



British Embassy
Bangkok



Department of Alternative
Energy Development and Efficiency
MINISTRY OF ENERGY

“ความสำคัญของการควบคุมกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ ของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์”

20 มกราคม 2558

โรงแรมโนโวเทล สยามสแควร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรัชชัย ชัยทัศนีย์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Email: surachai.c@chula.ac.th

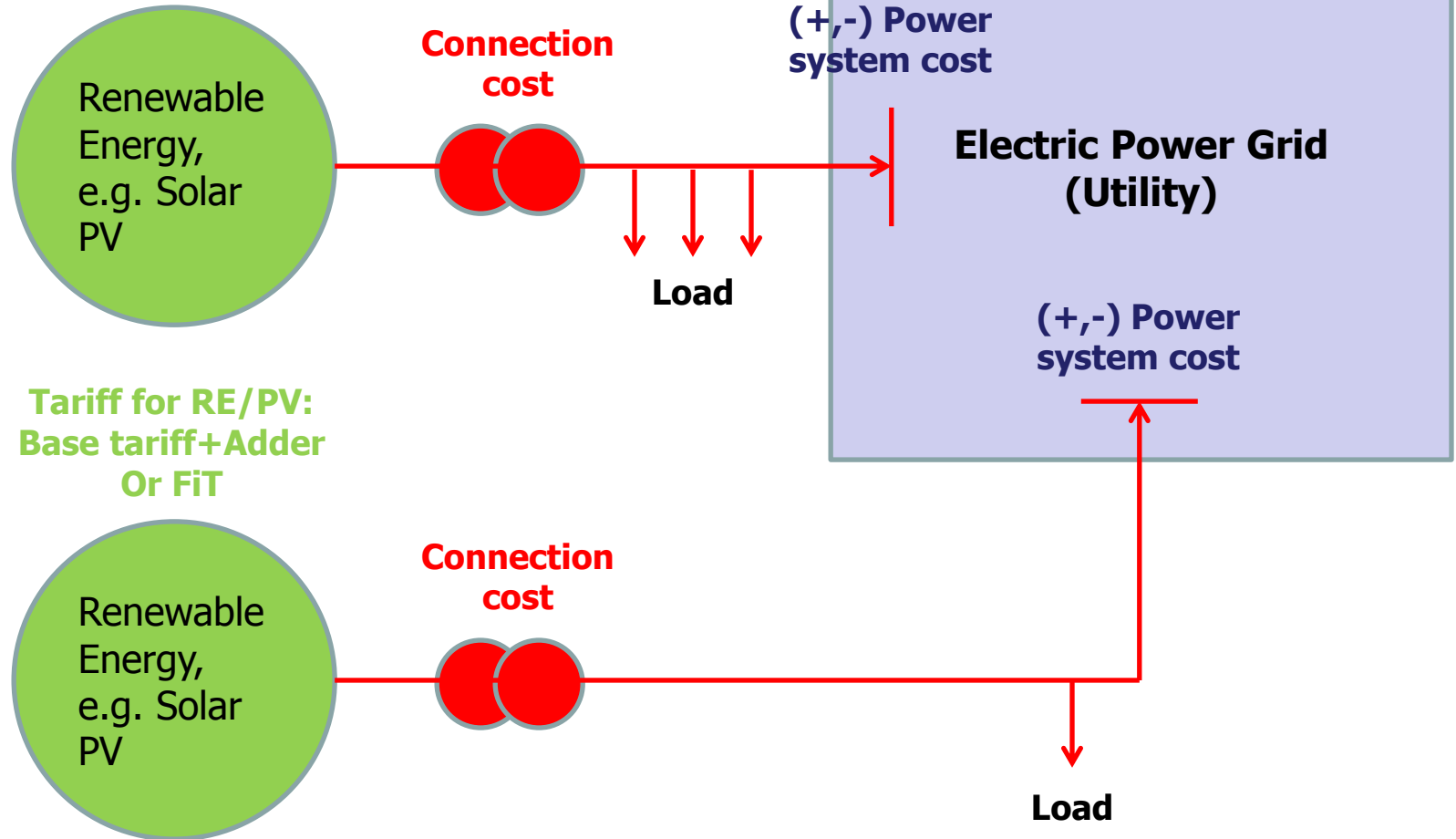
แนวคิดสำคัญ

๑. การเชื่อมต่อ Solar PV (SPP, VSPP ใดๆ) ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าต่างกันไป และต้นทุนโครงการยังไม่ครอบคลุมต้นทุนต่างๆต่อระบบไฟฟ้า ซึ่งอาจช่วยเพิ่มหรือลดก็ได้ เช่น การลงทุนในระบบส่ง/ระบบจำหน่ายไฟฟ้า, การเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป (Economic dispatch/Merit order), การควบคุมและปฏิบัติการระบบไฟฟ้า เช่น การควบคุมแรงดัน, กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในสาย, อื่นๆ, ความต้องการกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองจาก Conventional power plant, เป็นต้น
๒. การเชื่อมต่อ Solar PV (SPP, VSPP ใดๆ) ในแต่ละพื้นที่ (Zone/Area) ของระบบไฟฟ้า จึงนำมาซึ่งผลกระทบและต้นทุนรวมที่แท้จริงของประเทศแตกต่างกันไป

