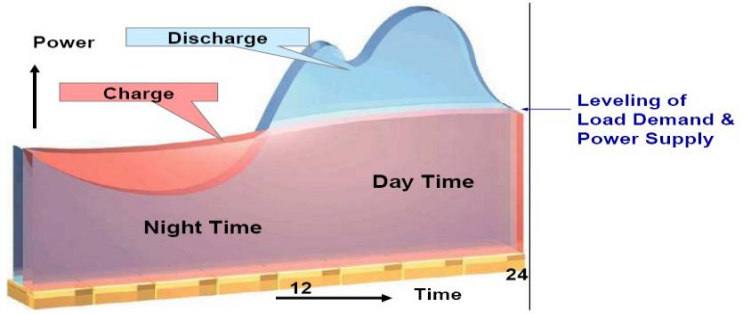
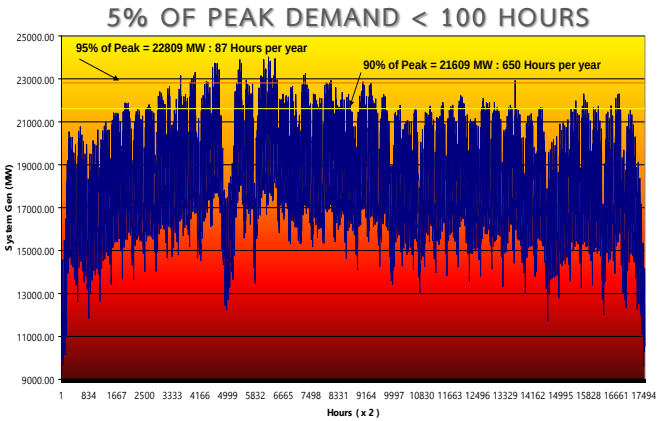
# ระบบกักเก็บพลังงาน กับการเชื่อมโยงพลังงานหมุนเวียน เข้ากับโครงข่ายของ กฟภ.

จักรเพชร มัทราช Ph.D.
กองวิเคราะห์และวางแผนระบบไฟฟ้า กฟภ.
27 กันยายน 2565

# Energy Storage System (ESS)

- To accumulate energy produced by large, less responsive thermal generation plants (also RE) and then re-dispatch it based on peak demand.
- Storage facilities were largely financed by arbitrage (buying energy at a low price and selling it at a higher price).
- Energy storage currently contributes to reliability, efficiency, power quality, transmission optimization, black-start functions, and support Demand Response (DR) function.

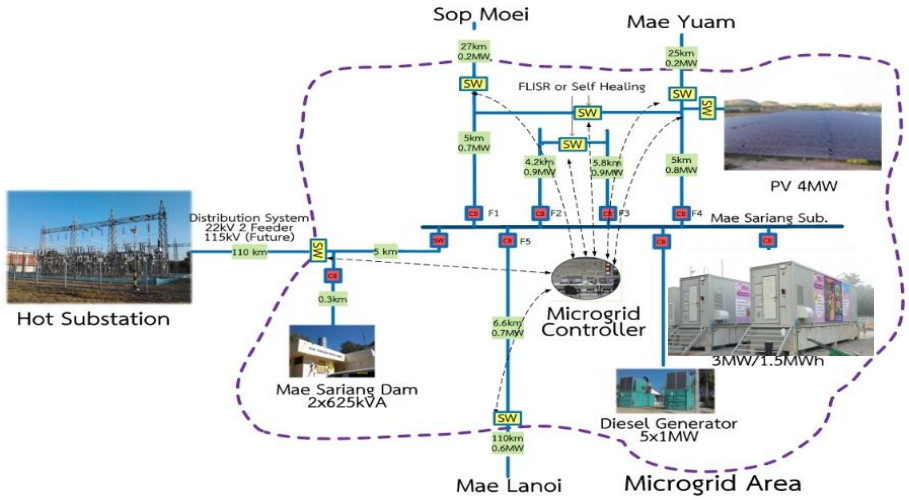


# Microgrid

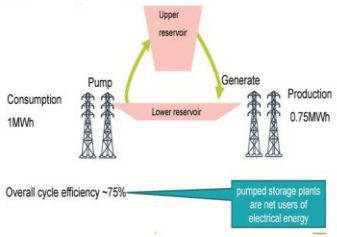
**IEC TS 62898-2-2018: group of interconnected loads and distributed energy resources with defined electrical boundaries that acts as a single controllable entity and is able to operate in both grid-connected or island mode.**

**IEEE:** a group of interconnected loads and Distributed Energy Resources (DER) with **clearly defined electrical boundaries** that acts as a single controllable entity with respect to the grid. It can connect and disconnect from the grid to **enable operation in both grid-connected or island modes**.

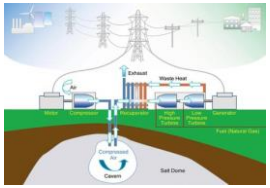


# Energy Storage Classification

## Pumped Hydro Energy Storage

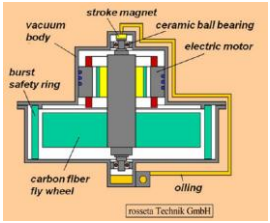



## Compressed Air Energy Storage

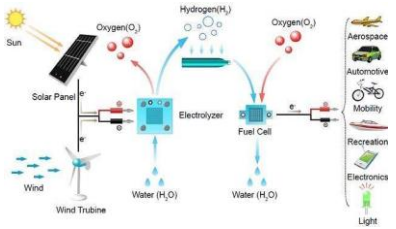


## Battery Energy Storage (BES)

## Flywheel Energy Storage




## Fuel Cell Energy Storage

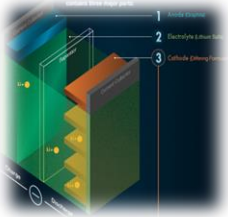


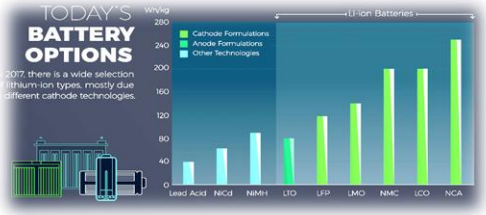
# Grouping of Battery Energy Storage (BES)

## Sodium Battery (Hot)

- Sodium Sulfur Battery (NaS)
- Sodium Nickel Chloride (NaNiCl)

## Lithium Battery (diff. cathode tech.)






- Nickel Manganese Cobalt (NMC), LiFePO4 (LFP), Li-Ion Nanophosphate, Lithium Titanium Oxide

## Flow Battery

- Vanadium Redox Battery (VRB)
- Zinc-Bromine Battery (ZnBr)

| | Cycle (Life-time) | Efficiency (AC-AC) |
|---|---|---|
| Na Battery | √√ | √√ |
| Lithium Battery | √√ (√) | √√√ |
| Flow Battery | √√√√ | √ |

# PEA Microgrid Drivers

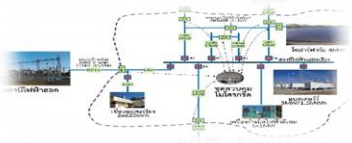
1. Power System Reliability and Quality

2. Supply Power to Island or Rural Area

3. Intermittent Resources Integration

4. New Substation, Transmission, and Distribution Line Deferral

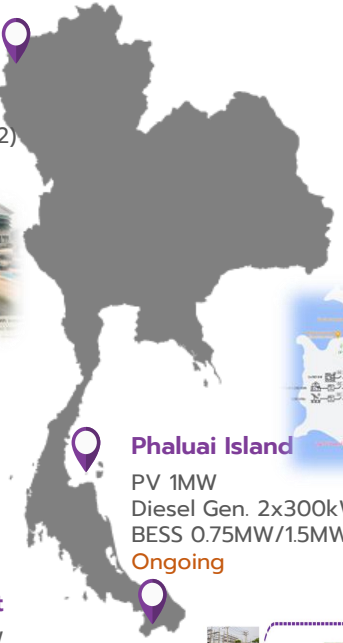
5. Power Losses in Distribution Line

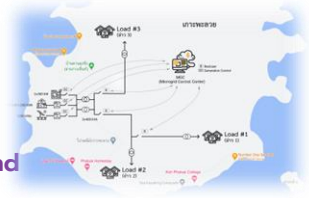


6. Smart Grid Initiative

# Microgrid Projects

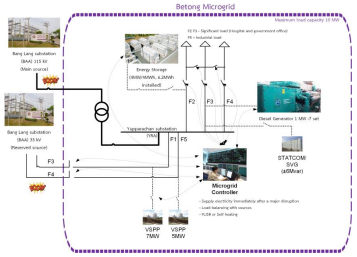
**Mae Sariang District**
PV VSPP 4MW
Diesel Gen. 5x1MW
BESS 3MW/1.5MWh (3/2.2)
Completed





**Phaluai Island**
PV 1MW
Diesel Gen. 2x300kW
BESS 0.75MW/1.5MWh (1.25/2.0)
Ongoing

**Betong District**
VSPP 7MW+5MW
Diesel Gen. 7x1MW
BESS 4MW/4MWh (4/6.2)
SVG ±6 MVar
Ongoing



## Project Status

**Project at Mae Sariang**: The project started in 2018 and has been completed in 2021. The project aims at improving power system reliability due to long distribution line through rural area from substation to the district.

