจัดตั้งศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต เพื่อศึกษา ออกแบบและบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม เพื่อให้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและออกแบบโหลดภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต (FutureRenewableCenter) ให้เหมาะสม
2. เพื่อทำการศึกษาและค้นคว้าพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์(Solar cell)และกังหันลม(Wind turbine) ในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต(FutureRenewableCenter)
3. เพื่อทำการวิเคราะห์พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์(Solar cell)และกังหันลม(Wind turbine) ในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต(FutureRenewableCenter)
4. เพื่อศึกษาและทำการจัดการบริหารพลังงานภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต (FutureRenewableCenter) ให้เพียงพอต่อความต้องการและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยไม่ต้องใช้ไฟจากการไฟฟ้า(Minimize Importing Power)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน

1. พิจารณา ออกแบบ และคำนวณโหลดที่ใช้ภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต
2. ศึกษาออกแบบการจ่ายโหลดของเซลล์แสงอาทิตย์และกังหันลมในช่วงเวลาและสภาวะต่างๆ
3. บริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคตโดยไม่ต้องซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้า

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน

ศึกษาและคำนวณหาโหลดทั้งหมดที่ใช้ภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต (FutureRenewableCenter)จากนั้นทำการวิเคราะห์การจ่ายไฟจากพลังงานจากแสงอาทิตย์(Solar cell)และพลังงานลม(Wind turbine) ในช่วงเวลาและสภาวะต่างๆเพื่อนำมาบริหารจัดการการจ่ายไฟภายในศูนย์พลังงานทดแทนในรูปแบบของระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน(Hybrid Renewable Energy System)

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน								หมายเหตุ
	พ.ศ.2556						พ.ศ.2557		
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
1.ศึกษาทฤษฎีและรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวิจัยและออกแบบ	←	—	—	—	—	—	—	→	
2.ออกแบบและแก้ไขโหลดในศูนย์พลังงานทดแทน		←	—	—	—	—	—	→	
3.จำลองการใช้งานโหลดในอาคาร จัดทำLoad Curve			←	—	—	—	—	→	
4.ศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม				←	—	—	—	→	
5.วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในศูนย์พลังงาน					←	—	—	→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินโครงงาน(ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน								หมายเหตุ
	พ.ศ.2556						พ.ศ.2557		
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
6.ออกแบบและวิเคราะห์ระบบการบริหารจัดการการใช้พลังงานในศูนย์						←	—	→	

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. มีความรู้ความเข้าใจในระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน
2. สามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้ในสถานที่ทุรกันดาร หรือในสถานที่ที่สายส่งกำลังไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเข้าไม่ถึง
3. ข้อมูลที่ศึกษาสามารถนำมาเป็นฐานข้อมูลในการทำระบบอื่นๆหรือทำการปรับปรุงระบบให้มีความเหมาะสมต่อไป
4. สามารถบริหารจัดการพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีพลังงานแสงอาทิตย์และเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.1 ทฤษฎีพลังงานแสงอาทิตย์ [1]

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดของธรรมชาติโดยความเป็นจริงแล้วแหล่งพลังงานทุกชนิดที่กล่าวไปแล้วยกเว้นชนิดเดียวก็คือพลังงานจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงล้วนแต่เกี่ยวกันไม่โดยตรงก็โดยทางอ้อมกับพลังงานดวงอาทิตย์ทั้งสิ้นพลังงานดวงอาทิตย์เป็นพลังงานที่เกิดจากกระบวนการนิวเคลียร์แบบที่เรียกกันว่านิวเคลียร์ฟิวชั่นกระบวนการเกิดพลังงานบนดวงอาทิตย์เป็นผลจากการรวมตัวของอะตอมไฮโดรเจนเป็นอะตอมฮีเลี่ยมแล้วมีมวลส่วนหนึ่งของอะตอมไฮโดรเจนหายไปมวลส่วนที่หายไปนี้เองที่เปลี่ยนไปเป็นพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกส่งออกไปรอบดวงอาทิตย์แล้วก็มีส่วนหนึ่งส่วนน้อยเท่านั้นที่เดินทางมาถึงโลก

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ผิวดวงอาทิตย์พื้นที่ 1 ตารางหลามีค่าถึงประมาณ 65,000 แรงม้าแต่ที่ผิวโลกบนพื้นที่ 1 ตารางหลาเท่ากันนั้นมีพลังงานแสงอาทิตย์เดินทางมาถึงเพียงประมาณ 1 ใน 3 ของแรงม้าหรือ 1 กิโลวัตต์เท่านั้นแต่ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์บนผิวโลกที่ดูมีค่าเพียงน้อยนิดนี้เมื่อคิดเป็นปริมาณของพลังงานจากแหล่งเชื้อเพลิงที่เรามีอยู่แล้วและความจำเป็นของมนุษย์เราในการใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมต่างๆแล้วไม่น้อยเลยเพราะพลังงานแสงอาทิตย์ที่มาถึงโลกในช่วงเวลา 1 เดือนนั้นคิดเป็นปริมาณพลังงานก็เท่ากับถ่านหินถึง 18 คูณ10^{12} ตันหรือแปดล้านล้านตันซึ่งเป็นปริมาณของถ่านหินที่คาดกันว่ามีเหลืออยู่ในโลกทั้งหมดขณะนี้ดังนั้นโลกเราถึงแม้จะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นระยะทางถึงประมาณ 93 ล้านไมล์และดูเสมือนกับจะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้นโดยความเป็นจริงในแง่ของความต้องการใช้พลังงานของมนุษย์โลกแล้วโลกเราก็ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณมหาศาลอยู่ทุกขณะแต่ในขณะนี้เป็นที่น่าเสียดายว่าโลกเราใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์ได้จริงๆเพียงน้อยนิดคือประมาณ 1% เท่านั้นอีกประมาณ 99% นั้นสูญหายไปเปล่าอย่างน่าเสียดาย

พลังงานแสงอาทิตย์มีเป็นปริมาณมหาศาลไม่รู้จักหมดสิ้นตราบเท่าที่ดวงอาทิตย์ยังฉายแสงอยู่พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาดไม่มีอันตรายในตัวมันไม่เป็นอันตรายต่อสภาวะแวดล้อมไม่ทำให้สภาวะแวดล้อมเป็นพิษและที่สำคัญที่สุดก็คือพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มีอยู่โดยทั่วๆไปที่เราไม่ต้องไปซื้อไปหาดังเช่นพลังงานชนิดอื่นๆโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่อยู่ในเขตร้อนดังเช่นประเทศไทยที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรก็เสมือนกับมีแหล่งพลังงานมหาศาลที่ได้มาเปล่าๆโดยไม่ต้องซื้อโดยทั่วๆไปการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์อาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะสำคัญคือการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อนและการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

2.1.2 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) [2]

Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่างเช่นเซลล์แสงอาทิตย์เซลล์สุริยะหรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น photo หมายถึงแสงและ volt หมายถึงแรงดันไฟฟ้าเมื่อรวมคำแล้วหมายถึงกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงแนวความคิดนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกค้นพบมาตั้งแต่ปีค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมาจนกระทั่งในปีค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศเมื่อปีค.ศ. 1959

ดังนั้นสรุปได้ว่าเซลล์แสงอาทิตย์คือสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำเช่นซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียมฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียมเทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์อินเดียมไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้นซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้าและจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงกระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้นทำให้สามารถทำงานได้

2.1.2.1 ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดคือ

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อMonocrystalline Silicon Solar Cell และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก

2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มม.) น้ำหนักเบามากและประสิทธิภาพเพียง 5-10%

3. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆเช่นแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์, แคดเมียมเทลเลอไรด์และคอปเปอร์อินเดียมไดเซเลไนด์เป็นต้นมีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม (Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์จะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 20-25%

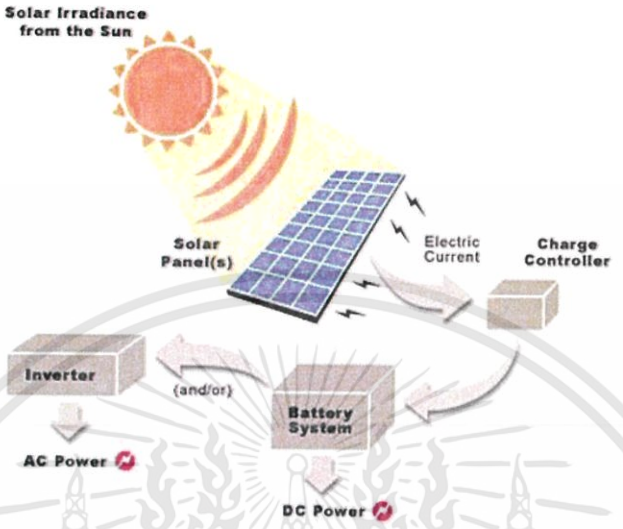
2.1.2.2 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์และหลักการทำงานโดยทั่วไป

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุดได้แก่รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำสารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลกคือซิลิคอนจึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์โดยนำซิลิคอนมาถลุงและผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์จนกระทั่งทำให้เป็นผลึกจากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นโดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัสจะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอนจะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้นเมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกันจะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้นโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนอาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้าขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุดส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้นได้แก่อิเล็กตรอนและโฮลโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบและพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพีขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวกส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองเมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น



รูปที่ 2.1 กระบวนการทำงานของระบบพลังงานแสงอาทิตย์

2.1.2.3 การประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ

การนำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานจากธรรมชาติมาทดแทนพลังงานรูปแบบอื่นๆมีดังนี้

ตารางที่ 2.1 การประยุกต์การใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ

ประเภทงานด้านต่างๆ	การประยุกต์ใช้งาน
ระบบแสงสว่าง	โคมไฟป้ายรถเมล์, ตู้โทรศัพท์, ป้ายประกาศ, สถานที่จอดรถ, แสงสว่างภายนอกอาคารและไฟถนนสาธารณะฯลฯ
ระบบประจุแบตเตอรี่	ไฟสำรองไว้ใช้ยามฉุกเฉิน, ศูนย์ประจุแบตเตอรี่ประจำหมู่บ้านในชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าใช้, แหล่งจ่ายไฟสำหรับใช้ในครัวเรือนและระบบแสงสว่างในพื้นที่ห่างไกลฯลฯ
ทำการเกษตร	ระบบสูบน้ำ, พัดลมอบผลผลิตทางการเกษตรและเครื่องนวดข้าวฯลฯ
เลี้ยงสัตว์	ระบบสูบน้ำ, ระบบเติมออกซิเจนในบ่อน้ำ (บ่อกุ้งและบ่อปลา) และแสงไฟดักจับแมลงฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การประยุกต์การใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ(ต่อ)

ประเภทงานด้านต่างๆ	การประยุกต์ใช้งาน
อนามัย	ตู้เย็น/กล่องทำความเย็นเพื่อเก็บยาและวัคซีน, อุปกรณ์ไฟฟ้าทางการแพทย์สำหรับหน่วยอนามัย, หน่วยแพทย์เคลื่อนที่และสถานีอนามัยฯลฯ
คมนาคม	สัญญาณเตือนทางอากาศ, ไฟนำร่องทางขึ้น-ลงเครื่องบิน, ไฟประภาคาร, ไฟนำร่องเดินเรือ, ไฟสัญญาณข้ามถนน, สัญญาณจราจร, โคมไฟถนนและโทรศัพท์ฉุกเฉินฯลฯ
สื่อสาร	สถานีทวนสัญญาณไมโครเวฟ, อุปกรณ์โทรคมนาคม, อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาและสถานีตรวจสอบอากาศฯลฯ
บันเทิงและพักผ่อนหย่อยใจ	แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับบ้านพักตากอากาศในพื้นที่ห่างไกล, ระบบประจุแบตเตอรี่แบบพกพาติดตัวไปได้และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้ความบันเทิงฯลฯ
พื้นที่ห่างไกล	ภูเขา, เกาะ, ป่าลึกและพื้นที่สายส่งการไฟฟ้าเข้าไม่ถึงฯลฯ
อวกาศ	ดาวเทียม

2.2 ทฤษฎีพลังงานลม [3]

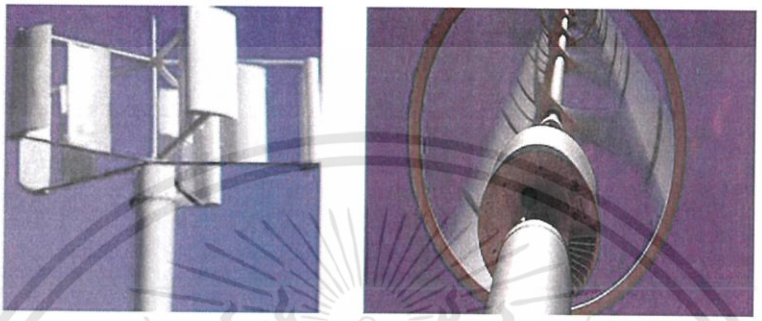
ลมเกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศซึ่งมีอุณหภูมิแตกต่างกันปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติทั่วโลกลมที่มักจะได้ยินชื่ออยู่บ่อยๆก็คือลมมรสุมซึ่งหมายถึงลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางกับการเปลี่ยนฤดูคือฤดูร้อนจะพัดอยู่ในทิศทางหนึ่งและจะพัดเปลี่ยนทิศทางในทางตรงกันข้ามในฤดูหนาวนอกจากนี้ลมยังอาจเกิดขึ้นจากอิทธิพลของภูมิประเทศและความเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศในพื้นที่นั้นๆซึ่งเรียกลมชนิดนี้ว่าลมประจำถิ่นซึ่งลมประจำถิ่นยังสามารถแบ่งออกเป็นลมบกและลมทะเลลมภูเขาและลมหุบเขานอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีลมประจำถิ่นที่เป็นที่รู้จักกันดีคือลมตะเภาและลมว่าวซึ่งพลังงานลมคือพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและบริสุทธิ์ใช้แล้วไม่มีวันหมดสิ้นไปจากโลกจึงทำให้พลังงานลมได้รับความสนใจการศึกษาและพัฒนาให้เกิดประโยชน์กันอย่างกว้างขวางในขณะเดียวกันกังหันลมก็เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้โดยเฉพาะในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการสูบน้ำซึ่งมีการใช้งานกันมาแล้วอย่างแพร่หลาย

2.2.1 กังหันลม (Wind Turbine) [4]

กังหันลมคือชุดเครื่องจักรกลอย่างหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกล และนำพลังงานกลมาใช้กับระบบผลิตไฟฟ้า โดยการออกแบบกังหันลมจะต้องอาศัยความรู้ทางพลศาสตร์ของลมและหลักวิศวกรรมในแขนงต่างๆ เพื่อให้ได้กำลังงาน พลังงาน และประสิทธิภาพสูงสุด กังหันลมแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1 **กังหันลมชนิดแกนหมุนแนวตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine)** เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนตั้งฉากกับพื้นราบหรือตั้งฉากรับทิศทางการเคลื่อนที่ของลม โดยมีใบพัดยึดติดขนานกับแกนหมุน ทำหน้าที่รับแรงลมที่เคลื่อนตัวมากระทบทำให้เกิดการหมุนของใบพัด โดยสามารถรับแรงลมในแนวนอนได้ทุกทิศทาง อย่างไรก็ดีกังหันลมชนิดนี้ไม่ค่อยได้รับความนิยมใช้ในเชิงพาณิชย์ โดยมีการใช้งานอยู่ประมาณร้อยละ 25 ของกังหันลมที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน



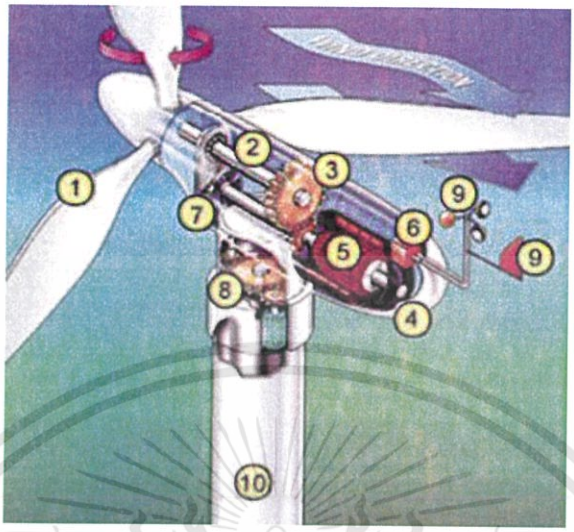
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างกังหันลมชนิดแกนหมุนแนวตั้ง

2.2.1.2 **กังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอน (Horizontal Axis Wind Turbine)** เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับพื้นราบหรือขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลม โดยมีใบพัดยึดติดตั้งฉากกับแกนหมุน ทำหน้าที่รับแรงลมที่เคลื่อนตัวมากระทบทำให้เกิดการหมุนของใบพัด โดยกังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอนแบบสามใบพัดซึ่งมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เป็นกังหันลมที่ได้รับความนิยมใช้งานในเชิงพาณิชย์อย่างแพร่มากที่สุดถึงร้อยละ 75 ของกังหันลมที่มีการใช้งานในปัจจุบัน

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างกังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้า [5]



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้าจะประกอบด้วยดังนี้ (ตามรูปที่ 2.4)

1.ใบพัดเป็นตัวรับพลังลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกลซึ่งยึดติดกับชุดแกนหมุนและส่งแรงจากแกนหมุนไปยังเพลาแกนหมุน

2.เพลาแกนหมุนซึ่งรับแรงจากแกนหมุนใบพัดและส่งผ่านระบบกำลังเพื่อหมุนและปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.ห้องส่งกำลังซึ่งเป็นระบบปรับเปลี่ยนและควบคุมความเร็วในการหมุนระหว่างเพลาแกนหมุนกับเพลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.ห้องเครื่องซึ่งมีขนาดใหญ่และมีความสำคัญต่อกังหันลมใช้บรรจุระบบต่างๆของกังหันลมเช่นระบบเกียร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเบรกและระบบควบคุม

5.เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

6.ระบบควบคุมไฟฟ้าซึ่งใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานและจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ

7.ระบบเบรคเป็นระบบกลไกเพื่อใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลาแกนหมุนของกังหันเมื่อได้รับความเร็วลมเกินความสามารถของกังหันที่จะรับได้และในระหว่างการซ่อมบำรุงรักษา

8.แกนคอหมุนรับทิศทางลมเป็นตัวควบคุมการหมุนห้องเครื่องเพื่อให้ใบพัดรับทิศทางลมโดยระบบอิเล็กทรอนิคส์ที่เชื่อมต่อให้มีความสัมพันธ์กับหางเสือรับทิศทางลมที่อยู่ด้านบนของเครื่อง

9.เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมซึ่งเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นตัวชี้ขนาดของความเร็วและทิศทางของลมเพื่อที่คอมพิวเตอร์จะได้ควบคุมกลไกอื่นๆได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.เสาซึ่งตั้งอยู่ที่พื้นที่ที่ทำการก่อสร้างอย่างถูกวิธีตามหลักวิศวกรรมและเป็นตัวแบกรับส่วนที่เป็นตัวเครื่องที่อยู่ข้างบน

2.2.3 หลักการทำงาน

หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้นเมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหันพลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุนและได้เป็นพลังงานกลออกมาพลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลมจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้าและจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไปโดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลมความยาวของใบพัดและสถานที่ติดตั้งกังหันลม

2.2.4 ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้าถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีความสามารถในการผลิตไฟฟ้าได้ตามความต้องการใช้งาน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดกำลังผลิตไฟฟ้า (Capacity) เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด (Rotor Diameter) และพื้นที่กวาดของใบพัด (Swept Area) ของกังหันลมผลิตไฟฟ้ารุ่นนั้น ๆ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ขนาดของกังหันลม	กำลังผลิต(kW)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (m)	พื้นที่กวาด(m^2)
ขนาดจิ๋ว (Micro Wind Turbine)	น้อยกว่า 1.5	น้อยกว่า 3	น้อยกว่า 7
ขนาดเล็ก (Small Wind Turbine)	1.5-2.0	3-10	7-80
ขนาดกลาง (Medium Wind Turbine)	20-200	10-25	80–500
ขนาดใหญ่ (Large Wind Turbine)	200-1,500	25-70	500-3,850
ขนาดใหญ่มาก (Very Large Wind Turbine)	มากกว่า 1,500	มากกว่า 70	มากกว่า 3,850

- *กังหันลมขนาดจิ๋ว (Micro Wind Turbine)* มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าน้อยกว่า 1.5 กิโลวัตต์เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลเพื่อจัดเก็บกระแสไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่และมีภาระทางไฟฟ้าไม่มากนักเช่นการใช้กับเครื่องมือสื่อสารหรือแสงสว่างในบางเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *กังหันลมขนาดเล็ก (Small Wind Turbine)* มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1.5-20 กิโลวัตต์เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลเพื่อจัดเก็บกระแสไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ และมีภาระทางไฟฟ้าไม่มากนักเช่นใช้ตามครัวเรือนหรือสำนักงานขนาดเล็กที่อยู่ห่างไกล

- *กังหันลมขนาดกลาง (Medium Wind Turbine)* มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 20-200 กิโลวัตต์เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าในระบบผสมผสานกับการผลิตไฟฟ้าชนิดอื่น เช่นระบบผสมผสานดีเซล-เซลล์แสงอาทิตย์-กังหันลมเพื่อใช้ในระบบMinigridตามชุมชนห่างไกล

- *กังหันลมขนาดใหญ่ (Large Wind Turbine)* มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 200-1,500 กิโลวัตต์เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าแบบทุ่งกังหันลมบนฝั่งเพื่อเชื่อมต่อไฟฟ้าเข้ากับระบบสายส่ง (Grid Connection)

- *กังหันลมขนาดใหญ่มาก (Very Large Wind Turbine)* มีขนาดกำลังผลิตมากกว่า 1,500 กิโลวัตต์เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าแบบทุ่งกังหันลมบนฝั่งและนอกชายฝั่งเพื่อเชื่อมต่อไฟฟ้าเข้ากับระบบสายส่ง (Grid Connection)

2.3 ชุดแบตเตอรี่ [6]

พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เราไม่สามารถควบคุมให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอได้ บางช่วงเวลาในแต่ละวันที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ หรือในช่วงเวลาก่อนที่ฝนจะตกหากไม่มีระบบจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองเราคงลำบาก หลอดไฟฟ้าและเครื่องรับโทรทัศน์คงจะติดๆดับๆยกเว้นติดตั้งแบบระบบเชื่อมต่อสายส่งซึ่งทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าของทางการไฟฟ้า ส่วนระบบจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองที่กล่าวถึงคือชุดแบตเตอรี่นั่นเองซึ่งชุดแบตเตอรี่นี้เองเป็นส่วนประกอบหนึ่งในระบบที่สำคัญของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างของแบตเตอรี่โซลาเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานเคมี แบตเตอรี่มีอยู่มากมายหลายชนิดแต่ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปและราคาจะถูกกว่าชนิดอื่นคือแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด (Lead-Acid) แบบ Deep Cycle ซึ่งประกอบด้วยแผ่นคาโถดและแผ่นอาโนดหรือขั้วบวกและขั้วลบวางสลับกันอยู่ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโตรไลด์ที่ทำมาจากสารละลายกรดกำมะถันแต่ละแผ่นจะวางสลับกันเพื่อให้มีพื้นที่สัมผัสกับสารละลายอิเล็กโตรไลด์ได้มากในขณะที่ต้องรักษาปริมาตรให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2.3.1 ความสามารถในการจัดเก็บพลังงาน

ความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจุพลังงานมีหน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง (Ampere-Hour; Ah) พลังงานในแบตเตอรี่ 12 V 100 Ah เท่ากับ 12V x 100Ah หรือ 12V x 100A x 3600s จะได้เท่ากับ 4.32 MJ ถ้าแบตเตอรี่ 100 Ah เท่ากับว่าแบตเตอรี่จะจ่ายกระแส 1 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 100 ชั่วโมงเช่นเดียวกับแบตเตอรี่จ่ายกระแส 5แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 20 ชั่วโมงซึ่งทั้งหมดนี้จ่ายกระแสเท่ากับ 100 Ah ทั้งสิ้นจะเห็นได้ว่าแบตเตอรี่ที่มีความจุเท่ากันอาจมีความเร็วในการจ่ายกระแสต่างกันได้ดังนั้นการจะทราบความจุของแบตเตอรี่ต้องทราบถึงอัตราการจ่ายกระแสด้วยมักกำหนดเป็นจำนวนชั่วโมงของการจ่ายกระแสเต็มที่

ดังนั้นการกำหนดขนาดของแบตเตอรี่สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์นั้นขึ้นอยู่กับความจุของแบตเตอรี่ในการจัดเก็บพลังงาน, อัตราการจ่ายประจุสูงสุด, อัตราการประจุสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดที่จะนำแบตเตอรี่ไปใช้งาน (อุณหภูมิที่ได้ผลดีที่สุดของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดคือประมาณ 24-27 องศาเซลเซียส)

2.4 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า [7]

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากชุดคอนโทรลเลอร์และจากชุดแบตเตอรี่ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ (220 VAC, 50 Hz) เช่นหลอดไฟหม้อหุงข้าวตู้เย็นโทรทัศน์พัดลมเครื่องปรับอากาศฯลฯ

การใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าช่วยในการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับโดยปกติจะเกิดการสูญเสียอยู่เสมออย่างไรก็ตามในปัจจุบันเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงคือจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 90-95 ซึ่งหมายความว่าในการแปลงไฟฟ้าอาจมีการสูญเสียเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 5-10 เท่านั้นในการนำเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าไปใช้งานควรติดตั้งเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในที่ร่มที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียสความชื้นไม่เกินร้อยละ 60 มีการระบายอากาศได้ดี

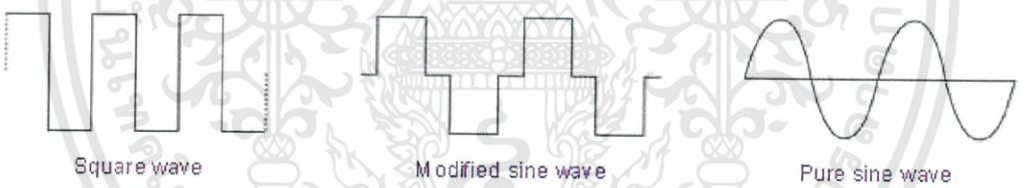
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 เครื่องแปลงกระแส

2.4.1 หลักการทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะทำการแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแบตเตอรี่หรือกังหันลมผลิตไฟฟ้าแล้วเปลี่ยนรูปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับโดยการทำงานของวงจรสวิตช์ชิ่งทรานซิสเตอร์ (Switching Transistor) ด้วยการเปิด-ปิดวงจรกระแสตรงของทรานซิสเตอร์อย่างรวดเร็วรวมกับหม้อแปลงไฟฟ้าจะทำให้สามารถแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับแล้วจ่ายออกมาได้

คุณภาพไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบ่งออกได้หลายประเภทตามรูปแบบของรูปคลื่นไฟฟ้าที่แปลงออกมาเช่น Square Wave, Modified Sine Wave และ Pure Sine Wave ดังรูปที่ 2.7



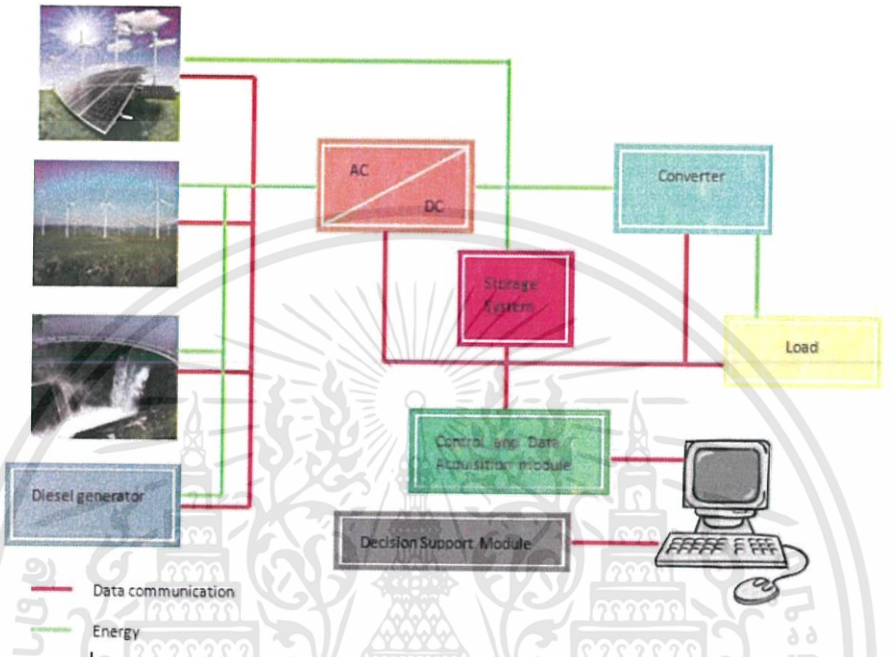
รูปที่ 2.7 รูปคลื่นไฟฟ้าที่แปลงออกมา

2.5 ระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน (Hybrid Renewable Energy System) [8]

ระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน(Hybrid Renewable Energy System)ประกอบด้วยแหล่งพลังงานทดแทนกับแหล่งพลังงานทั่วไป หรือแหล่งพลังงานทดแทนตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป โดยระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน(Hybrid Renewable Energy System)นี้เหมาะกับการใช้งานทั้งแบบจ่ายอิสระ(Standalone mode) และแบบเชื่อมต่อกับระบบกริด(Grid connected mode) โดยมีลักษณะสำคัญ คือ การรวมเอาเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพื่อการจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในแง่ของการผลิตพลังงานไฟฟ้า ระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน (Hybrid Renewable Energy System) จะมีเสถียรภาพมากกว่าระบบการจัดการพลังงานทดแทนทั่วๆไป ซึ่งส่งผลให้ระบบได้รับผลกระทบน้อยกว่าระบบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์(Solar Energy) หรือพลังงานลม(Wind Energy)เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของระบบจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน(Hybrid Renewable Energy System) ได้แก่ แผงโซลาเซลล์ กังหันลม กังหันน้ำขนาดเล็ก เครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบตเตอรี่ คอนเวอร์เตอร์ และหน่วยควบคุม ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 องค์ประกอบของระบบจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

โดยองค์ประกอบของระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน(Hybrid Renewable Energy System)อาจมีการเปลี่ยนแปลงโดยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และสถานที่ตั้งตามความเหมาะสม ระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน(Hybrid Renewable Energy System)ของพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์(PV+กังหันลม+แบตเตอรี่+เครื่องกำเนิดไฟฟ้า) การคำนึงถึงสถานที่จัดตั้งที่ดีรวมถึงการบริหารจัดการที่มีคุณภาพ จะส่งผลให้การผลิตพลังงานมีศักยภาพและประสิทธิภาพสูง กล่าวคือ สามารถตอบสนองความต้องการการใช้โหลดได้อย่างเพียงพอ เนื่องจากในกรณีที่แหล่งพลังงานแหล่งใดแหล่งหนึ่งไม่สามารถผลิต หรือจ่ายพลังงานได้ แต่ยังมีแหล่งพลังงานที่เหลือที่สามารถผลิต หรือจ่ายทดแทนกันได้ ในการรวมกันของแหล่งพลังงานทดแทนหลายๆแหล่งให้เป็นระบบที่มีศักยภาพนั้น จะเพิ่มความเป็นไปได้ในการใช้พลังงานทดแทน 100% จะเป็นการลดการใช้พลังงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือลดการนำพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โหลดและลักษณะการใช้ไฟฟ้า (Loads and variable load problem) [9]

2.6.1 การจำแนกกลุ่มของโหลดตามขนาด

การจำแนกกลุ่มของโหลดตามขนาดนั้นจะยึดถือขนาดของกำลังไฟฟ้าปรากฏ(S) ของโหลดตัวดังกล่าวเป็นเกณฑ์ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้

1) โหลดขนาดเล็กมีการใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 30 kVA ได้แก่บ้านพักอาศัยโรงแรมขนาดเล็กโรงงานอุตสาหกรรมภายในครัวเรือนหรือโรงปศุสัตว์ระดับของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้คือ 220/380 V

2) โหลดขนาดกลางมีการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 100 kVA ได้แก่ตำบลโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางตึกทำการห้างสรรพสินค้าขนาดกลางเป็นต้นระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้คือ 220/380V

3) โหลดขนาดใหญ่มีการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 5 MVA ได้แก่เมืองขนาดกลางโรงงานอุตสาหกรรมห้างสรรพสินค้าตึกขนาดใหญ่โรงพยาบาลขนาดใหญ่ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้คือ 24 kV

4) โหลดขนาดใหญ่มากมีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 5 MVA ได้แก่โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่แรงดันไฟฟ้าที่ใช้คือ 24-115 kV

2.6.2 คุณลักษณะของโหลด

โหลดในระบบไฟฟ้ากำลังหมายถึงอุปกรณ์ที่รับพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานในรูปแบบอื่นเช่นพลังงานความร้อนพลังงานลมพลังงานทางกลแสงสว่างเสียงเป็นต้นซึ่งโหลดดังกล่าวจะแสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าออกมาในรูปพารามิเตอร์ออกมา 3 ชนิดคือค่าความต้านทาน (R) ค่าความเหนี่ยวนำ (L) และค่าตัวเก็บประจุ (C) จึงมีการแบ่งโหลดในระบบไฟฟ้ากำลังออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

1) โหลดชนิดความต้านทาน (Resistive Load) จะแสดงคุณสมบัติของค่าพารามิเตอร์ (R) เพียงอย่างเดียวได้แก่ พวกเครื่องใช้ประเภทความร้อนเช่นหลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้ (Incandescent Lamp) ถ้ามองในรูปของกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับโหลดพวกนี้จะใช้เฉพาะกำลังไฟฟ้าจริง (Real Power) หรือ P อย่างเดียวในทางเฟสเซอร์กระแสไฟฟ้าและแรงดันจะร่วมเฟสกันทำให้องค์ประกอบกำลัง (Power Factor) มีเท่ากับ 1

2) โหลดชนิดตัวเหนี่ยวนำ (Inductive Load) โหลดชนิดนี้เป็นอุปกรณ์ที่มีส่วนประกอบเป็นขดลวดเช่นพารามิเตอร์ต่างๆซึ่งจะแสดงคุณสมบัติของพารามิเตอร์ R และ L ถ้ามองในรูปกำลังไฟฟ้าโหลดพวกนี้จะใช้ทั้งกำลังไฟฟ้าจริง (P) และกำลังไฟฟ้ารีแอกทิฟ (Q_L) ซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้าล้าหลังแรงดันเป็นมุมน้อยกว่า90°เกิดเป็นองค์ประกอบกำลังล้าหลัง (lagging power factor) จะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับค่า Q_L นี้ถ้าองค์ประกอบกำลังล้าหลังมากๆจะทำให้ P.F. ต่ำจะไม่เป็นผลดีต่อการส่งและจ่ายกำลังไฟฟ้าโดยปกติการไฟฟ้าจะกำหนดให้โหลดมี P.F. ไม่ต่ำกว่า 0.85 ถ้าต่ำกว่านี้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้สูงขึ้น

3) โหลดชนิดตัวเก็บประจุ (Capacitive Load) โหลดชนิดนี้มักจะไม่พบโดยทั่วไปในระบบไฟฟ้ากำลังแต่จะใช้ในกรณีพิเศษเช่นใช้เป็นอุปกรณ์ลดค่า Q_L ในการปรับปรุงค่าองค์ประกอบกำลัง (P.F.) ในระบบเนื่องจากโหลดประเภทนี้จะแสดงคุณสมบัติของพารามิเตอร์ R และ C โหลดพวกนี้จะใช้กำลังไฟฟ้าจริง P และให้กำลังไฟฟ้ารีแอกทิฟ(Q_C)ทำให้กระแสไฟฟ้านำหน้าแรงดันเป็นมุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยกว่า90° เกิดเป็นองค์ประกอบนำหน้า (leading power factor) เมื่อเปรียบเทียบกับโหลดชนิดตัวเหนี่ยวนำจะเห็นว่ามีคุณสมบัติตรงกันข้ามคือ Q_C มีทิศตรงข้ามกับ Q_L ในทางเฟสเซอร์นั่นเองดังนั้นโหลดประเภทนี้จึงถูกนำมาต่อในระบบเฉพาะกรณีที่ต้องการลดค่า Q_L ของโหลดชนิดตัวเหนี่ยวนำนั่นเอง

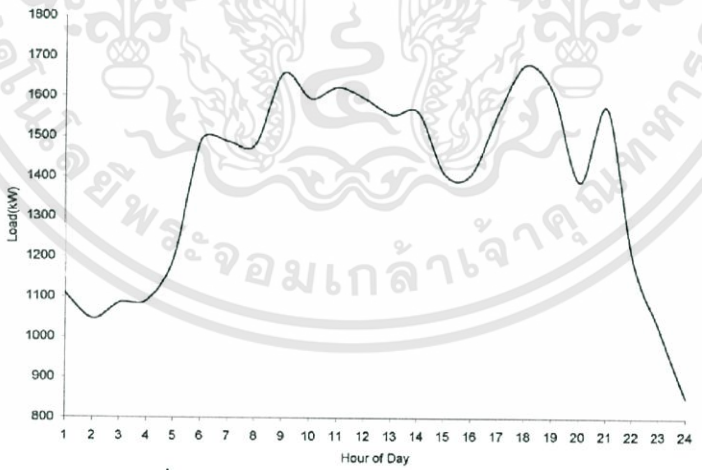
2.6.3 กราฟของโหลด (Load Curve)

ก่อนที่จะศึกษากราฟของโหลด ต้องมาทำความเข้าใจกับคำว่า โหลดติดตั้งและโหลดจริง เสียก่อนเพราะทั้ง 2 ค่านี้มีความสัมพันธ์กับการเขียนกราฟของโหลดเป็นอย่างมาก