ประเด็นทั้งสองข้างต้น ควรได้รับการพิจารณาอย่างจริงจัง หากประเทศไทยจะมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (RE) และการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัว (DG) ที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมแก่ทุกภาคส่วน (Generation, Transmission, Distribution, Customer, Public)

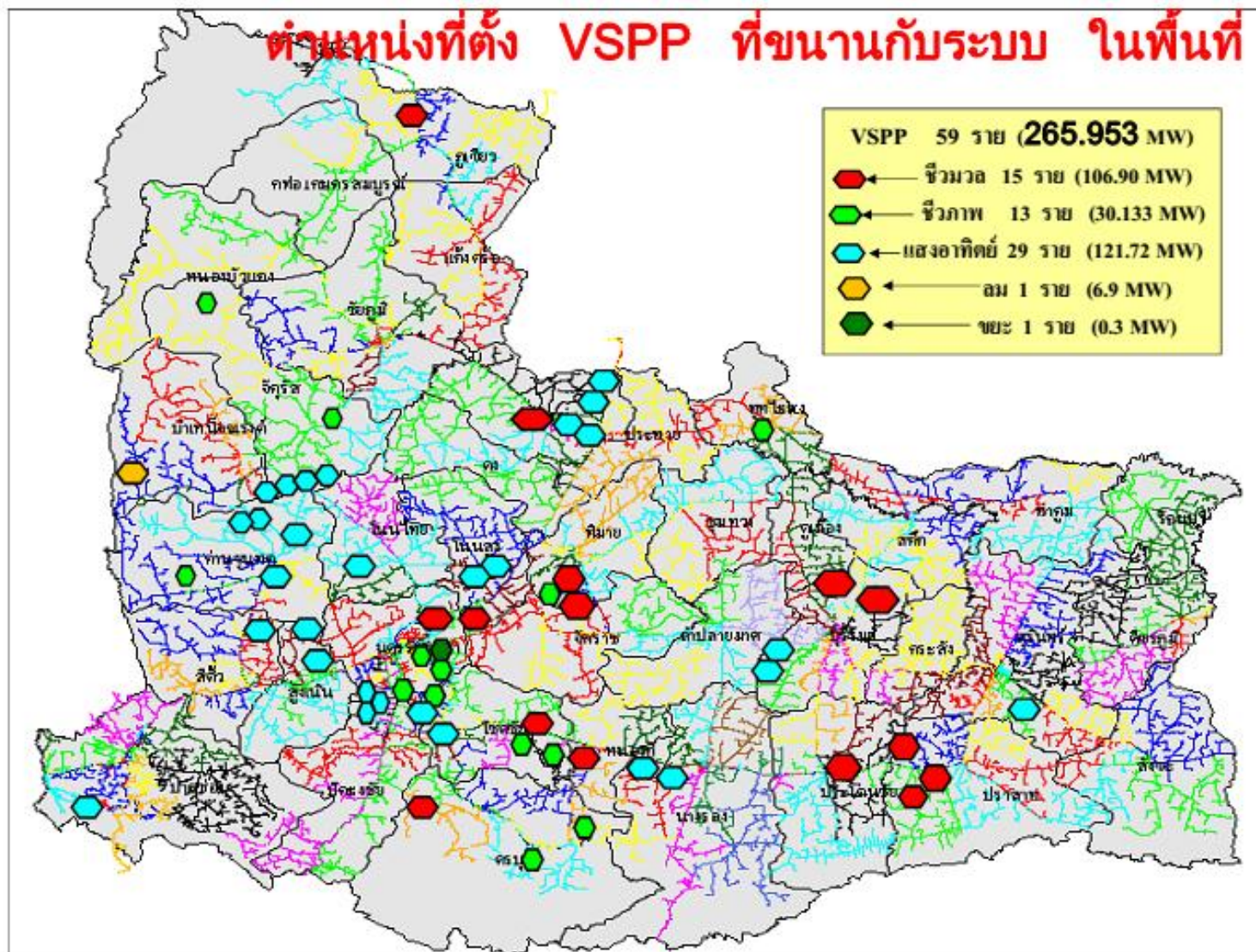
Concept

Tariff for RE/PV:
Base tariff+Adder
Or FiT



1. Utility has to invest more on the system operation and/or system expansion. (E.g. voltage regulation, power loss, power dispatch, system reserve, power flow capacity, ...)
2. Different connection locations cause different power system costs.
3. The utility may not be willing to accept the RE/PV connection.