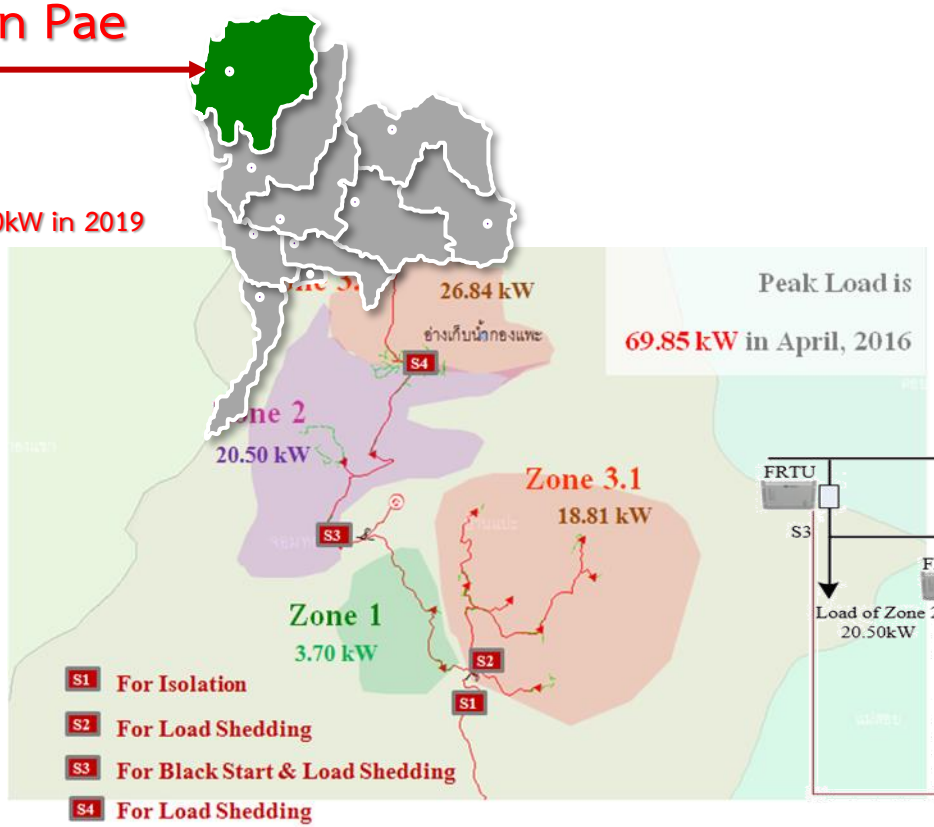
**Project at Betong**: The key objective of this project is improving power system reliability, to raise local power generation and distribution efficiency, and also to reduce losses of long distribution system to remote area. It is in the implementation phase and expected to go-live by 2022.

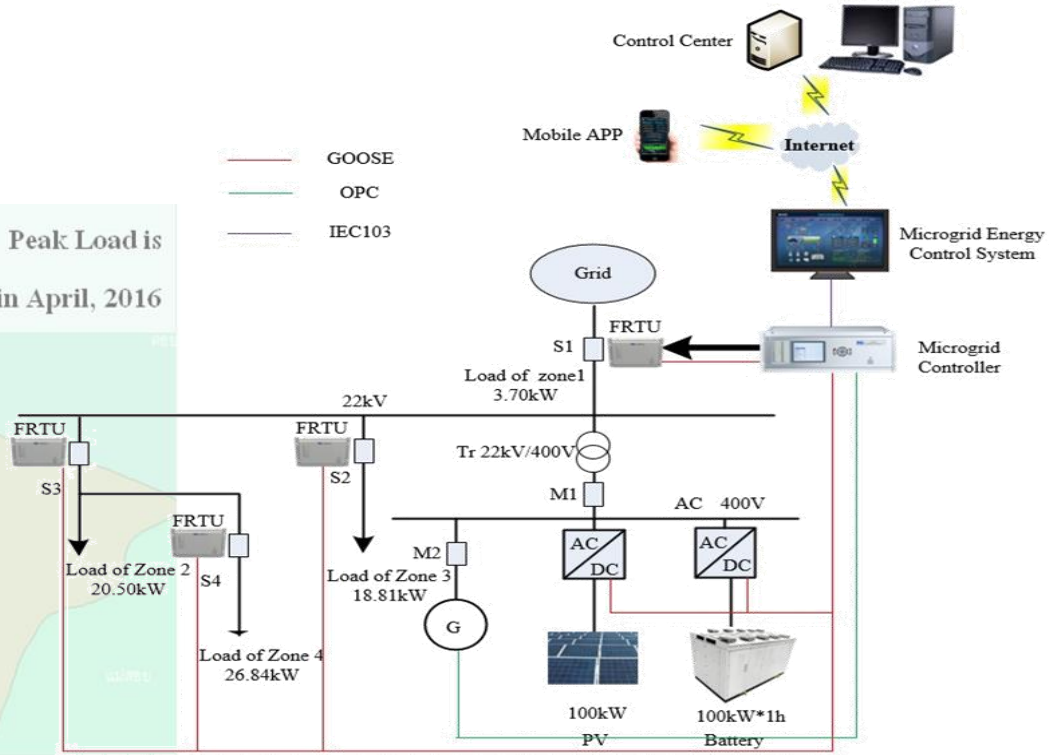
**Project at Phaluai Island**: This is an **off-grid** microgrid project, where the island has no power system connection from the mainland. It is under construction and the project is expected to be completed by 2023.