โหลดติดตั้ง (Connected Load) หมายถึง โหลดไฟฟ้าที่ติดตั้ง หรือแจ้งการใช้งานไว้ทั้งหมด และแสดงไว้ในผังไฟฟ้า (มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ หรือกิโลโวลท์แอมป์ก็ได้) อาจจะกำลังใช้งานอยู่หรือยังไม่ได้เปิดใช้งานก็ได้ โหลดติดตั้งนี้ทำให้เกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดขึ้นมาได้

โหลดจริง (Actual Load) หมายถึง โหลดที่กำลังใช้งานอยู่ จะมีค่าสูงสุดเท่ากับโหลดติดตั้ง แต่โดยปกติจะน้อยกว่าเสมอ โหลดจริงนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ ตลอดเวลา (ในแต่ละช่วงเวลา) เนื่องจากผู้ใช้จะปิด ๆ เปิด ๆ โหลดติดตั้งอยู่ตลอดเวลา ถ้านำค่าดังกล่าวมาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างเวลาและโหลดจริงจะได้เป็น “กราฟของโหลด” (Load Curve) ดังนั้น

กราฟของโหลด (Load Curve) คือ เส้นแสดงค่าชั่วขณะของโหลดจริง ในแต่ละช่วงเวลา เช่น เมื่อแสดงผลของโหลดจริงในช่วงเวลา 1 วัน เรียกว่า “กราฟของโหลดประจำวัน” (Daily Load Curve) เมื่อแสดงผลของโหลดจริงในช่วงเวลา 1 เดือน เรียกว่า “กราฟของโหลดประจำเดือน” (Monthly Load Curve) เมื่อแสดงผลของโหลดจริงในช่วงเวลา 1 ปี เรียกว่า “กราฟของโหลดประจำปี” (Yearly Load Curve or Annual Load Curve)

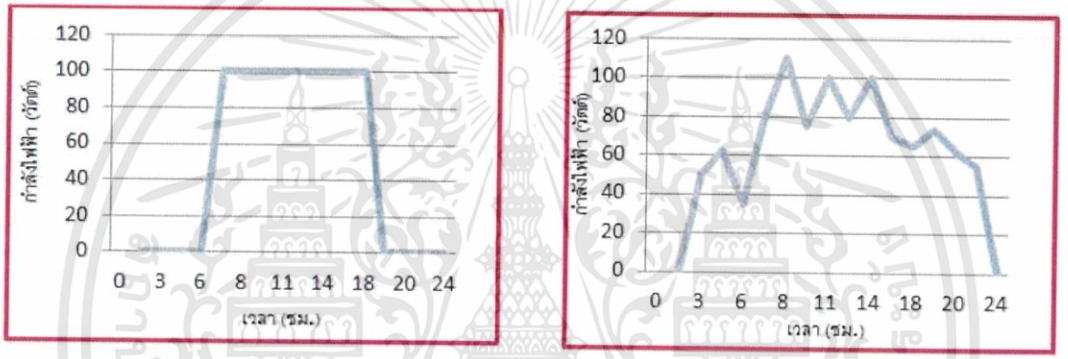


รูปที่ 2.9 ตัวอย่างกราฟของโหลดประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 กราฟของโหลดเชิงอุดมคติและที่ใช้จริง (Ideal and Realized Load Curves)

กราฟของโหลดในเชิงอุดมคติ (Ideal Load Curve) จะมองในรูปของโหลดหรือภาระการใช้ไฟฟ้าคงที่ในช่วงเวลาหนึ่งตามรูปที่ 2.10 (ก)ซึ่งจากกราฟจะทำให้โรงไฟฟ้าต้องผลิตกำลังไฟฟ้าคงที่ออกมาเป็นระยะๆทำให้มีต้นทุนต่ำและกำไรสูงคือสามารถกำหนดขนาดพิกัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมและผลิตกำลังไฟฟ้าเต็มพิกัดในขณะเดียวกันก็สามารถจะจ่ายได้หมดแต่ลักษณะการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นดังรูปที่ 2.10 (ข) ถึงแม้จะมีค่าเฉลี่ยของการใช้เท่ากันแต่ในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องติดตั้งที่พิกัดกำลังสูงกว่าเพื่อให้รองรับโหลดในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในขณะเดียวกันก็ต้องจ่ายไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อยด้วยซึ่งถ้าใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่มาช่วยโหลดน้อยๆจะทำให้ไม่คุ้มค่าเพราะฉะนั้นจะต้องมีการออกแบบขนาดและจำนวนของเครื่องกำเนิดให้เหมาะสมกับกราฟของโหลดที่เกิดขึ้นจริง



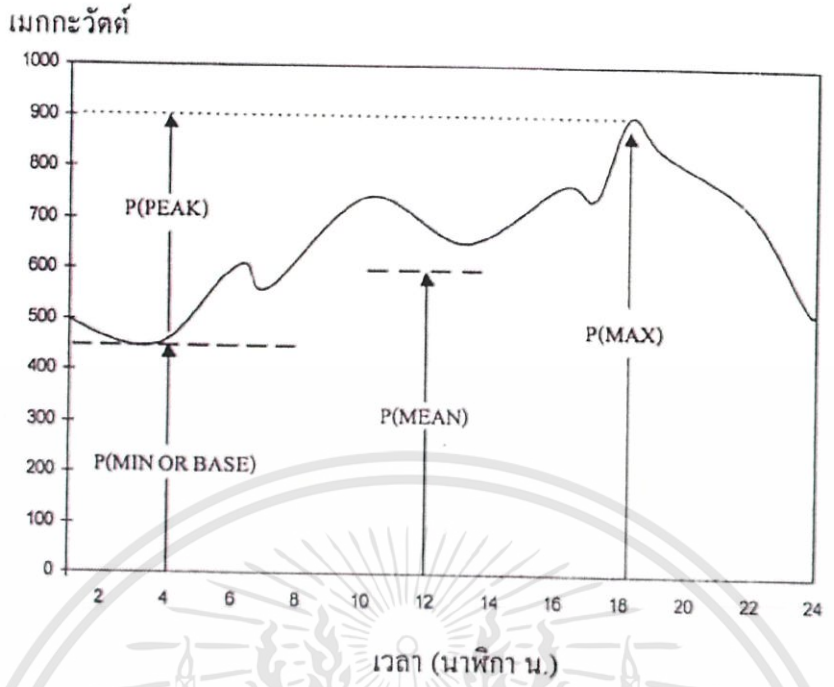
(ก)กราฟของโหลดในอุดมคติ (ข)กราฟของโหลดที่เกิดขึ้นจริง

รูปที่ 2.10 เปรียบเทียบระหว่างกราฟของโหลดในอุดมคติกับกราฟของโหลดที่เกิดขึ้นจริง

2.6.5 ค่าต่าง ๆ ที่ควรทราบของกราฟของโหลด

ในการศึกษากราฟของโหลดนั้นมีค่าต่างๆที่ต้องทราบชื่อและความหมาย(พิจารณารูปที่2.11ประกอบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างกราฟของโหลดประจำวัน

จากรูปที่ 2.11สามารถอธิบายค่าต่าง ๆ ของกราฟของโหลดได้ดังนี้

P(base) หมายถึง โหลดที่ไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่คิดโดยปกติเรียกว่า "ฐานโหลด"

P(min) หมายถึง โหลดต่ำสุดในช่วงเวลาที่คิดโดยปกติจะเท่ากับ "ฐานโหลด"

P(max) หมายถึง โหลดสูงสุดในช่วงเวลาที่คิด

P(mean) หรือ P(av) หมายถึง โหลดเฉลี่ยในช่วงเวลาที่คิด

P(peak) หมายถึง โหลดช่วงยอด ซึ่งมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างโหลดสูงสุด กับฐานโหลด

เมื่อวิเคราะห์กราฟของโหลดจะเห็นได้ว่า P(peak) จะเป็นค่าที่บอกว่าการใช้ไฟฟ้าในช่วงหนึ่ง ๆ นั้นมีความสม่ำเสมอเพียงใดในกรณีที่ค่า P(peak) มาก ๆ แสดงว่าความแตกต่างของการใช้โหลดสูงสุดและการใช้โหลดต่ำสุดมีค่ามาก มักเกิดกับการจ่ายโหลดประเภทแสงสว่าง (ในบางเวลาจะมีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างน้อยมาก เช่น เวลากลางวัน และกลางดึก) ในทางกลับกันกรณีค่า P(peak) น้อย แสดงว่าการใช้ไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอมาก มักเกิดกับการจ่ายโหลดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม (เครื่องจักรกลต่าง ๆ มักทำงานตลอด 24 ชั่วโมง)

ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Demand)

ดีมานด์ (Demand) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของโหลดในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ หรือ เมกกะวัตต์ เช่นกัน แต่มีความหมายต่างจากคำว่าโหลด เนื่องจากโหลดนั้นจะหมายถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

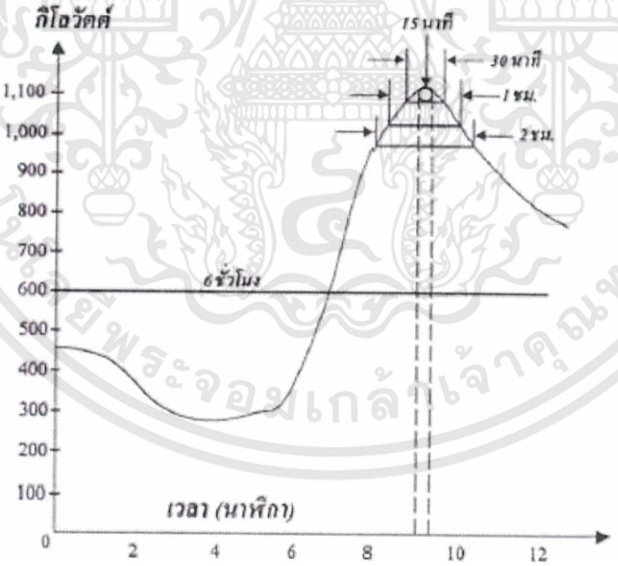
ค่าชั่วขณะที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เมื่อเขียนเป็นกราฟมักจะไม่มีช่วงที่ราบเรียบเลย ดังนั้นจากนิยามของคำว่า ดีมานด์ (Demand) สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

ดีมานด์ (Demand) = พลังงานในหนึ่งคาบ (Kw – hr) / เวลาในหนึ่งคาบ (hr) (2.1)

จะเห็นได้ว่าสูตรในการหาดีมานด์นั้นเหมือนกับการหาโหลดเฉลี่ย ต่างกันตรงที่คาบเวลาในการหาดีมานด์นั้นมักเป็นระยะเวลาสั้น ๆ ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Maximum demand) จึงเป็นการวัดค่าเฉลี่ยของโหลดไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นภายในเวลาที่กำหนดให้เช่น ภายในเวลา 15 นาที 30 นาที หรือ 1 ชั่วโมง เป็นต้น

พิจารณา รูปที่ 2.12จะเห็นว่า

- ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 15 นาที มีค่าเท่ากับ 1,000 กิโลวัตต์ เกิดขึ้นช่วงเวลา 8.45 – 9.00 น.
- ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 30 นาทีมีค่าเท่ากับ 960 กิโลวัตต์ เกิดขึ้นช่วงเวลา 8.42 –9.12 น.
- ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 1 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 930 กิโลวัตต์ เกิดขึ้นช่วงเวลา 8.30 –9.30 น.
- ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 2 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 870 กิโลวัตต์ เกิดขึ้นช่วงเวลา 8.00 –10.00 น.



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างกราฟของโหลดประจำวัน

ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Demand) นี้ได้จากการอ่านค่าของ “ดีมานด์มิเตอร์” หรือจากการวิเคราะห์จากกราฟของโหลด (Load Curve) สาเหตุที่ต้องมีการหาค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

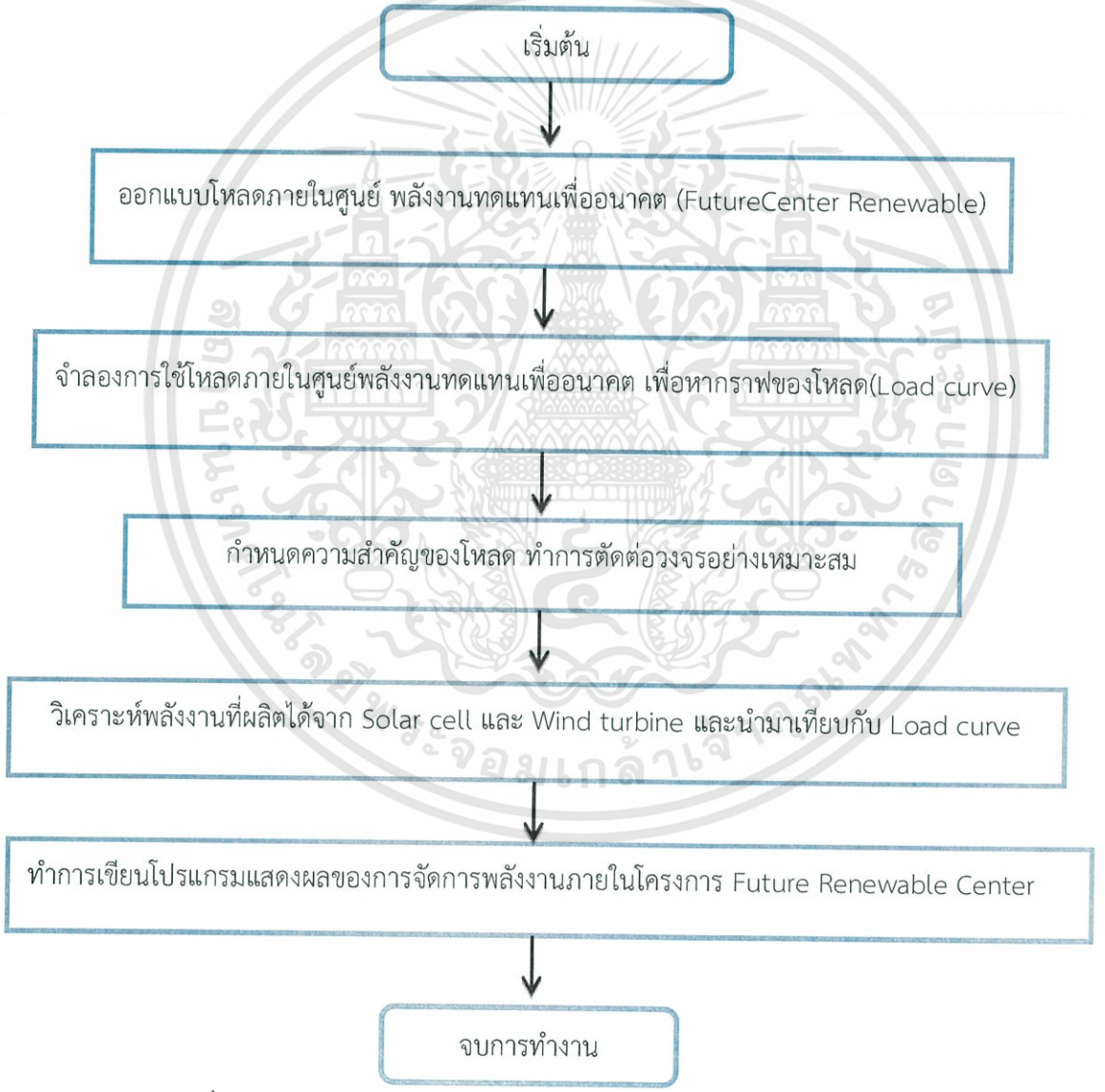
ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Demand) ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ก็เพื่อนำไปกำหนดขนาดของอุปกรณ์ป้องกันที่ใช้กับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลง สายไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถทนโหลดเกินพิกัด (Over Load) ในระยะเวลาสั้น ๆ ได้สูงมากเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในช่วงเวลาของความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Demand) ซึ่งเป็นเวลาสั้น ๆ (15 หรือ 30 นาที) อุปกรณ์พวกนี้จึงสามารถทำงานในลักษณะโหลดเกินพิกัด (Over Load) ได้โดยไม่เกิดความเสียหาย ดังนั้นจึงยึดถือค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดนี้ เป็นตัวกำหนดในการพิจารณาเลือกพิกัดขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ แทนที่จะใช้ค่าโหลดสูงสุดในระบบ (Maximum Load) มาเป็นตัวกำหนด เพราะจะทำให้ขนาดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ใหญ่เกินไปส่งผลให้ราคาลงทุนสูง โดยทั่วๆ ไปการไฟฟ้าคิดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (ค่าสูงสุดของดีมานด์) เมื่อโหลดสูงสุดเกิดขึ้นติดต่อกันเป็นเวลานานมากกว่า 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต (KMITL-Future Renewable Center Project)

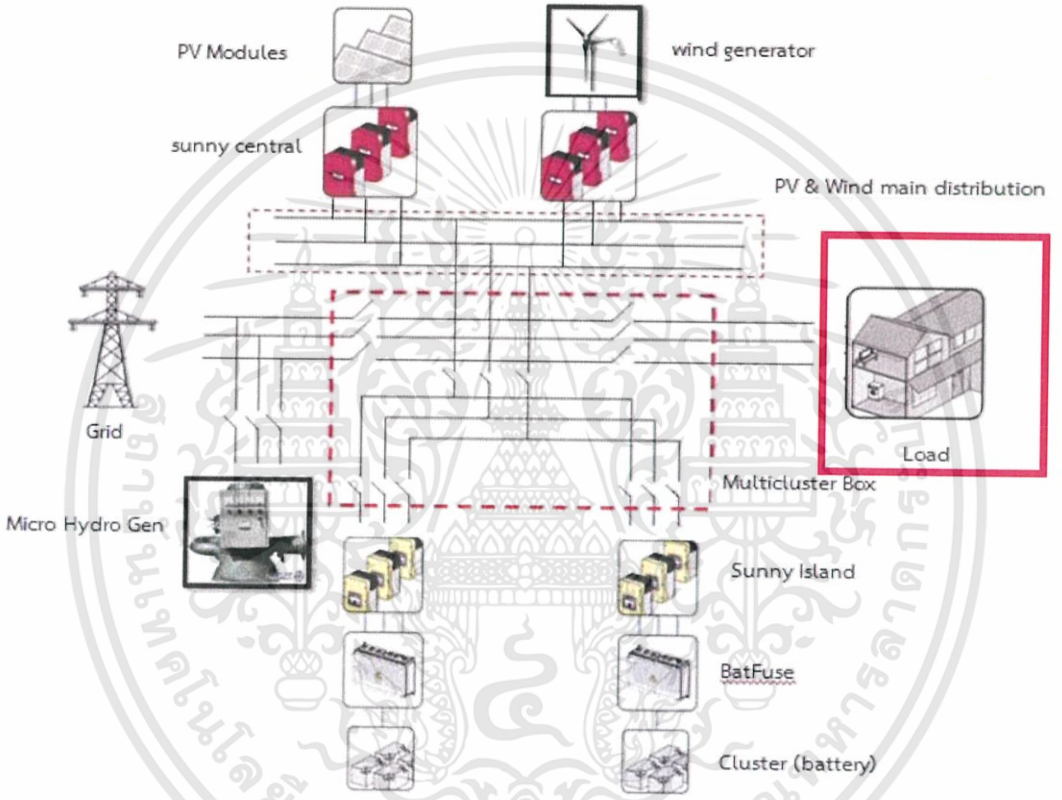
แผนผังการออกแบบการทดลองกระบวนการทำงานของระบบการจัดการพลังงานแบบผสมผสาน



รูปที่ 3.1 กระบวนการทำงานของระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

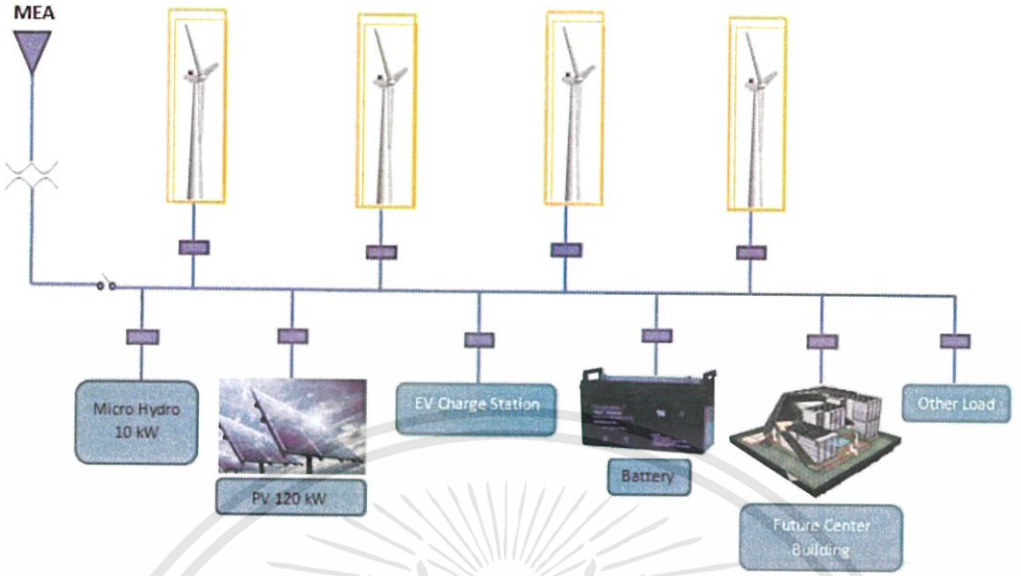
โครงการ Future Renewable Center เป็นโครงการที่ออกแบบเพื่อการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีส่วนที่สำคัญต่างๆคือ ส่วนของพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนของพลังงานลม ส่วนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก และพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า ซึ่งในการออกแบบและการบริหารจัดการระบบการจัดการพลังงานแบบผสมผสานเป็นการจัดการระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมเพื่อสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด และมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.2 ระบบจ่ายไฟฟ้าที่ใช้กับโครงการ [10]

โครงการศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคตเป็นโครงการที่นำเสนอการออกแบบระบบและการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสานที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม โดยทำการบริหารจัดการกราฟของโหลด(Load Curve) ทั้งแบบโหลด ในวันธรรมดา (Weekday) และในวันหยุด(Weekend) โดยการวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์ คือ Minimize Importing Power หรือ การรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงมาใช้ให้ได้น้อยที่สุด โดยทำการออกแบบลอจิกและใช้การเรียงลำดับความสำคัญของโหลด ในการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 Single line ของระบบที่ใช้ในโครงการ

3.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต

การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคตจำเป็นต้องศึกษาขนาดของโหลด จำนวน และการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต(FutureRenewableCenter) โดยทำการออกแบบโหลดจำพวกอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ ระบบควบคุม และระบบแสงสว่างให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน

3.1.1 อุปกรณ์การใช้งานภายในศูนย์

การพิจารณาโหลดภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคตแบ่งเป็นโหลดเป็นโหลดภายในอาคาร และโหลดภายนอกอาคาร โดยโหลดภายในอาคารแบ่งเป็นชั้น และห้องต่างๆเพื่อกำหนดการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด และโหลดภายนอกอาคาร แบ่งเป็น บริเวณลานจอดรถ ถนน และทางเดินใต้แผงโซลาเซลล์

3.1.1.1 โหลดภายในอาคาร

ชั้นล่าง

ห้องวางถังบำบัดเสีย

-หลอดไฟ LED ขนาด 25 W จำนวน 2 ดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 2 ตัว

ห้องเก็บของ

-หลอดไฟ LED ขนาด 25 W จำนวน 2 ดวง

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 3 ตัว

ที่เก็บจักรยาน และโหลดส่วนกลาง

-หลอดไฟ LED ขนาด 25 W จำนวน 8 ดวง

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 2 ตัว

ชั้น 1

ห้องน้ำ

-หลอดไฟ LED ขนาด 25 W จำนวน 4 ดวง

- เครื่องทำน้ำอุ่น ขนาด 3500 W จำนวน 2 เครื่อง

ห้องสำนักงาน

-หลอดไฟ LED ขนาด 25 W จำนวน 6 ดวง

-ตู้เย็น ขนาด 120 W จำนวน 1 เครื่อง

-กระติกน้ำร้อน ขนาด700 W จำนวน 1 เครื่อง

-ไมโครเวฟ ขนาด 1000 W จำนวน 1 เครื่อง

-โทรทัศน์ขนาด 70 W จำนวน 1 เครื่อง

-คอมพิวเตอร์ ขนาด400 W จำนวน 4 เครื่อง

-เครื่องปรับอากาศ1เฟส ขนาด 3000 W จำนวน 1 เครื่อง

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 3 ตัว

-พัดลม ขนาด 75 W จำนวน 1 ตัว

ห้องประชุม

-หลอดไฟ LED ขนาด 25 W จำนวน 4 ดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เครื่องปรับอากาศ1เฟส ขนาด 3000 W จำนวน 1 เครื่อง

-คอมพิวเตอร์ ขนาด400 W จำนวน 1 เครื่อง

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 4 ตัว

ห้องจัดแสดง

-หลอดไฟ LEDขนาด25 W จำนวน 12 ดวง

-คอมพิวเตอร์ ขนาด400 W จำนวน 2 เครื่อง

-เครื่องปรับอากาศ1 เฟส ขนาด3000 W จำนวน 2 ตัว

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 3 ตัว

โหลดส่วนกลาง

-หลอดไฟ LEDขนาด25 W 4 ดวง

ชั้น 2

ห้องนอน

-หลอดไฟ LEDขนาด25 W จำนวน 3 ดวง

-โทรทัศน์ ขนาด 70 W จำนวน 1 เครื่อง

-เครื่องปรับอากาศ ขนาด3000 W จำนวน 1 เครื่อง

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 3 ตัว

-พัดลม ขนาด 75 W จำนวน 1 ตัว

ห้องควบคุม

-หลอดไฟLEDขนาด 25 W จำนวน 6 ดวง

-เครื่องปรับอากาศ ขนาด3000 W จำนวน 2 เครื่อง

-คอมพิวเตอร์ ขนาด 400 W 4 เครื่อง

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 4 ตัว

-พัดลม ขนาด 75 W จำนวน 1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องวิจัย

-หลอดไฟ ขนาด25 Wจำนวน6 ดวง

-คอมพิวเตอร์ ขนาด 400 W จำนวน 4 เครื่อง

-เครื่องปรับอากาศ1 เฟส ขนาด 3000 W จำนวน 1 ตัว

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 3 ตัว

-โทรทัศน์ ขนาด 70 W จำนวน 1 เครื่อง

-พัดลม ขนาด 75 W จำนวน 1 เครื่อง

โหลดส่วนกลาง

-หลอดไฟ 60 W 14 ตัว

ชั้น 3

-หลอดไฟ 25 W 4 ดวง

-หลอด LED 1200 W 1 ชุด

โหลดส่วนกลางแบบต่อเนื่อง

-มอเตอร์ปั้มน้ำ ขนาด 500 W จำนวน 1 เครื่อง

-มอเตอร์ปั้มน้ำขึ้นถัง ขนาด 500 W จำนวน 1 เครื่อง

-กล้องวงจรปิด ขนาด 400 W จำนวน 1 ชุด

3.1.1.2 โหลดภายนอกอาคาร

บริเวณลานจอดรถ

-หลอดไฟขนาด 50 W จำนวน 12 ดวง

-เต้ารับ 1 เฟส จำนวน 3 ตัว

บริเวณถนน

-หลอดไฟถนนขนาด 50 W จำนวน 40 ดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณทางเดินใต้แผงโซล่าเซลล์

-หลอดไฟ ขนาด 50 watt จำนวน30 หลอด

3.1.2 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทนในวันธรรมดา

จากข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละชั้นของโหลดภายในอาคาร และโหลดภายนอกอาคาร ซึ่งแสดงการใช้งานดังตารางที่ 3.1 – 3.11 และแสดงในรูปแบบกราฟของโหลดแต่ละชั้นและบริเวณต่างๆ

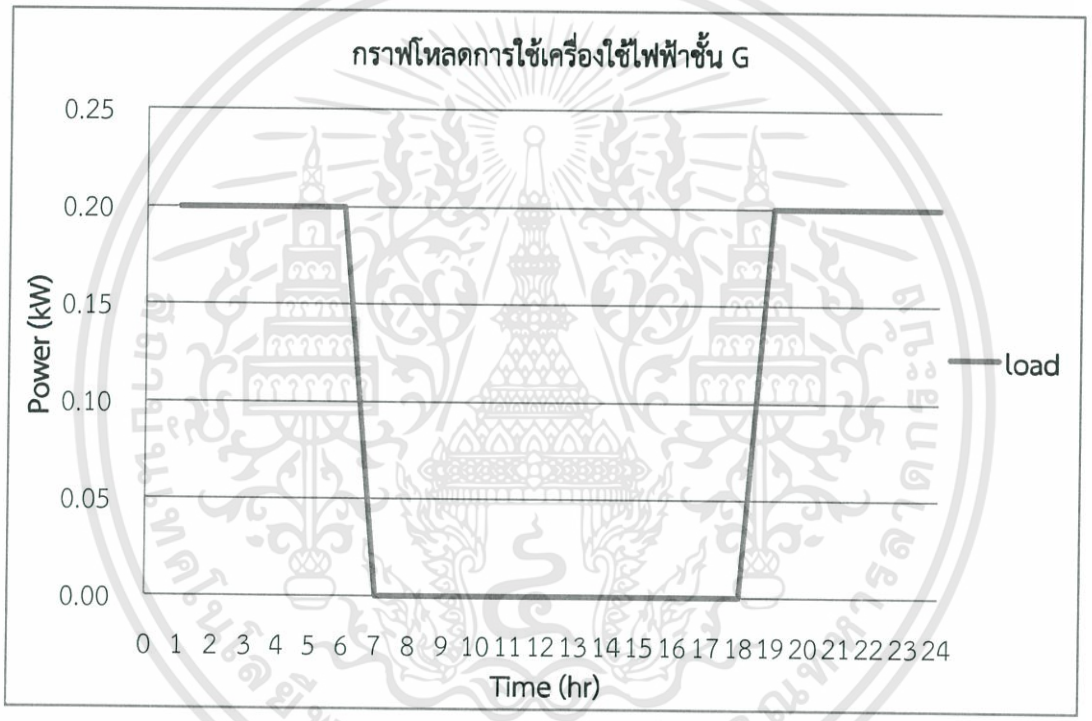
ตารางที่ 3.1 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น Groundในวันธรรมดา(Weekday)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของโหลดชั้น G			
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า		load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	
0.00-1.00	8	0	0.20
1.00-2.00	8	0	0.20
2.00-3.00	8	0	0.20
3.00-4.00	8	0	0.20
4.00-5.00	8	0	0.20
5.00-6.00	8	0	0.20
6.00-7.00	0	0	0.00
7.00-8.00	0	0	0.00
8.00-9.00	0	0	0.00
9.00-10.00	0	0	0.00
10.00-11.00	0	0	0.00
11.00-12.00	0	0	0.00
12.00-13.00	0	0	0.00
13.00-14.00	0	0	0.00
14.00-15.00	0	0	0.00
15.00-16.00	0	0	0.00
16.00-17.00	0	0	0.00
17.00-18.00	0	0	0.00
18.00-19.00	8	0	0.20
19.00-20.00	8	0	0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น Ground ในวันธรรมดา(Weekday) (ต่อ)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของโหลดชั้น G (จำนวน)			
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า		load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	
20.00-21.00	8	0	0.20
21.00-22.00	8	0	0.20
22.00-23.00	8	0	0.20
23.00- 0.00	8	0	0.20



รูปที่ 3.4 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ชั้น Groundในวันธรรมดา(Weekday)

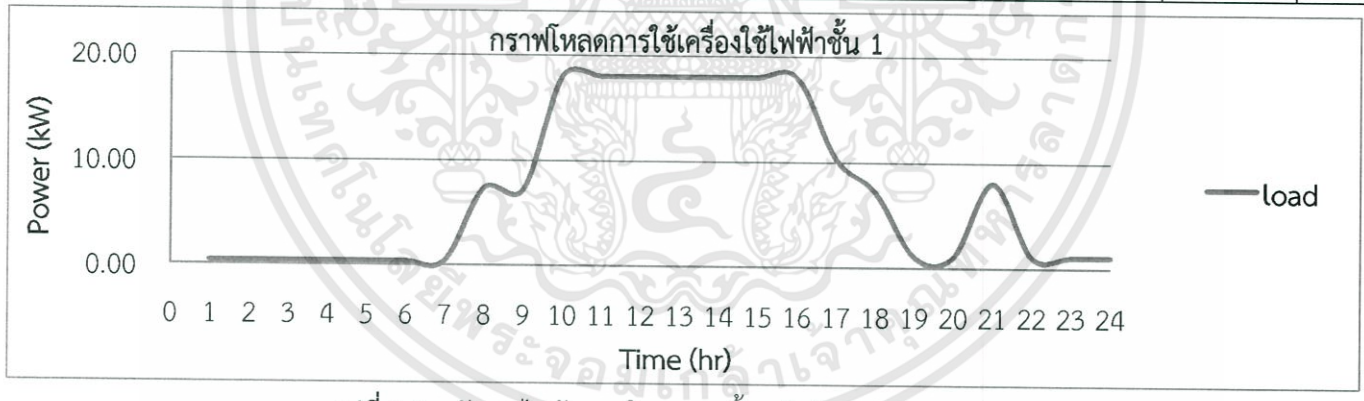
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 1ในวันธรรมดา(Weekday)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของโหลดชั้น 1(จำนวน)											
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า										load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	คอมพิวเตอร์	เครื่องปรับอากาศ	พัดลม	เครื่องทำน้ำอุ่น	ตู้เย็น	กระติกน้ำร้อน	ไมโครเวฟ	โทรทัศน์	
0.00-1.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
1.00-2.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
2.00-3.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
3.00-4.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
4.00-5.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
5.00-6.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
6.00-7.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
7.00-8.00	4	1	0	0	0	2	1	0	0	0	7.37
8.00-9.00	10	3	4	1	0	0	1	1	1	1	7.19
9.00-10.00	26	11	7	4	0	0	1	1	0	1	17.99
10.00-11.00	26	11	7	4	0	0	1	1	0	1	17.99
11.00-12.00	26	11	7	4	0	0	1	1	0	1	17.99
12.00-13.00	26	11	7	4	0	0	1	1	0	1	17.99
13.00-14.00	26	11	7	4	0	0	1	1	0	1	17.99
14.00-15.00	26	11	7	4	0	0	1	1	0	1	17.99
15.00-16.00	26	11	7	4	0	0	1	1	0	1	17.99
16.00-17.00	14	7	5	2	0	0	1	1	0	1	10.29

ตารางที่ 3.4 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 1 ในวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของโหลดชั้น 1(จำนวน)											
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า										load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	คอมพิวเตอร์	เครื่องปรับอากาศ	พัดลม	เครื่องทำน้ำอุ่น	ตู้เย็น	กระติกน้ำร้อน	ไมโครเวฟ	โทรทัศน์	
17.00-18.00	10	3	4	1	0	0	1	1	1	1	7.19
18.00-19.00	8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1.05
19.00-20.00	8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1.05
20.00-21.00	8	1	0	0	0	2	0	1	0	0	8.05
21.00-22.00	8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1.05
22.00-23.00	8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1.05
23.00- 0.00	8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1.05

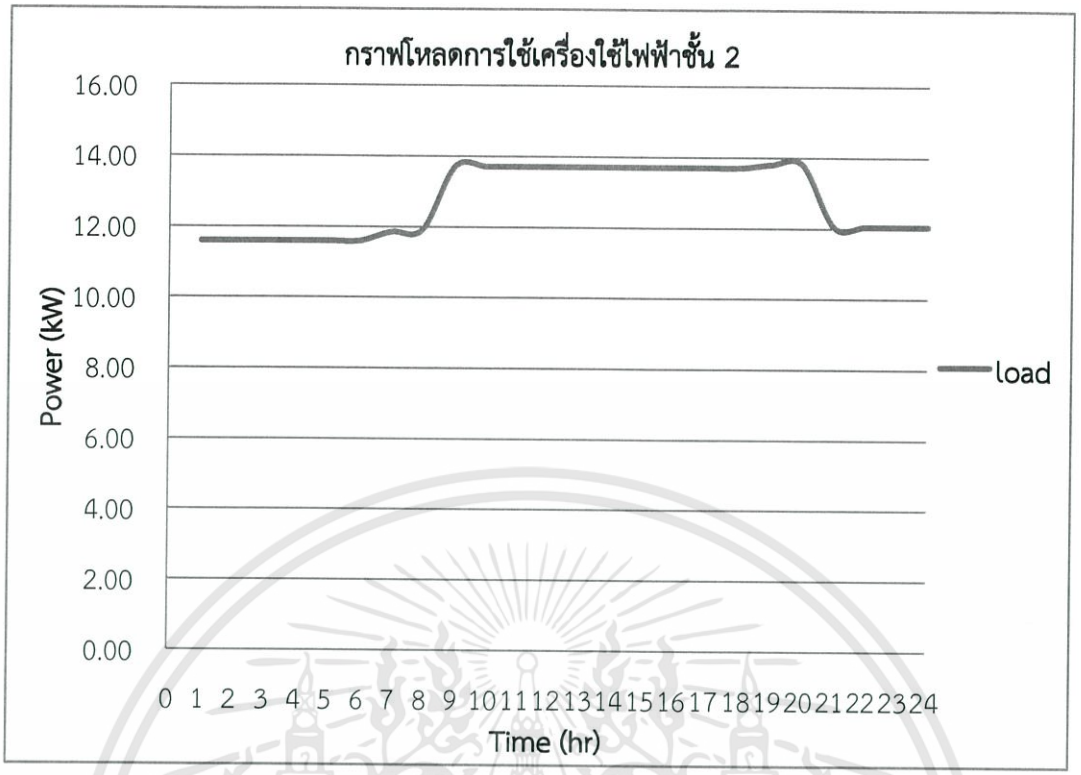


รูปที่ 3.5 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 1ในวันธรรมดา (Weekday)