Connection of RE in North Eastern of Thailand



Source: Provincial Electricity Authority, 2013

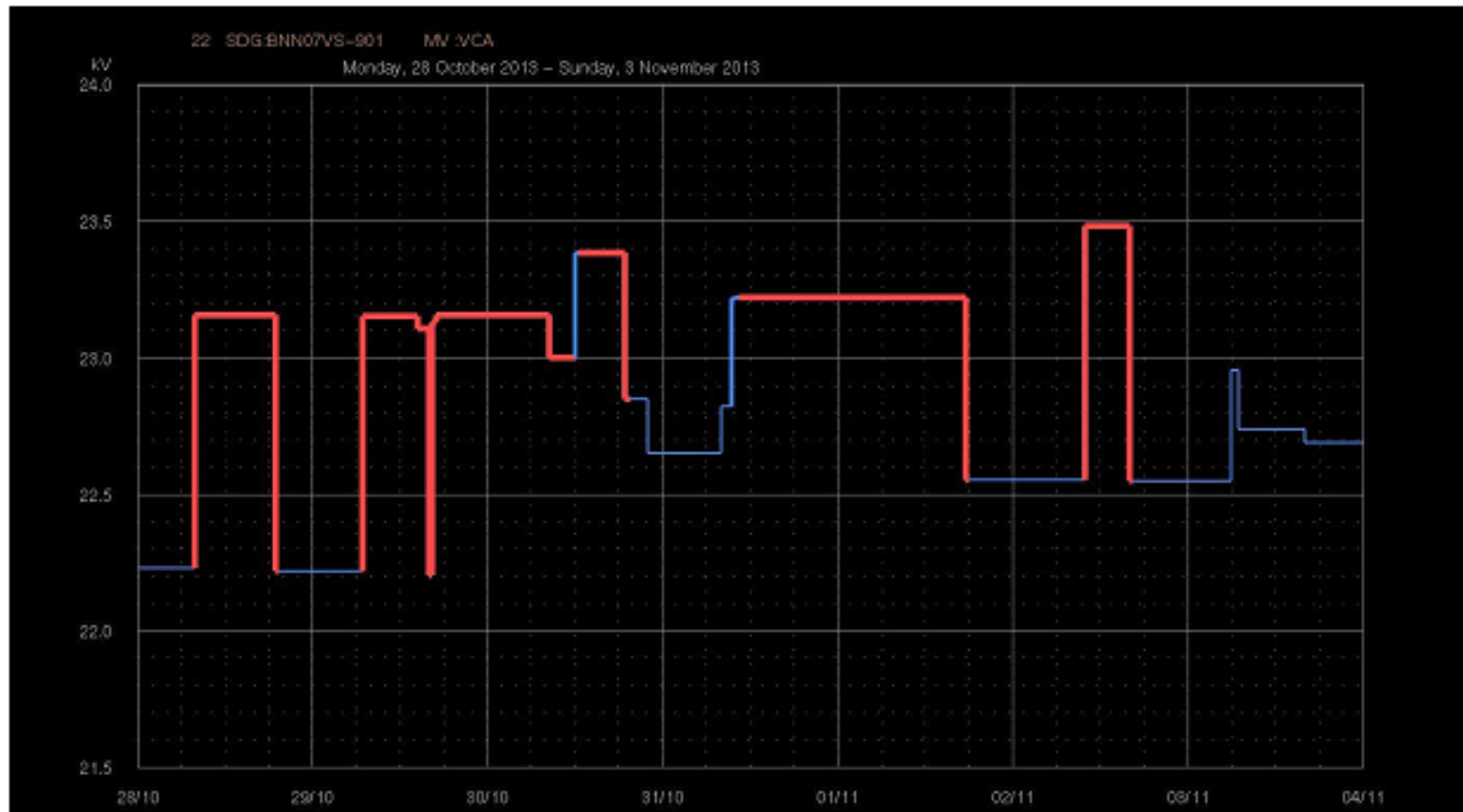
Voltage at Connection Point

ระดับแรงดัน	ภาวะปกติ		ภาวะฉุกเฉิน	
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
115 กิโลโวลต์	120.7	109.2	126.5	103.5
69 กิโลโวลต์	72.4	65.5	75.9	62.1
33 กิโลโวลต์	34.7	31.3	36.3	29.7
22 กิโลโวลต์	23.1	20.9	24.2	19.8
380 โวลต์	342	418	342	418
220 โวลต์	200	240	200	240