# Khun Pae Microgrid (R&D Project) Chom Tong, Chiang Mai

Khun Pae

90kW in 2019



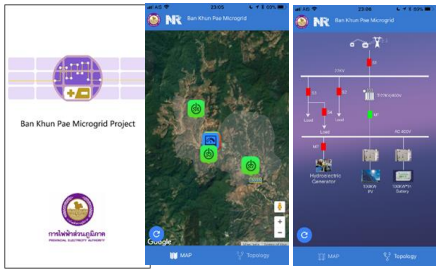



# Khun Pae Microgrid (R&D Project) Chom Tong, Chiang Mai

## Microgrid Controller

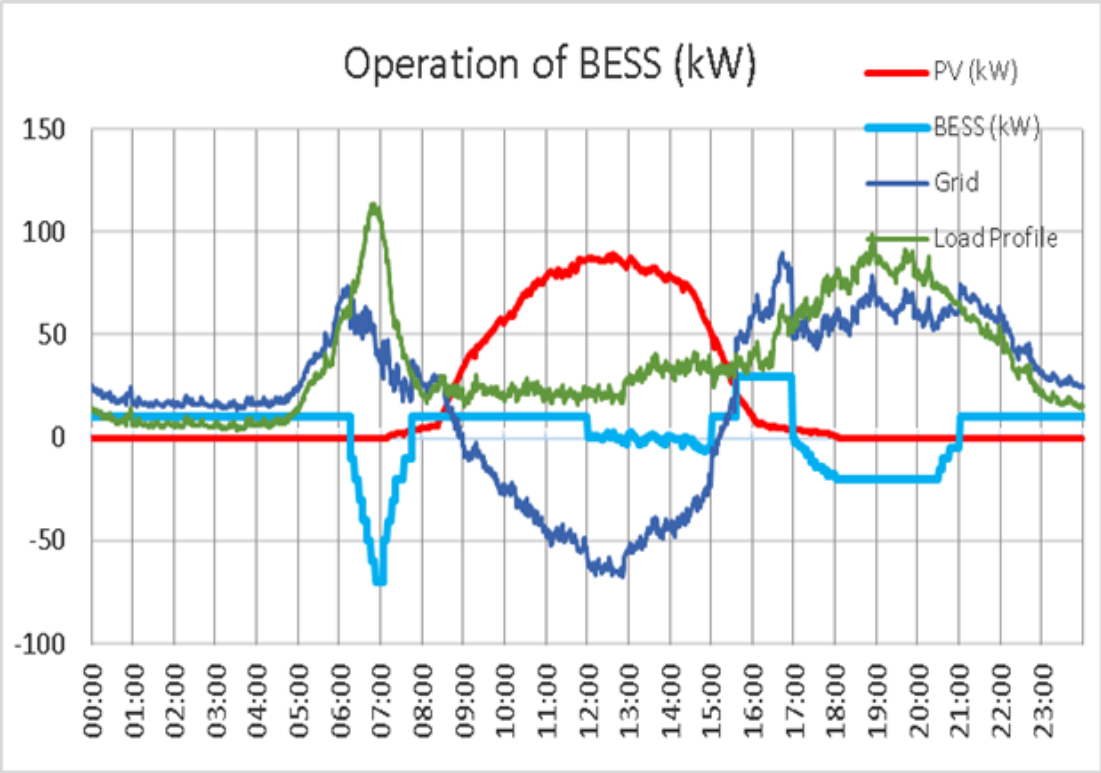
## Remote Control Switch

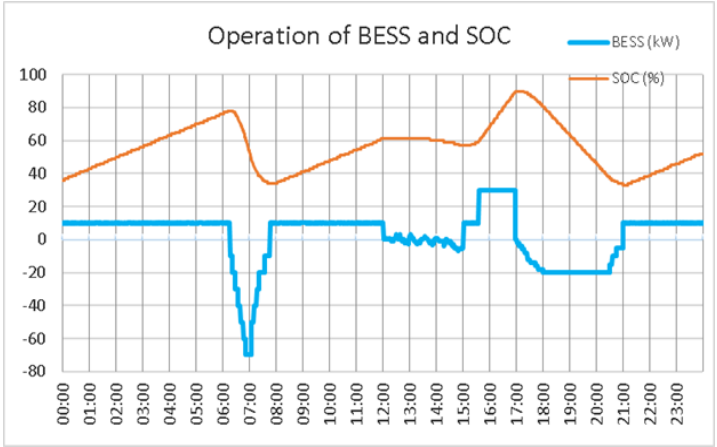
## BESS 100kW/100kWh




## Mobile App

# Khun Pae Microgrid (R&D Project) Chom Tong, Chiang Mai



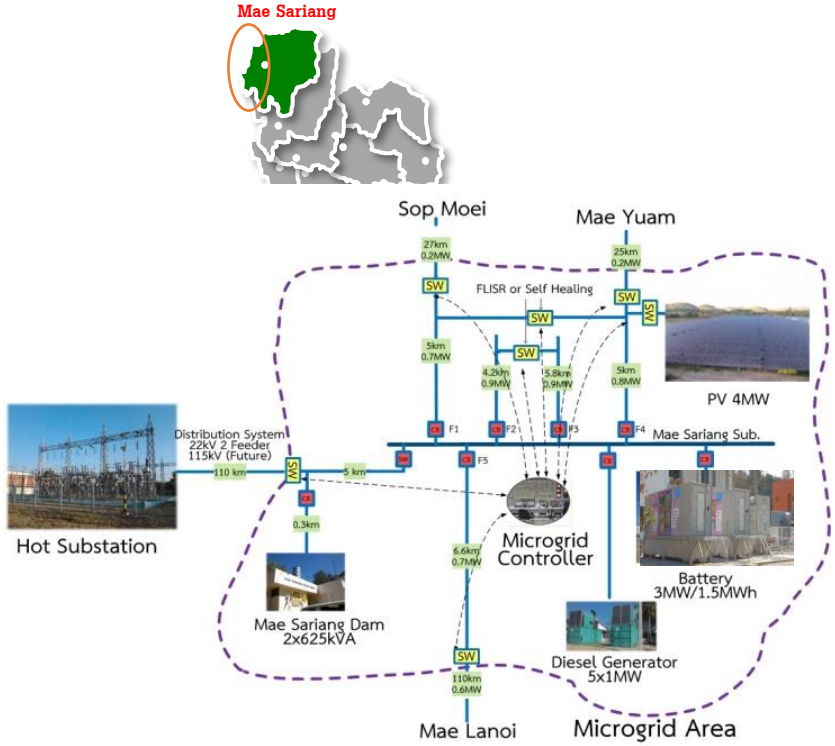



# Microgrid at Mae Sariang

**Energy Storage**
**(3MW/1.5MWh useable)**
**to cover significant load** — **1 Units**

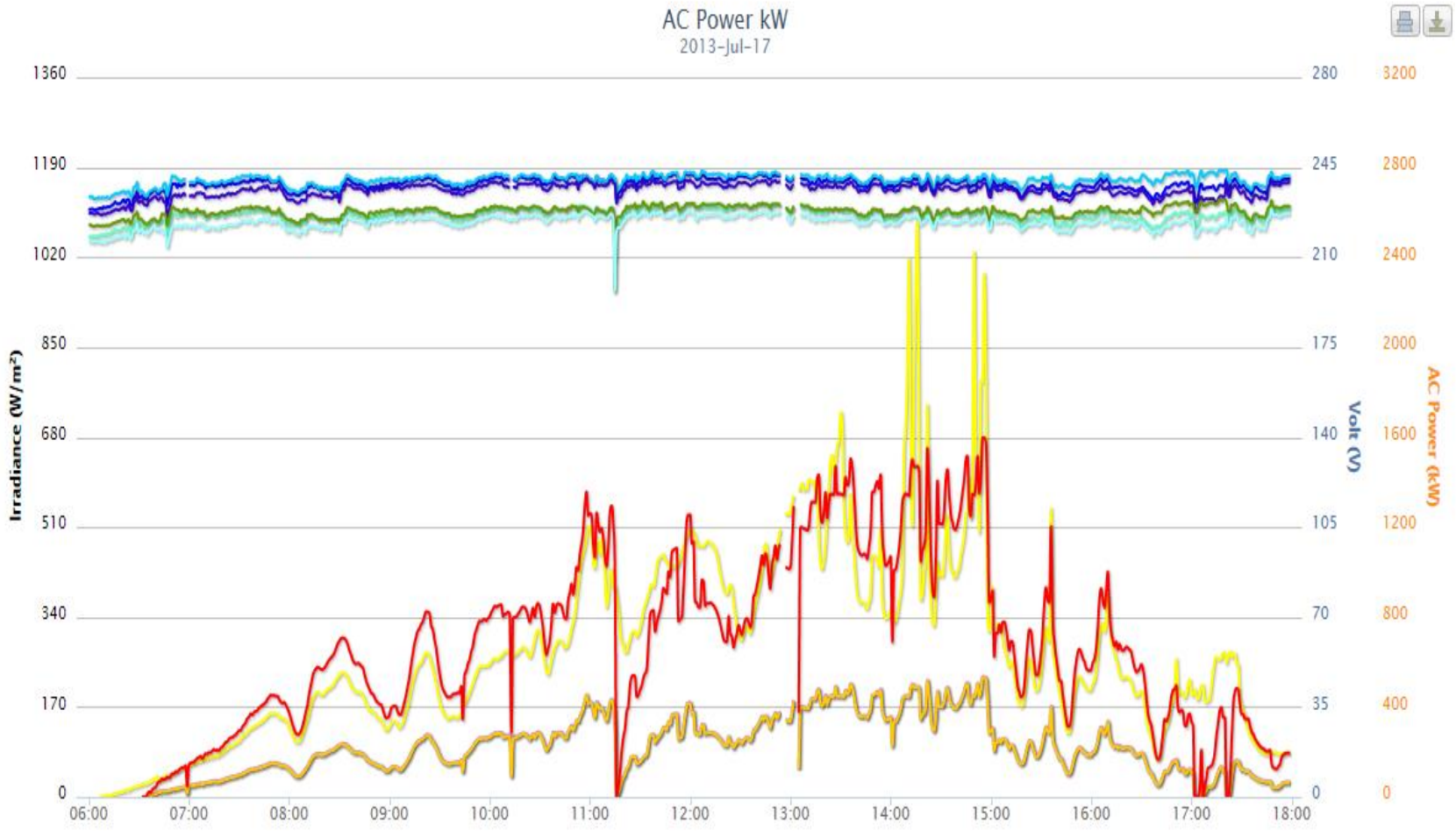
**Micro grid Controller**
**with Building Energy Management System (BEMS) and Fault Location Isolation & Service Restoration (FLISR)** — **1 System**