ตารางที่ 3.5 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 2ในวันธรรมดา (Weekday)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชั้น 2 (จำนวน)							
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า						load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	คอมพิวเตอร์	เครื่องปรับอากาศ	พัดลม	โทรทัศน์	
0.00-1.00	10	5	4	3	0	0	11.60
1.00-2.00	10	5	4	3	0	0	11.60
2.00-3.00	10	5	4	3	0	0	11.60
3.00-4.00	10	5	4	3	0	0	11.60
4.00-5.00	10	5	4	3	0	0	11.60
5.00-6.00	10	5	4	3	0	0	11.60
6.00-7.00	8	7	4	3	0	0	11.85
7.00-8.00	8	7	4	3	0	1	11.92
8.00-9.00	12	8	8	3	0	0	13.70
9.00-10.00	12	8	8	3	0	0	13.70
10.00-11.00	12	8	8	3	0	0	13.70
11.00-12.00	12	8	8	3	0	0	13.70
12.00-13.00	12	8	8	3	0	0	13.70
13.00-14.00	12	8	8	3	0	0	13.70
14.00-15.00	12	8	8	3	0	0	13.70
15.00-16.00	12	8	8	3	0	0	13.70
16.00-17.00	12	8	8	3	0	0	13.70
17.00-18.00	12	8	8	3	0	0	13.70
18.00-19.00	16	8	8	3	0	0	13.80
19.00-20.00	16	8	8	3	0	0	13.80
20.00-21.00	13	7	4	3	0	1	12.05
21.00-22.00	13	7	4	3	0	1	12.05
22.00-23.00	13	7	4	3	0	1	12.05
23.00- 0.00	13	7	4	3	0	1	12.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 2ในวันธรรมดา (Weekday)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 3ในวันธรรมดา (Weekday)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชั้น 3(จำนวน)			
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า		load(kW)
	หลอดไฟ	หลอด LED	
0.00-1.00	4	1	1.30
1.00-2.00	4	1	1.30
2.00-3.00	4	1	1.30
3.00-4.00	4	1	1.30
4.00-5.00	4	1	1.30
5.00-6.00	4	1	1.30
6.00-7.00	0	0	0.00
7.00-8.00	0	0	0.00
8.00-9.00	0	0	0.00
9.00-10.00	0	0	0.00
10.00-11.00	0	0	0.00
11.00-12.00	0	0	0.00
12.00-13.00	0	0	0.00
13.00-14.00	0	0	0.00
14.00-15.00	0	0	0.00
15.00-16.00	0	0	0.00
16.00-17.00	0	0	0.00
17.00-18.00	0	0	0.00
18.00-19.00	4	1	1.30
19.00-20.00	4	1	1.30
20.00-21.00	4	1	1.30
21.00-22.00	4	1	1.30
22.00-23.00	4	1	1.30
23.00- 0.00	4	1	1.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

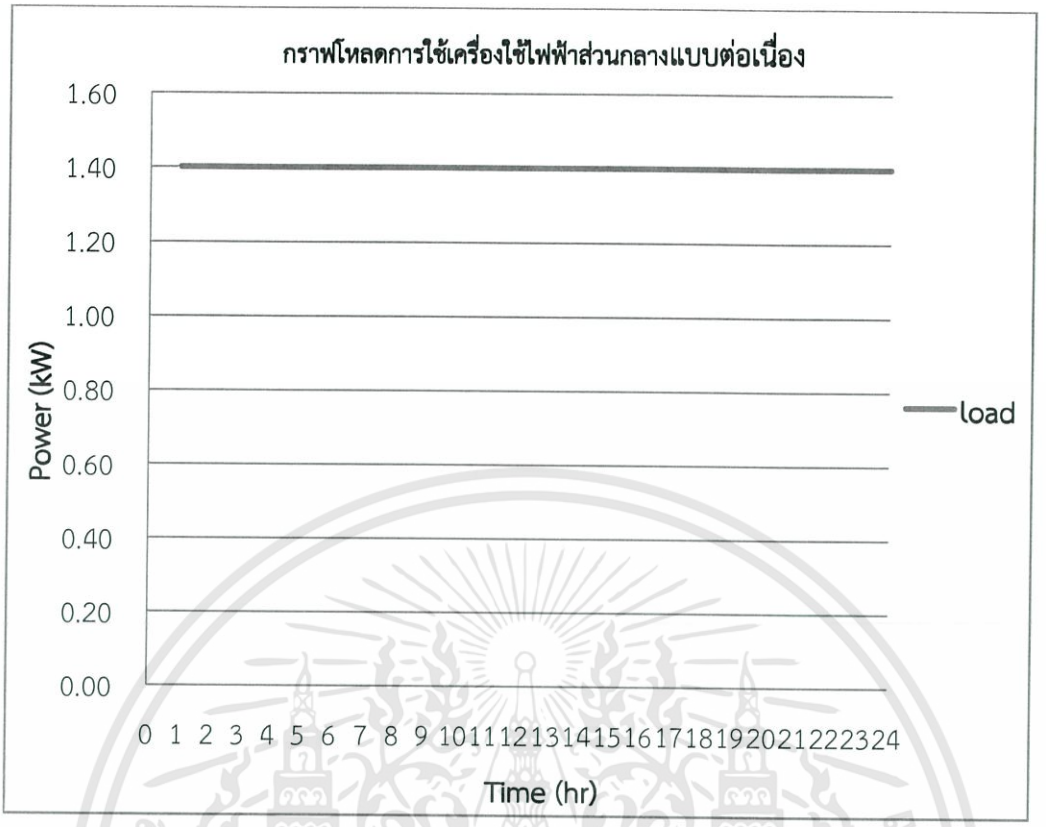
รูปที่ 3.7 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 3ในวันธรรมดา (Weekday)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารแบบต่อเนื่องในวันธรรมดา (Weekday)

เครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนกลางแบบต่อเนื่อง(จำนวน)			
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า		load(kW)
	ปั๊มน้ำ	กล้องวงจรปิด	
0.00-1.00	2	1	1.40
1.00-2.00	2	1	1.40
2.00-3.00	2	1	1.40
3.00-4.00	2	1	1.40
4.00-5.00	2	1	1.40
5.00-6.00	2	1	1.40
6.00-7.00	2	1	1.40
7.00-8.00	2	1	1.40
8.00-9.00	2	1	1.40
9.00-10.00	2	1	1.40
10.00-11.00	2	1	1.40
11.00-12.00	2	1	1.40
12.00-13.00	2	1	1.40
13.00-14.00	2	1	1.40
14.00-15.00	2	1	1.40
15.00-16.00	2	1	1.40
16.00-17.00	2	1	1.40
17.00-18.00	2	1	1.40
18.00-19.00	2	1	1.40
19.00-20.00	2	1	1.40
20.00-21.00	2	1	1.40
21.00-22.00	2	1	1.40
22.00-23.00	2	1	1.40
23.00- 0.00	2	1	1.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



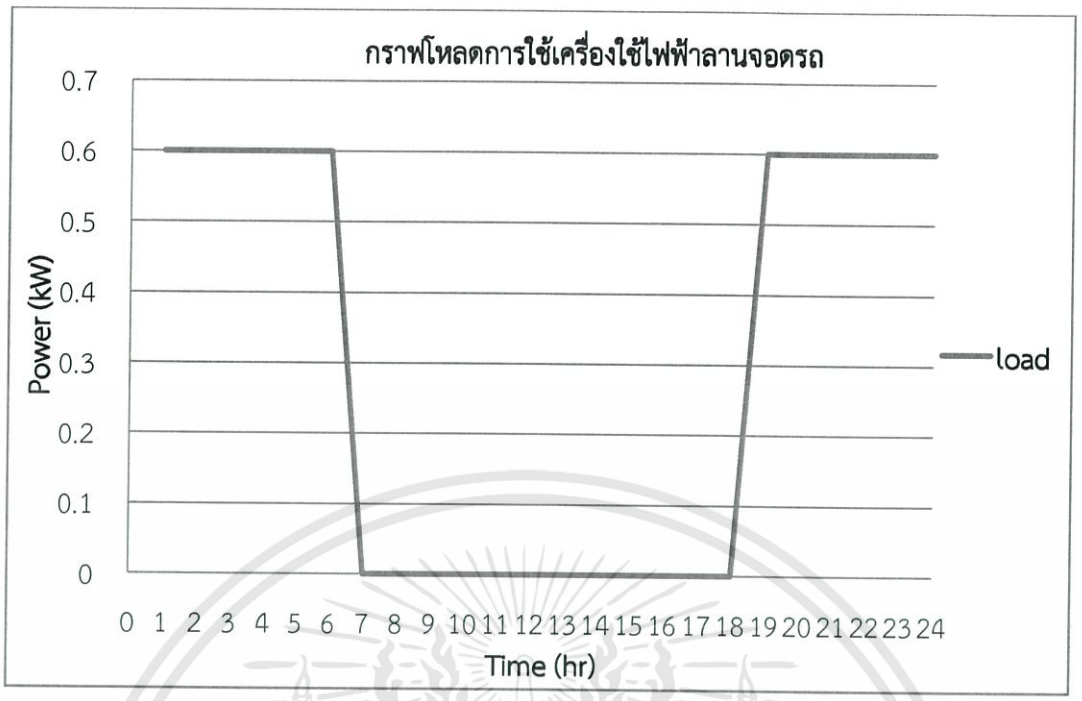
รูปที่ 3.8 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารแบบต่อเนื่องในวันธรรมดา (Weekday)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณลานจอดรถ ในวันธรรมดา (Weekday)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของลานจอดรถ ขนาด 15*20 mm			
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า		load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	
0.00-1.00	12	0	0.6
1.00-2.00	12	0	0.6
2.00-3.00	12	0	0.6
3.00-4.00	12	0	0.6
4.00-5.00	12	0	0.6
5.00-6.00	12	0	0.6
6.00-7.00	0	0	0
7.00-8.00	0	0	0
8.00-9.00	0	0	0
9.00-10.00	0	0	0
10.00-11.00	0	0	0
11.00-12.00	0	0	0
12.00-13.00	0	0	0
13.00-14.00	0	0	0
14.00-15.00	0	0	0
15.00-16.00	0	0	0
16.00-17.00	0	0	0
17.00-18.00	0	0	0
18.00-19.00	12	0	0.6
19.00-20.00	12	0	0.6
20.00-21.00	12	0	0.6
21.00-22.00	12	0	0.6
22.00-23.00	12	0	0.6
23.00- 0.00	12	0	0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



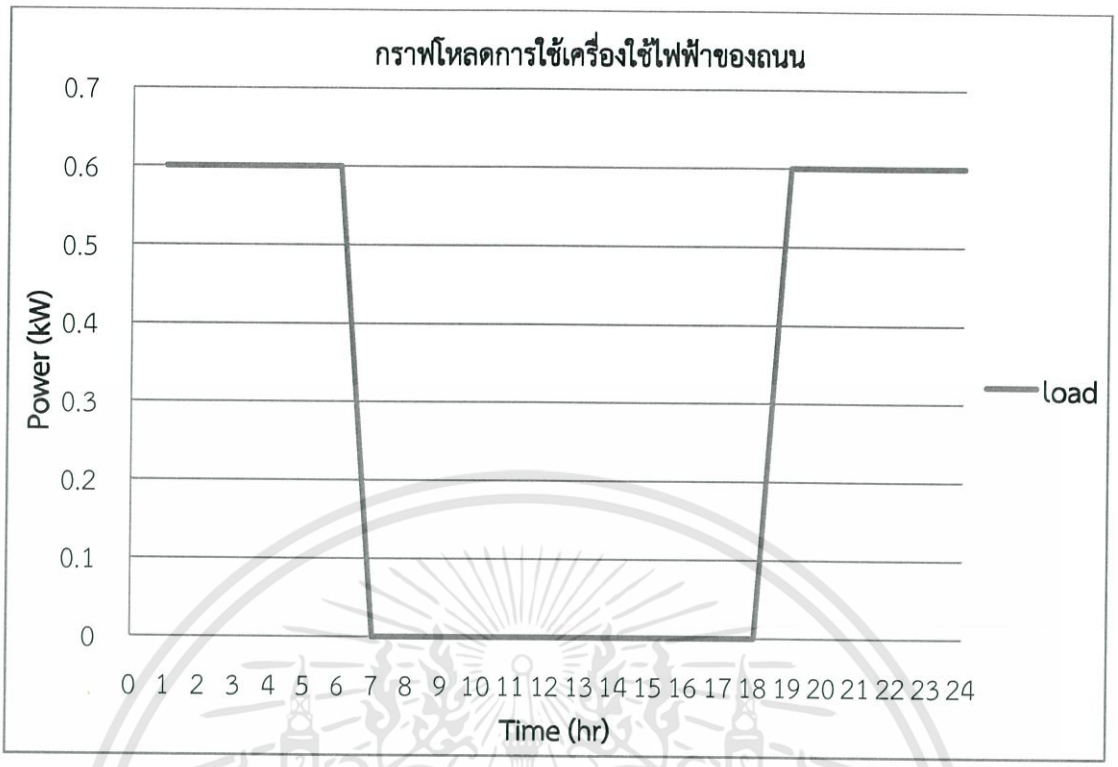
รูปที่ 3.9 พลังงานไฟฟ้าบริเวณลานจอดรถในวันธรรมดา (Weekday)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณถนน ในวันธรรมดา (Weekday)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของถนน		
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า	load(kW)
	หลอดไฟ	
0.00-1.00	40	2
1.00-2.00	40	2
2.00-3.00	40	2
3.00-4.00	40	2
4.00-5.00	40	2
5.00-6.00	40	2
6.00-7.00	0	0
7.00-8.00	0	0
8.00-9.00	0	0
9.00-10.00	0	0
10.00-11.00	0	0
11.00-12.00	0	0
12.00-13.00	0	0
13.00-14.00	0	0
14.00-15.00	0	0
15.00-16.00	0	0
16.00-17.00	0	0
17.00-18.00	0	0
18.00-19.00	40	2
19.00-20.00	40	2
20.00-21.00	40	2
21.00-22.00	40	2
22.00-23.00	40	2
23.00- 0.00	40	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



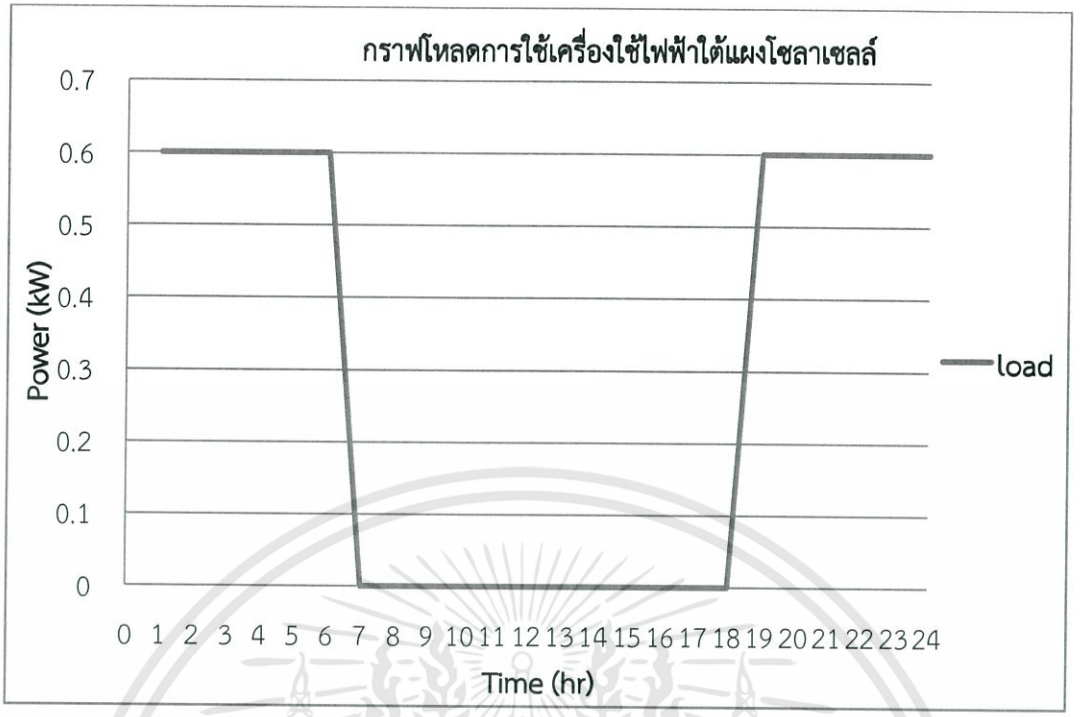
รูปที่ 3.10 พลังงานไฟฟ้าบริเวณถนนในวันธรรมดา (Weekday)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณทางเดินใต้แผงโซลาเซลล์ ในวันธรรมดา (Weekday)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของใต้แผงโซลาเซลล์		
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า	load(kW)
	หลอดไฟ	
0.00-1.00	30	1.5
1.00-2.00	30	1.5
2.00-3.00	30	1.5
3.00-4.00	30	1.5
4.00-5.00	30	1.5
5.00-6.00	30	1.5
6.00-7.00	0	0
7.00-8.00	0	0
8.00-9.00	0	0
9.00-10.00	0	0
10.00-11.00	0	0
11.00-12.00	0	0
12.00-13.00	0	0
13.00-14.00	0	0
14.00-15.00	0	0
15.00-16.00	0	0
16.00-17.00	0	0
17.00-18.00	0	0
18.00-19.00	30	1.5
19.00-20.00	30	1.5
20.00-21.00	30	1.5
21.00-22.00	30	1.5
22.00-23.00	30	1.5
23.00- 0.00	30	1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



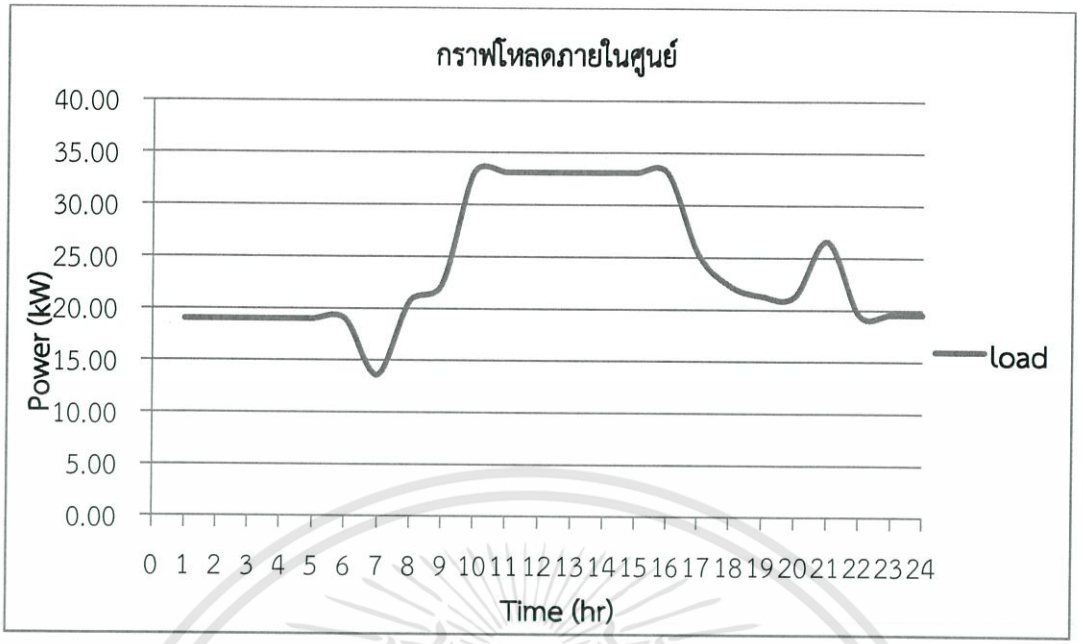
รูปที่ 3.11 พลังงานไฟฟ้าบริเวณโซลาเซลล์ในวันธรรมดา (Weekday)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดภายในศูนย์ในวันธรรมดา (Weekday)

ตารางรวมโหลดทั้งหมด		
ช่วงเวลา	Load(kW)	**คิดเพิ่มLoad(kW)**
0.00-1.00	18.97	18.97
1.00-2.00	18.97	18.97
2.00-3.00	18.97	18.97
3.00-4.00	18.97	18.97
4.00-5.00	18.97	18.97
5.00-6.00	18.97	18.97
6.00-7.00	13.62	13.62
7.00-8.00	20.69	20.69
8.00-9.00	22.29	22.29
9.00-10.00	33.09	33.09
10.00-11.00	33.09	33.09
11.00-12.00	33.09	33.09
12.00-13.00	33.09	33.09
13.00-14.00	33.09	33.09
14.00-15.00	33.09	33.09
15.00-16.00	33.09	33.09
16.00-17.00	25.39	25.39
17.00-18.00	22.29	22.29
18.00-19.00	21.27	21.27
19.00-20.00	21.27	21.27
20.00-21.00	26.52	26.52
21.00-22.00	19.52	19.52
22.00-23.00	19.52	19.52
23.00- 0.00	19.52	19.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในศูนย์ในวันธรรมดา (Weekday)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทนในวันหยุด

จากข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละชั้นของโหลดภายในอาคารซึ่งแสดงการใช้งานดังตารางที่ 3.12 – 3.21 และแสดงในรูปแบบกราฟของโหลดแต่ละชั้นและตัวอาคาร

ตารางที่ 3.12 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น Ground ในวันหยุด (Weekend)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของโหลดชั้น G(จำนวน)			
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า		load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ1เฟส	
0.00-1.00	8	0	0.20
1.00-2.00	8	0	0.20
2.00-3.00	8	0	0.20
3.00-4.00	8	0	0.20
4.00-5.00	8	0	0.20
5.00-6.00	8	0	0.20
6.00-7.00	0	0	0.00
7.00-8.00	0	0	0.00
8.00-9.00	0	0	0.00
9.00-10.00	0	0	0.00
10.00-11.00	0	0	0.00
11.00-12.00	0	0	0.00
12.00-13.00	0	0	0.00
13.00-14.00	0	0	0.00
14.00-15.00	0	0	0.00
15.00-16.00	0	0	0.00
16.00-17.00	0	0	0.00
17.00-18.00	0	0	0.00
18.00-19.00	8	0	0.20
19.00-20.00	8	0	0.20
20.00-21.00	8	0	0.20
21.00-22.00	8	0	0.20
22.00-23.00	8	0	0.20
23.00- 0.00	8	0	0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ชั้น Groundในวันหยุด (Weekend)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

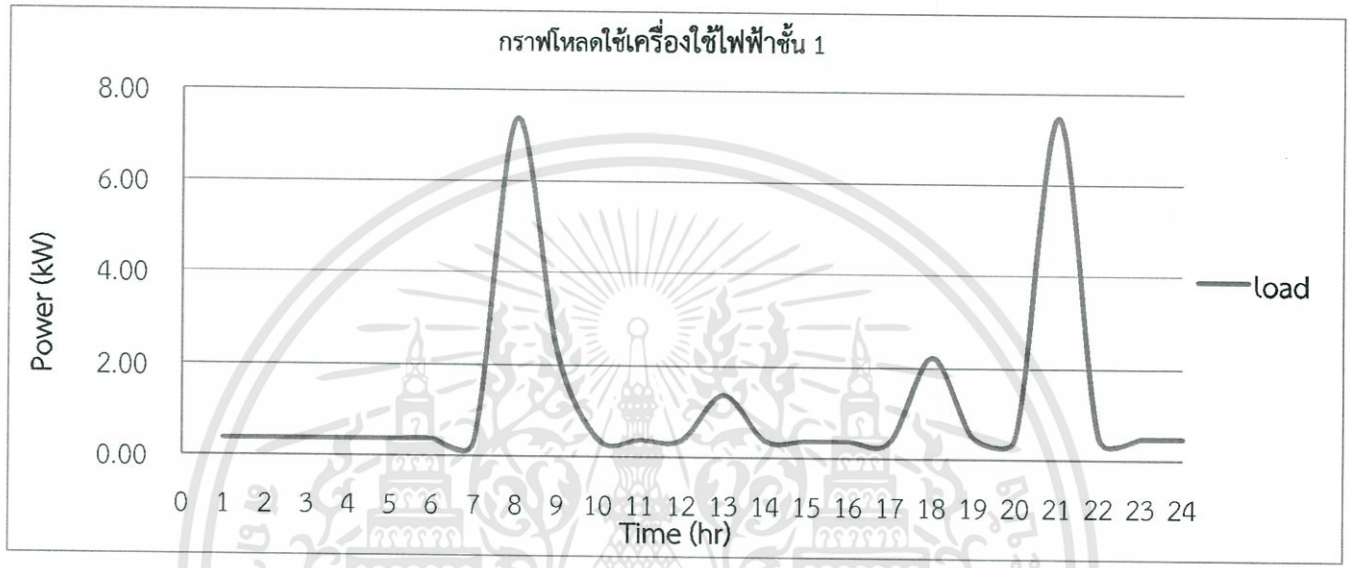
ตารางที่ 3.13 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 1 ในวันหยุด (Weekend)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของโหลดชั้น 1(จำนวน)											
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า										load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	คอมพิวเตอร์	เครื่องปรับอากาศ	พัดลม	เครื่องทำน้ำอุ่น	ตู้เย็น	กระติกน้ำร้อน	ไมโครเวฟ	โทรทัศน์	
0.00-1.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
1.00-2.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
2.00-3.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
3.00-4.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
4.00-5.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
5.00-6.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
6.00-7.00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.27
7.00-8.00	4	1	0	0	0	2	1	0	0	0	7.37
8.00-9.00	7	1	0	0	1	0	1	1	1	1	2.29
9.00-10.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
10.00-11.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
11.00-12.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
12.00-13.00	4	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1.37
13.00-14.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
14.00-15.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37

ตารางที่ 3.14 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 1 ในวันหยุด (Weekend) (ต่อ)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของโหลดชั้น 1(จำนวน)											
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า										load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	คอมพิวเตอร์	เครื่องปรับอากาศ	พัดลม	เครื่องทำน้ำอุ่น	ตู้เย็น	กระติกน้ำร้อน	ไมโครเวฟ	โทรทัศน์	
15.00-16.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
16.00-17.00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.37
17.00-18.00	7	1	0	0	1	0	1	1	1	0	2.22
18.00-19.00	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.47
19.00-20.00	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.47
20.00-21.00	8	1	0	0	0	2	1	0	0	0	7.47
21.00-22.00	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.47
22.00-23.00	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.47
23.00- 0.00	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.47

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

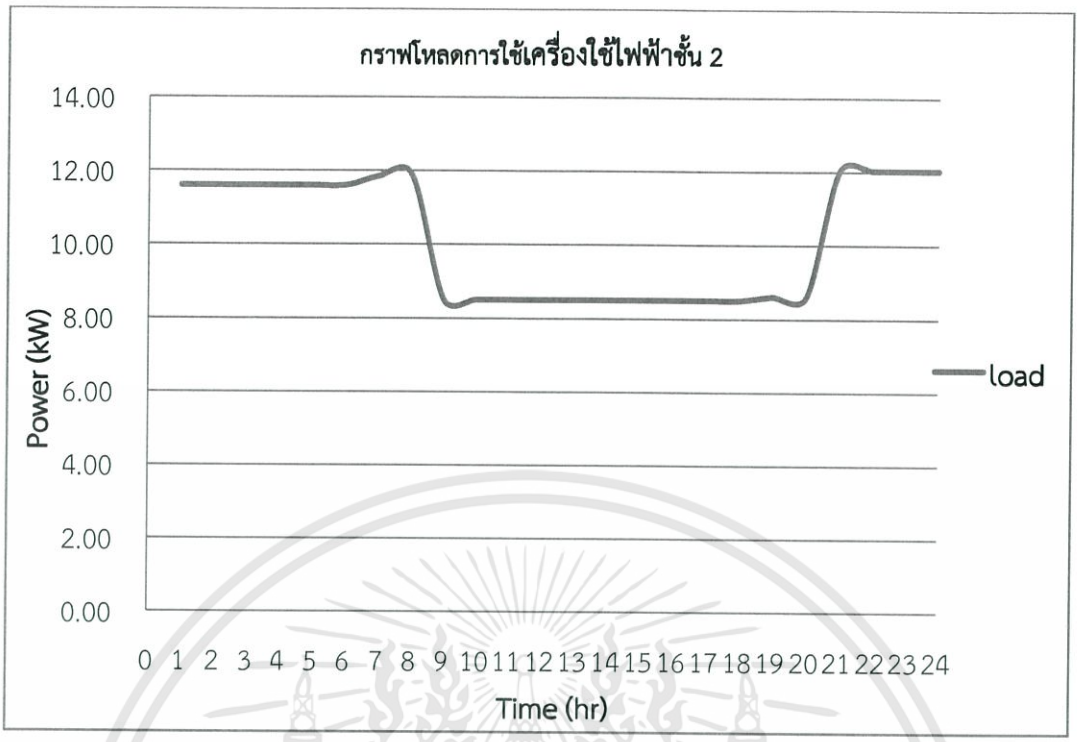


รูปที่ 3.14 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ชั้น 1 ในวันหยุด (Weekend)

ตารางที่ 3.15 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 2ในวันหยุด (Weekend)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชั้น 2(จำนวน)							
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า						load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	คอมพิวเตอร์	เครื่องปรับอากาศ	พัดลม	โทรทัศน์	
0.00-1.00	10	5	4	3	0	0	11.60
1.00-2.00	10	5	4	3	0	0	11.60
2.00-3.00	10	5	4	3	0	0	11.60
3.00-4.00	10	5	4	3	0	0	11.60
4.00-5.00	10	5	4	3	0	0	11.60
5.00-6.00	10	5	4	3	0	0	11.60
6.00-7.00	8	7	4	3	0	0	11.85
7.00-8.00	8	7	4	3	0	1	11.92
8.00-9.00	6	5	4	2	0	0	8.50
9.00-10.00	6	5	4	2	0	0	8.50
10.00-11.00	6	5	4	2	0	0	8.50
11.00-12.00	6	5	4	2	0	0	8.50
12.00-13.00	6	5	4	2	0	0	8.50
13.00-14.00	6	5	4	2	0	0	8.50
14.00-15.00	6	5	4	2	0	0	8.50
15.00-16.00	6	5	4	2	0	0	8.50
16.00-17.00	6	5	4	2	0	0	8.50
17.00-18.00	6	5	4	2	0	0	8.50
18.00-19.00	10	5	4	2	0	0	8.60
19.00-20.00	10	5	4	2	0	0	8.60
20.00-21.00	13	7	4	3	0	1	12.05
21.00-22.00	13	7	4	3	0	1	12.05
22.00-23.00	13	7	4	3	0	1	12.05
23.00- 0.00	13	7	4	3	0	1	12.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



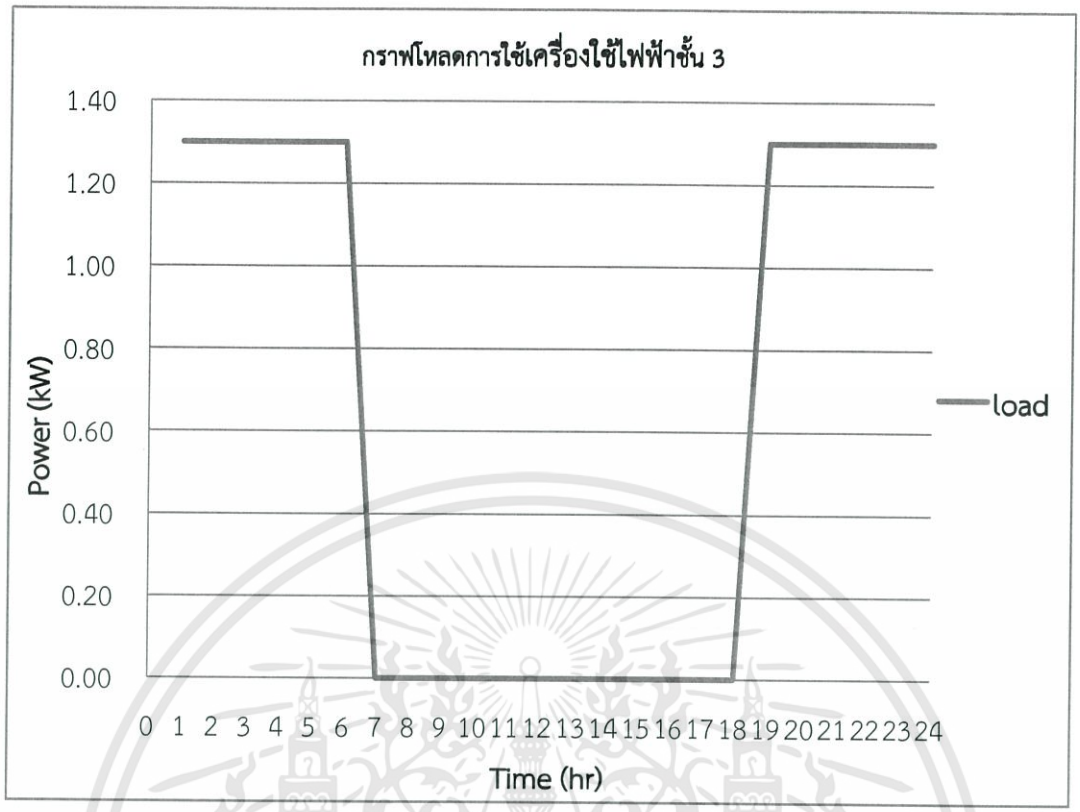
รูปที่ 3.15 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 2ในวันหยุด (Weekend)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.16 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 3 ในวันหยุด (Weekend)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชั้น 3(จำนวน)			
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า		load(kW)
	หลอดไฟ	หลอด LED	
0.00-1.00	4	1	1.30
1.00-2.00	4	1	1.30
2.00-3.00	4	1	1.30
3.00-4.00	4	1	1.30
4.00-5.00	4	1	1.30
5.00-6.00	4	1	1.30
6.00-7.00	0	0	0.00
7.00-8.00	0	0	0.00
8.00-9.00	0	0	0.00
9.00-10.00	0	0	0.00
10.00-11.00	0	0	0.00
11.00-12.00	0	0	0.00
12.00-13.00	0	0	0.00
13.00-14.00	0	0	0.00
14.00-15.00	0	0	0.00
15.00-16.00	0	0	0.00
16.00-17.00	0	0	0.00
17.00-18.00	0	0	0.00
18.00-19.00	4	1	1.30
19.00-20.00	4	1	1.30
20.00-21.00	4	1	1.30
21.00-22.00	4	1	1.30
22.00-23.00	4	1	1.30
23.00- 0.00	4	1	1.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



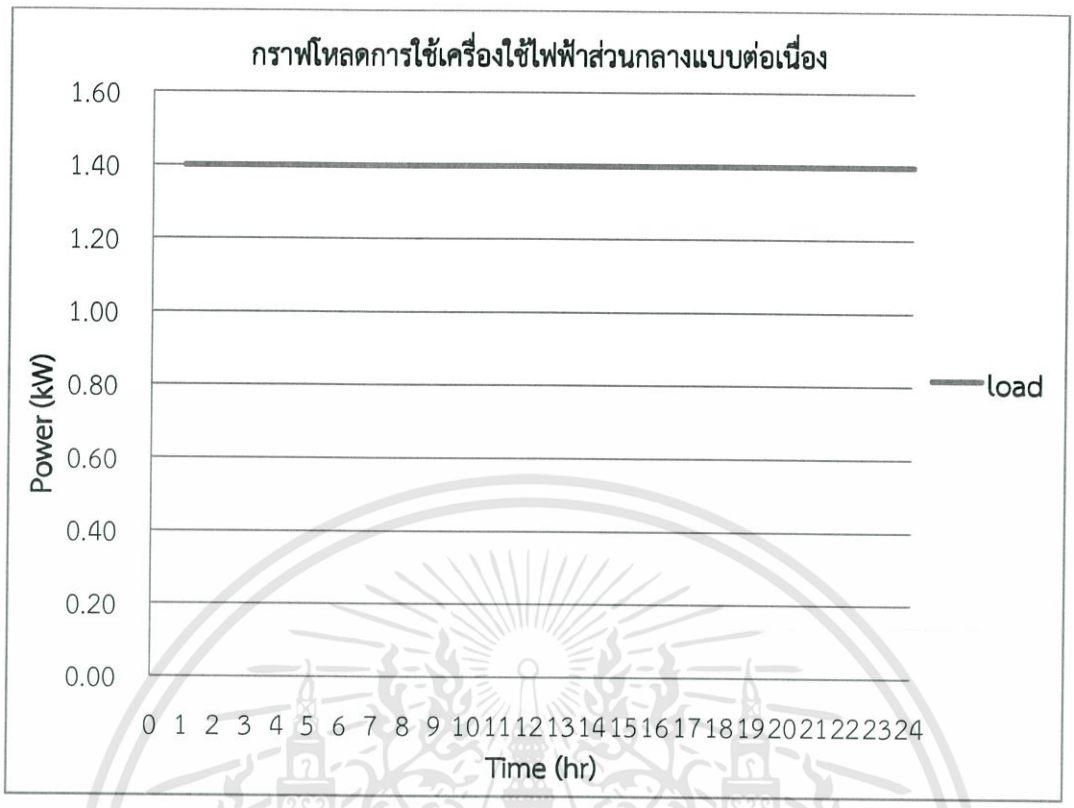
รูปที่ 3.16 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารชั้น 3 ในวันหยุด (Weekend)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.17 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารแบบต่อเนื่องในวันหยุด (Weekend)

เครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนกลางแบบต่อเนื่อง (จำนวน)			
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า		load(kW)
	ปั๊มน้ำ	กล้องวงจรปิด	
0.00-1.00	2	1	1.40
1.00-2.00	2	1	1.40
2.00-3.00	2	1	1.40
3.00-4.00	2	1	1.40
4.00-5.00	2	1	1.40
5.00-6.00	2	1	1.40
6.00-7.00	2	1	1.40
7.00-8.00	2	1	1.40
8.00-9.00	2	1	1.40
9.00-10.00	2	1	1.40
10.00-11.00	2	1	1.40
11.00-12.00	2	1	1.40
12.00-13.00	2	1	1.40
13.00-14.00	2	1	1.40
14.00-15.00	2	1	1.40
15.00-16.00	2	1	1.40
16.00-17.00	2	1	1.40
17.00-18.00	2	1	1.40
18.00-19.00	2	1	1.40
19.00-20.00	2	1	1.40
20.00-21.00	2	1	1.40
21.00-22.00	2	1	1.40
22.00-23.00	2	1	1.40
23.00- 0.00	2	1	1.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