**Communication System** — **1 System**



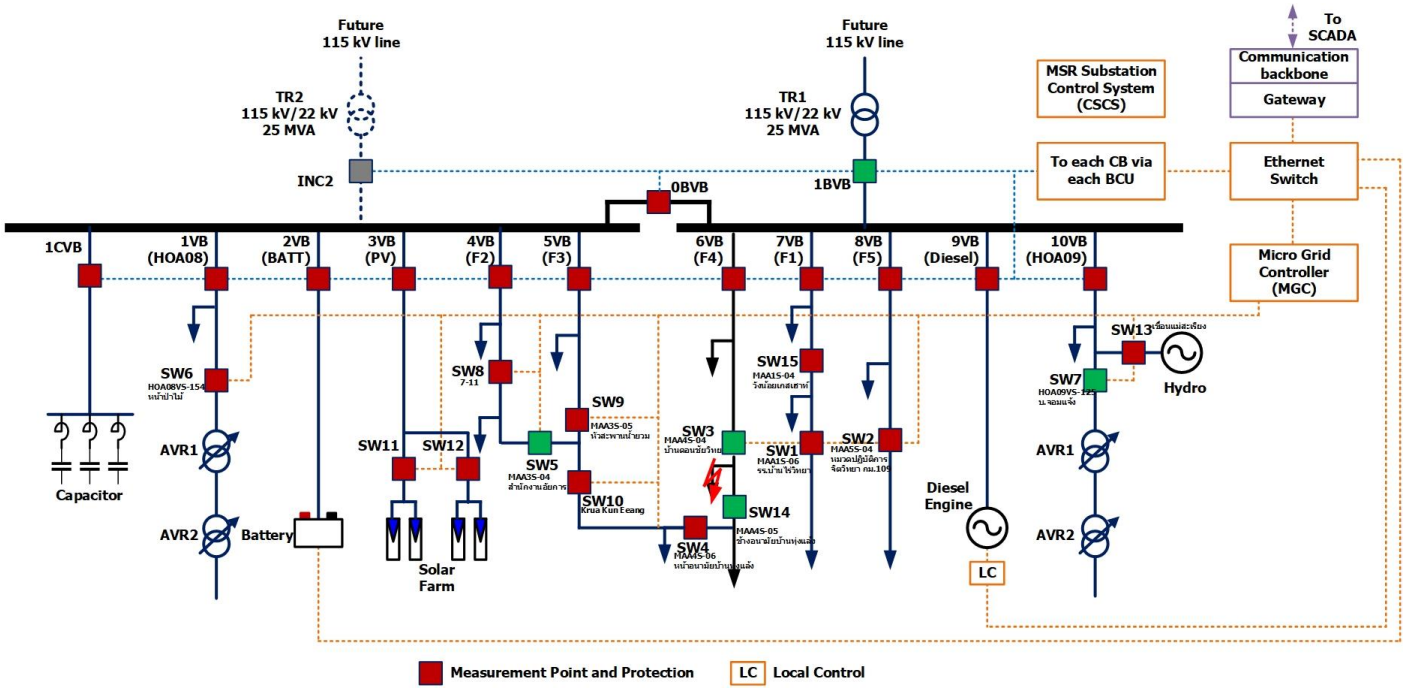
# Microgrid at Mae Sariang

# Intermittent of the Solar Farm



# Microgrid at Mae Sariang

## with Fault Location Isolation & Service Restoration (FLISR)



# Microgrid at Mae Sariang

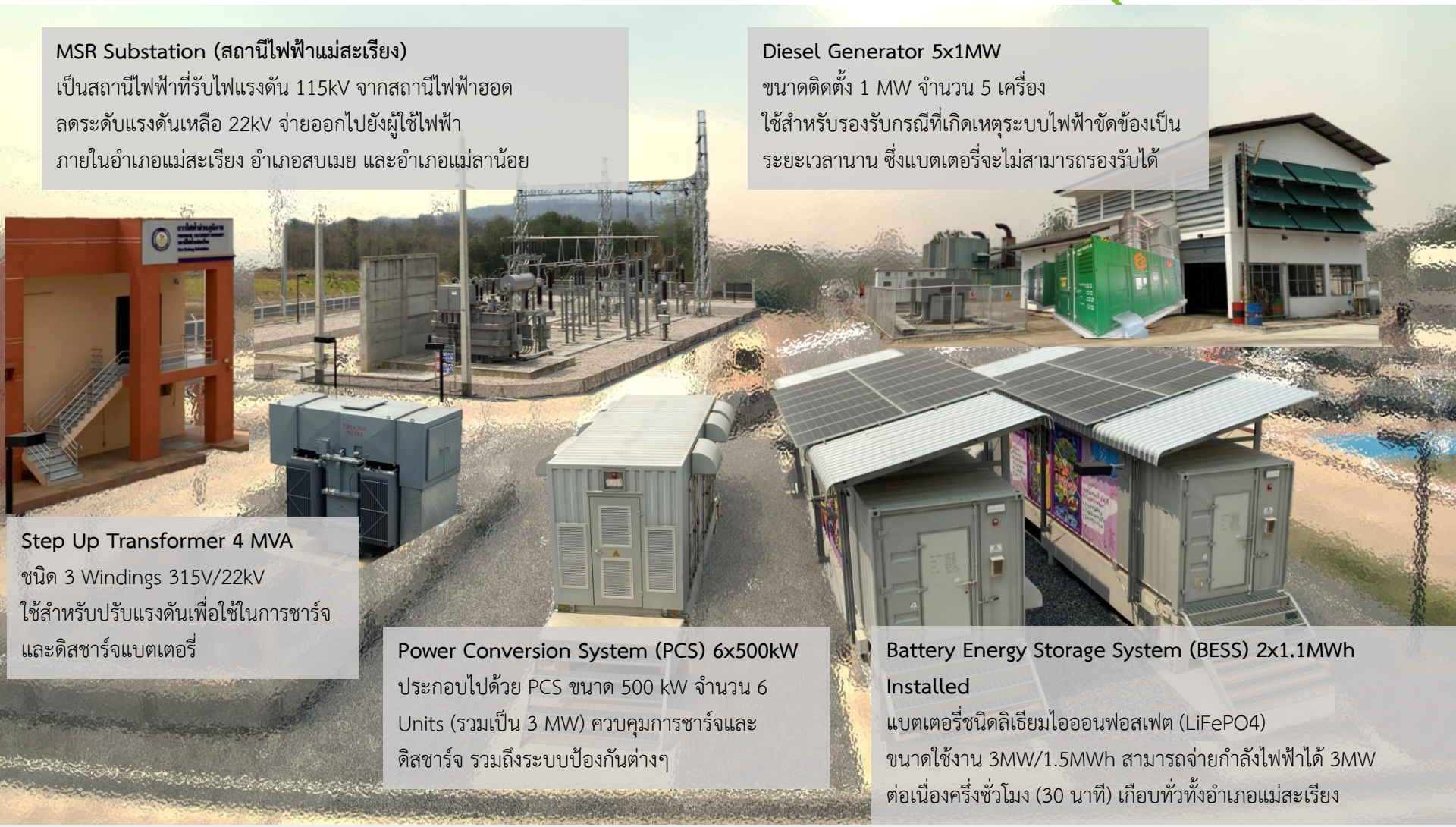
**with Building Energy Management System (BEMS)**

**Control Smart Devices by PEA HiVE platform**

PEA HiVE platform

**MSR Substation (สถานีไฟฟ้าแม่สะเรียง)**
เป็นสถานีไฟฟ้าที่รับไฟแรงดัน 115kV จากสถานีไฟฟ้าฮอด
ลดระดับแรงดันเหลือ 22kV จ่ายออกไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า
ภายในอำเภอแม่สะเรียง อำเภอสบเมย และอำเภอแม่ลาน้อย

**Diesel Generator 5x1MW**
ขนาดติดตั้ง 1 MW จำนวน 5 เครื่อง
ใช้สำหรับรองรับกรณีที่เกิดเหตุระบบไฟฟ้าขัดข้องเป็น
ระยะเวลานาน ซึ่งแบตเตอรี่จะไม่สามารถรองรับได้



**Step Up Transformer 4 MVA**
ชนิด 3 Windings 315V/22kV
ใช้สำหรับปรับแรงดันเพื่อใช้ในการชาร์จ
และดิสชาร์จแบตเตอรี่

**Power Conversion System (PCS) 6x500kW**
ประกอบไปด้วย PCS ขนาด 500 kW จำนวน 6
Units (รวมเป็น 3 MW) ควบคุมการชาร์จและ
ดิสชาร์จ รวมถึงระบบป้องกันต่างๆ

**Battery Energy Storage System (BESS) 2x1.1MWh Installed**
แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต (LiFePO4)
ขนาดใช้งาน 3MW/1.5MWh สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ 3MW
ต่อเนื่องครึ่งชั่วโมง (30 นาที) เกือบทั่วทั้งอำเภอแม่สะเรียง

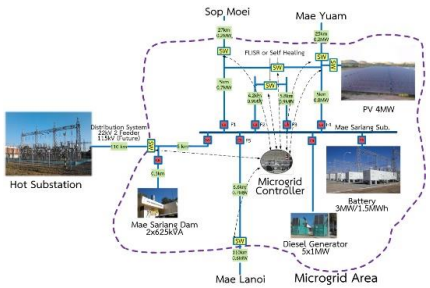
# Microgrid at Mae Sariang: MGC and FRTU

FRTU

MGC

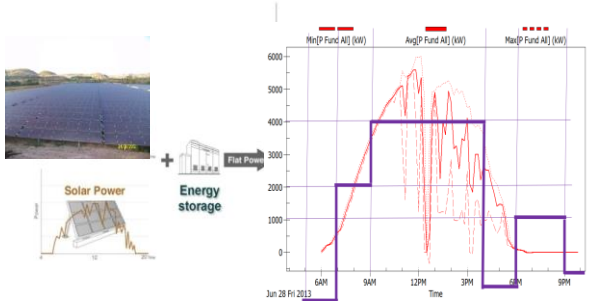
MGC

# Microgrid at Mae Sariang: Mode of Function



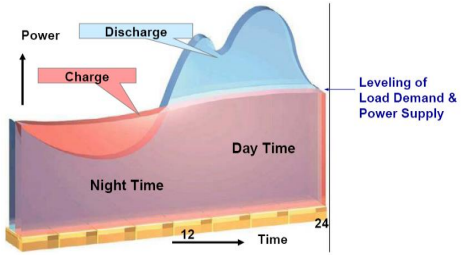

## 1.Islanding

**(when outage)**




## 2.Intermittent Resources Integration

**(regulate and maintain voltage during intermittent of solar)**

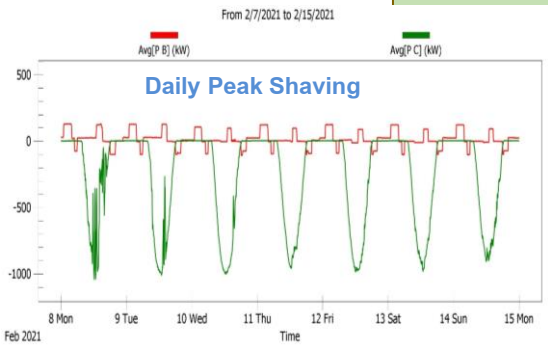


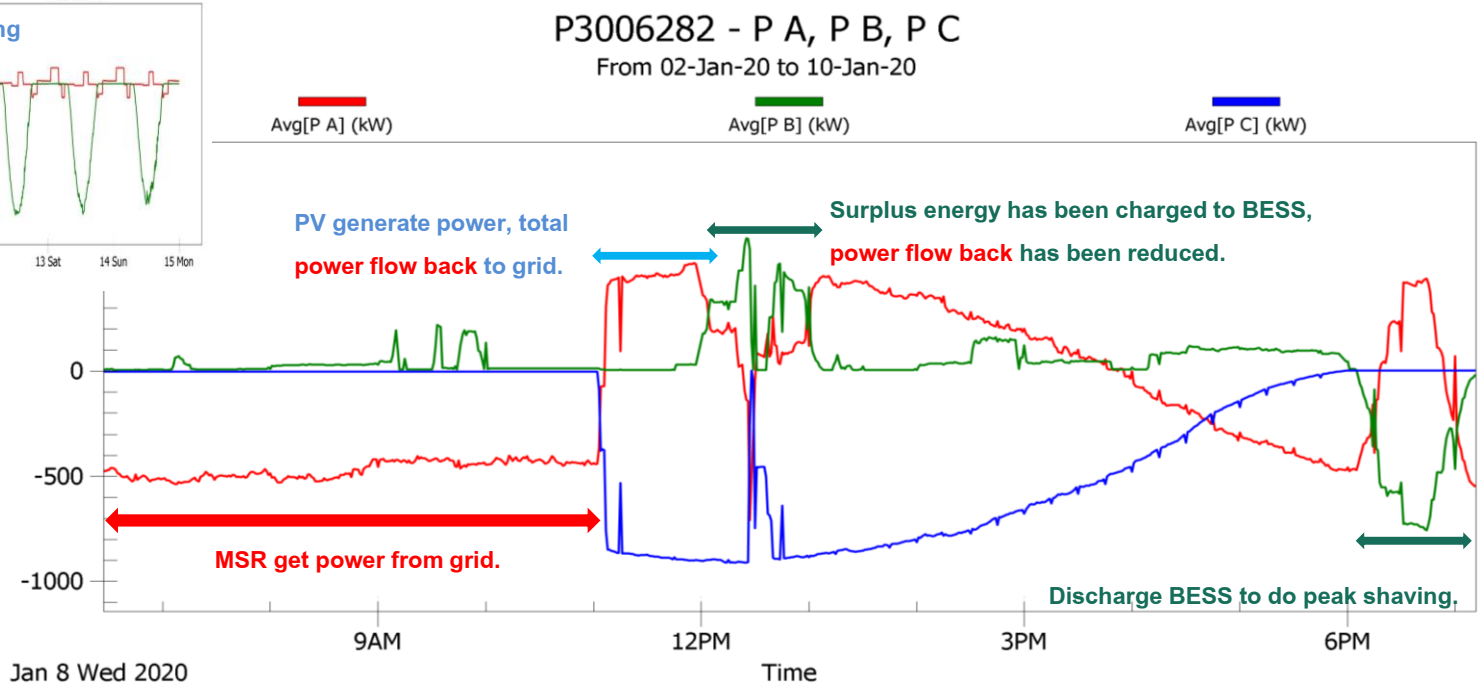

## 3.Peak Shaving

**(charge surplus energy form PV to BESS and discharge to load during peak time)**

# Microgrid at Mae Sariang: Peak Shaving Example.

BESS has been charged by surplus energy form PV, then discharge during peak.



# Microgrid at Mae Sariang

## Function list

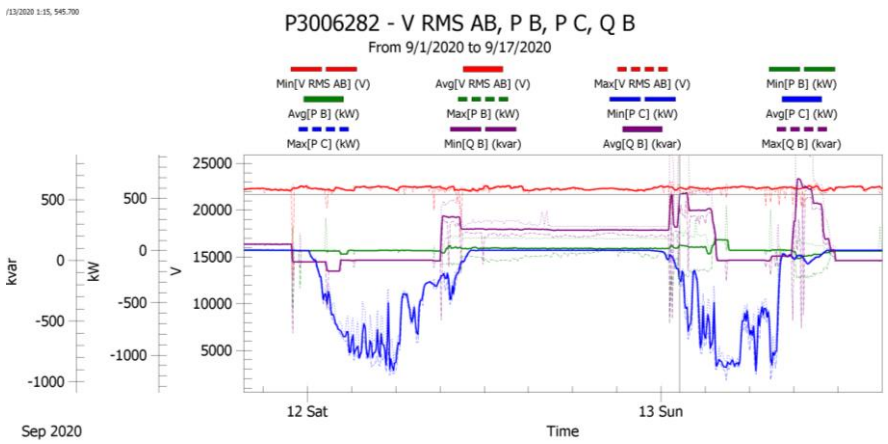
1. Peak Shaving
2. Intentional Islanding
3. Intentional Grid-Connected
4. Fault Location, Isolation and Service Restoration(FLISR)
5. Auto Black Start
6. ATS Functions (ATS1-ATS5)
7. Auto grid-Connected
8. Load Recovery after Grid-Connected
9. PV Shedding during Islanding
10. Load Shedding during Islanding
11. Frequency Regulation
12. Voltage Regulation
13. PV Smoothing
14. Energy Time Shifting

# Microgrid at Mae Sariang

## Voltage Regulation

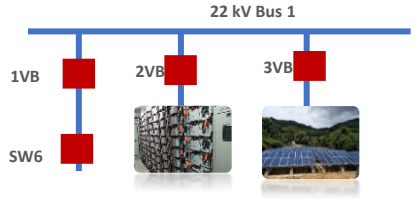
### Function Description

Supply/Absorb reactive power to maintain the voltage level



# Microgrid at Mae Sariang

## PV Smoothing**




### Function Description

Supply/Absorb active power to maintain the variation of PV output

# Microgrid at Mae Sariang: Grand Opening

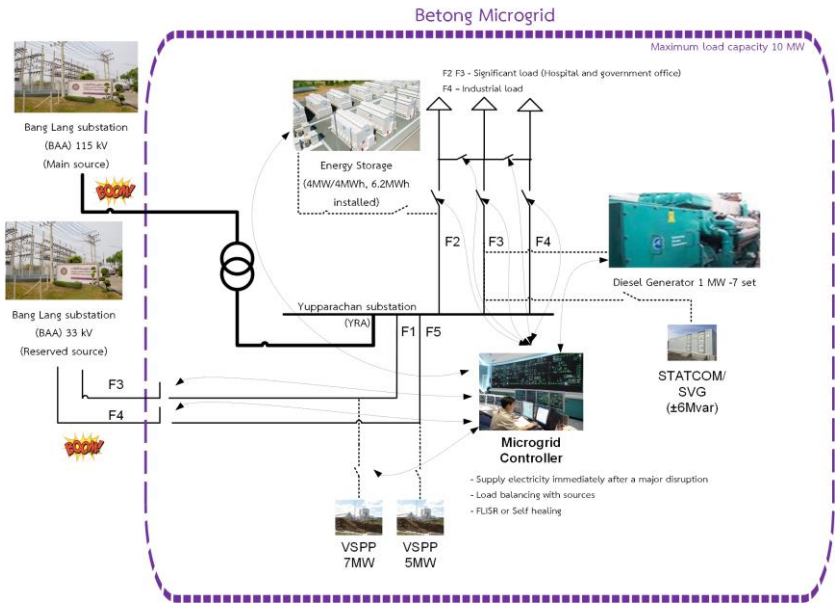
# Microgrid at Betong, Yala Province

## Existing

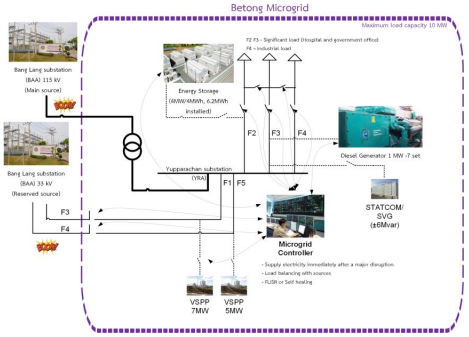
| | | |
|---|---|---|
| Diesel Gen. (1MW) | 7 | Units |