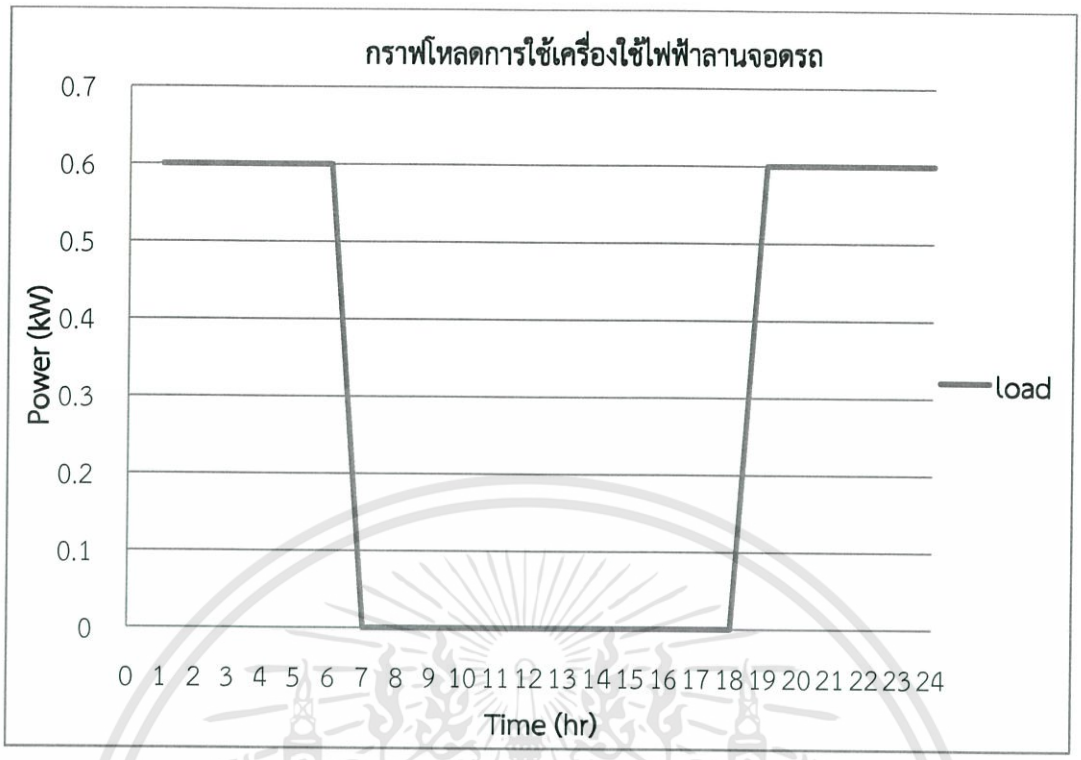
รูปที่ 3.17 พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารแบบต่อเนื่องในวันหยุด (Weekend)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.18 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณลานจอดรถในวันหยุด (Weekend)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของลานจอดรถ ขนาด 15*20 mm			
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า		load(kW)
	หลอดไฟ	เต้ารับ	
0.00-1.00	12	0	0.6
1.00-2.00	12	0	0.6
2.00-3.00	12	0	0.6
3.00-4.00	12	0	0.6
4.00-5.00	12	0	0.6
5.00-6.00	12	0	0.6
6.00-7.00	0	0	0
7.00-8.00	0	0	0
8.00-9.00	0	0	0
9.00-10.00	0	0	0
10.00-11.00	0	0	0
11.00-12.00	0	0	0
12.00-13.00	0	0	0
13.00-14.00	0	0	0
14.00-15.00	0	0	0
15.00-16.00	0	0	0
16.00-17.00	0	0	0
17.00-18.00	0	0	0
18.00-19.00	12	0	0.6
19.00-20.00	12	0	0.6
20.00-21.00	12	0	0.6
21.00-22.00	12	0	0.6
22.00-23.00	12	0	0.6
23.00- 0.00	12	0	0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



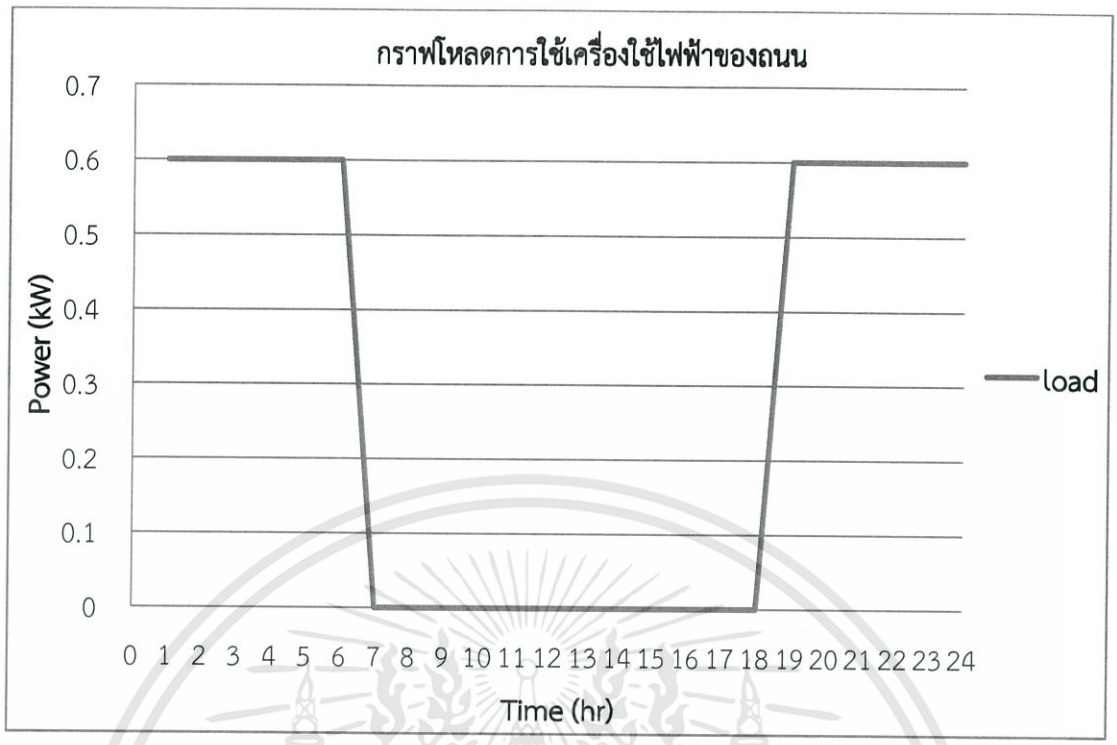
รูปที่ 3.18 พลังงานไฟฟ้าบริเวณลาดจอดรถในวันหยุด (Weekend)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.19 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณถนน ในวันหยุด (Weekend)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของถนน		
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า	load(kW)
	หลอดไฟ	
0.00-1.00	40	2
1.00-2.00	40	2
2.00-3.00	40	2
3.00-4.00	40	2
4.00-5.00	40	2
5.00-6.00	40	2
6.00-7.00	0	0
7.00-8.00	0	0
8.00-9.00	0	0
9.00-10.00	0	0
10.00-11.00	0	0
11.00-12.00	0	0
12.00-13.00	0	0
13.00-14.00	0	0
14.00-15.00	0	0
15.00-16.00	0	0
16.00-17.00	0	0
17.00-18.00	0	0
18.00-19.00	40	2
19.00-20.00	40	2
20.00-21.00	40	2
21.00-22.00	40	2
22.00-23.00	40	2
23.00- 0.00	40	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



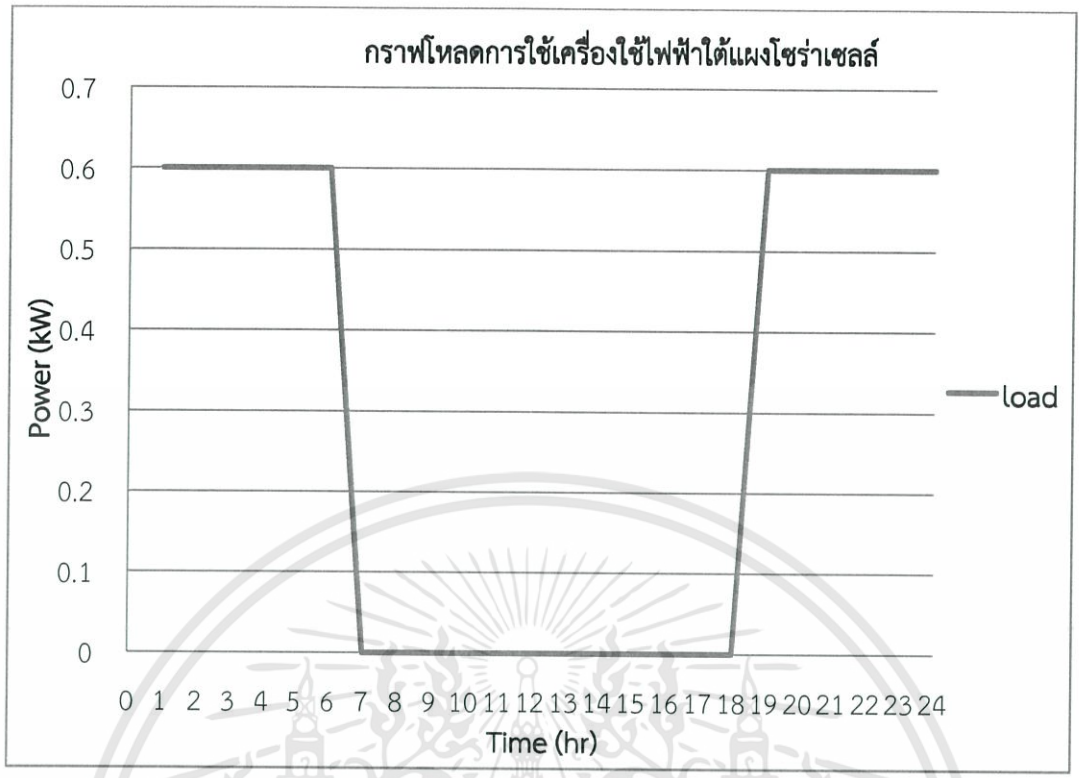
รูปที่ 3.19 พลังงานไฟฟ้าบริเวณถนนในวันหยุด (Weekend)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.20 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณใต้แผงโซลาเซลล์ในวันหยุด (Weekend)

ตารางการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของใต้แผงโซลาเซลล์		
ช่วงเวลา	รายการเครื่องใช้ไฟฟ้า	load(kW)
	หลอดไฟ	
0.00-1.00	30	1.5
1.00-2.00	30	1.5
2.00-3.00	30	1.5
3.00-4.00	30	1.5
4.00-5.00	30	1.5
5.00-6.00	30	1.5
6.00-7.00	0	0
7.00-8.00	0	0
8.00-9.00	0	0
9.00-10.00	0	0
10.00-11.00	0	0
11.00-12.00	0	0
12.00-13.00	0	0
13.00-14.00	0	0
14.00-15.00	0	0
15.00-16.00	0	0
16.00-17.00	0	0
17.00-18.00	0	0
18.00-19.00	30	1.5
19.00-20.00	30	1.5
20.00-21.00	30	1.5
21.00-22.00	30	1.5
22.00-23.00	30	1.5
23.00- 0.00	30	1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



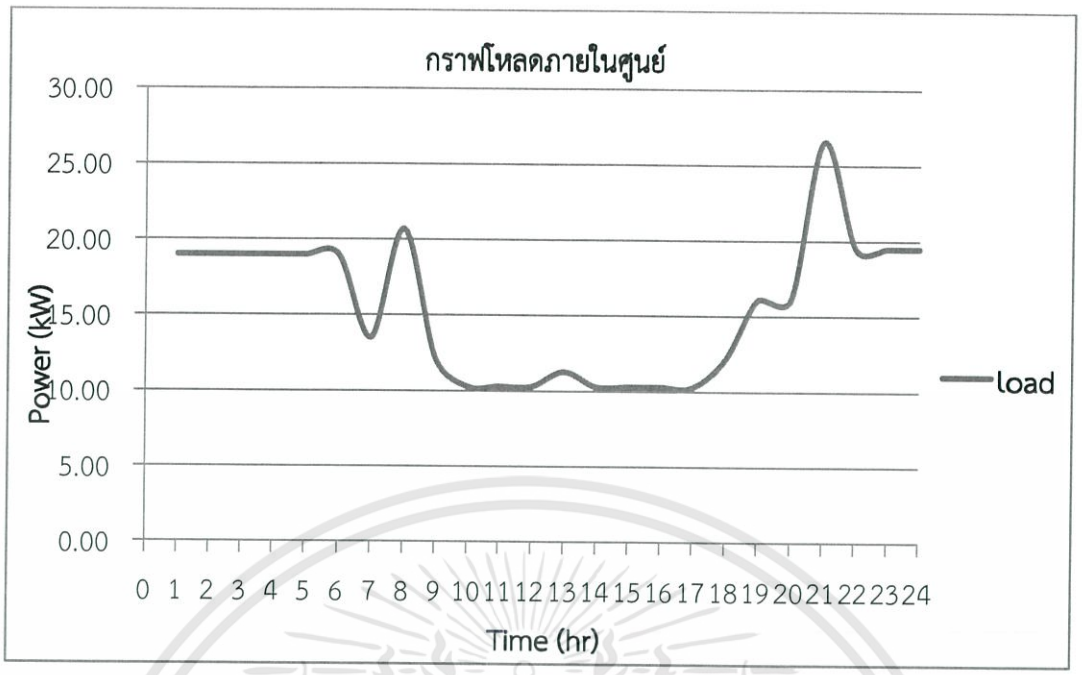
รูปที่ 3.20 พลังงานไฟฟ้าบริเวณใต้แผงโซลาเซลล์ในวันหยุด (Weekend)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.21 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดภายในศูนย์ในวันหยุด (Weekend)

ตารางรวมโหลดทั้งหมด		
ช่วงเวลา	**Load(W)**	**คิดเพิ่มLoad(W)**
0.00-1.00	18.97	18.97
1.00-2.00	18.97	18.97
2.00-3.00	18.97	18.97
3.00-4.00	18.97	18.97
4.00-5.00	18.97	18.97
5.00-6.00	18.97	18.97
6.00-7.00	13.52	13.52
7.00-8.00	20.69	20.69
8.00-9.00	12.19	12.19
9.00-10.00	10.27	10.27
10.00-11.00	10.27	10.27
11.00-12.00	10.27	10.27
12.00-13.00	11.27	11.27
13.00-14.00	10.27	10.27
14.00-15.00	10.27	10.27
15.00-16.00	10.27	10.27
16.00-17.00	10.27	10.27
17.00-18.00	12.12	12.12
18.00-19.00	16.07	16.07
19.00-20.00	16.07	16.07
20.00-21.00	26.52	26.52
21.00-22.00	19.52	19.52
22.00-23.00	19.52	19.52
23.00- 0.00	19.52	19.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในศูนย์ในวันหยุด (Weekend)

3.2 การแสดงความสำคัญของโหลดในอาคาร

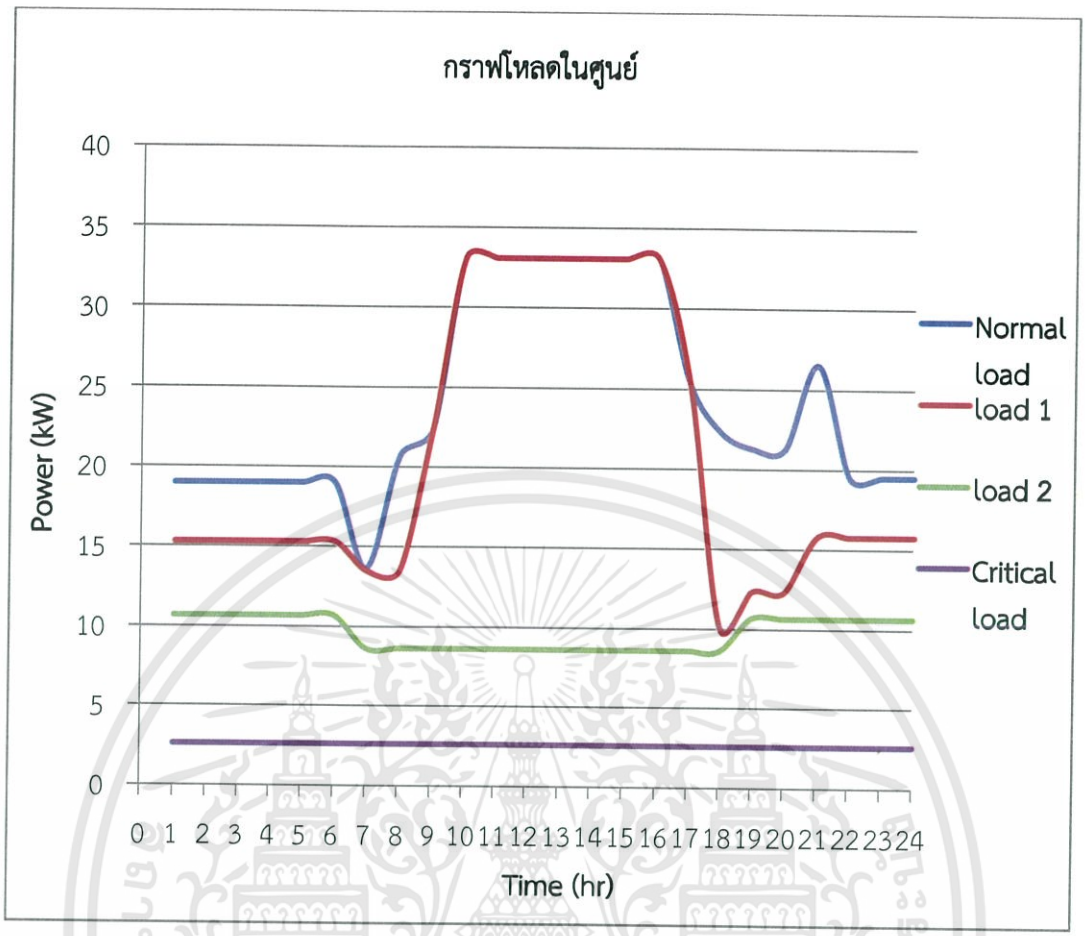
เราได้จัดแสดงความสำคัญของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร เพื่อที่เราจะสามารถเลือกตัดอุปกรณ์ที่ไม่มีความจำเป็นออกในกรณีที่ปริมาณการผลิตไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลมไม่เพียงพอ หรือพลังงานในแบตเตอรี่มีปริมาณไม่เพียงพอในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการคิดลอจิคเพื่อนำไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.22 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า กรณีมีการตัดโหลด ในวันธรรมดา

ช่วงเวลา	Normal load	load 1	load 2	Citical load
0.00-1.00	18.97	15.27	10.65	2.6
1.00-2.00	18.97	15.27	10.65	2.6
2.00-3.00	18.97	15.27	10.65	2.6
3.00-4.00	18.97	15.27	10.65	2.6
4.00-5.00	18.97	15.27	10.65	2.6
5.00-6.00	18.97	15.27	10.65	2.6
6.00-7.00	13.62	13.42	8.6	2.6
7.00-8.00	20.69	13.49	8.6	2.6
8.00-9.00	22.29	22.29	8.6	2.6
9.00-10.00	33.09	33.09	8.6	2.6
10.00-11.00	33.09	33.09	8.6	2.6
11.00-12.00	33.09	33.09	8.6	2.6
12.00-13.00	33.09	33.09	8.6	2.6
13.00-14.00	33.09	33.09	8.6	2.6
14.00-15.00	33.09	33.09	8.6	2.6
15.00-16.00	33.09	33.09	8.6	2.6
16.00-17.00	25.39	25.39	8.6	2.6
17.00-18.00	22.29	10.07	8.6	2.6
18.00-19.00	21.27	12.32	10.65	2.6
19.00-20.00	21.27	12.32	10.65	2.6
20.00-21.00	26.52	15.77	10.65	2.6
21.00-22.00	19.52	15.77	10.65	2.6
22.00-23.00	19.52	15.77	10.65	2.6
23.00- 0.00	19.52	15.77	10.65	2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



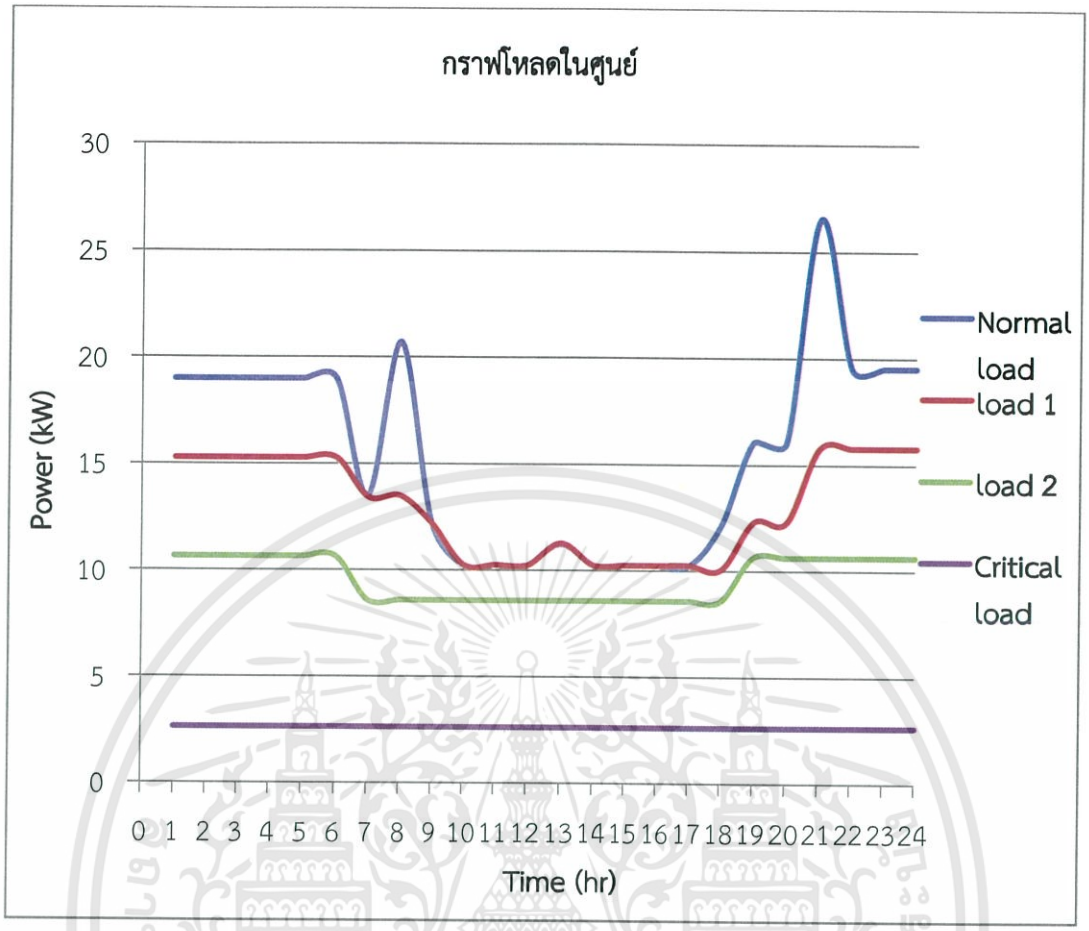
รูปที่ 3.22 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า กรณีมีการตัดโหลด ในวันธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.27 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า กรณีมีการตัดโหลด ในวันหยุด

ช่วงเวลา	Normal load	load 1	load 2	Citical load
0.00-1.00	18.97	15.27	10.65	2.6
1.00-2.00	18.97	15.27	10.65	2.6
2.00-3.00	18.97	15.27	10.65	2.6
3.00-4.00	18.97	15.27	10.65	2.6
4.00-5.00	18.97	15.27	10.65	2.6
5.00-6.00	18.97	15.27	10.65	2.6
6.00-7.00	13.52	13.42	8.6	2.6
7.00-8.00	20.69	13.49	8.6	2.6
8.00-9.00	12.19	12.19	8.6	2.6
9.00-10.00	10.27	10.27	8.6	2.6
10.00-11.00	10.27	10.27	8.6	2.6
11.00-12.00	10.27	10.27	8.6	2.6
12.00-13.00	11.27	11.27	8.6	2.6
13.00-14.00	10.27	10.27	8.6	2.6
14.00-15.00	10.27	10.27	8.6	2.6
15.00-16.00	10.27	10.27	8.6	2.6
16.00-17.00	10.27	10.27	8.6	2.6
17.00-18.00	12.12	10.07	8.6	2.6
18.00-19.00	16.07	12.32	10.65	2.6
19.00-20.00	16.07	12.32	10.65	2.6
20.00-21.00	26.52	15.77	10.65	2.6
21.00-22.00	19.52	15.77	10.65	2.6
22.00-23.00	19.52	15.77	10.65	2.6
23.00- 0.00	19.52	15.77	10.65	2.6

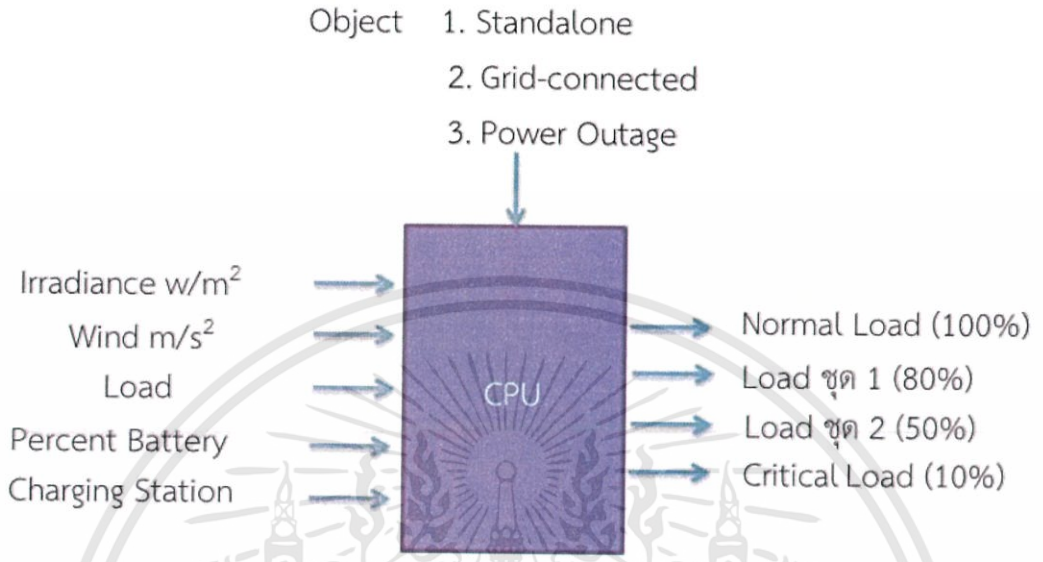
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า กรณีมีการตัดโหลด ในวันหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม



รูปที่ 3.24 ตัวแปรในระบบควบคุม

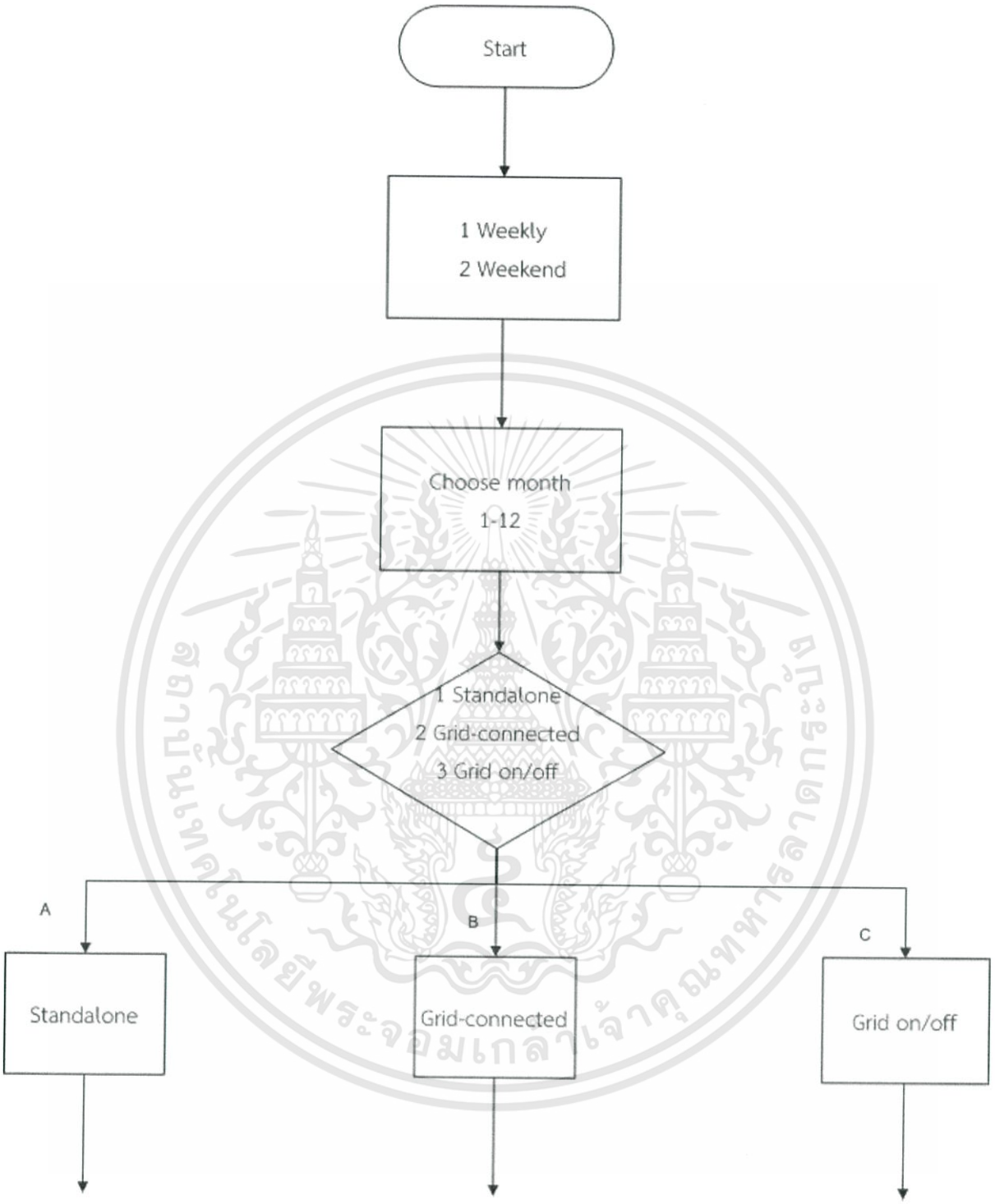
โดยมีรายละเอียดคือ

ระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ(Stand Alone System) : ระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระเหมาะสำหรับการติดตั้งใช้งานในพื้นที่ ชนบท หรือพื้นที่ที่ห่างไกลจากเสาส่งหลัก เช่น บนเกาะหรือชนบทห่างไกลที่ระบบสายส่งเข้าไปไม่ถึงและไม่คุ้มค่ากับการติดตั้งระบบสายส่งเข้าไปสู่พื้นที่ที่ต้องการใช้งาน ซึ่งระบบนี้ต้องมีแบตเตอรี่เพื่อเก็บรักษาประจุไว้

ระบบเชื่อมต่อระบบกริด(Grid-Connected System) : เป็นระบบไฟฟ้าที่มีการต่อเข้ากับระบบสายส่งหรือระบบจำหน่าย ซึ่งจะใช้ระบบนี้จะใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง โดยระบบนี้เราจะสามารถซื้อไฟฟ้าได้หากมีการผลิตไฟฟ้าไม่เพียงพอ หรือ มีการขายไฟฟ้าหากมีพลังงานเหลือจากการใช้งาน

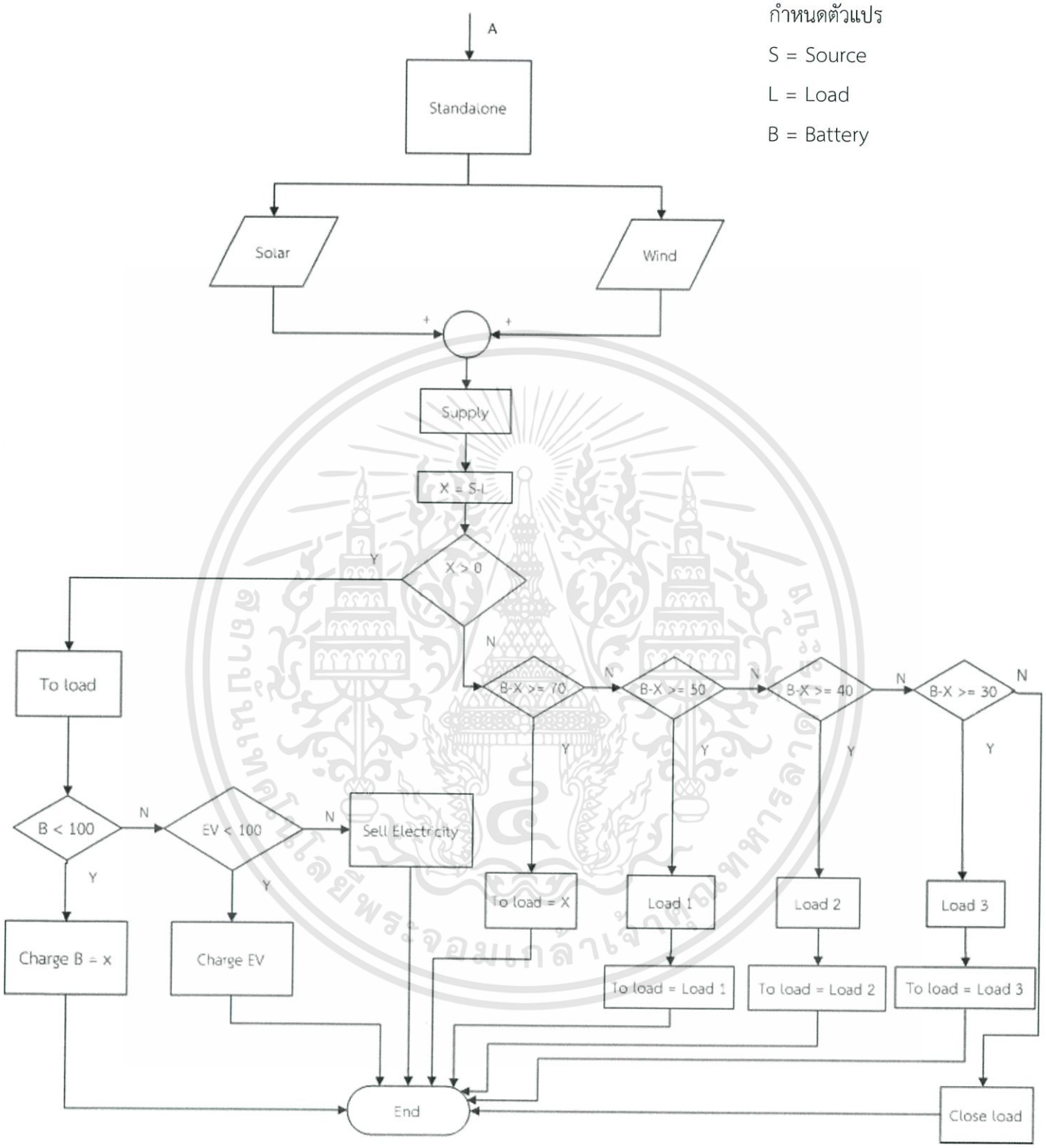
ระบบกรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ(Power outage) : เป็นระบบไฟฟ้าที่มีการต่อเข้ากับระบบสายส่งหรือระบบจำหน่ายโดยระบบนี้จะมีความคล้ายคลึงกับระบบเชื่อมต่อกริด แต่เป็นกรณีที่เกิดไฟฟ้าดับในช่วงเวลาใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



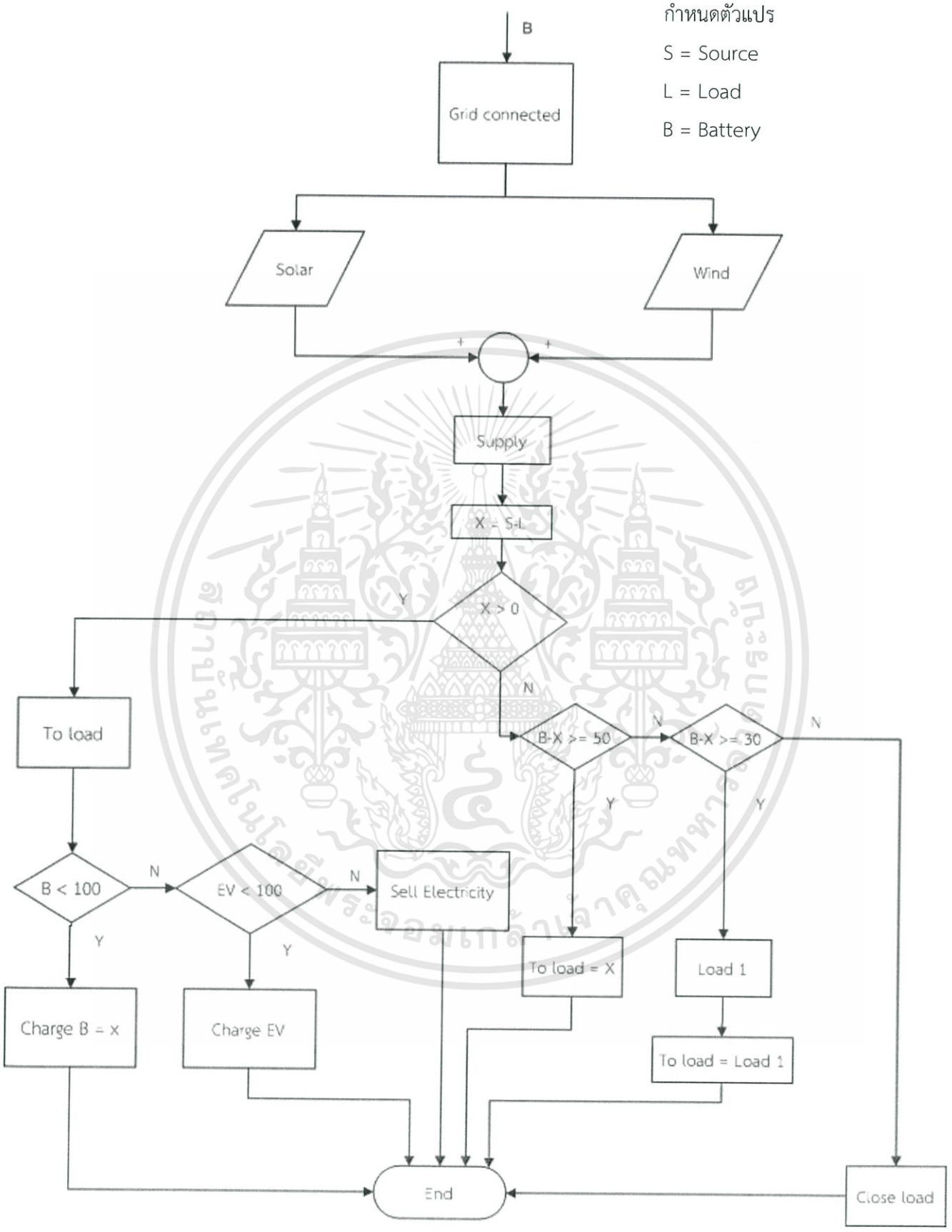
รูปที่ 3.25 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