## Scope of Work

| | | |
|---|---|---|
| Energy Storage (4MW/4MWh, 6.2MWh installed) to cover significant load | 1 | Units |
| Micro grid Controller with Fault Location Isolation & Service Restoration (FLISR) | 1 | System |
| Communication System | 1 | System |
| STATCOM/SVG (±6Mvar) | 1 | System |

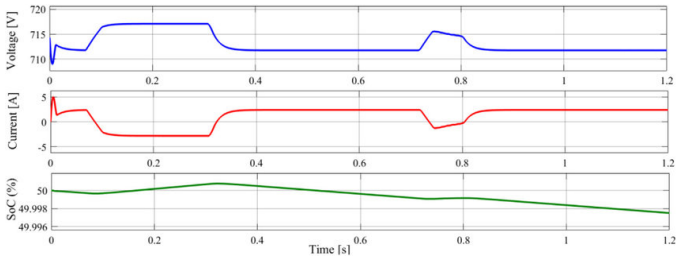


# Microgrid at Betong, Yala Province



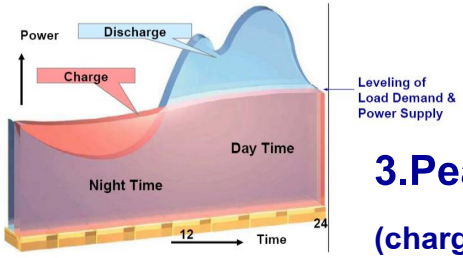

## 1.Islanding

**(when outage)**




## 2.Power Quality

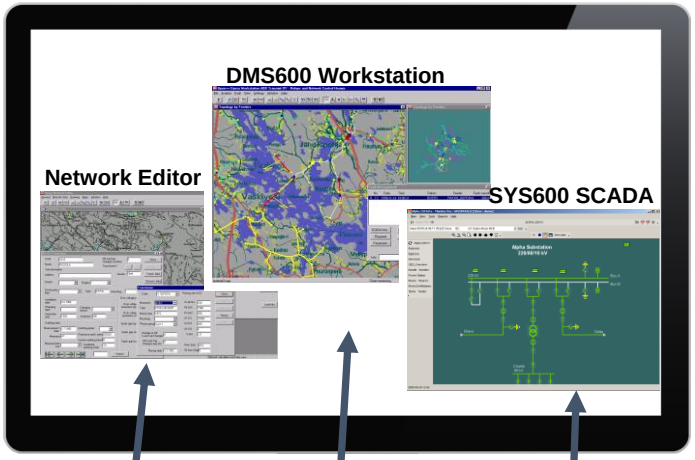
**(regulate and maintain voltage/frequency 24/7)**

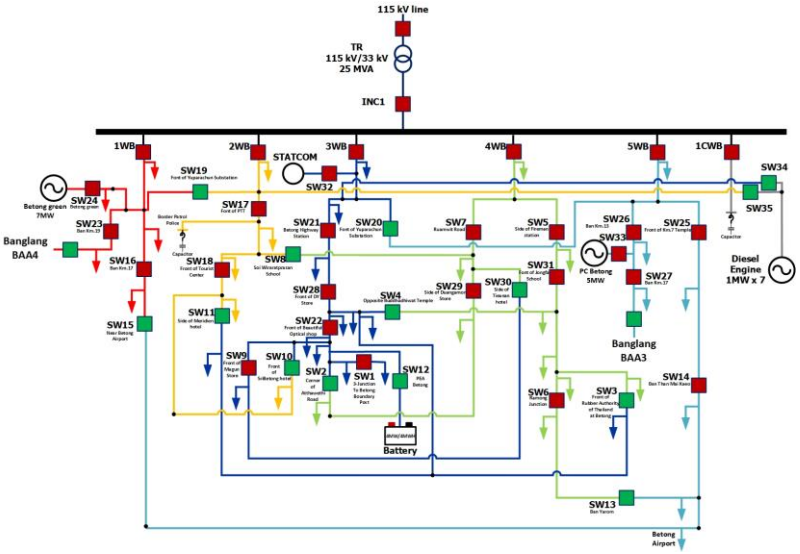


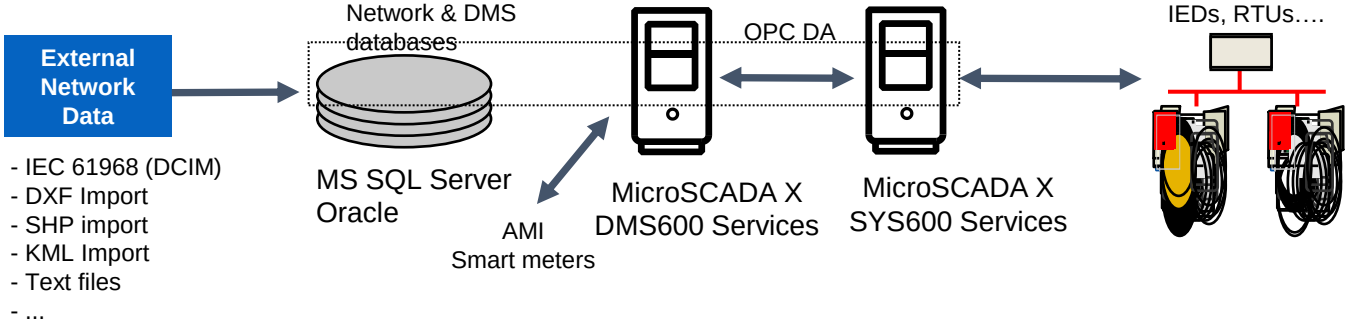

## 3.Peak Shaving/Energy Arbitrage

**(charge to BESS during low price or off-peak and discharge to load during high price or peak)**

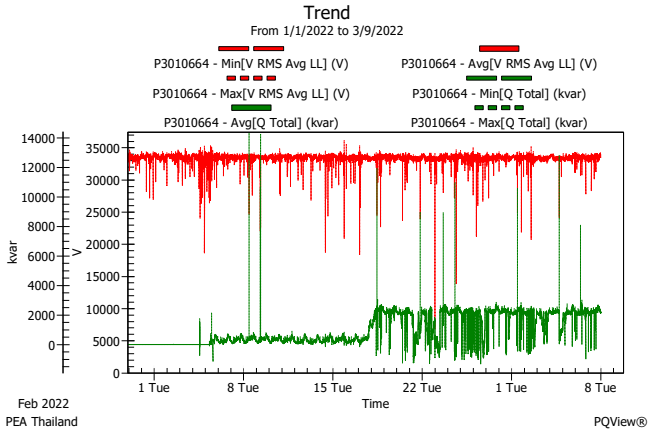
# System Overview for Fault Location Isolation & Service Restoration (FLISR)

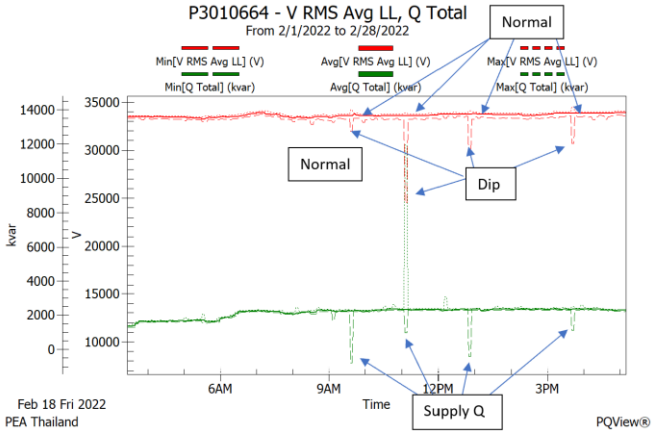


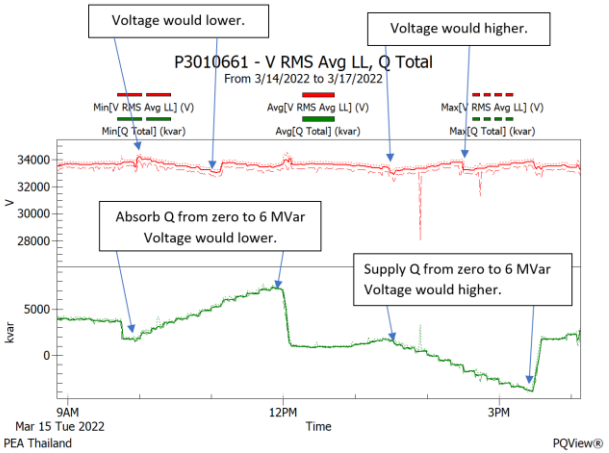



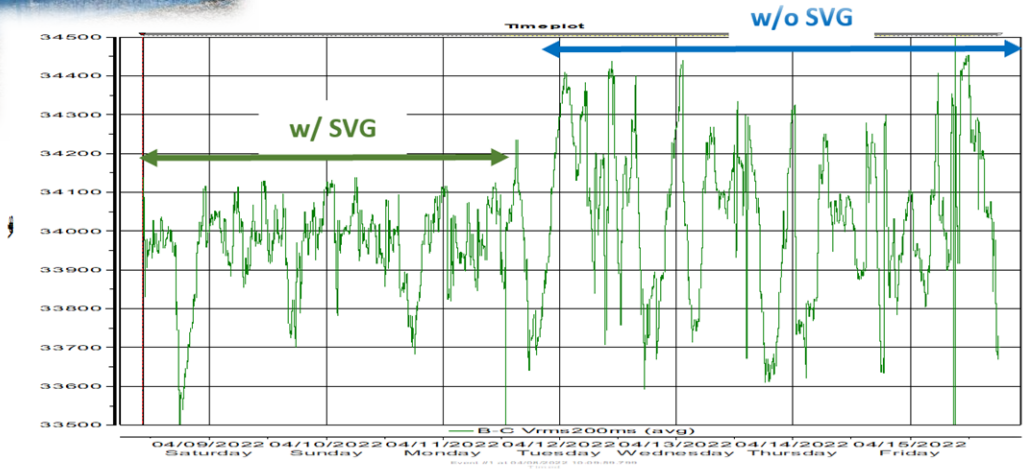
# การนำอุปกรณ์ STATCOM/SVG มาประยุกต์ใช้งานในระบบไฟฟ้าของ กฟภ.



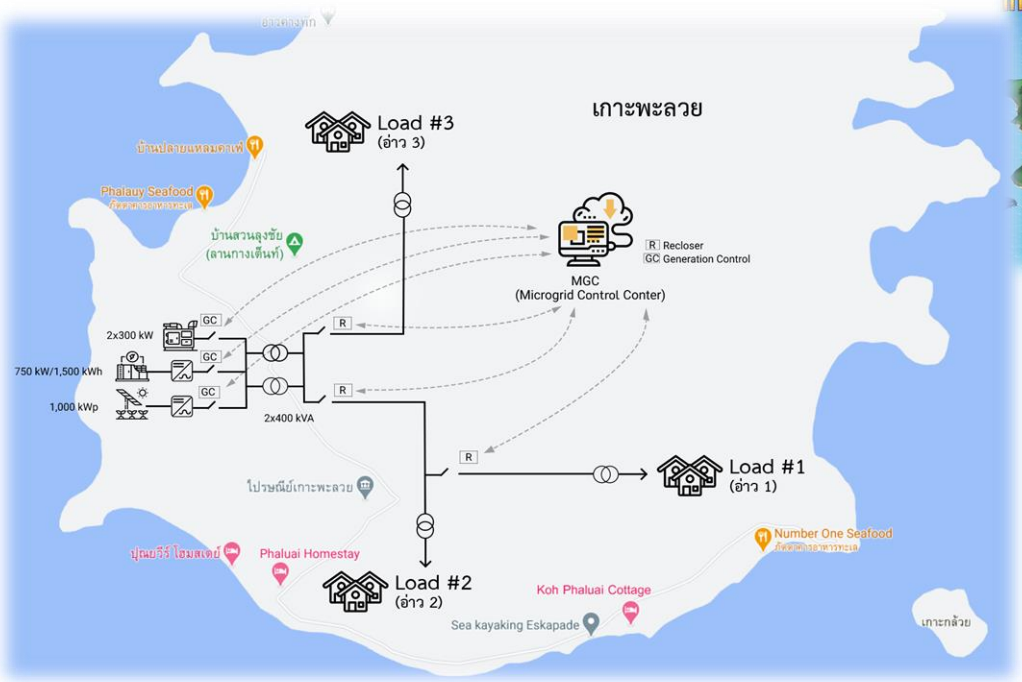



# การนำอุปกรณ์ STATCOM/SVG มาประยุกต์ใช้งานในระบบไฟฟ้าของ กฟภ.

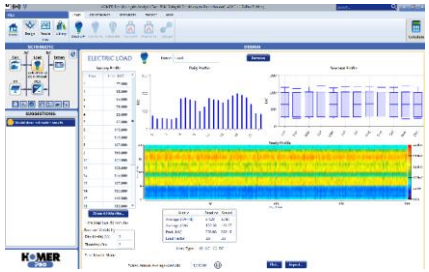


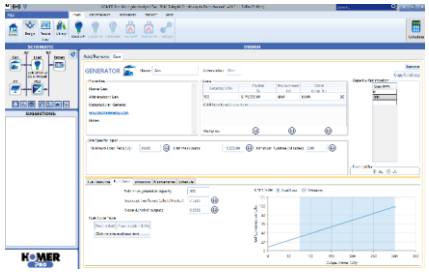
# Phaluai Island Microgrid, Surat Thani



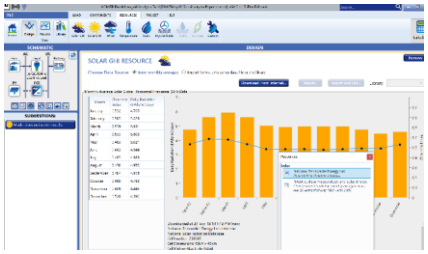
# Microgrid Design: Parameters modelling in HOMER Pro