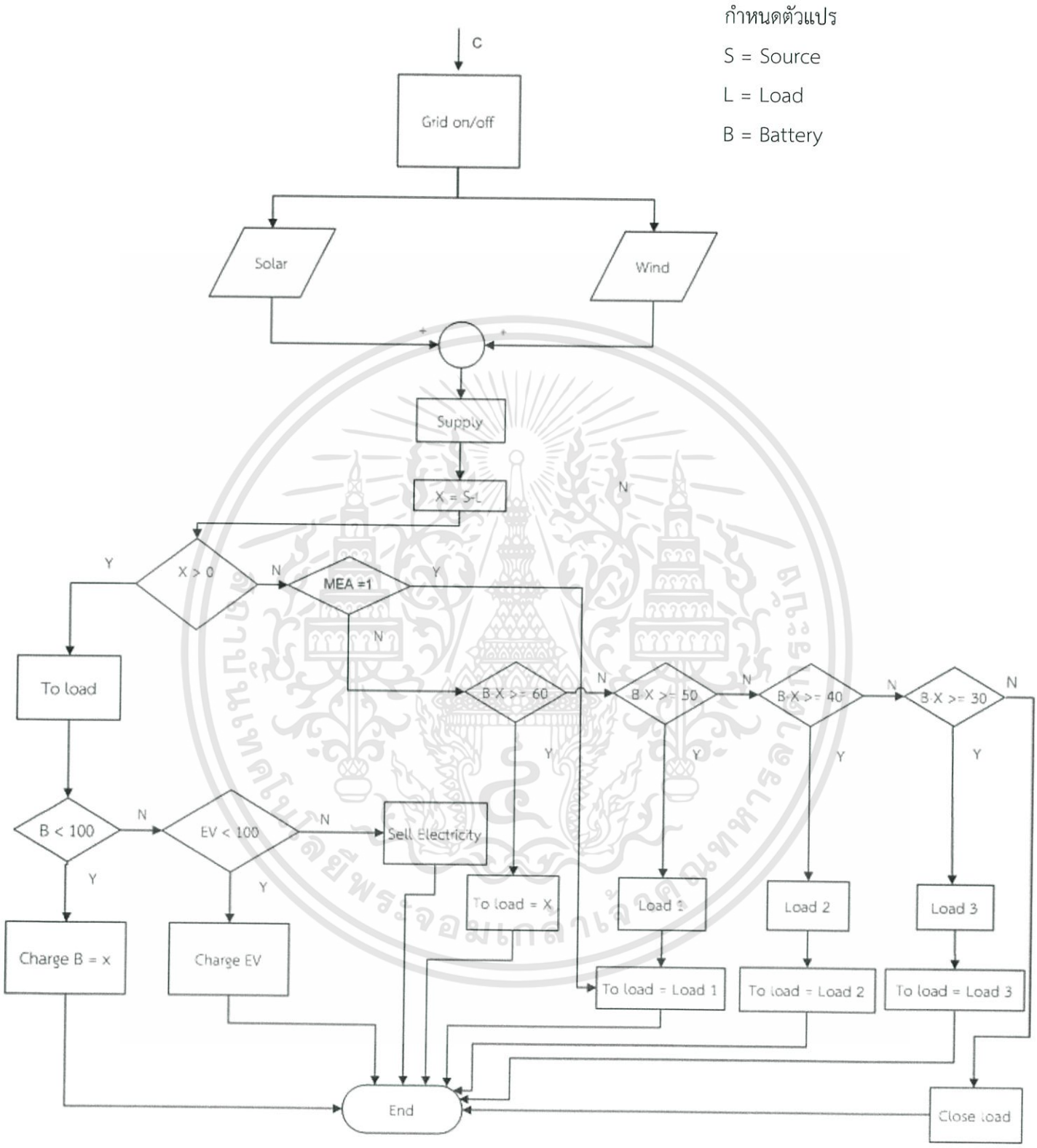
รูปที่ 3.26 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การวิเคราะห์ระบบการจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

จากผลการออกแบบในบทที่ 3 พบว่าค่าโหลดภายในศูนย์พลังงานทดแทน ทั้งโหลดภายในอาคาร และโหลดภายนอกอาคารมีค่ามากกว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมที่ผลิตได้ในหลายๆช่วงเวลา หรืออีกความหมายหนึ่ง คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าน้อยกว่าพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน สำหรับช่วงเวลาที่พลังงานที่ผลิตได้มีค่ามากกว่าพลังงานที่ใช้จริงมากนั้นมีเพียงแค่ประมาณ 4 ชั่วโมงต่อวัน นั่นคือ ที่เวลา 11.00-15.00 น. ซึ่งพลังงานที่ผลิตได้ส่วนใหญ่นั้นมาจากพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนค่าที่ได้จากพลังงานลมนั้น แทบจะมีค่าน้อยมาก แม้ว่าจะมีการผลิตได้ทั้งเวลากลางวันและเวลากลางคืนซึ่งเมื่อดูจากกราฟโหลดจะพบว่า ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้ามีค่าสูง ซึ่งเมื่อพลังงานที่ผลิตได้ไม่เพียงพอจะมีการนำพลังงานที่สำรองไว้ในแบตเตอรีมาใช้ และเมื่อพลังงานจากแบตเตอรีเหลือน้อยแล้วจะมีการเลือกตัดโหลดที่ไม่สำคัญออก เพื่อให้ระบบยังคงอยู่ได้

จากปัจจัยต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งในการพิจารณาจัดการระบบบริหารจัดการพลังงาน เช่น ในเวลากลางวันเราใช้พลังงานที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลักมาใช้ภายในศูนย์ และนำพลังงานที่เหลือจากการใช้ไปทำการชาร์จในแบตเตอรีเพื่อสำรองไว้ใช้ในเวลากลางคืน จะเห็นว่าช่วงเวลาที่มีพลังงานไฟฟ้าเหลือนั้น อยู่ในช่วงประมาณ 11.00-15.00 น. ของแต่ละวัน ซึ่งพลังงานที่เหลือจากการชาร์จแบตเตอรีแล้ว จะนำไปใช้ชาร์จรถหรือนำส่งขายต่อไป

การวิเคราะห์การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสานในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต มีปัจจัยในการจัดการพลังงานที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1.โหลดทั้งหมดภายในศูนย์Future Renewable Centerแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1.) ภายในอาคาร Future Renewable Center

2.) ภายนอกอาคาร

2.1) ลานจอดรถ

2.2) บริเวณถนน

2.3) ทางเดินใต้แผงโซล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.แหล่งพลังงานที่ผลิตและใช้ในโครงการ Future Renewable Centerแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1.) Solar Energy

2.) Wind Energy

3.) Battery

4.) การไฟฟ้านครหลวง

ซึ่งในการบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสานมีหลักการและวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ

Minimize Import ซึ่งคือ การจัดการพลังงานที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)และพลังงานลม(Wind Turbine)รวมถึงพลังงานที่สะสมอยู่ในแบตเตอรี่ มาบริหารจัดการให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในศูนย์Future Renewable Centerโดยให้สอดคล้องกับเป้าหมายคือ การรับพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเฉพาะที่จำเป็นหรือน้อยที่สุด

4.1 ผลการแสดงระบบการบริหารจัดการพลังงาน ด้วยโปรแกรม Matlab

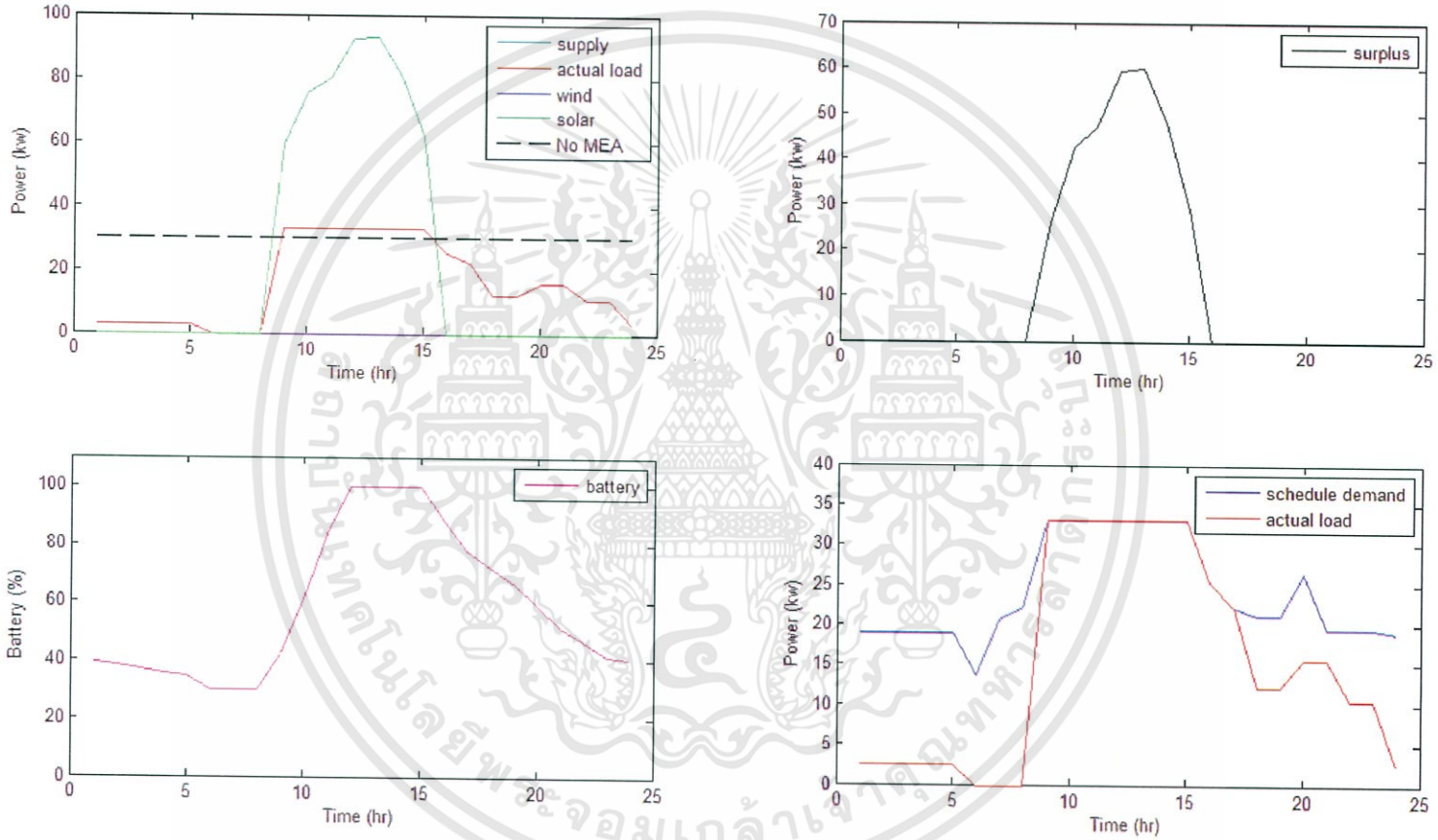
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูร้อน (เมษายน) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
1.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	85.64	39.65	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	83.04	38.44	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	80.44	37.24	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	77.84	36.04	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	75.24	34.83	0.00	0.00	0.00
6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	6.94	0.00
9.00	59.30	33.09	26.21	26.21	0.00	91.01	42.13	1.00	6.94	0.00
10.00	75.50	33.09	42.41	42.41	0.00	133.42	61.77	1.00	6.94	0.00
11.00	80.40	33.09	47.31	47.31	0.00	180.73	83.67	1.00	6.94	0.00
12.00	92.40	33.09	59.31	35.27	0.00	216.00	100.00	8.20	56.94	16.84
13.00	93.10	33.09	60.01	0.00	0.00	216.00	100.00	14.40	100.00	53.81
14.00	80.90	33.09	47.81	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	47.81
15.00	62.10	33.09	29.01	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	29.01

ตารางที่ 4.2 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูร้อน (เมษายน) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
16.00	0.00	25.39	0.00	0.00	25.39	190.61	88.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	22.29	0.00	0.00	22.29	168.32	77.93	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	156.00	72.22	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	143.68	66.52	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	127.91	59.22	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	112.14	51.92	0.00	0.00	0.00
22.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	101.49	46.99	0.00	0.00	0.00
23.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	90.84	42.06	0.00	0.00	0.00
24.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	88.24	40.85	0.00	0.00	0.00



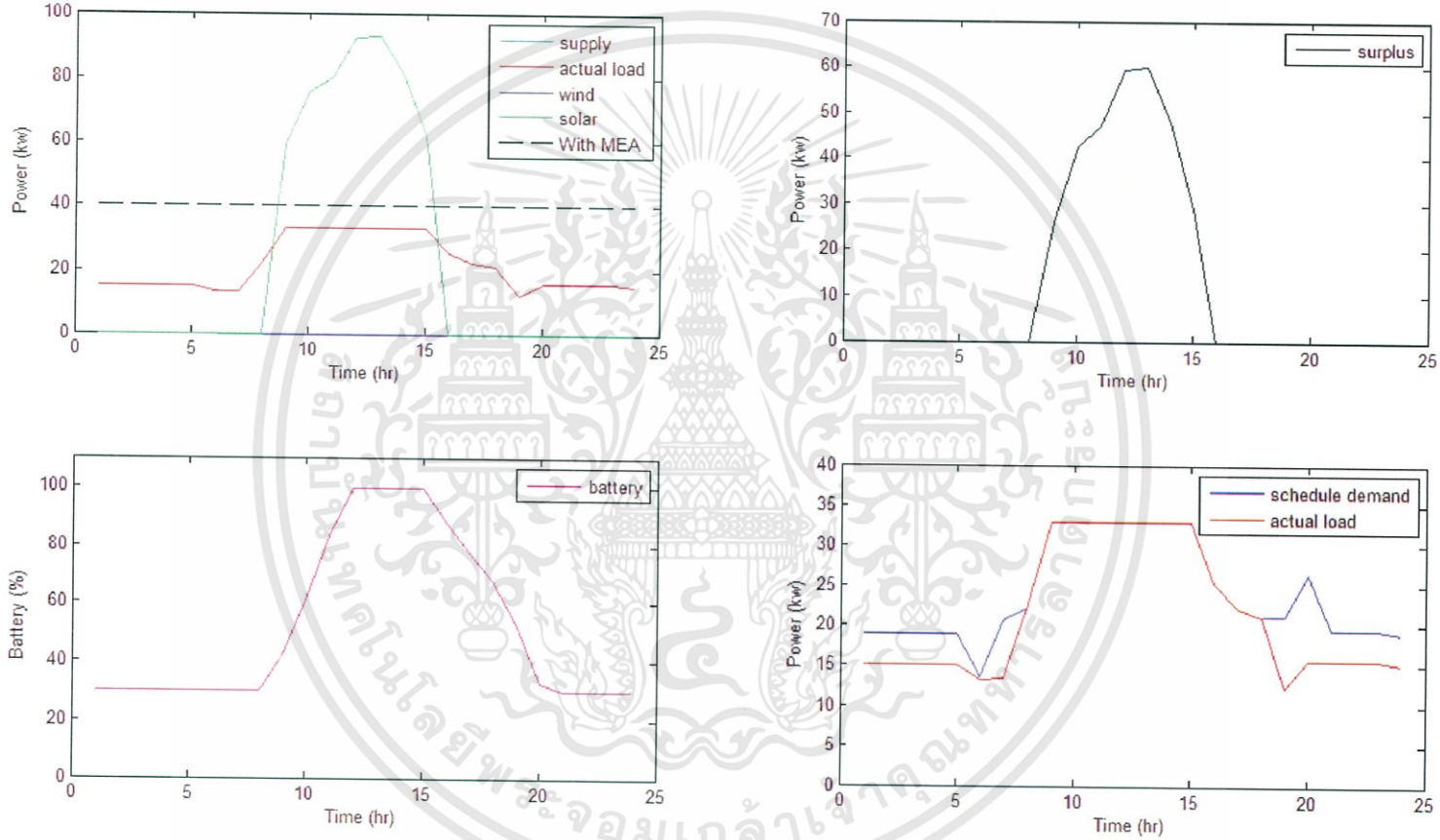
รูปที่ 4.1 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

ตารางที่ 4.3 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูร้อน (เมษายน) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	**ผลิต**	**โหลด**	**พลังงานส่วนเกิน**	**ชาร์จแบต**	**แบตจ่าย**	**ปริมาณแบต**	**%แบต**	**แบตของรถ**	**%แบตของรถ**	**การไฟฟ้า**
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
3.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
4.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	22.29	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	6.94	-22.29
9.00	59.30	33.09	26.21	26.21	0.00	91.01	42.13	1.00	6.94	0.00
10.00	75.50	33.09	42.41	42.41	0.00	133.42	61.77	1.00	6.94	0.00
11.00	80.40	33.09	47.31	47.31	0.00	180.73	83.67	1.00	6.94	0.00
12.00	92.40	33.09	59.31	35.27	0.00	216.00	100.00	8.20	56.94	16.84
13.00	93.10	33.09	60.01	0.00	0.00	216.00	100.00	14.40	100.00	53.81
14.00	80.90	33.09	47.81	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	47.81
15.00	62.10	33.09	29.01	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	29.01

ตารางที่ 4.4 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูร้อน (เมษายน) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	25.39	0.00	0.00	25.39	190.61	88.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	22.29	0.00	0.00	22.29	168.32	77.93	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	21.27	0.00	0.00	21.27	147.05	68.08	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	113.46	52.53	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	71.17	32.95	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	6.37	64.80	30.00	0.00	0.00	-9.40
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.77
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.77
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27



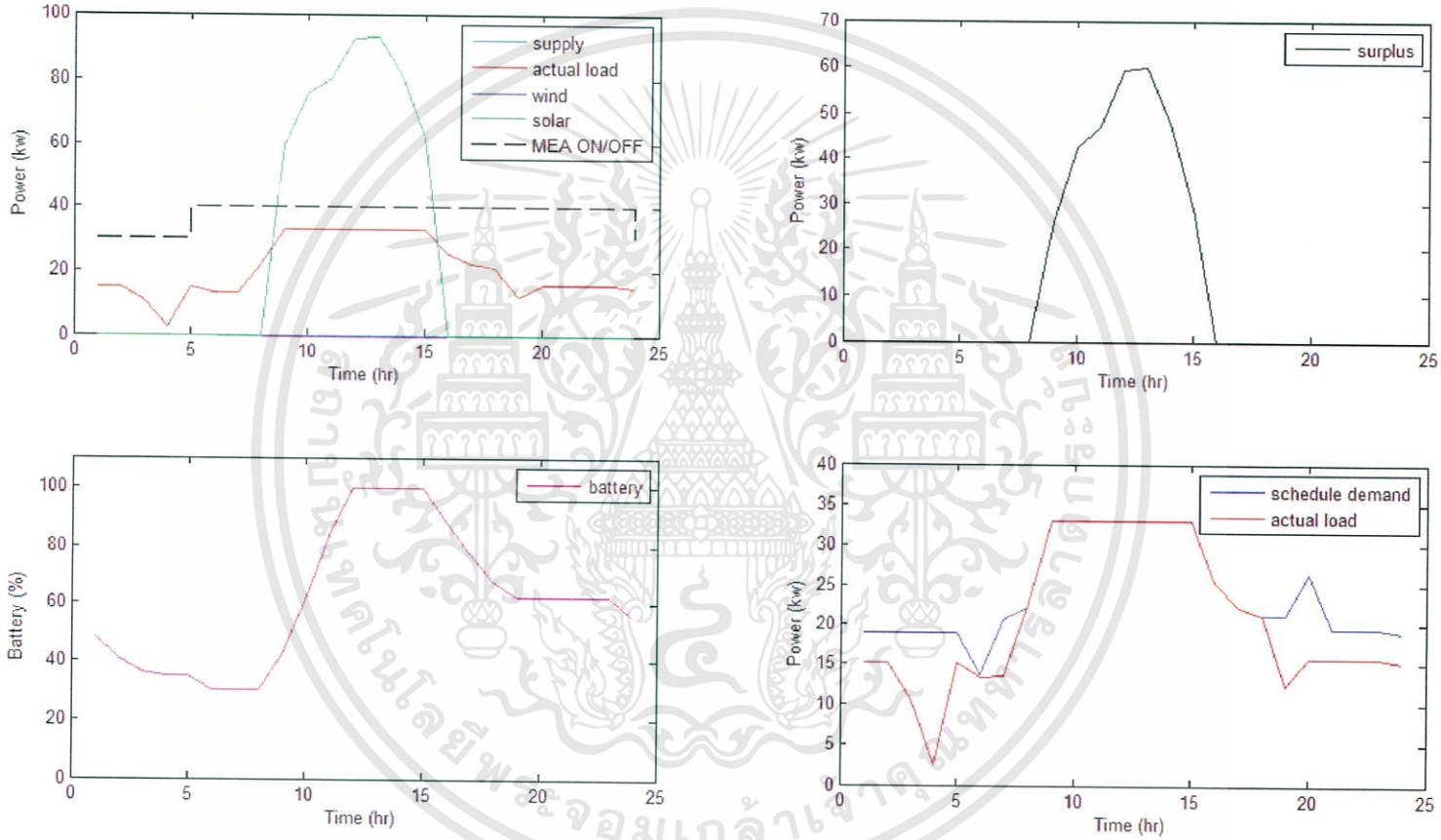
รูปที่ 4.2 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

ตารางที่ 4.5 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ ในวันธรรมดา

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูร้อน (เมษายน) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	104.19	48.24	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	88.92	41.17	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	78.27	36.24	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	75.67	35.03	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	75.67	35.03	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	22.29	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	6.94	-22.29
9.00	59.30	33.09	26.21	26.21	0.00	91.01	42.13	1.00	6.94	0.00
10.00	75.50	33.09	42.41	42.41	0.00	133.42	61.77	1.00	6.94	0.00
11.00	80.40	33.09	47.31	47.31	0.00	180.73	83.67	1.00	6.94	0.00
12.00	92.40	33.09	59.31	35.27	0.00	216.00	100.00	8.20	56.94	16.84
13.00	93.10	33.09	60.01	0.00	0.00	216.00	100.00	14.40	100.00	53.81
14.00	80.90	33.09	47.81	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	47.81
15.00	62.10	33.09	29.01	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	29.01

ตารางที่ 4.6 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ ในวันธรรมดา (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูร้อน (เมษายน) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	**ผลิต**	**โหลด**	**พลังงานส่วนเกิน**	**ชาร์จแบต**	**แบตจ่าย**	**ปริมาณแบต**	**%แบต**	**แบตของรถ**	**%แบตของรถ**	**การไฟฟ้า**
16.00	0.00	25.39	0.00	0.00	25.39	190.61	88.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	22.29	0.00	0.00	22.29	168.32	77.93	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	21.27	0.00	0.00	21.27	147.05	68.08	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	134.73	62.38	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	119.46	55.31	0.00	0.00	0.00



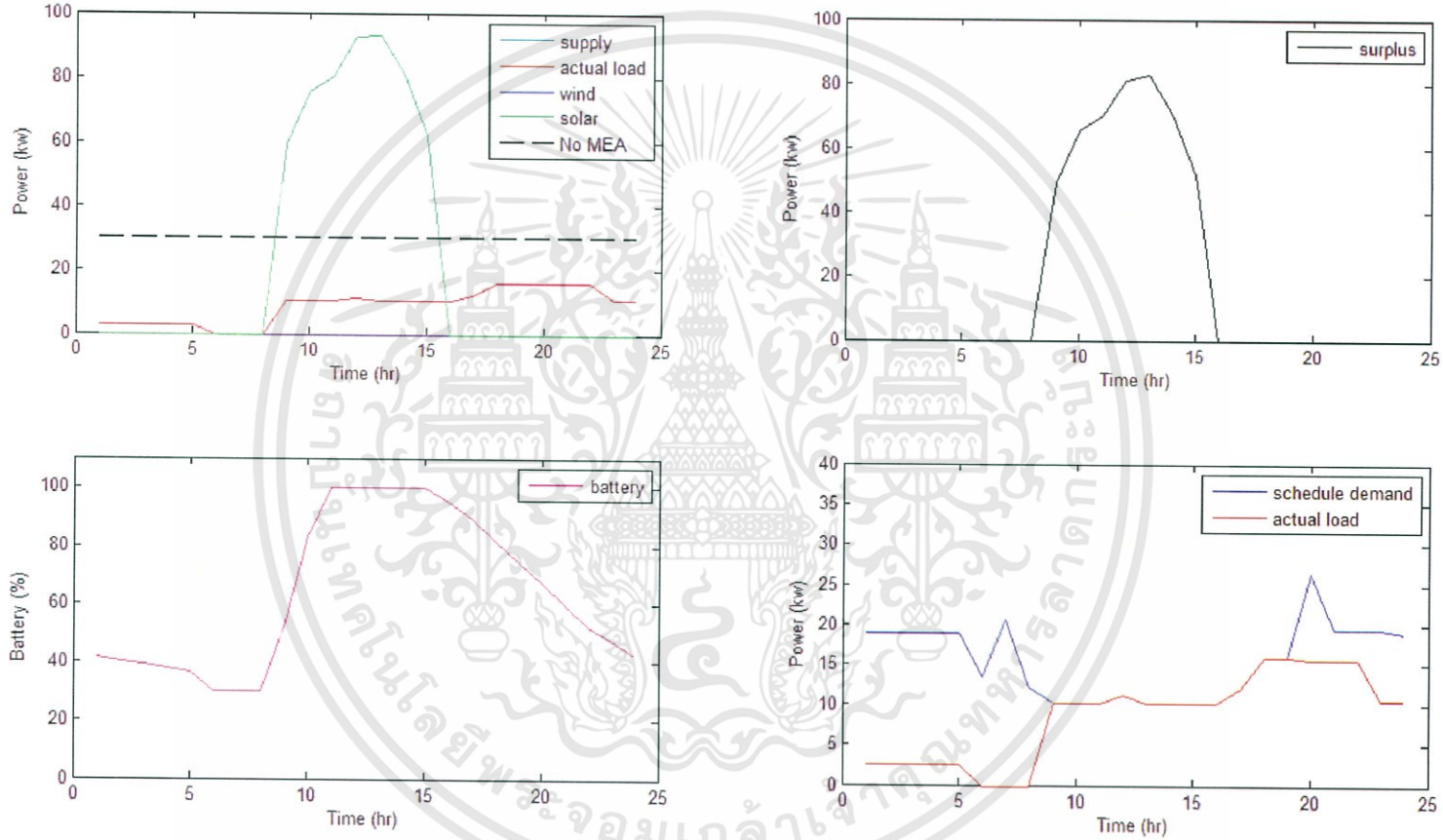
รูปที่ 4.3 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ ในวันธรรมดา

ตารางที่ 4.7 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูร้อน (เมษายน)กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
1.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	90.26	41.79	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	87.66	40.58	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	85.06	39.38	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	82.46	38.18	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	79.86	36.97	0.00	0.00	0.00
6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	3.79	0.00
9.00	59.30	10.27	49.03	49.03	0.00	113.83	52.70	1.00	3.79	0.00
10.00	75.50	10.27	65.23	65.23	0.00	179.06	82.90	1.00	3.79	0.00
11.00	80.40	10.27	70.13	36.94	0.00	216.00	100.00	7.60	28.79	26.59
12.00	92.40	11.27	81.13	0.00	0.00	216.00	100.00	14.20	53.79	74.53
13.00	93.10	10.27	82.83	0.00	0.00	216.00	100.00	20.80	78.79	76.23
14.00	80.90	10.27	70.63	0.00	0.00	216.00	100.00	26.40	100.00	65.03
15.00	62.10	10.27	51.83	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	51.83

ตารางที่ 4.8 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูร้อน (เมษายน)กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
16.00	0.00	10.27	0.00	0.00	10.27	205.73	95.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	12.12	0.00	0.00	12.12	193.61	89.63	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	177.54	82.19	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	161.47	74.75	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	145.70	67.45	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	129.93	60.15	0.00	0.00	0.00
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	114.16	52.85	0.00	0.00	0.00
23.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	103.51	47.92	0.00	0.00	0.00
24.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	92.86	42.99	0.00	0.00	0.00



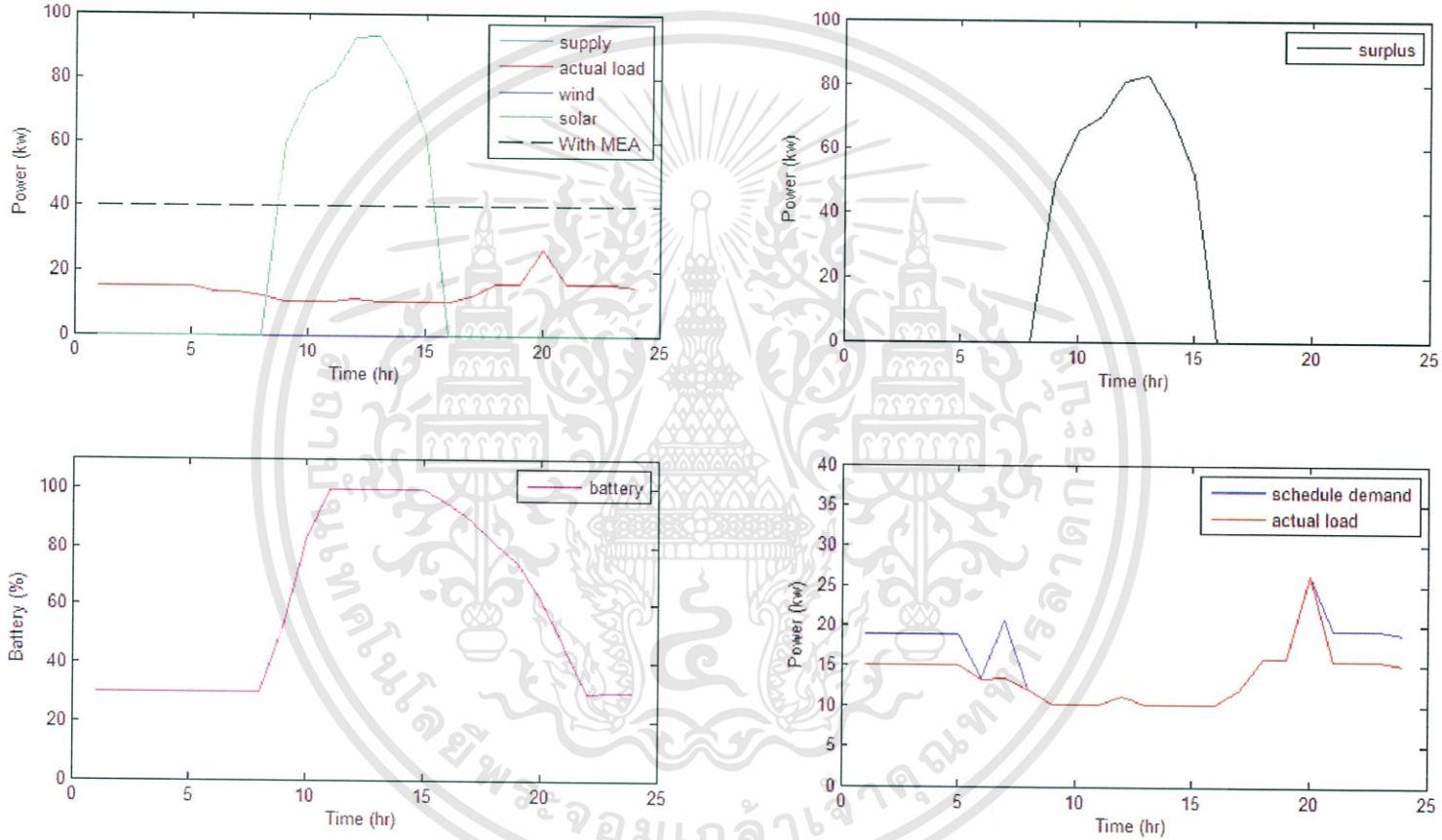
รูปที่ 4.4 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

ตารางที่ 4.9 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูร้อน (เมษายน)กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
3.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
4.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	12.19	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	3.79	-12.19
9.00	59.30	10.27	49.03	49.03	0.00	113.83	52.70	1.00	3.79	0.00
10.00	75.50	10.27	65.23	65.23	0.00	179.06	82.90	1.00	3.79	0.00
11.00	80.40	10.27	70.13	36.94	0.00	216.00	100.00	7.60	28.79	26.59
12.00	92.40	11.27	81.13	0.00	0.00	216.00	100.00	14.20	53.79	74.53
13.00	93.10	10.27	82.83	0.00	0.00	216.00	100.00	20.80	78.79	76.23
14.00	80.90	10.27	70.63	0.00	0.00	216.00	100.00	26.40	100.00	65.03
15.00	62.10	10.27	51.83	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	51.83

ตารางที่ 4.10 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูร้อน (เมษายน)กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	10.27	0.00	0.00	10.27	205.73	95.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	12.12	0.00	0.00	12.12	193.61	89.63	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	177.54	82.19	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	161.47	74.75	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	26.52	0.00	0.00	26.52	134.95	62.48	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	99.66	46.14	0.00	0.00	0.00
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	64.37	29.80	0.00	0.00	0.00
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	-0.43	64.80	30.00	0.00	0.00	-16.20
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27



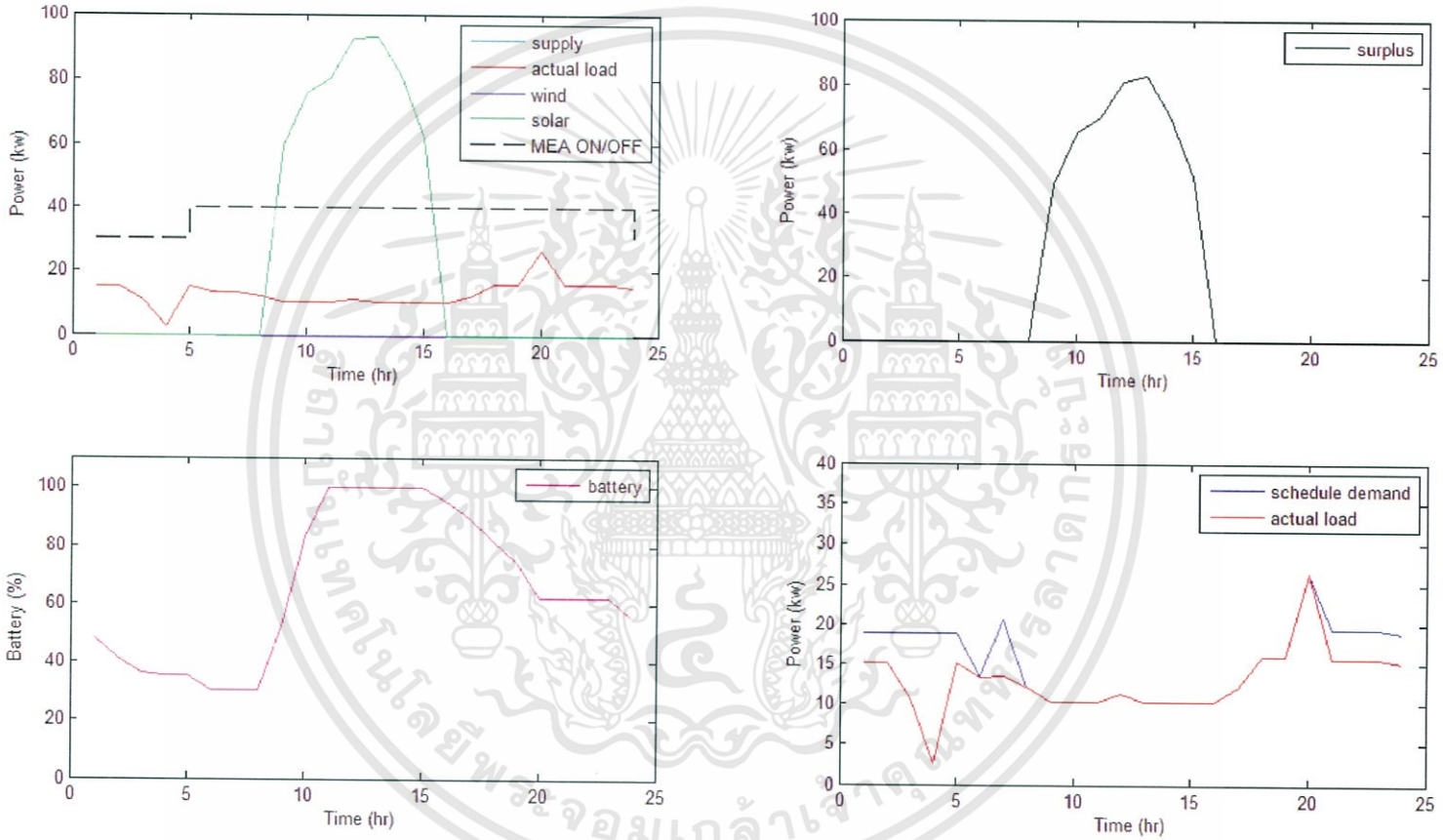
รูปที่ 4.5 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

ตารางที่ 4.11 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูร้อน (เมษายน)กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	104.41	48.34	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	89.14	41.27	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	78.49	36.34	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	75.89	35.13	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	75.89	35.13	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	12.19	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	3.79	-12.19
9.00	59.30	10.27	49.03	49.03	0.00	113.83	52.70	1.00	3.79	0.00
10.00	75.50	10.27	65.23	65.23	0.00	179.06	82.90	1.00	3.79	0.00
11.00	80.40	10.27	70.13	36.94	0.00	216.00	100.00	7.60	28.79	26.59
12.00	92.40	11.27	81.13	0.00	0.00	216.00	100.00	14.20	53.79	74.53
13.00	93.10	10.27	82.83	0.00	0.00	216.00	100.00	20.80	78.79	76.23
14.00	80.90	10.27	70.63	0.00	0.00	216.00	100.00	26.40	100.00	65.03
15.00	62.10	10.27	51.83	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	51.83