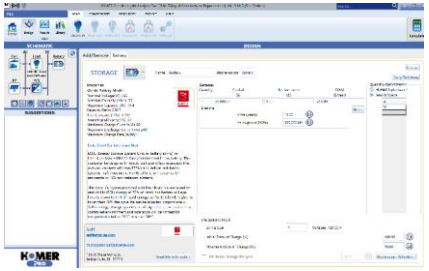
Daily load modelling



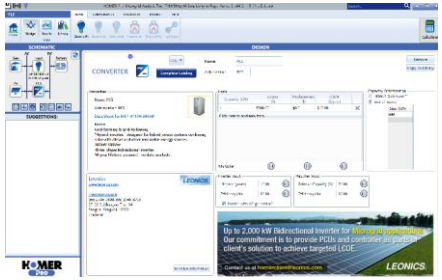
Generator modelling



PV modelling

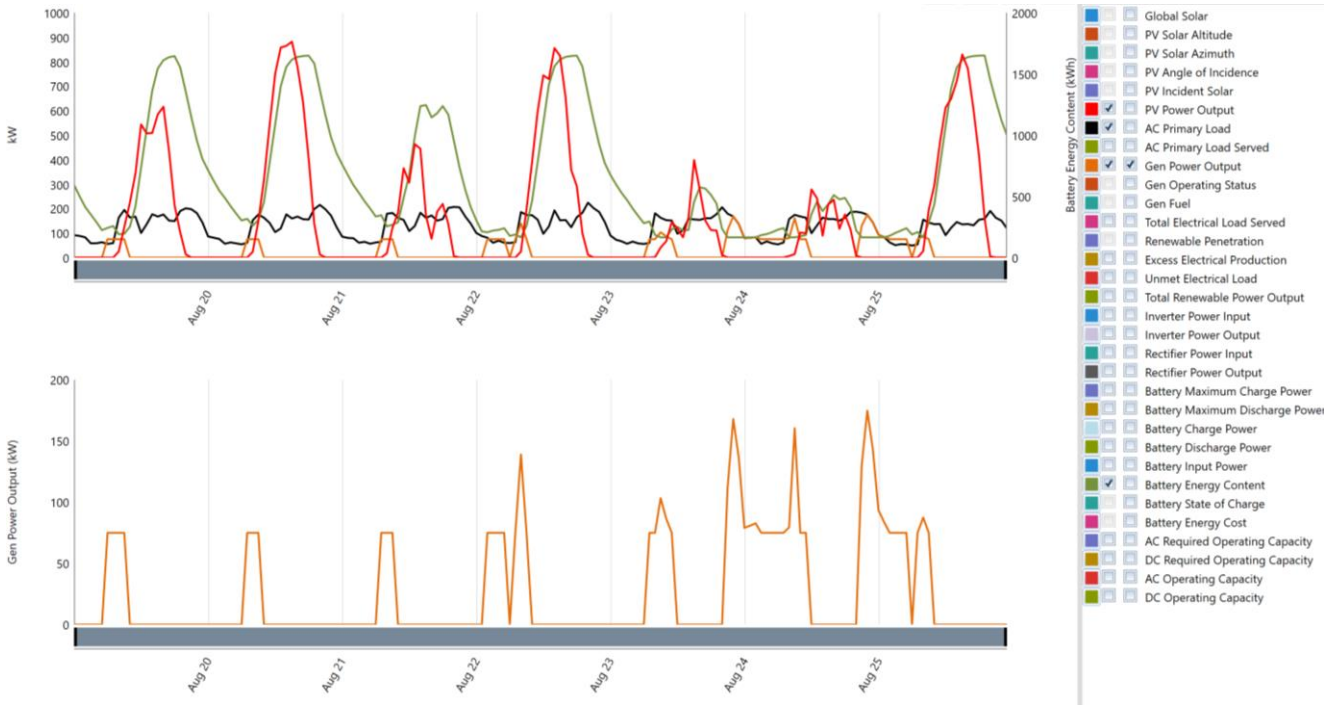


Battery modelling



PCS modelling

# Microgrid Design: Parameters modelling in HOMER Pro



# แผนการดำเนินการงาน Energy Storage System (ESS)

| รหัสโครงการ | โครงการ/กิจกรรม – เสาหลักที่ 4 | สอดคล้องกับแผนกลยุทธ์ | หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ | หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง | กรอบงบประมาณโครงการ (ล้านบาท) | กรอบระยะเวลาการดำเนินการ (พ.ศ. 2565-2580) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ระยะ 1-2 ปี | | ระยะ 3-5 ปี | | | ระยะ 6-10 ปี | | | | | | | | | |
| | | | | | | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 | 2569 | 2570 | 2571 | 2572 | 2573 | 2574 | 2575 | 2576 | 2577 | 2578 | 2579 | 2580 |
| PEA-4-01 | แผนงานระยะยาวในการจัดหาระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ (BESS) บนเกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี | (1.1) (3.1) (3.2) | กฟภ. | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PEA-4-02 | โครงการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานเพื่อรองรับการบริหารความต้องการ ไฟฟ้าและพลังงานหมุนเวียน ระยะที่ 1 (อยู่ระหว่างจัดทำ FS) | (1.1) (3.1) (3.2) | กฟภ. | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PEA-4-03 | โครงการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานเพื่อรองรับการบริหารตามความต้องการไฟฟ้าและพลังงานหมุนเวียน ระยะที่ 2 (อยู่ระหว่างจัดทำ FS) | (1.1) (3.1) (3.2) | กฟภ. | - | | | | | | | | | | | | | | | | |

# แผนการดำเนินการงาน Energy Storage System (ESS)

## โครงการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานเพื่อรองรับการบริหารความต้องการไฟฟ้า และพลังงานหมุนเวียน ระยะที่ 1

### วัตถุประสงค์ของโครงการ

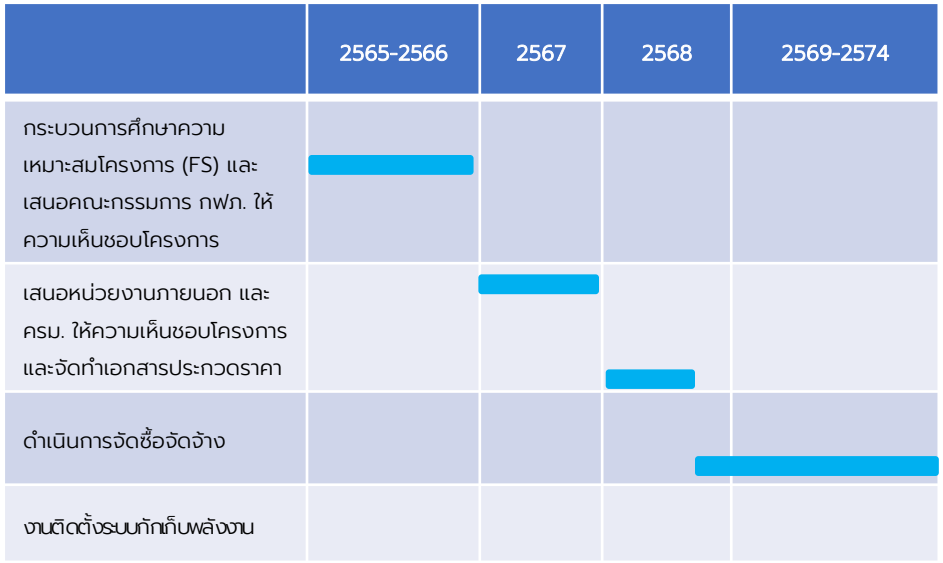
1. ตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นทั้งในระบบจำหน่าย ระบบสถานีไฟฟ้า และระบบสายส่ง
2. ทำหน้าที่บริการเสริม (Ancillary Services) เพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนหรือแหล่งพลังงานที่มีความผันผวนสูง รวมถึงตามแผน RE100
3. เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับรองรับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอุตสาหกรรมพลังงานในอนาคต เช่น Prosumer, Electric Vehicle (EV), Demand Response (DR), ตลาดซื้อขายไฟฟ้าเสรี และการจัดหาพลังงานสะอาดสำหรับลูกค้า เป็นต้น
4. แก้ปัญหาการจ่ายกระแสไฟฟ้า และคุณภาพไฟฟ้า

### ผลประโยชน์

1. ลดหรือชะลอการลงทุนก่อสร้างโครงข่ายไฟฟ้า ได้แก่ระบบจำหน่าย ระบบสถานีไฟฟ้า และระบบสายส่ง อันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์สินทรัพย์จากระบบไฟฟ้าเดิม
2. รักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจาก RE ที่มีความผันผวนสูง
3. ลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak shaving) และแก้ปัญหากระแสไฟฟ้าขัดข้อง (Islanding)
4. แก้ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตก แรงดันไฟฟ้าเกิน ด้วยการรักษาระดับแรงดันของระบบไฟฟ้า อันเป็นการเพิ่มคุณภาพไฟฟ้า ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง และลดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย
5. รองรับปริมาณ Prosumer และ EV
6. รองรับธุรกิจ DR และตลาดซื้อขายไฟฟ้าเสรี

### ขอบเขตการดำเนินการ

- งานติดตั้งระบบกักเก็บพลังงาน (ESS) ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม ทั้ง 12 เขต ทั่วประเทศ เริ่มดำเนินการติดตั้งปี 2568



# แผนการดำเนินการงาน Energy Storage System (ESS)

## โครงการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานเพื่อรองรับการบริหารความต้องการไฟฟ้า และพลังงานหมุนเวียน ระยะที่ 2

### วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นทั้งในระบบจำหน่าย ระบบสถานีไฟฟ้า และระบบสายส่ง
2. ทำหน้าที่บริการเสริม (Ancillary Services) เพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนหรือแหล่งพลังงานที่มีความผันผวนสูง รวมถึงตามแผน RE100
3. เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับรองรับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอุตสาหกรรมพลังงานในอนาคต เช่น Prosumer, Electric Vehicle (EV), Demand Response (DR), ตลาดซื้อขายไฟฟ้าเสรี และการจัดหาพลังงานสะอาดสำหรับลูกค้า เป็นต้น
4. แก้ปัญหาการจ่ายกระแสไฟฟ้า และคุณภาพไฟฟ้า

### ผลประโยชน์

1. ลดหรือชะลอการลงทุนก่อสร้างโครงข่ายไฟฟ้า ได้แก่ระบบจำหน่าย ระบบสถานีไฟฟ้า และระบบสายส่ง อันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์สินทรัพย์จากระบบไฟฟ้าเดิม
2. รักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจาก RE ที่มีความผันผวนสูง
3. ลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak shaving) และแก้ปัญหากระแสไฟฟ้าขัดข้อง (Islanding)
4. แก้ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตก แรงดันไฟฟ้าเกิน ด้วยการรักษาระดับแรงดันของระบบไฟฟ้า อันเป็นการเพิ่มคุณภาพไฟฟ้า ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง และลดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย
5. รองรับปริมาณ Prosumer และ EV
6. รองรับธุรกิจ DR และตลาดซื้อขายไฟฟ้าเสรี

### ขอบเขตการดำเนินการ

- งานติดตั้งระบบกักเก็บพลังงาน (ESS) ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม ทั้ง 12 เขต ทั่วประเทศ เริ่มดำเนินการติดตั้งปี 2568

| | 2565-2566 | 2567 | 2572 | 2573-2580 |
|---|---|---|---|---|
| กระบวนการศึกษาความเหมาะสมโครงการ (FS) และเสนอคณะกรรมการ กฟภ. ให้ความเห็นชอบโครงการ | ■ | | | |
| เสนอหน่วยงานภายนอก และ ครม. ให้ความเห็นชอบโครงการ และจัดทำเอกสารประกวดราคา | | ■ | ■ | |
| ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้าง | | | | ■ |
| งานติดตั้งระบบกักเก็บพลังงาน | | | | |

# Thank You