ตารางที่ 4.12 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูร้อน (เมษายน)กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	10.27	0.00	0.00	10.27	205.73	95.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	12.12	0.00	0.00	12.12	193.61	89.63	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	177.54	82.19	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	161.47	74.75	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	26.52	0.00	0.00	26.52	134.95	62.48	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.95	62.48	0.00	0.00	-15.77
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.95	62.48	0.00	0.00	-15.77
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.95	62.48	0.00	0.00	-15.77
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	119.68	55.41	0.00	0.00	0.00



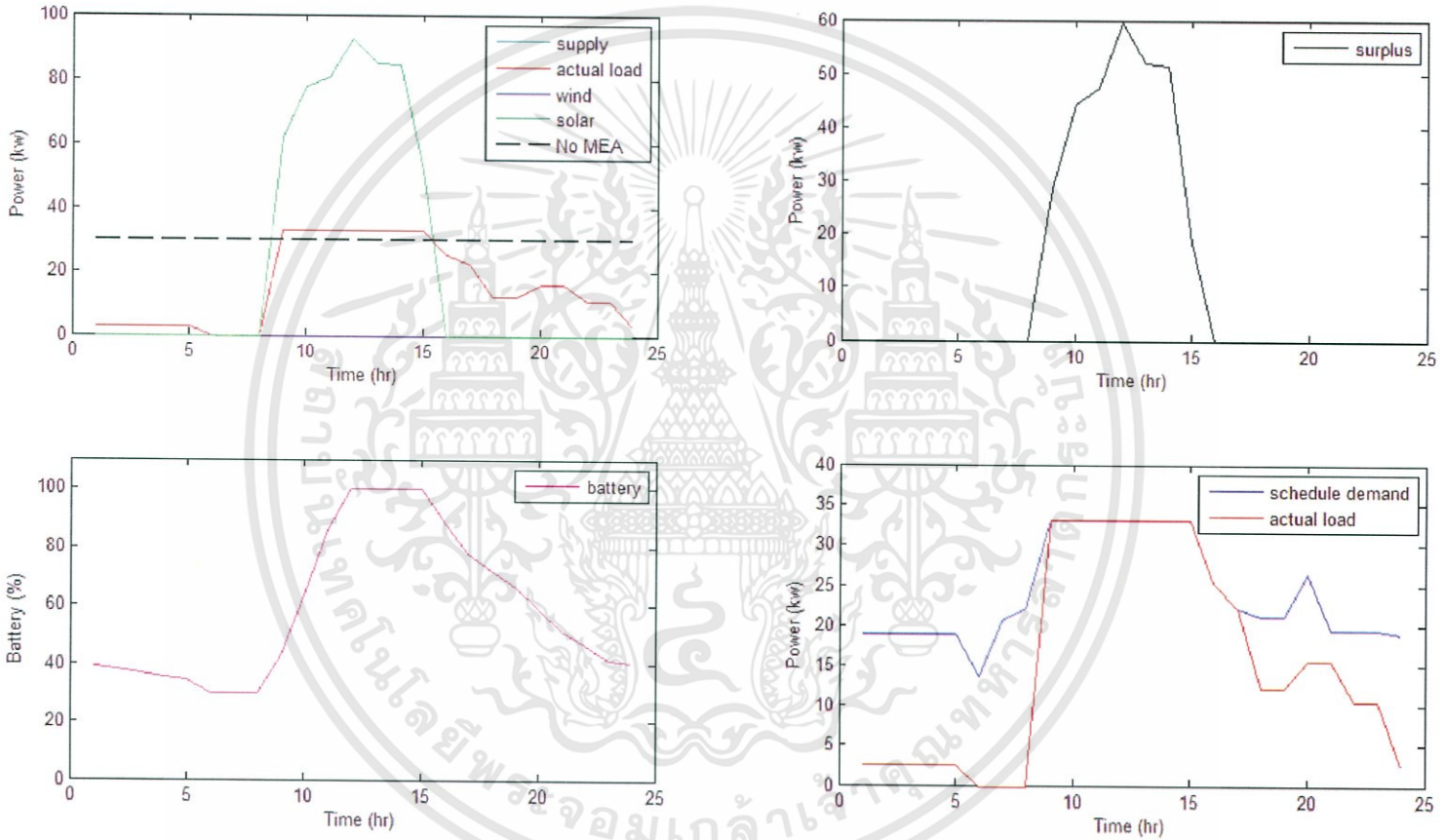
รูปที่ 4.6 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด

ตารางที่ 4.13 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูฝน (สิงหาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
1.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	85.64	39.65	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	83.04	38.44	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	80.44	37.24	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	77.84	36.04	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	75.24	34.83	0.00	0.00	0.00
6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	6.94	0.00
9.00	61.90	33.09	28.81	28.81	0.00	93.61	43.34	1.00	6.94	0.00
10.00	77.50	33.09	44.41	44.41	0.00	138.02	63.90	1.00	6.94	0.00
11.00	80.50	33.09	47.41	47.41	0.00	185.43	85.85	1.00	6.94	0.00
12.00	92.60	33.09	59.51	30.57	0.00	216.00	100.00	8.20	56.94	21.74
13.00	85.10	33.09	52.01	0.00	0.00	216.00	100.00	14.40	100.00	45.81
14.00	84.50	33.09	51.41	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	51.41
15.00	51.60	33.09	18.51	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	18.51

ตารางที่ 4.14 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูฝน (สิงหาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
16.00	0.00	25.39	0.00	0.00	25.39	190.61	88.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	22.29	0.00	0.00	22.29	168.32	77.93	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	156.00	72.22	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	143.68	66.52	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	127.91	59.22	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	112.14	51.92	0.00	0.00	0.00
22.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	101.49	46.99	0.00	0.00	0.00
23.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	90.84	42.06	0.00	0.00	0.00
24.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	88.24	40.85	0.00	0.00	0.00



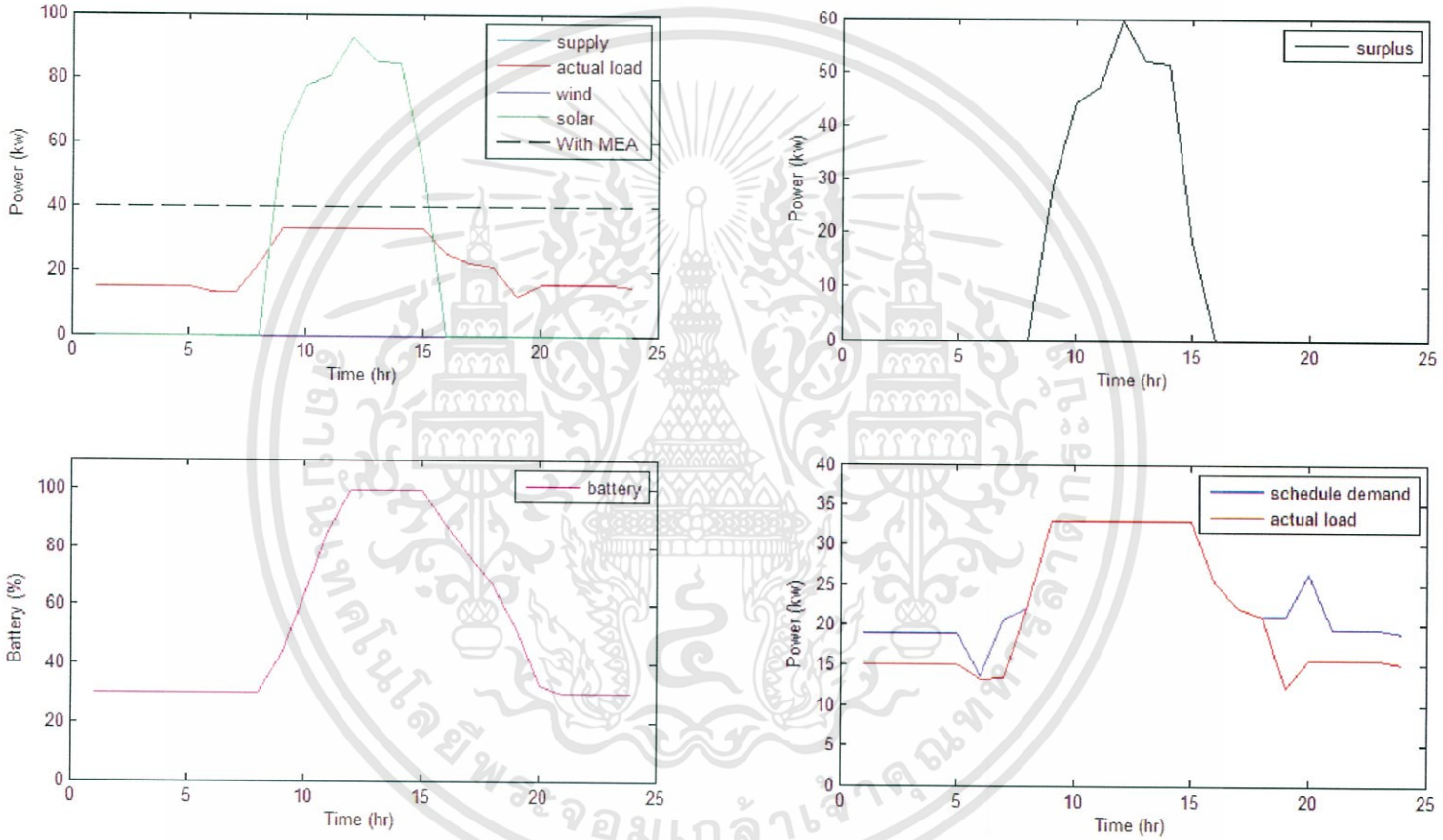
รูปที่ 4.7 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

ตารางที่ 4.15 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูฝน (สิงหาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
3.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
4.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	22.29	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	6.94	-22.29
9.00	61.90	33.09	28.81	28.81	0.00	93.61	43.34	1.00	6.94	0.00
10.00	77.50	33.09	44.41	44.41	0.00	138.02	63.90	1.00	6.94	0.00
11.00	80.50	33.09	47.41	47.41	0.00	185.43	85.85	1.00	6.94	0.00
12.00	92.60	33.09	59.51	30.57	0.00	216.00	100.00	8.20	56.94	21.74
13.00	85.10	33.09	52.01	0.00	0.00	216.00	100.00	14.40	100.00	45.81
14.00	84.50	33.09	51.41	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	51.41
15.00	51.60	33.09	18.51	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	18.51

ตารางที่ 4.16 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูฝน (สิงหาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	25.39	0.00	0.00	25.39	190.61	88.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	22.29	0.00	0.00	22.29	168.32	77.93	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	21.27	0.00	0.00	21.27	147.05	68.08	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	113.46	52.53	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	71.17	32.95	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	6.37	64.80	30.00	0.00	0.00	-9.40
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.77
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.77
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27



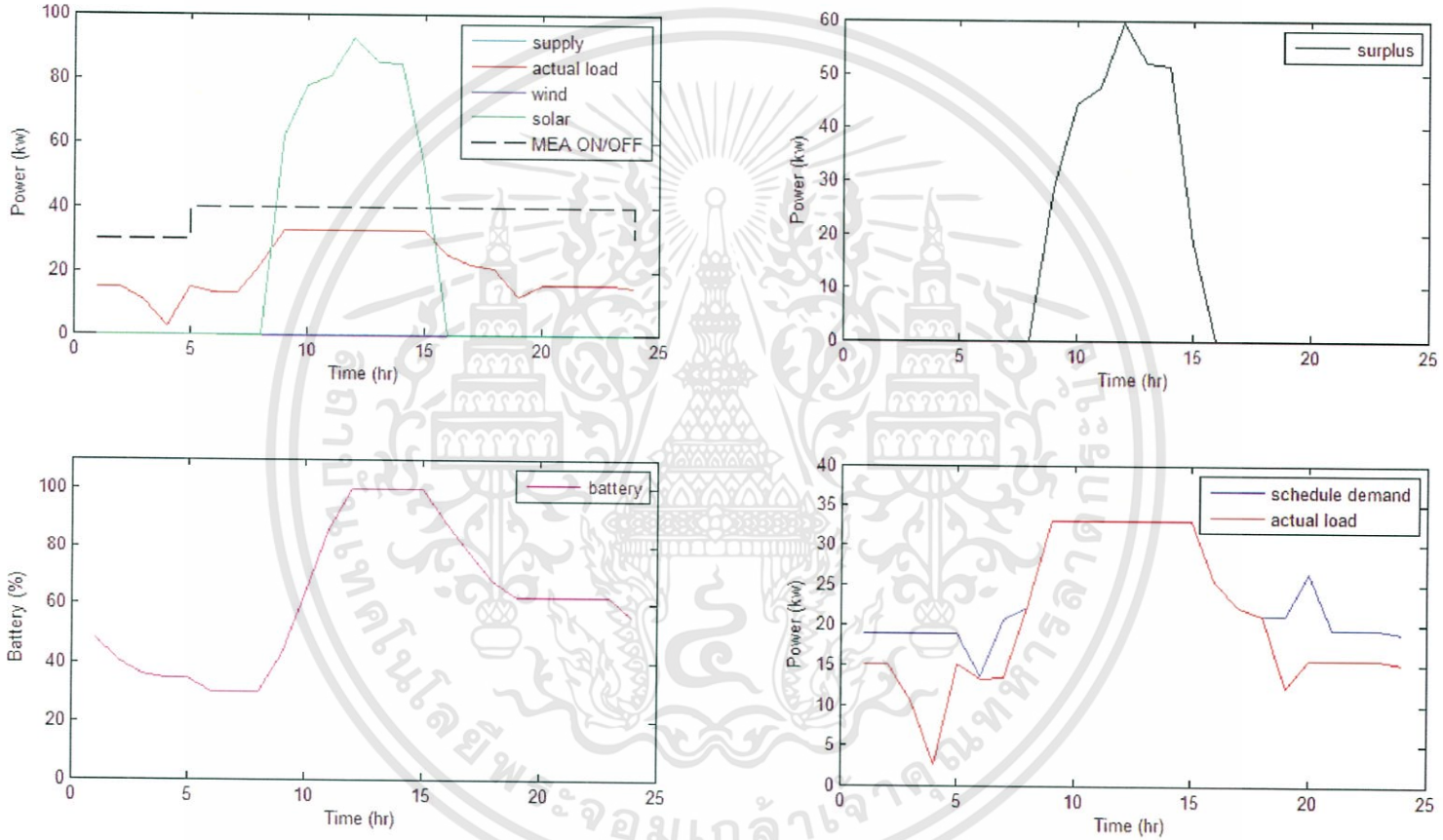
รูปที่ 4.8 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

ตารางที่ 4.17 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ ในวันธรรมดา

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูฝน (สิงหาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	104.19	48.24	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	88.92	41.17	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	78.27	36.24	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	75.67	35.03	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	75.67	35.03	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	22.29	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	6.94	-22.29
9.00	61.90	33.09	28.81	28.81	0.00	93.61	43.34	1.00	6.94	0.00
10.00	77.50	33.09	44.41	44.41	0.00	138.02	63.90	1.00	6.94	0.00
11.00	80.50	33.09	47.41	47.41	0.00	185.43	85.85	1.00	6.94	0.00
12.00	92.60	33.09	59.51	30.57	0.00	216.00	100.00	8.20	56.94	21.74
13.00	85.10	33.09	52.01	0.00	0.00	216.00	100.00	14.40	100.00	45.81
14.00	84.50	33.09	51.41	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	51.41
15.00	51.60	33.09	18.51	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	18.51

ตารางที่ 4.18 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ ในวันธรรมดา (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูฝน (สิงหาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	25.39	0.00	0.00	25.39	190.61	88.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	22.29	0.00	0.00	22.29	168.32	77.93	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	21.27	0.00	0.00	21.27	147.05	68.08	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	134.73	62.38	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	119.46	55.31	0.00	0.00	0.00



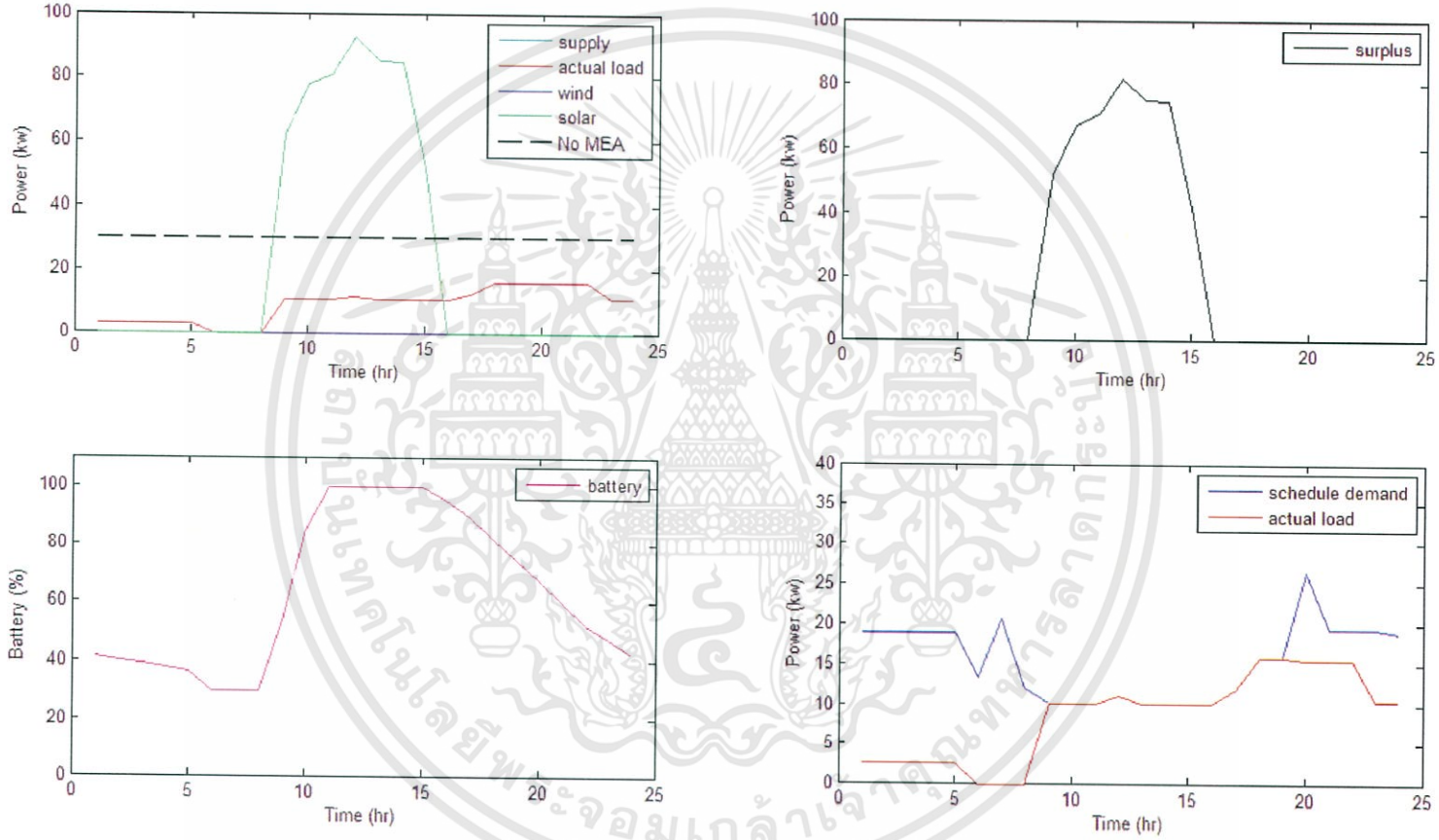
รูปที่ 4.9 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันธรรมดา

ตารางที่ 4.19 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูฝน (สิงหาคม)กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
1.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	90.26	41.79	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	87.66	40.58	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	85.06	39.38	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	82.46	38.18	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	79.86	36.97	0.00	0.00	0.00
6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	3.79	0.00
9.00	61.90	10.27	51.63	51.63	0.00	116.43	53.90	1.00	3.79	0.00
10.00	77.50	10.27	67.23	67.23	0.00	183.66	85.03	1.00	3.79	0.00
11.00	80.50	10.27	70.23	32.34	0.00	216.00	100.00	7.60	28.79	31.29
12.00	92.60	11.27	81.33	0.00	0.00	216.00	100.00	14.20	53.79	74.73
13.00	85.10	10.27	74.83	0.00	0.00	216.00	100.00	20.80	78.79	68.23
14.00	84.50	10.27	74.23	0.00	0.00	216.00	100.00	26.40	100.00	68.63
15.00	51.60	10.27	41.33	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	41.33

ตารางที่ 4.20 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูฝน (สิงหาคม)กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
16.00	0.00	10.27	0.00	0.00	10.27	205.73	95.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	12.12	0.00	0.00	12.12	193.61	89.63	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	177.54	82.19	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	161.47	74.75	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	145.70	67.45	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	129.93	60.15	0.00	0.00	0.00
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	114.16	52.85	0.00	0.00	0.00
23.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	103.51	47.92	0.00	0.00	0.00
24.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	92.86	42.99	0.00	0.00	0.00



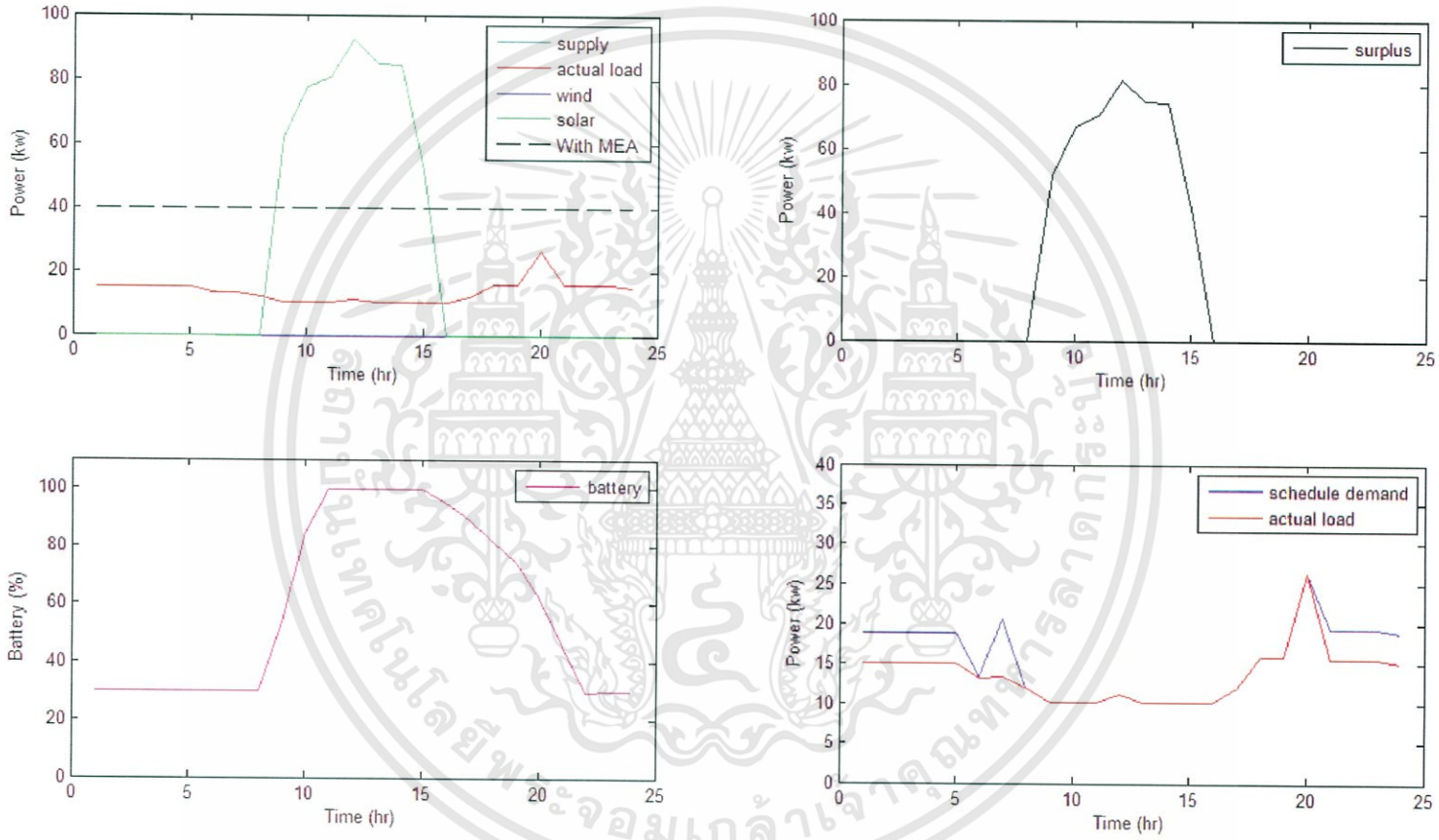
รูปที่ 4.10 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

ตารางที่ 4.21 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูฝน (สิงหาคม)กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
3.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
4.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	12.19	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	3.79	-12.19
9.00	61.90	10.27	51.63	51.63	0.00	116.43	53.90	1.00	3.79	0.00
10.00	77.50	10.27	67.23	67.23	0.00	183.66	85.03	1.00	3.79	0.00
11.00	80.50	10.27	70.23	32.34	0.00	216.00	100.00	7.60	28.79	31.29
12.00	92.60	11.27	81.33	0.00	0.00	216.00	100.00	14.20	53.79	74.73
13.00	85.10	10.27	74.83	0.00	0.00	216.00	100.00	20.80	78.79	68.23
14.00	84.50	10.27	74.23	0.00	0.00	216.00	100.00	26.40	100.00	68.63
15.00	51.60	10.27	41.33	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	41.33

ตารางที่ 4.22 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูฝน (สิงหาคม)กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	10.27	0.00	0.00	10.27	205.73	95.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	12.12	0.00	0.00	12.12	193.61	89.63	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	177.54	82.19	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	161.47	74.75	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	26.52	0.00	0.00	26.52	134.95	62.48	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	99.66	46.14	0.00	0.00	0.00
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	64.37	29.80	0.00	0.00	0.00
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	-0.43	64.80	30.00	0.00	0.00	-16.20
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27



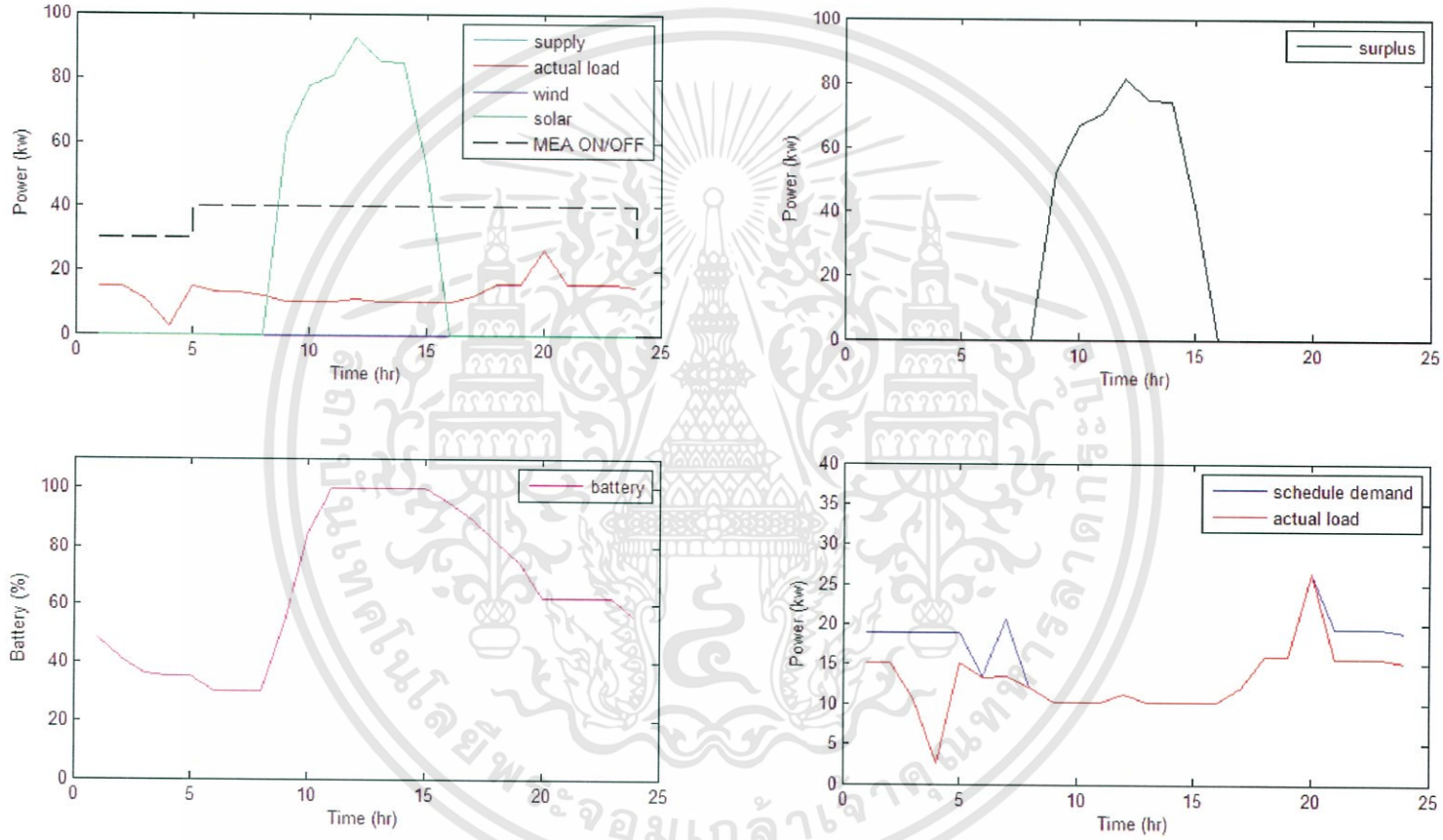
รูปที่ 4.11 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

ตารางที่ 4.23 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูฝน (สิงหาคม)กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	104.41	48.34	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	89.14	41.27	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	78.49	36.34	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	75.89	35.13	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	75.89	35.13	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	12.19	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	3.79	-12.19
9.00	61.90	10.27	51.63	51.63	0.00	116.43	53.90	1.00	3.79	0.00
10.00	77.50	10.27	67.23	67.23	0.00	183.66	85.03	1.00	3.79	0.00
11.00	80.50	10.27	70.23	32.34	0.00	216.00	100.00	7.60	28.79	31.29
12.00	92.60	11.27	81.33	0.00	0.00	216.00	100.00	14.20	53.79	74.73
13.00	85.10	10.27	74.83	0.00	0.00	216.00	100.00	20.80	78.79	68.23
14.00	84.50	10.27	74.23	0.00	0.00	216.00	100.00	26.40	100.00	68.63
15.00	51.60	10.27	41.33	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	41.33

ตารางที่ 4.24 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูฝน (สิงหาคม)กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	10.27	0.00	0.00	10.27	205.73	95.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	12.12	0.00	0.00	12.12	193.61	89.63	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	177.54	82.19	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	161.47	74.75	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	26.52	0.00	0.00	26.52	134.95	62.48	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.95	62.48	0.00	0.00	-15.77
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.95	62.48	0.00	0.00	-15.77
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.95	62.48	0.00	0.00	-15.77
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	119.68	55.41	0.00	0.00	0.00



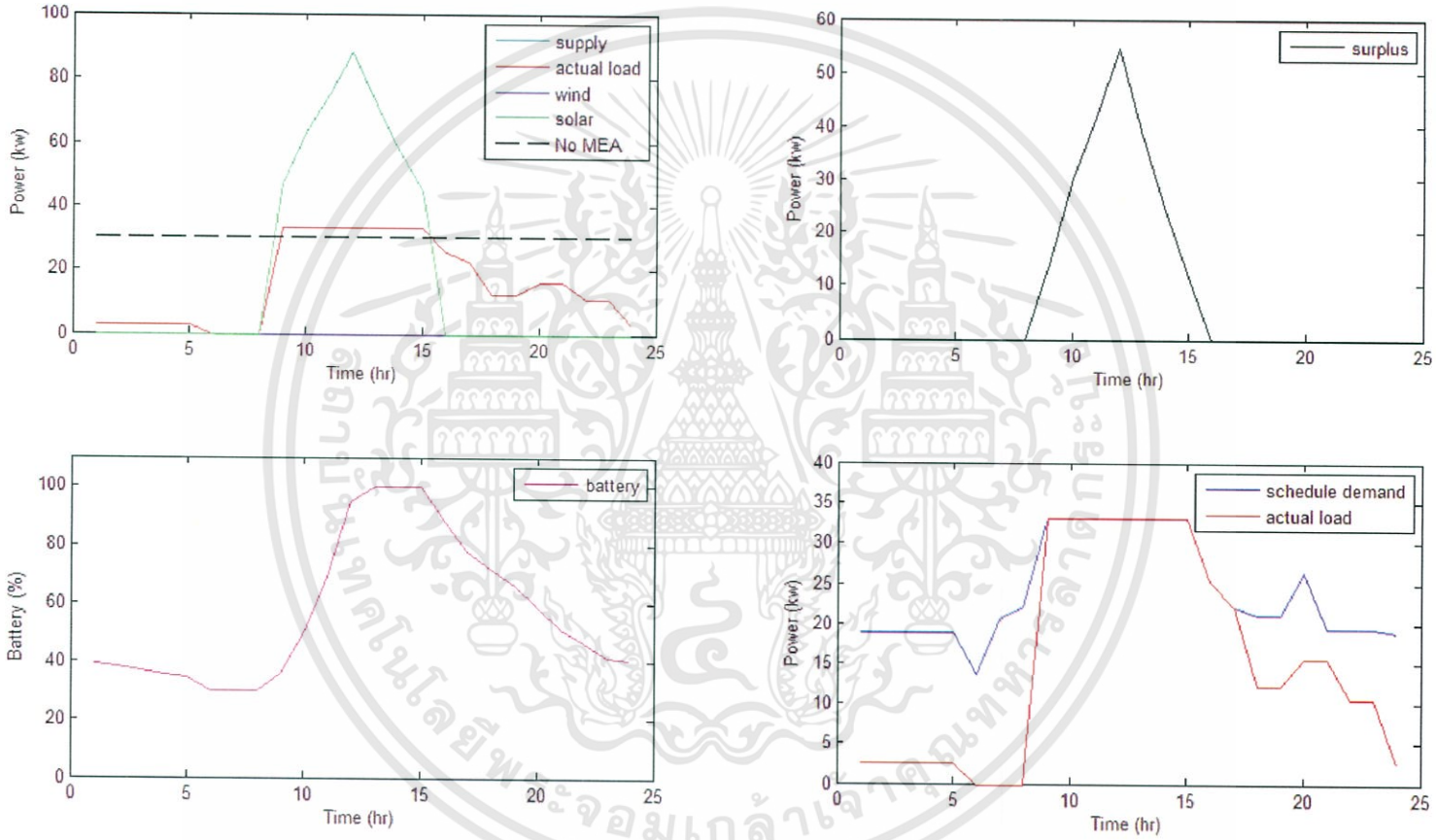
รูปที่ 4.12 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด

ตารางที่ 4.25 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
1.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	85.64	39.65	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	83.04	38.44	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	80.44	37.24	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	77.84	36.04	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	75.24	34.83	0.00	0.00	0.00
6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	6.94	0.00
9.00	46.90	33.09	13.81	13.81	0.00	78.61	36.39	1.00	6.94	0.00
10.00	63.30	33.09	30.21	30.21	0.00	108.82	50.38	1.00	6.94	0.00
11.00	74.80	33.09	41.71	41.71	0.00	150.53	69.69	1.00	6.94	0.00
12.00	87.70	33.09	54.61	54.61	0.00	205.14	94.97	1.00	6.94	0.00
13.00	71.50	33.09	38.41	10.86	0.00	216.00	100.00	8.20	56.94	20.35
14.00	57.30	33.09	24.21	0.00	0.00	216.00	100.00	14.40	100.00	18.01
15.00	44.80	33.09	11.71	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	11.71

ตารางที่ 4.26 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
16.00	0.00	25.39	0.00	0.00	25.39	190.61	88.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	22.29	0.00	0.00	22.29	168.32	77.93	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	156.00	72.22	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	143.68	66.52	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	127.91	59.22	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	112.14	51.92	0.00	0.00	0.00
22.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	101.49	46.99	0.00	0.00	0.00
23.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	90.84	42.06	0.00	0.00	0.00
24.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	88.24	40.85	0.00	0.00	0.00



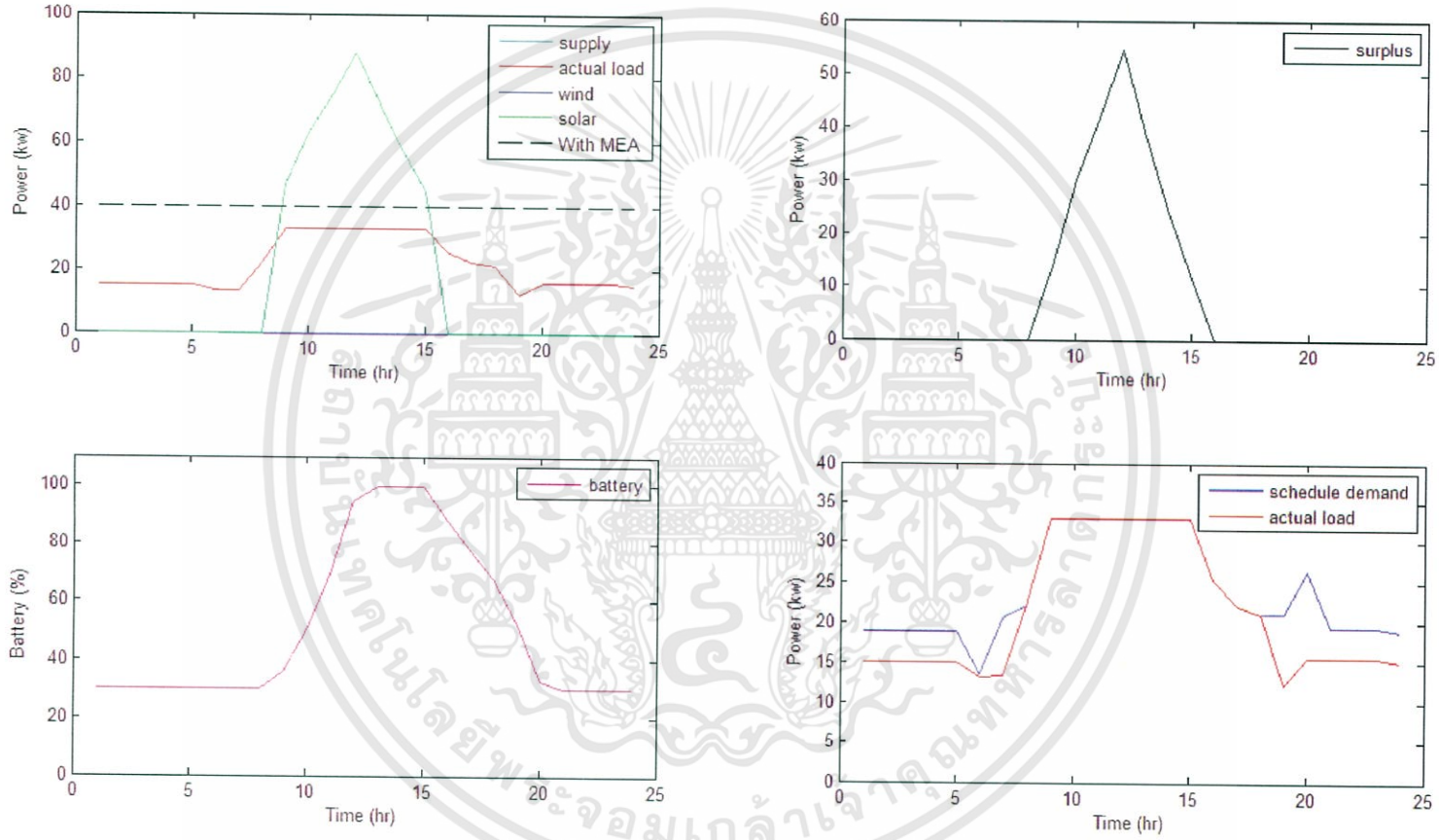
รูปที่ 4.13 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

ตารางที่ 4.27 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
3.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
4.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	22.29	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	6.94	-22.29
9.00	46.90	33.09	13.81	13.81	0.00	78.61	36.39	1.00	6.94	0.00
10.00	63.30	33.09	30.21	30.21	0.00	108.82	50.38	1.00	6.94	0.00
11.00	74.80	33.09	41.71	41.71	0.00	150.53	69.69	1.00	6.94	0.00
12.00	87.70	33.09	54.61	54.61	0.00	205.14	94.97	1.00	6.94	0.00
13.00	71.50	33.09	38.41	10.86	0.00	216.00	100.00	8.20	56.94	20.35
14.00	57.30	33.09	24.21	0.00	0.00	216.00	100.00	14.40	100.00	18.01
15.00	44.80	33.09	11.71	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	11.71

ตารางที่ 4.28 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	25.39	0.00	0.00	25.39	190.61	88.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	22.29	0.00	0.00	22.29	168.32	77.93	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	21.27	0.00	0.00	21.27	147.05	68.08	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	113.46	52.53	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	71.17	32.95	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	6.37	64.80	30.00	0.00	0.00	-9.40
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.77
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.77
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27



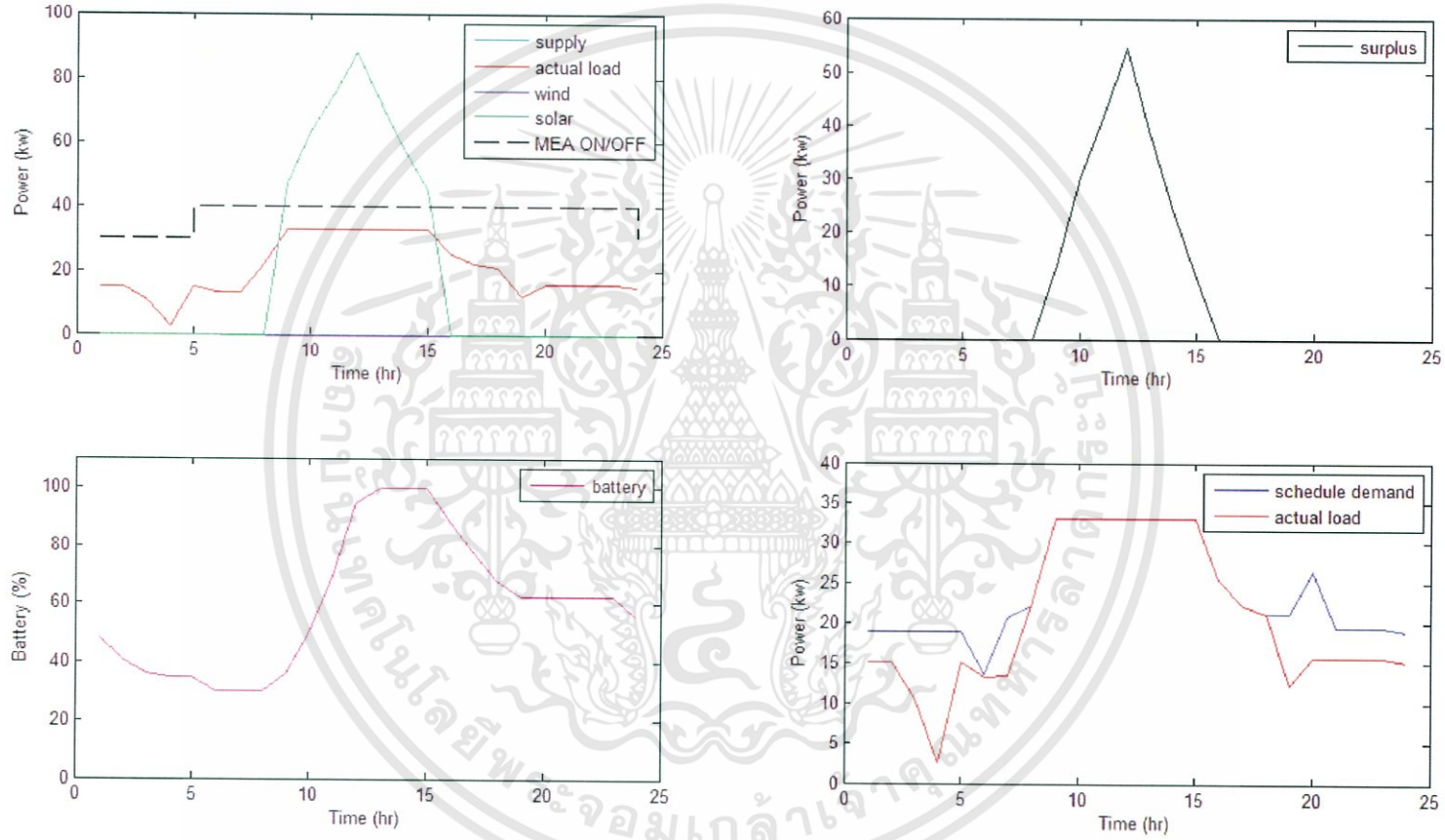
รูปที่ 4.14 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันธรรมดา

ตารางที่ 4.29 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ ในวันธรรมดา

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	104.19	48.24	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	88.92	41.17	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	78.27	36.24	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	75.67	35.03	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	75.67	35.03	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	22.29	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	6.94	-22.29
9.00	46.90	33.09	13.81	13.81	0.00	78.61	36.39	1.00	6.94	0.00
10.00	63.30	33.09	30.21	30.21	0.00	108.82	50.38	1.00	6.94	0.00
11.00	74.80	33.09	41.71	41.71	0.00	150.53	69.69	1.00	6.94	0.00
12.00	87.70	33.09	54.61	54.61	0.00	205.14	94.97	1.00	6.94	0.00
13.00	71.50	33.09	38.41	10.86	0.00	216.00	100.00	8.20	56.94	20.35
14.00	57.30	33.09	24.21	0.00	0.00	216.00	100.00	14.40	100.00	18.01
15.00	44.80	33.09	11.71	0.00	0.00	216.00	100.00	0.00	0.00	11.71

ตารางที่ 4.30 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ ในวันธรรมดา (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันธรรมดา ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	25.39	0.00	0.00	25.39	190.61	88.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	22.29	0.00	0.00	22.29	168.32	77.93	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	21.27	0.00	0.00	21.27	147.05	68.08	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	12.32	0.00	0.00	12.32	134.73	62.38	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.73	62.38	0.00	0.00	-15.77
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	119.46	55.31	0.00	0.00	0.00



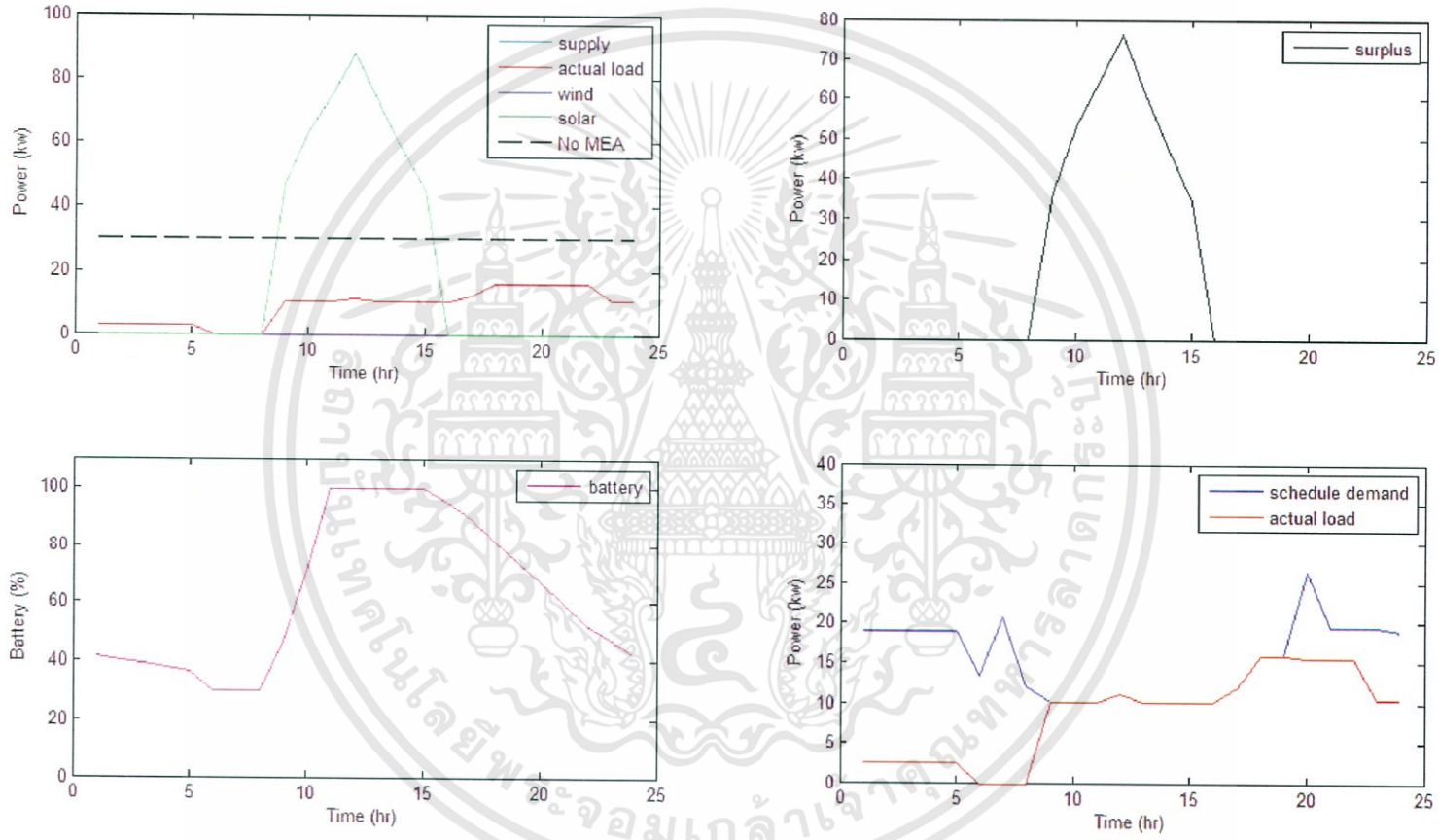
รูปที่ 4.15 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ ในวันธรรมดา

ตารางที่ 4.31 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	**ผลิต**	**โหลด**	**พลังงานส่วนเกิน**	**ชาร์จแบต**	**แบตจ่าย**	**ปริมาณแบต**	**%แบต**	**แบตของรถ**	**%แบตของรถ**	**สูญเสีย**
1.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	90.26	41.79	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	87.66	40.58	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	85.06	39.38	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	82.46	38.18	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	79.86	36.97	0.00	0.00	0.00
6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	0.00
8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	3.79	0.00
9.00	46.90	10.27	36.63	36.63	0.00	101.43	46.96	1.00	3.79	0.00
10.00	63.30	10.27	53.03	53.03	0.00	154.46	71.51	1.00	3.79	0.00
11.00	74.80	10.27	64.53	61.54	0.00	216.00	100.00	3.99	15.11	0.00
12.00	87.70	11.27	76.43	0.00	0.00	216.00	100.00	10.59	40.11	69.83
13.00	71.50	10.27	61.23	0.00	0.00	216.00	100.00	17.19	65.11	54.63
14.00	57.30	10.27	47.03	0.00	0.00	216.00	100.00	23.79	90.11	40.43
15.00	44.80	10.27	34.53	0.00	0.00	216.00	100.00	26.40	100.00	31.92

ตารางที่ 4.32 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	สูญเสีย
16.00	0.00	10.27	0.00	0.00	10.27	205.73	95.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	12.12	0.00	0.00	12.12	193.61	89.63	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	177.54	82.19	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	161.47	74.75	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	145.70	67.45	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	129.93	60.15	0.00	0.00	0.00
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	114.16	52.85	0.00	0.00	0.00
23.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	103.51	47.92	0.00	0.00	0.00
24.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	92.86	42.99	0.00	0.00	0.00



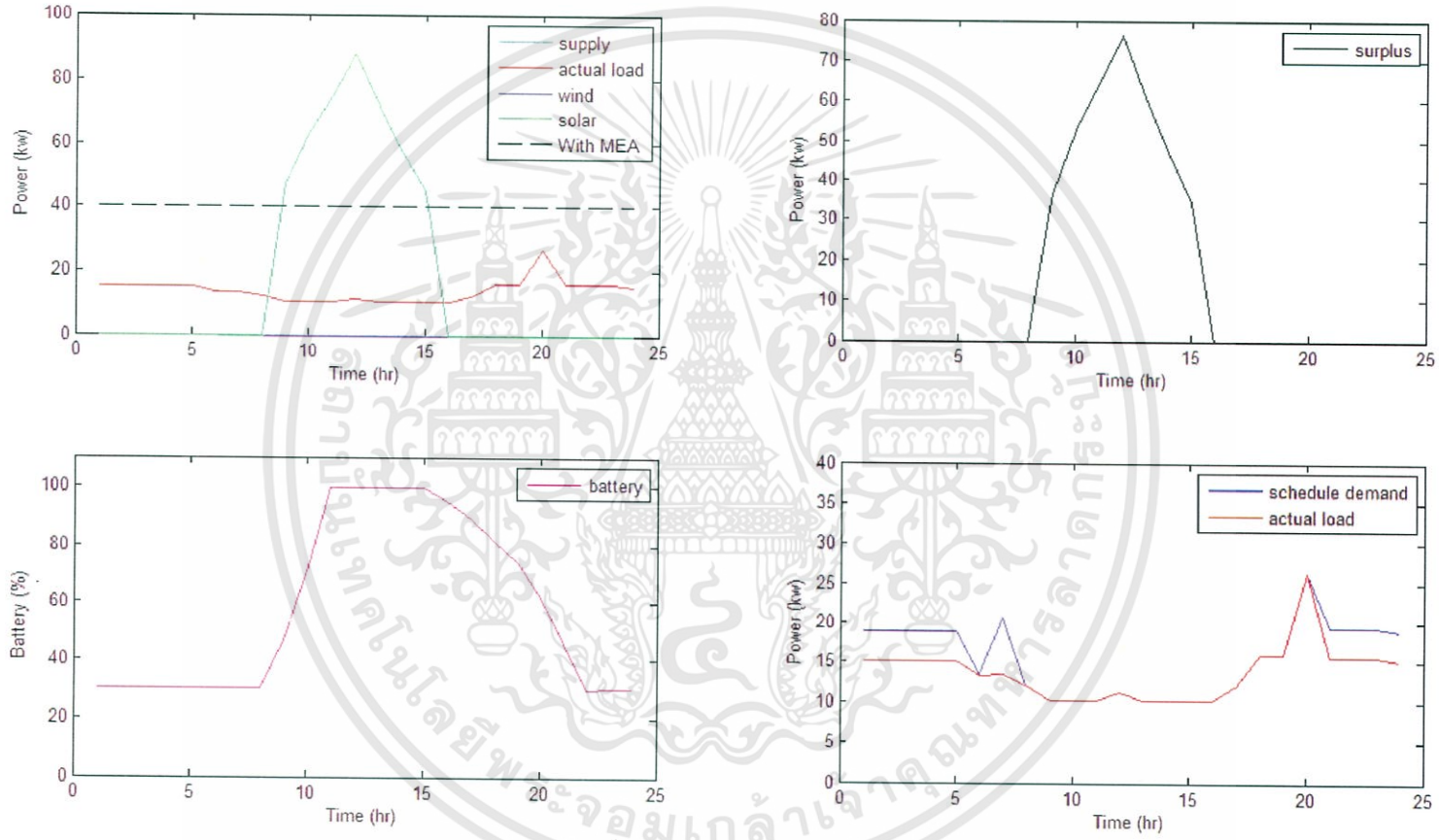
รูปที่ 4.16 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

ตารางที่ 4.33 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
3.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
4.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	12.19	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	3.79	-12.19
9.00	46.90	10.27	36.63	36.63	0.00	101.43	46.96	1.00	3.79	0.00
10.00	63.30	10.27	53.03	53.03	0.00	154.46	71.51	1.00	3.79	0.00
11.00	74.80	10.27	64.53	61.54	0.00	216.00	100.00	3.99	15.11	0.00
12.00	87.70	11.27	76.43	0.00	0.00	216.00	100.00	10.59	40.11	69.83
13.00	71.50	10.27	61.23	0.00	0.00	216.00	100.00	17.19	65.11	54.63
14.00	57.30	10.27	47.03	0.00	0.00	216.00	100.00	23.79	90.11	40.43
15.00	44.80	10.27	34.53	0.00	0.00	216.00	100.00	26.40	100.00	31.92

ตารางที่ 4.34 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า										
เวลา	ผลิต	โหลด	พลังงานส่วนเกิน	ชาร์จแบต	แบตจ่าย	ปริมาณแบต	%แบต	แบตของรถ	%แบตของรถ	การไฟฟ้า
16.00	0.00	10.27	0.00	0.00	10.27	205.73	95.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	12.12	0.00	0.00	12.12	193.61	89.63	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	177.54	82.19	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	161.47	74.75	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	26.52	0.00	0.00	26.52	134.95	62.48	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	99.66	46.14	0.00	0.00	0.00
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	15.77	64.37	29.80	0.00	0.00	0.00
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	-0.43	64.80	30.00	0.00	0.00	-16.20
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-15.27



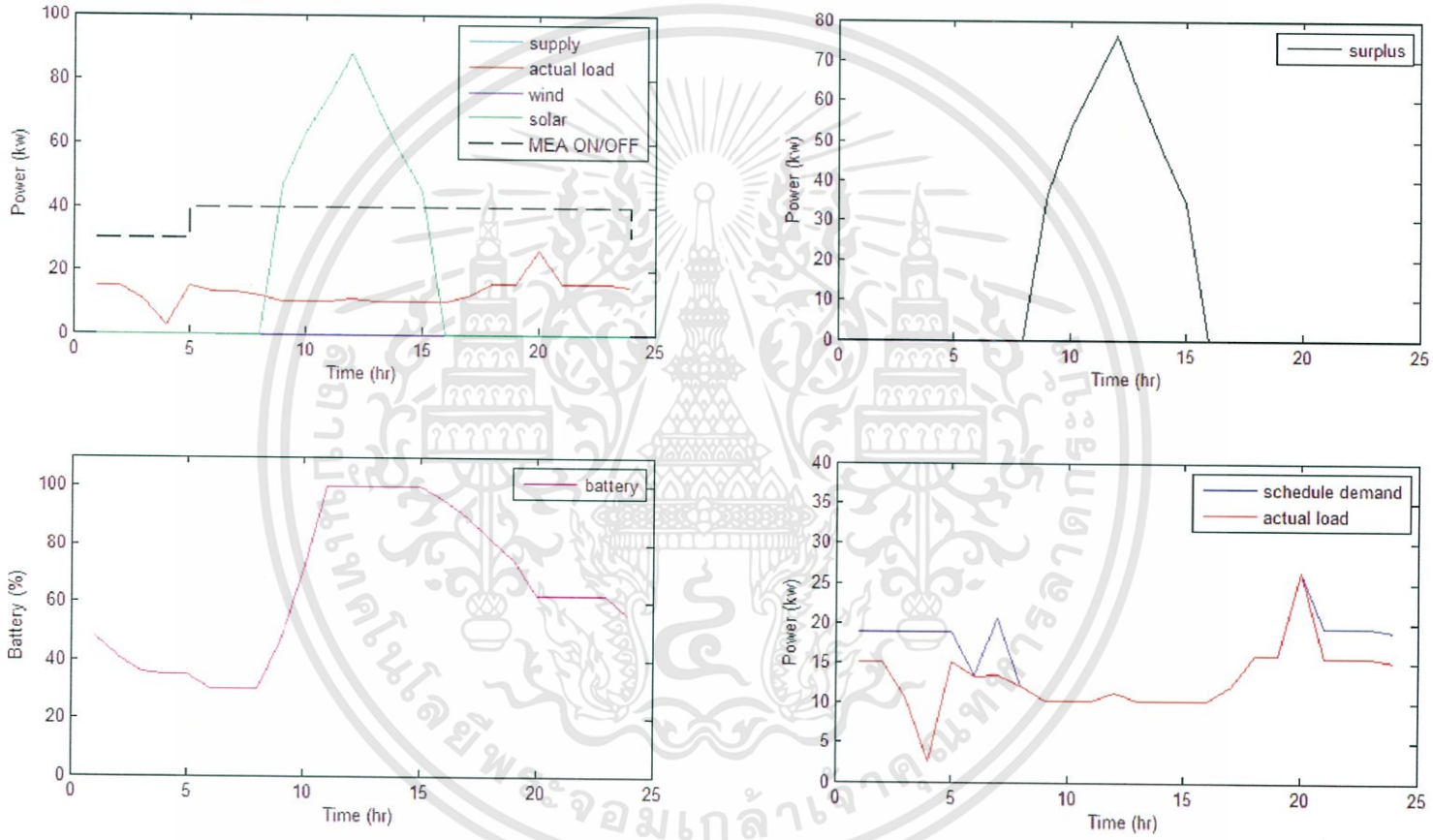
รูปที่ 4.17 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีไฟจากการไฟฟ้าในวันหยุด

ตารางที่ 4.35 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	**ผลิต**	**โหลด**	**พลังงานส่วนเกิน**	**ชาร์จแบต**	**แบตจ่าย**	**ปริมาณแบต**	**%แบต**	**แบตของรถ**	**%แบตของรถ**	**การไฟฟ้า**
1.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	104.41	48.34	0.00	0.00	0.00
2.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	89.14	41.27	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	10.65	0.00	0.00	10.65	78.49	36.34	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	2.60	0.00	0.00	2.60	75.89	35.13	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	15.27	0.00	0.00	0.00	75.89	35.13	0.00	0.00	-15.27
6.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.42
7.00	0.00	13.49	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	0.00	0.00	-13.49
8.00	0.00	12.19	0.00	0.00	0.00	64.80	30.00	1.00	3.79	-12.19
9.00	46.90	10.27	36.63	36.63	0.00	101.43	46.96	1.00	3.79	0.00
10.00	63.30	10.27	53.03	53.03	0.00	154.46	71.51	1.00	3.79	0.00
11.00	74.80	10.27	64.53	61.54	0.00	216.00	100.00	3.99	15.11	0.00
12.00	87.70	11.27	76.43	0.00	0.00	216.00	100.00	10.59	40.11	69.83
13.00	71.50	10.27	61.23	0.00	0.00	216.00	100.00	17.19	65.11	54.63
14.00	57.30	10.27	47.03	0.00	0.00	216.00	100.00	23.79	90.11	40.43
15.00	44.80	10.27	34.53	0.00	0.00	216.00	100.00	26.40	100.00	31.92

ตารางที่ 4.36 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด (ต่อ)

การบริหารจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ในวันหยุด ฤดูหนาว (ธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับ										
เวลา	**ผลิต**	**โหลด**	**พลังงานส่วนเกิน**	**ชาร์จแบต**	**แบตจ่าย**	**ปริมาณแบต**	**%แบต**	**แบตของรถ**	**%แบตของรถ**	**การไฟฟ้า**
16.00	0.00	10.27	0.00	0.00	10.27	205.73	95.25	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	12.12	0.00	0.00	12.12	193.61	89.63	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	177.54	82.19	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	16.07	0.00	0.00	16.07	161.47	74.75	0.00	0.00	0.00
20.00	0.00	26.52	0.00	0.00	26.52	134.95	62.48	0.00	0.00	0.00
21.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.95	62.48	0.00	0.00	-15.77
22.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.95	62.48	0.00	0.00	-15.77
23.00	0.00	15.77	0.00	0.00	0.00	134.95	62.48	0.00	0.00	-15.77
24.00	0.00	15.27	0.00	0.00	15.27	119.68	55.41	0.00	0.00	0.00



รูปที่ 4.18 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) กรณีมีเหตุการณ์ไฟดับในวันหยุด

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จุดประสงค์ของ Minimize Import คือ การบริหารจัดการให้รับหรือซื้อไฟจากการไฟฟ้า เพื่อใช้ในโครงการ Future Renewable Center ให้น้อยที่สุด และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยพิจารณาเป็น 3 กรณีหลัก ดังนี้

1. กรณีไม่มีไฟฟ้าจากการไฟฟ้า

กรณีนี้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในพื้นที่ที่ห่างไกล กันดาร ซึ่งระบบจะห่างไกลจากเสาส่งหลัก โดยส่วนมากจะอยู่ในที่ภูเขาสูง หรือ เกาะ ระบบนี้จะมีเสถียรภาพต่ำ เพราะต้องมีการใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ในตอนกลางคืน หากแบตเตอรี่มีไม่เพียงพอ อาจส่งผลกระทบต่อระบบได้

2. กรณีมีไฟฟ้าจากการไฟฟ้า

กรณีนี้เหมาะกับการใช้งานใช้ในเขตเมืองหรือชุมชน และระบบไฟฟ้าที่เชื่อมต่อ ควรมีเสถียรภาพสูง ระบบนี้สามารถซื้อไฟฟ้าได้หากผลิตไฟฟ้าได้ไม่เพียงพอและขายไฟฟ้าได้หากมีพลังงานเหลือจากการใช้งาน ระบบนี้มีข้อดีคือ สามารถใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ได้เกือบทั้งหมด ทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ แต่ระบบนี้ก็มีข้อเสียคือ หากความจุของแบตเตอรี่เหลือต่ำและไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเกิดดับ อาจส่งผลให้ระบบเกิดความเสียหายได้

3. กรณีที่มีเหตุการณ์ไฟดับ

กรณีนี้จะคล้ายคลึงกับกรณีที่มีไฟฟ้าจากการไฟฟ้า แต่ระบบนี้จะมีเสถียรภาพมากกว่า เพราะเมื่อเกิดไฟฟ้าดับ จะมีการตัดโหลด ซึ่งส่งผลให้ระบบสามารถคงอยู่ได้อีกหลายชั่วโมงโดยระบบไม่มีความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากโครงการ Future Renewable Center มีการทำงานร่วมกันในหลายๆกลุ่ม และต้องมีการประสานงานในเรื่องของข้อมูลจึงจะสามารถดำเนินงานไปต่อไปได้ ในบางครั้งทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงาน

ข้อเสนอแนะ

ในการเขียนโปรแกรมการทำงานนั้น เป็นการจำลองในโปรแกรม Matlab ซึ่งเมื่อนำไปใช้งานในสถานการณ์จริง อาจมีปัญหาเกิดขึ้น จึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขการตั้งค่าระบบใหม่ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว อาจมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นหลายอย่าง เช่น การใช้โหลด การผลิตพลังงานของ Solar cell และ Wind turbine โดยจะเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] **พลังงานแสงอาทิตย์.** เข้าถึงได้ที่ :
http://www.thaigoodview.com/node/51216

[2] **ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์.** เข้าถึงได้ที่ :
http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php

[3] **ทฤษฎีพลังงานลม**. เข้าถึงได้ที่ :
http://eic.wu.ac.th/Data_Download/Research/%E0%B8%A5%E0%B8%A1.pdf

[4] ชนิดของกังหันลม. เข้าถึงได้ที่ **:**
http://www3.egat.co.th/re/egat_wind/wind_technology.htm

[5] ธนิตนนท์ แก้วสง่า, ธีรพงศ์ กาลังกล้า, ธีรพงษ์ โพธิวัฒนกุล และ ภีมพศ วิจิตร. **"ศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต: การออกแบบและการบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม".** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2555

[6] **แบตเตอรี่**. เข้าถึงได้ที่ :
http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/greenway14.php

[7] **เครื่องแปรงกระแสไฟฟ้า**. เข้าถึงได้ที่ :
http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/greenway15.php

[8] S. Rehman, L.M.Al-Hadhrami. **Study of a solar PV-diesel-battery hybrid power system for a remotely located population near Rafha**,In Energy, 2010.

[9] **โหลดและลักษณะการใช้ไฟฟ้า.** เข้าถึงได้ที่ :
http://www.rtc.ac.th/download/v.111150/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%204.pdf

[10] ณัฐวุฒิ บัวรัตน์ , ณัฐวุฒิ ลาละคร , ณัฐวุฒิ สอนเสือ และอัครา แสงเดือน. **"ศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต: การออกแบบและการบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม".** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการบริหารจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการใช้โปรแกรมแมทแลปในการแสดงผลข้อมูล และแสดงระบบการบริหารจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน โดยแบ่งเป็นในวันธรรมดา และวันหยุด ซึ่งแยกย่อยในแต่ละฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1.โปรมแกรมส่วนหน้า

2. ส่วนประมวลผล แบ่งเป็น 3 กรณี

2.1 กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า (Standalone)

2.2 กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า (Grid-Connected)

2.3 กรณีจำลองสถานการณ์ได้เอง (Power Outage)

โดยมีการจำลองโปรแกรม ดังนี้

1. โปรมแกรมส่วนหน้า

```
fprintf('Weekday or weekend ?');
fprintf('\n\t1) Weekday');
fprintf('\n\t2) Weekend\n');
day = input('Please enter: ');
switch(day)
   case 1
      demand = csvread('weekday.csv');
      load_cut1 = csvread('load_cut1.csv');
   case 2
      demand = csvread('weekend.csv');
      load_cut1 = csvread('load_cut1_end.csv');
   otherwise
fprintf('You choose the wrong choice!\n');
      break;
end

fprintf('\nWhich month?');
fprintf('\n\t1)  January');
fprintf('\n\t2)  February');
fprintf('\n\t3)  March');
fprintf('\n\t4)  April');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
fprintf('\n\t5)  May');
fprintf('\n\t6)  June');
fprintf('\n\t7)  July');
fprintf('\n\t8)  August');
fprintf('\n\t9)  September');
fprintf('\n\t10) October');
fprintf('\n\t11) November');
fprintf('\n\t12) December\n');
season = input('Please enter: ');

switch(season)

   case 1
      solar = csvread('JAN.csv');

   case 2
      solar = csvread('FEB.csv');

   case 3
      solar = csvread('MAR.csv');

   case 4
      solar = csvread('APR.csv');

   case 5
      solar = csvread('MAY.csv');

   case 6
      solar = csvread('JUN.csv');

   case 7
      solar = csvread('JUL.csv');

   case 8
      solar = csvread('AUG.csv');

   case 9
      solar = csvread('SEP.csv');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    case 10
        solar = csvread('OCT.csv');

    case 11
        solar = csvread('NOV.csv');

    case 12
        solar = csvread('DEC.csv');
    otherwise
fprintf('You choose the wrong choice!\n');
        break;
end

fprintf('\nWhat type of system to do you want?');
fprintf('\n\t1) Stand alone system');
fprintf('\n\t2) Grid connected system');
fprintf('\n\t3) Manageable system\n');
choice = input('Please enter: ');

switch(choice)
    case 1
noMEA;

    case 2
        MEA;

    case 3
        manageable;

    otherwise
fprintf('You choose the wrong choice!\n');
        break;
end
```

2. ส่วนประมวลผล

2.1 กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า

```
%% Initialization
wind = csvread('wind.csv');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
load_cut2 = csvread('load_cut2.csv');
load_cut3 = csvread('load_cut3.csv');
ev_start = csvread('ev_start.csv');
supply = zeros(24,1);
time = [6:24,1:5]' ;
load = zeros(24,1);
surplus = zeros(24,1);
grid = zeros(24,1);
load_net = zeros(24,1);
bat_charge = zeros(24,1);
bat_discharge = zeros(24,1);
ev = zeros(24,1);
P_ev = zeros(24,1);
bat = zeros(24,1);
P_bat = zeros(24,1);
bat_30 = 64.8;
bat_40 = 86.4 ;
bat_50 = 108 ;
bat_70 = 151.2 ;
bat_left = 64.8 ;
bat_max = 216 ;
ev_left = 0;
ev_left1 = 0;
a=0;
charge_ev = 6.6 ;
ev_max = 26.4 ;

%% Main program
for i = 1:24
    supply(i) = solar(i) + wind(i) ;
    if supply(i) >= demand(i)
load_net(i) = 0 ;
        surplus(i) = supply(i) - demand(i);
        load(i) = demand(i);
        if (surplus(i) + bat_left) <= bat_max
 bat_left = bat_left + surplus(i);
 bat_charge(i) = surplus(i);
            bat(i) = bat_left ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else
            a = (surplus(i) + bat_left) - bat_max ;
            grid(i) = a;
bat_left = bat_max;
bat_charge(i) = surplus(i) - a ;
            bat(i) = bat_left ;
        end
          if ev_start(i) <ev_max&&ev_left == 0 &&ev_start(i) ~= 0 ; %%
             ev_left1 = ev_start(i) ;
ev_left = ev_start(i) ;
ev(i) = ev_left ;
          end
          if ev(i) ~= ev_left1 &&ev_left> 0 ;
             if a >= charge_ev
                if ev_left + charge_ev<= ev_max ;
ev_left = ev_left + charge_ev ;
ev(i) = ev_left ;
                  a = a - charge_ev ;
                  grid(i) = a ;
                else
                  if ev_left == ev_max ;
ev(i) = 0 ;
                  else
                    c = ev_max - ev_left ;
ev_left = ev_left + c ;
ev(i) = ev_left ;
                      a = a - c ;
                      grid(i) = a ;
                  end
                end
elseif a > 0 && a <charge_ev ;
                if ev_left + a <= ev_max ;
ev_left = ev_left + a ;
ev(i) = ev_left ;
                    grid(i) = 0 ;
                else
                  if ev_left == ev_max ;
ev(i) = 0 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                else
                  c = ev_max - ev_left ;
ev_left = ev_left + c ;
ev(i) = ev_left ;
                  a = a - c ;
                  grid(i) = a ;
                end
              end
            else
ev(i) = ev_left ;
              grid(i) = 0 ;
            end
          end                                          %%
    else
      if ev_start(i) <ev_max&&ev_left == 0 &&ev_start(i) ~= 0 ; %%
        ev_left1 = ev_start(i) ;
ev_left = ev_start(i) ;
ev(i) = ev_left ;
      end
      if ev(i) ~= ev_left1 &&ev_left> 0 ;
ev(i) = ev_left ;
      end
      if ev_left == ev_max ;
ev(i) = 0 ;
      end                                          %%
       surplus(i) = 0 ;
load_net(i) = demand(i)-supply(i) ;
       if bat_left - load_net(i) >= bat_30 ;
         if bat_left - load_net(i) >= bat_70 ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
            load(i) = demand(i) ;
          else
load_net(i) = load_cut1(i) - supply(i) ;
            if bat_left - load_net(i) >= bat_50 ;
              load(i) = load_cut1(i);
load_net(i) = load_cut1(i) - supply(i) ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
            else
load_net(i) = load_cut2(i) - supply(i) ;
              if bat_left - load_net(i) >= bat_40 ;
               load(i) = load_cut2(i);
load_net(i) = load_cut2(i) - supply(i) ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
              else
load_net(i) = load_cut3(i) - supply(i) ;
                if bat_left - load_net(i) >= bat_30 ;
                  load(i) = load_cut3(i);
load_net(i) = load_cut3(i) - supply(i) ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
                end
              end
            end
          end
          bat(i) = bat_left ;
        else
          grid(i) = 0 ;
          load(i) = load_cut3(i);
load_net(i) = load_cut3(i) - supply(i) ;
          if bat_left - load_net(i) >= bat_30 ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
          else
            b = bat_left - bat_30 ;
bat_left  =  bat_30 ;
bat_discharge(i)  = b ;
load_net(i) = b ;
            load(i) = b ;
          end
          if supply(i) > 0 && supply(i) <= load_cut3(i) ;
          load(i) = 0;
load_net(i) = 0 ;
bat_charge(i) = supply(i) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            surplus(i) = supply(i) ;
bat_left = bat_left + supply(i) ;
            end
            if supply(i) > load_cut3(i) ; %%
load_net(i) = 0 ;
bat_discharge(i) = 0 ;
              surplus(i) = supply(i) - load_cut3(i) ;
bat_charge(i) = surplus(i) ;
            end
            bat(i) = bat_left ;
         end
    end
P_bat(i) = bat(i)/bat_max*100 ;
P_ev(i) = ev(i)/ev_max*100 ;
end
demand = [demand( 20:24 , :) ; demand( 1:19 , :)];

load_table =
[time,supply,load,surplus,bat_charge,bat_discharge,bat,P_bat,ev,P_ev,grid];

load_table = [load_table( 20:24 , :) ; load_table( 1:19 , :)];



fprintf('                                                ==========================
\n');
fprintf('                                                |      LOAD TABLE       |
\n');
fprintf('                                                ==========================
\n');
fprintf('
+=============================================================
=============================================================
==================+\n');
fprintf(' | Time  |  Supply  | Load  |  Surplus  | Charge | Discharge |
BatteryLeft | Percent |     EV    |  Pecernt   | Grid |\n');
fprintf(' | (Hr)  |   (kW)   | (kW)  |   (kW)    | (kW)  |   (kW)    |
Battery |   (kW)  |    of EV    | (kW) |\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
fprintf('
+=================================================================
=================================================================
=================+\n');

for i = 1:24
fprintf(' | %5.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f |
%6.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f
|\n',load_table(i,1),load_table(i,2),load_table(i,3),load_table(i,4),load_table(i,5),load_ta
ble(i,6),load_table(i,7),load_table(i,8),load_table(i,9),load_table(i,10),load_table(i,11));
end
fprintf('
+=================================================================
=================================================================
=================+\n');

solarNew = [solar(20:24);solar(1:19)] ;
windNew = [wind(20:24);wind(1:19)];

subplot(2,2,1),
plot(load_table(:,2),'c')
hold on
plot(load_table(:,3),'r')
hold on
plot(1:24,windNew,'b')
hold on
plot(1:24,solarNew,'g')
hold on
plot([1 24],[30 30],'--k')
hold off
ylabel('Power (kw)')
xlabel('Time (hr)')
legend('supply','actual','wind','solar','No MEA');



subplot(2,2,2),
plot(load_table(:,4),'k')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ylabel('Power (kw)')
xlabel('Time (hr)')
legend('surplus');


subplot(2,2,3),
plot(load_table(:,8),'m')
ylabel('Battery (%)')
xlabel('Time (hr)')
legend('battery');
axis([0 25 0 110]);


subplot(2,2,4),
plot(demand,'b')
hold on
plot(load_table(:,3),'r')
hold off
ylabel('Power (kw)')
xlabel('Time (hr)')
legend('schedule','actual');
axis([0 25 0 40]);
```

2.2กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า

```
%% Initialization
wind = csvread('wind.csv');
ev_start = csvread('ev_start.csv');
supply = zeros(24,1);
time = [6:24,1:5]' ;
load = zeros(24,1);
surplus = zeros(24,1);
grid = zeros(24,1);
load_net = zeros(24,1);
bat_charge = zeros(24,1);
bat_discharge = zeros(24,1);
ev = zeros(24,1);
P_ev = zeros(24,1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
bat = zeros(24,1);
P_bat = zeros(24,1);
bat_30 = 64.8;
bat_50 = 108 ;
bat_left = 64.8 ;
bat_max = 216 ;
ev_left = 0;
ev_left1 = 0;
a=0;
charge_ev = 6.6 ;
ev_max = 26.4 ;

%% Main program
for i = 1:24
    supply(i) = solar(i) + wind(i) ;
    if supply(i) >= demand(i)
load_net(i) = 0 ;
       surplus(i) = supply(i) - demand(i);
       load(i) = demand(i);
       if (surplus(i) + bat_left) <= bat_max
bat_left = bat_left + surplus(i);
bat_charge(i) = surplus(i);
       else
          a = (surplus(i) + bat_left) - bat_max ;
          grid(i) = a;
bat_left = bat_max;
bat_charge(i) = surplus(i) - a ;
       end
       if ev_start(i) <ev_max&&ev_left == 0 &&ev_start(i) ~= 0 ; %%
          ev_left1 = ev_start(i) ;
ev_left = ev_start(i) ;
ev(i) = ev_left ;
       end
       if ev(i) ~= ev_left1 &&ev_left> 0 ;
          if a >= charge_ev
             if ev_left + charge_ev<= ev_max ;
ev_left = ev_left + charge_ev ;
ev(i) = ev_left ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            a = a - charge_ev ;
            grid(i) = a ;
          else
          if ev_left == ev_max ;
ev(i) = 0 ;
          else
            c = ev_max - ev_left ;
ev_left = ev_left + c ;
ev(i) = ev_left ;
            a = a - c ;
            grid(i) = a ;
          end
          end
elseif a > 0 && a <charge_ev ;
          if ev_left + a <= ev_max ;
ev_left = ev_left + a ;
ev(i) = ev_left ;
            grid(i) = 0 ;
          else
            if ev_left == ev_max ;
ev(i) = 0 ;
            else
              c = ev_max - ev_left ;
ev_left = ev_left + c ;
ev(i) = ev_left ;
              a = a - c ;
              grid(i) = a ;
            end
          end
        else
ev(i) = ev_left ;
          grid(i) = 0 ;
        end
      end                                          %%
      bat(i) = bat_left ;
   else
      if ev_start(i) <ev_max&&ev_left == 0 &&ev_start(i) ~= 0 ; %%
        ev_left1 = ev_start(i) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ev_left = ev_start(i) ;
ev(i) = ev_left ;
        end
        if ev(i) ~= ev_left1 &&ev_left> 0 ;
ev(i) = ev_left ;
        end
        if ev_left == ev_max ;
ev(i) = 0 ;
        end                                                    %%
         surplus(i) = 0 ;
load_net(i) = demand(i) - supply(i) ;
         if bat_left - load_net(i) >= bat_30 ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
           bat(i) = bat_left ;
           load(i) = demand(i) ;
           if bat_left - load_net(i) < bat_50 && ( i <= 2 || i >= 12 );
load_net(i) = load_cut1(i) - supply(i) ;
             load(i) = load_cut1(i);
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
           end
         else
           b = bat_left - bat_30 ;
bat_left  =  bat_30 ;
bat_discharge(i)  = b ;
           load(i) = load_cut1(i) ;
load_net(i) = load_cut1(i) - supply(i) ;
           if bat_left == 30 ;
             load(i) = load_cut1(i) ;
load_net(i) = load_cut1(i) - supply(i) ;
           end
           grid(i) = -(load_net(i) - b) ;
        end
        bat(i) = bat_left ;
    end
P_bat(i) = bat(i)/bat_max*100 ;
P_ev(i) = ev(i)/ev_max*100 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end

demand = [demand( 20:24 , :) ; demand( 1:19 , :)];

load_table =
[time,supply,load,surplus,bat_charge,bat_discharge,bat,P_bat,ev,P_ev,grid]  ;

load_table = [load_table( 20:24 , :) ; load_table( 1:19 , :)];
fprintf('                                          ==========================
\n');
fprintf('                                          |     LOAD TABLE       |
\n');
fprintf('                                          ==========================
\n');
fprintf('
+=================================================================
================================================================
==================+\n');
fprintf(' | Time  |  Supply  | Load  | Surplus  | Charge  | Discharge |
BatteryLeft  |  Percent  |    EV   |  Pecernt   | Grid  |\n');
fprintf(' | (Hr)  |   (kW)   | (kW)  |   (kW)   |  (kW)  |   (kW)   |
Battery  |   (kW)  |   of EV   |  (kW)  |\n');
fprintf('
+=================================================================
================================================================
==================+\n');

for i = 1:24
fprintf(' | %5.2f  |  %6.2f   | %6.2f |   %6.2f   |  %6.2f | %6.2f  |   %6.2f   |
%6.2f  |   %6.2f |    %6.2f   | %6.2f
|\n',load_table(i,1),load_table(i,2),load_table(i,3),load_table(i,4),load_table(i,5),load_ta
ble(i,6),load_table(i,7),load_table(i,8),load_table(i,9),load_table(i,10),load_table(i,11));
end
fprintf('
+=================================================================
================================================================
==================+\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
solarNew = [solar(20:24);solar(1:19)] ;
windNew = [wind(20:24);wind(1:19)];

subplot(2,2,1),
plot(load_table(:,2),'c')
hold on
plot(load_table(:,3),'r')
hold on
plot(1:24,windNew,'b')
hold on
plot(1:24,solarNew,'g')
hold on
plot([1 24],[40 40],'--k')
hold off
ylabel('Power (kw)')
xlabel('Time (hr)')
legend('supply','actual','wind','solar','With MEA');

subplot(2,2,2),
plot(load_table(:,4),'k')
ylabel('Power (kw)')
xlabel('Time (hr)')
legend('surplus');


subplot(2,2,3),
plot(load_table(:,8),'m')
ylabel('Battery (%)')
xlabel('Time (hr)')
legend('battery');
axis([0 25 0 110]);


subplot(2,2,4),
plot(demand,'b')
hold on
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
plot(load_table(:,3),'r')
hold off
ylabel('Power (kw)')
xlabel('Time (hr)')
legend('schedule','actual');
axis([0 25 0 40]);
```

2.3กรณีจำลองสถานการณ์ได้เอง

```
%% Initialization
wind = csvread('wind.csv');
load_cut2 = csvread('load_cut2.csv');
load_cut3 = csvread('load_cut3.csv');
ev_start = csvread('ev_start.csv');
mea = csvread('mea.csv');
supply = zeros(24,1);
time = [6:24,1:5]' ;
load = zeros(24,1);
surplus = zeros(24,1);
grid = zeros(24,1);
load_net = zeros(24,1);
bat_charge = zeros(24,1);
bat_discharge = zeros(24,1);
ev = zeros(24,1);
P_ev = zeros(24,1);
bat = zeros(24,1);
P_bat = zeros(24,1);
bat_30 = 64.8;
bat_35 = 75.6 ;
bat_40 = 86.4 ;
bat_60 = 129.6 ;
bat_left = 64.8 ;
bat_max = 216 ;
ev_left = 0;
ev_left1 = 0;
a=0;
charge_ev = 6.6 ;
ev_max = 26.4 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
mea_charge = 20 ;
%% Main program
for i = 1:24
    supply(i) = solar(i) + wind(i) ;
    if supply(i) >= demand(i)
load_net(i) = 0 ;
        surplus(i) = supply(i) - demand(i);
        load(i) = demand(i);
        if (surplus(i) + bat_left) <= bat_max
bat_left = bat_left + surplus(i);
bat_charge(i) = surplus(i);
            bat(i) = bat_left ;
        else
            a = (surplus(i) + bat_left) - bat_max ;
            grid(i) = a;
bat_left = bat_max;
bat_charge(i) = surplus(i) - a ;
            bat(i) = bat_left ;
        end
         if ev_start(i) <ev_max&&ev_left == 0 &&ev_start(i) ~= 0 ; %%
            ev_left1 = ev_start(i) ;
ev_left = ev_start(i) ;
ev(i) = ev_left ;
          end
          if ev(i) ~= ev_left1 &&ev_left> 0 ;
             if a >= charge_ev
                if ev_left + charge_ev<= ev_max ;
ev_left = ev_left + charge_ev ;
ev(i) = ev_left ;
                  a = a - charge_ev ;
                  grid(i) = a ;
               else
                 if ev_left == ev_max ;
ev(i) = 0 ;
                 else
                    c = ev_max - ev_left ;
ev_left = ev_left + c ;
ev(i) = ev_left ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                a = a - c ;
                grid(i) = a ;
              end
            end
elseif a > 0 && a <charge_ev ;
            if ev_left + a <= ev_max ;
ev_left = ev_left + a ;
ev(i) = ev_left ;
              grid(i) = 0 ;
            else
              if ev_left == ev_max ;
ev(i) = 0 ;
              else
                c = ev_max - ev_left ;
ev_left = ev_left + c ;
ev(i) = ev_left ;
                a = a - c ;
                grid(i) = a ;
              end
            end
          else
ev(i) = ev_left ;
            grid(i) = 0 ;
          end
        end                                          %%
    else
      if ev_start(i) <ev_max&&ev_left == 0 &&ev_start(i) ~= 0 ; %%
        ev_left1 = ev_start(i) ;
ev_left = ev_start(i) ;
ev(i) = ev_left ;
      end
      if ev(i) ~= ev_left1 &&ev_left> 0 ;
ev(i) = ev_left ;
      end
      if ev_left == ev_max ;
ev(i) = 0 ;
      end                                            %%
       surplus(i) = 0 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
load_net(i) = demand(i)-supply(i) ;
        if bat_left - load_net(i) >= bat_30 ;
          if bat_left - load_net(i) >= bat_60 ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
             load(i) = demand(i) ;
           else
load_net(i) = load_cut1(i) - supply(i) ;
              if bat_left - load_net(i) >= bat_40 ;
                load(i) = load_cut1(i);
load_net(i) = load_cut1(i) - supply(i) ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
              else
load_net(i) = load_cut2(i) - supply(i) ;
                 if bat_left - load_net(i) >= bat_35 ;
                   load(i) = load_cut2(i);
load_net(i) = load_cut2(i) - supply(i) ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
                 else
                   if bat_left - load_net(i) >= bat_30 ;
                     load(i) = load_cut3(i);
load_net(i) = load_cut3(i) - supply(i) ;
bat_left = bat_left - load_net(i) ;
bat_discharge(i) = load_net(i) ;
                   if supply(i) > load_cut3(i) ;
load_net(i) = 0 ;
bat_discharge(i) = 0 ;
                     surplus(i) = supply(i) - load_cut3(i) ;
bat_charge(i) = surplus(i) ;
                   end
                   end
                 end
              end
           end
        if mea(i) == 1 &&bat_left<= bat_60 ;
          load(i) = load_cut1(i);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            grid(i) = - load(i) ;
            if supply(i) > 0 ;
 bat_left = bat_left + load_net(i) + supply(i) ;
            else
 bat_left = bat_left + load_net(i) ;
            end
 bat_discharge(i) = 0 ;
          end
            bat(i) = bat_left ;
          else
            grid(i) = 0 ;
 load_net(i) = load_cut3(i) - supply(i) ;
            if bat_left - load_net(i) >= bat_30 ;
 bat_left = bat_left - load_net(i) ;
 bat_discharge(i) = load_net(i) ;
              load(i) = load_cut3(i) ;
              if supply(i) > 0
 bat_discharge(i) = 0 ;
                surplus(i) = supply(i) - load_cut3(i) ;
 bat_charge(i) =  surplus(i) ;
              end
            else
              b = bat_left - bat_30 ;
 bat_left  =  bat_30 ;
 bat_discharge(i)  = b ;
 load_net(i) = b ;
              load(i) = b ;
            end
            if supply(i) > 0 && supply(i) <= load_cut3(i) ;
            load(i) = 0;
 load_net(i) = 0 ;
 bat_charge(i) = supply(i) ;
            surplus(i) = supply(i) ;
 bat_left = bat_left + supply(i) ;
            end
          if mea(i) == 1 &&bat_left<= bat_60 ;
            load(i) = load_cut1(i);
            grid(i) = - load(i) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if supply(i) > 0 ;
bat_left = bat_left + load_net(i) + supply(i) ;
            else
bat_left = bat_left + load_net(i) ;
            end
bat_discharge(i) = 0 ;
        end
        bat(i) = bat_left ;
        end
    end
P_bat(i) = bat(i)/bat_max*100 ;
P_ev(i) = ev(i)/ev_max*100 ;
end
demand = [demand( 20:24 , :) ; demand( 1:19 , :)];

load_table =
[time,supply,load,surplus,bat_charge,bat_discharge,bat,P_bat,ev,P_ev,grid] ;

load_table = [load_table( 20:24 , :) ; load_table( 1:19 , :)];
fprintf('                                    ============================
\n');
fprintf('                                    |      LOAD TABLE      |
\n');
fprintf('                                    ============================
\n');
fprintf('
+=============================================================
=============================================================
==================+\n');
fprintf(' | Time  |  Supply  | Load  |  Surplus  | Charge | Discharge |
BatteryLeft | Percent |    EV   |  Pecernt  | Grid |\n');
fprintf(' | (Hr)  |   (kW)   | (kW)  |   (kW)    | (kW)  |   (kW)    |
Battery |   (kW)  |   of EV   | (kW) |\n');
fprintf('
+=============================================================
=============================================================
==================+\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for i = 1:24
fprintf(' | %5.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f |
%6.2f | %6.2f | %6.2f | %6.2f
|\n',load_table(i,1),load_table(i,2),load_table(i,3),load_table(i,4),load_table(i,5),load_ta
ble(i,6),load_table(i,7),load_table(i,8),load_table(i,9),load_table(i,10),load_table(i,11));
end
fprintf('
+=============================================================
=============================================================
================+\n');

mea = [mea(20:24);mea(1:19)];
meaNew = [];
for i = 1:24
    if mea(i) == 1
meaNew(i) = 40 ;
    else
meaNew(i) = 30 ;
    end
end

solarNew = [solar(20:24);solar(1:19)] ;
windNew = [wind(20:24);wind(1:19)];

subplot(2,2,1),
plot(load_table(:,2),'c')
hold on
plot(load_table(:,3),'r')
hold on
plot(1:24,windNew,'b')
hold on
plot(1:24,solarNew,'g')
hold on
stairs(1:24,meaNew,'--k')
hold off
ylabel('Power (kw)')
xlabel('Time (hr)')
legend('supply','actual','wind','solar','MEA ON/OFF');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
subplot(2,2,2),
plot(load_table(:,4),'k')
ylabel('Power (kw)')
xlabel('Time (hr)')
legend('surplus');


subplot(2,2,3),
plot(load_table(:,8),'m')
ylabel('Battery (%)')
xlabel('Time (hr)')
legend('battery');
axis([0 25 0 110]);


subplot(2,2,4),
plot(demand,'b')
hold on
plot(load_table(:,3),'r')
hold off
ylabel('Power (kw)')
xlabel('Time (hr)')
legend('schedule','actual');
axis([0 25 0 40]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

บทความวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิสูจน์ และสร้างระบบบริหารจัดการระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน

FUTURE RENEWABLE CENTER: VERIFICATION AND IMPLEMENTATION OF HYBRID ENERGY SYSTEM(MULTI-OBJECTIVE)

นายธนกร ทิพย์เที่ยงแท้ นางสาวธนพร บุญมาดี นายธันยวีร์ มนตรีรังสรรค์ และนายธีรวัฒน์ ละมันชาติ
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 ลาดกระบังกรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925 E-Mail: thanyawee_wee@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบระบบและการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสานที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมของโครงการ Future Renewable Center โดยทำการศึกษากราฟของโหลด(Load Curve) ทั้งแบบโหลดในวันธรรมดา(Weekday) และในวันหยุด(Weekend) เพื่อนำไปวิเคราะห์และจัดการพลังงานให้สอดคล้องกับพลังงานที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม แล้วนำไปเก็บอยู่ในแบตเตอรี่เพื่อใช้ในเวลากลางคืน โดยการวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์ คือ Minimize Import หรือ การรับไฟฟ้าจากภายนอกมาใช้ให้น้อยที่สุด โดยทำการออกแบบลอจิกภายในศูนย์ Future Renewable Centerและใช้การเรียงลำดับความสำคัญของโหลด เพื่อให้การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพสูงสุด

ABSTRACT

This thesis presents the design and management of Hybrid Renewable Energy System(HRES).which combine renewable energy resources including photovoltaic generations and wind turbines in Future Renewable Center. The load curves of the system on weekdays and weekends are used in order to analyze and manage the energy obtained from photovoltaic generations and wind turbines to make the best use and to store the energy in batteries for using at night-time. The main goal of this analysis is to minimize the import of the electricity from a utility (Minimize Import) by designing the system logic and setting load priorities to reach the energy efficiency.

1.บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการในการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มสูงขึ้นมาก ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่มีอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ามีปริมาณลดลงเป็นอย่างมาก ทำให้มีการนำเอาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมาใช้อย่างกว้างขวาง จึงได้มีการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น การนำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนใช้ควบคู่กับพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า หรือการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนในสถานที่ห่างไกลที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้าถึง เป็นต้น ซึ่งพลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมและมีความเหมาะสมกับประเทศไทย คือ พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม[1] ในความเป็นจริงพลังงานจากแสงอาทิตย์และพลังงานลมไม่ได้มีตลอด 24 ชั่วโมง และมีปริมาณที่ไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งวันทั้งพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม โดยในวันที่มีปริมาณแสงอาทิตย์มากอาจมีปริมาณลมที่น้อย แปรผกผันกัน ดังนั้นเพื่อให้ได้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงมีการนำพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมมาใช้ร่วมกันเป็นระบบการจัดการพลังงาน เพื่อให้ปริมาณไฟฟ้าที่ได้มีความแน่นอนและสม่ำเสมอ ในบางครั้งปริมาณไฟฟ้าที่ได้อาจมากเกินความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้า ทำให้เกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้า หรือกำลังไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นจึงมีการจัดตั้งศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต เพื่อศึกษา ออกแบบและบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม เพื่อให้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.1 ระบบบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน

ระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน(Hybrid Renewable Energy System)ประกอบด้วยแหล่งพลังงานทดแทน กับแหล่งพลังงานทั่วไป หรือแหล่งพลังงานทดแทนตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป โดยระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสานนี้เหมาะกับการใช้งานทั้งแบบจ่ายอิสระ(Standalone mode) และแบบเชื่อมต่อกับระบบกริด(Grid connected mode) โดยมีลักษณะสำคัญ คือ การรวมเอาเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพื่อการจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในแง่ของการผลิตพลังงานไฟฟ้า ระบบการจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสานจะมีเสถียรภาพมากกว่าระบบการจัดการพลังงานทดแทนทั่วๆไป ซึ่งส่งผลให้ระบบได้รับผลกระทบน้อยกว่าระบบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์(Solar Energy) หรือพลังงานลม(Wind Energy)เพียงอย่างเดียว [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของระบบจัดการพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ได้แก่ แผงโซลาเซลล์ กังหันลม เครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบตเตอรี่ คอนเวอร์เตอร์ และหน่วยควบคุม

2.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต

การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต ต้องศึกษาจำนวน และขนาดของโหลด และการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต (future center project) นำมาจัดทำกราฟของโหลดและจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

3. แหล่งพลังงานที่ผลิตและใช้ในโครงการ Future Center

แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1.) Solar Energy

2.) Wind Energy

3.) Battery

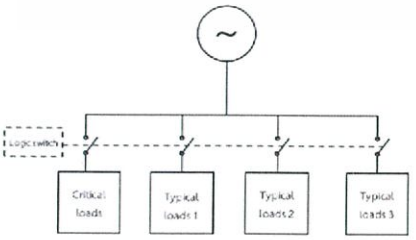
4.) การไฟฟ้านครหลวง

4.การบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสาน

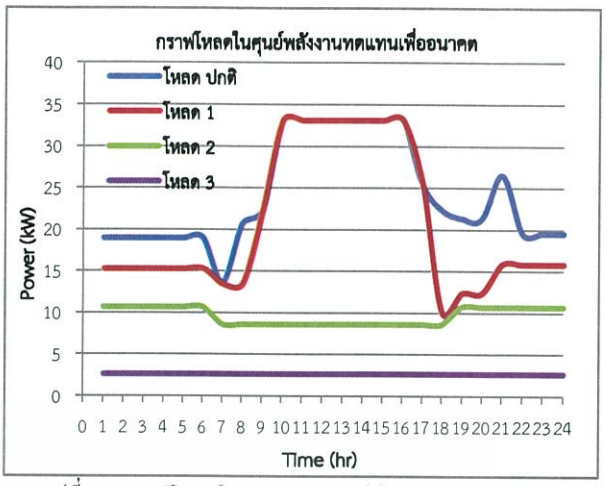
การวิเคราะห์การบริหารจัดการพลังงานแบบผสมผสานในศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต ซึ่งในการบริหารจัดการพลังงานมีหลักการและวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ การใช้ไฟฟ้าแบบรับไฟจากการไฟฟ้าน้อยที่สุด หรือ Minimize Import เป็นการจัดการพลังงานระหว่างพลังงานที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม รวมถึงพลังงานที่สะสมอยู่ในแบตเตอรี่ มาบริหารจัดการให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในศูนย์พลังงานทดแทน

5.การแสดงความสำคัญของโหลดในอาคาร

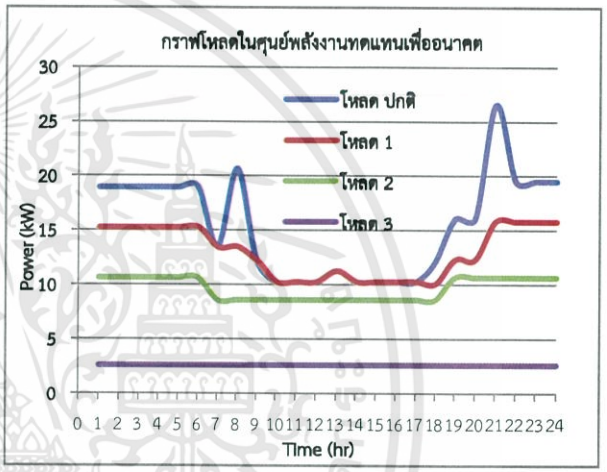
เราได้จัดแสดงความสำคัญของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร เพื่อที่เราจะสามารถเลือกตัดอุปกรณ์ที่ไม่มีความจำเป็นออกในกรณีที่ปริมาณการผลิตไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลมไม่เพียงพอ หรือพลังงานในแบตเตอรี่มีปริมาณไม่เพียงพอในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการคิดลอจิกเพื่อนำไปใช้งานจริง



รูปที่ ข-1 รูปแบบการตัดโหลด

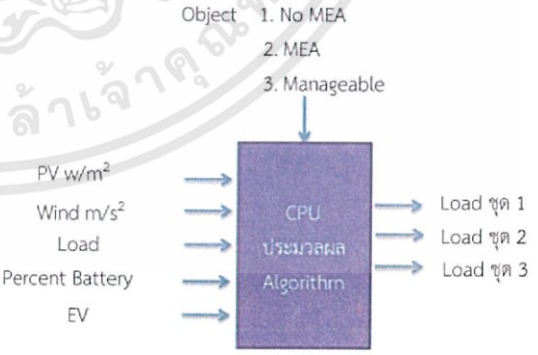


รูปที่ ข-2 กราฟโหลดในวันธรรมดากรณีมีการตัดโหลด



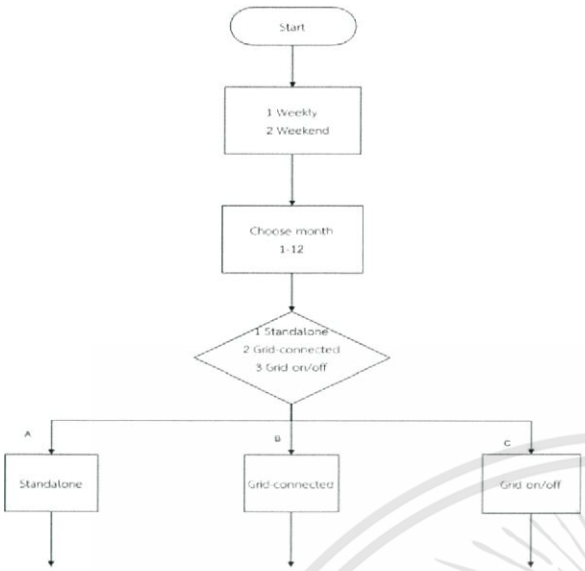
รูปที่ ข-3 กราฟโหลดในวันหยุดกรณีมีการตัดโหลด

6.กระบวนการทำงานของระบบควบคุม

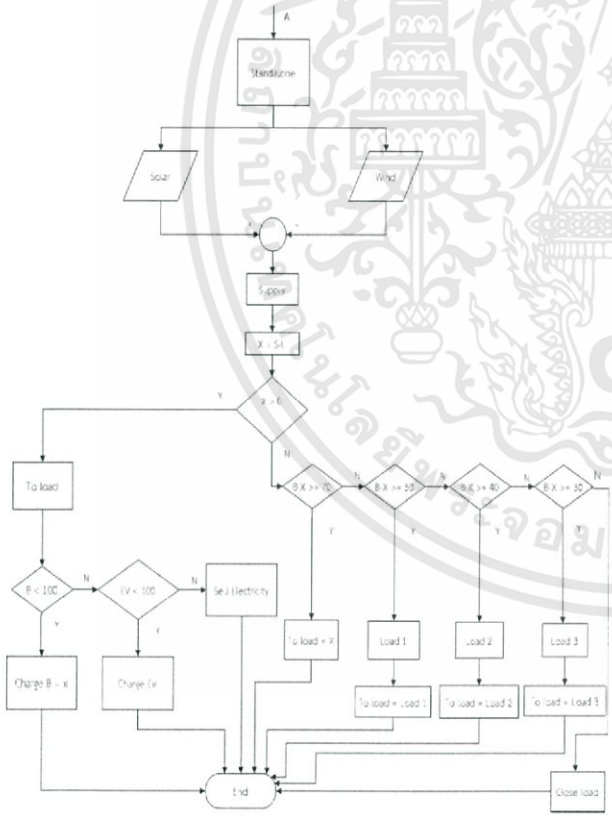


รูปที่ ข-4 ตัวแปรในระบบการจัดการ

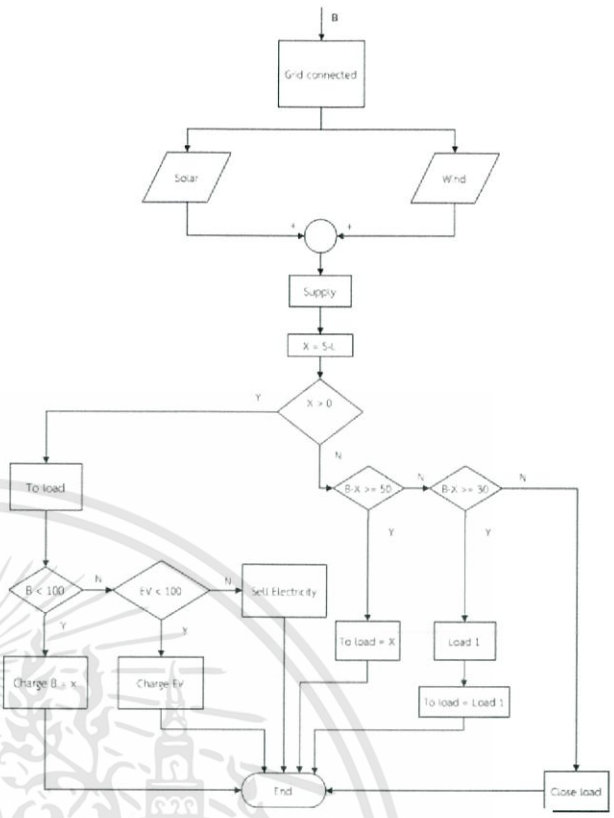
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



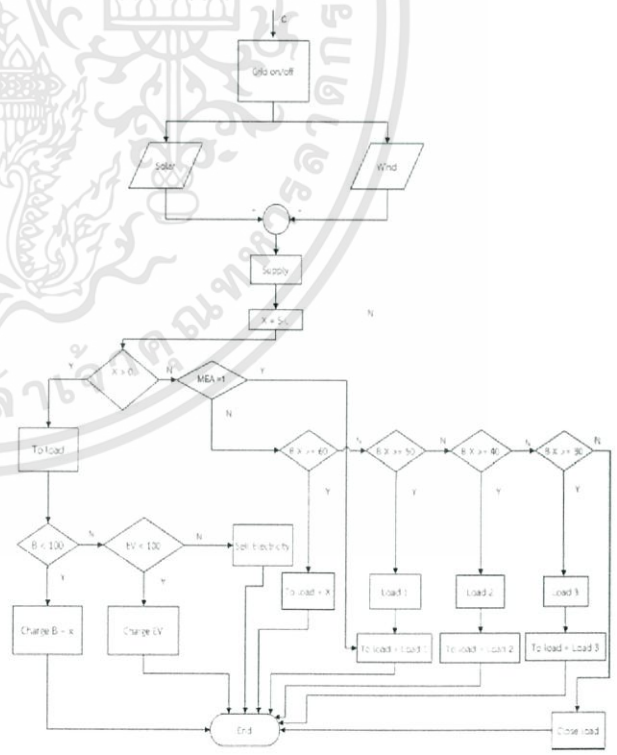
รูปที่ ข-5 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม



รูปที่ ข-6 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม(ต่อ)



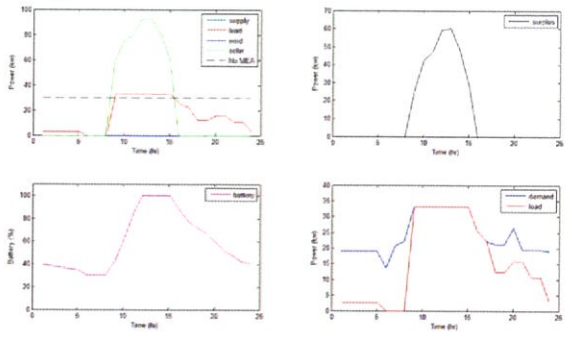
รูปที่ ข-7 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม(ต่อ)



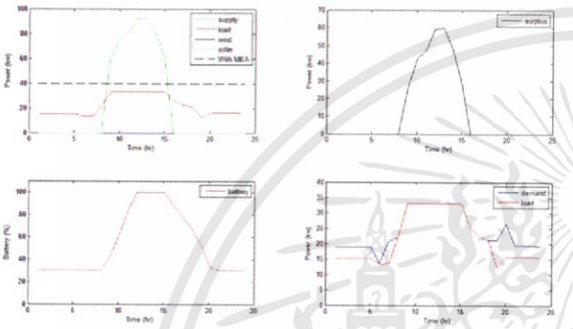
รูปที่ ข-8 กระบวนการทำงานของระบบควบคุม(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

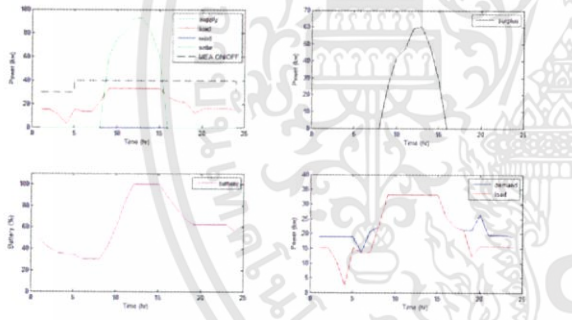
7. ตัวอย่างการแสดงผลของระบบการบริหารจัดการพลังงาน ในฤดูร้อนของวันธรรมดา ด้วยโปรแกรม Matlab



รูปที่ ข-9 ตัวอย่างการแสดงผล กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า



รูปที่ ข-10 ตัวอย่างการแสดงผล กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า



รูปที่ ข-11 ตัวอย่างการแสดงผล กรณีจัดการกับระบบเอง

8.สรุปผลการทดลอง

จุดประสงค์ของ Minimize Import คือ การบริหารจัดการให้รับหรือซื้อไฟจากการไฟฟ้า เพื่อใช้ในโครงการ Future Renewable Center ให้น้อยที่สุด และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยพิจารณาเป็น 3 กรณีหลัก ดังนี้

1.กรณีไม่มีไฟจากการไฟฟ้า กรณีนี้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในพื้นที่ที่ห่างไกล กันดาร ซึ่งระบบจะห่างไกลจากเสาส่งหลัก โดยส่วนมากจะอยู่ในที่ภูเขาสูง หรือ เกาะ ระบบนี้จะมีเสถียรภาพต่ำ เพราะต้องมีการใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ในตอนกลางคืน หากแบตเตอรี่มีไม่เพียงพอ อาจส่งผลกระทบต่อระบบได้

2. กรณีมีไฟจากการไฟฟ้า กรณีนี้เหมาะกับการใช้งานใช้ในเขตเมืองหรือชุมชน และระบบไฟฟ้าที่เชื่อมต่อ ควรมีเสถียรภาพสูง ระบบนี้สามารถซื้อไฟฟ้าได้หากผลิตไฟฟ้าได้ไม่เพียงพอและขายไฟฟ้าได้หากมีพลังงานเหลือจากการใช้งาน ระบบนี้มีข้อดี คือ สามารถใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ได้เกือบทั้งหมด ทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ แต่ระบบนี้ก็มีข้อเสียคือ หากความจุของแบตเตอรี่เหลือต่ำและไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเกิดดับ อาจส่งผลให้ระบบเกิดความเสียหายได้

3. กรณีที่มีเหตุการณ์ไฟดับ กรณีนี้จะคล้ายคลึงกับกรณีที่มีไฟฟ้าจากการไฟฟ้า แต่ระบบนี้จะมีเสถียรภาพมากกว่า เพราะเมื่อเกิดไฟฟ้าดับ จะมีการตัดโหลด ซึ่งส่งผลให้ระบบสามารถคงอยู่ได้อีกหลายชั่วโมงโดยระบบไม่มีความเสียหาย

เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฐวุฒิ บัวรัตน์, ณัฐวุฒิ ลาละกร, ณัฐวุฒิ สอนเสือและอัครา แสงเดือน "ศูนย์พลังงานทดแทนเพื่ออนาคต: การออกแบบและการบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม" ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2555

[2] S. Rehman, L.M.Al-Hadhrami. Study of a solar PV-diesel-battery hybrid power system for a remotely located population near Rafha,In Energy, 2010.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายธนกรทิพย์เที่ยงแท้
เกิดวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2534
ที่อยู่ 117/1 หมู่12 ตำบลเจดีย์หักอำเภอเมืองราชบุรี 70000
เบอร์โทรศัพท์ 083-0915916
E-mail : tanakorn_pom@hotmail.com

นางสาวธนพร บุญมาดี
เกิดวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2534
ที่อยู่ 8/9 ถนนสุทธิภิรมย์ 2 อำเภอเมือง สมุทรปราการ 10270
เบอร์โทรศัพท์ 089-0217523
E-mail : t_b_30_34@htomail.com

นายธันยวีร์มนตรีรังสรรค์
เกิดวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2535
ที่อยู่ 161/70 ซอยเจริญ ถนนสรรพาวุธ แขวงบางนาเขตบางนา
กรุงเทพมหานคร 10260
เบอร์โทรศัพท์ 087-5609820
E-mail : thanyawee_wee@hotmail.com

นายธีรวัฒน์ ละมันชาติ
เกิดวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ.2535
ที่อยู่ 43 หมู่ 15 ตำบล นาดี อำเภอเมือง สุรินทร์ 32000
เบอร์โทรศัพท์ 090-3603299
Email : m.mantastyle@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้