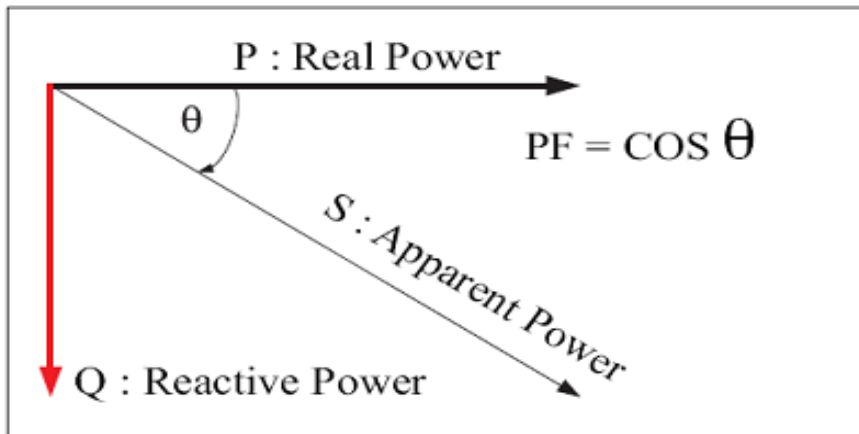
ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, ๒๕๕๗

Voltage at Connection Point: higher than limit

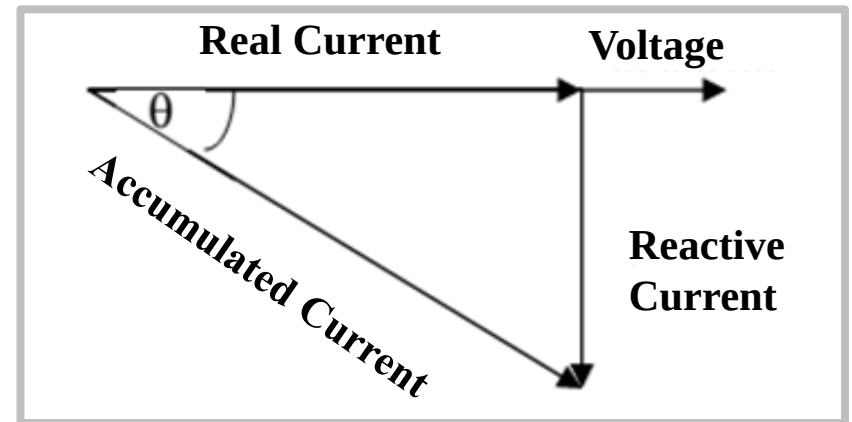
ตัวอย่างแรงดันไฟฟ้า ณ จุดเชื่อมต่อของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์



Power Factor & Reactive Power & Voltage



สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า



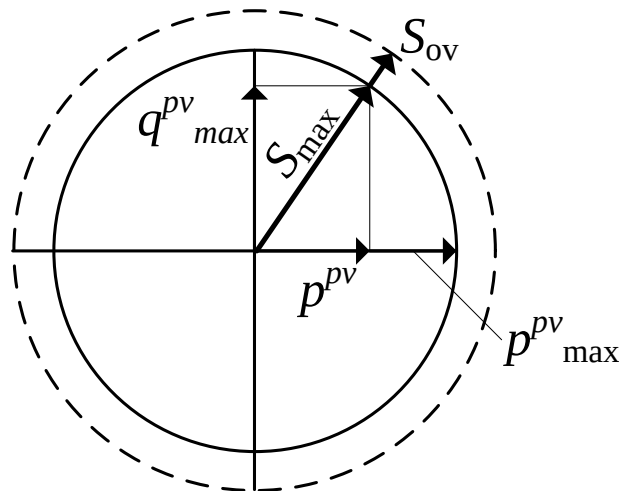
ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า
และแรงดันไฟฟ้า

Power Factor & Reactive Power & Voltage

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (kVAr, MVar) และ
แรงดันไฟฟ้า [ในกรณีที่ไม่มีการผลิตกำลังไฟฟ้าจริง (kW, MW)]

$$Q_{PV} = \frac{V_{PV}^2}{X_{PV}}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าจริง (kW, MW) และ กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ
(kVAr, MVar)



Example of Solutions

วิธีการแก้ไขปัญหาในระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงดันปานกลาง (มี “แรงดันต่ำ” เช่นกัน)

Effectiveness of solutions		Technical solution	CZ	DE	ES	IT
HIGH EFFECTIVENESS		Network Reinforcement				
		Reactive power control by PV inverter Q(U) Q(P)				
		Curtailment of power feed-in at PCC				
		Active power control by PV inverter P(U)				
		Network Reconfiguration				
		SCADA + PV inverter control (Q and P)				
		Advanced voltage control for HV/MV transformer				
NORMAL EFFECTIVENESS		SCADA + direct load control				
		Self-consumption by tariff incentives				
		Wide area voltage control				
		DSO storage				
		Prosumer storage				
LOW EFFECTIVENESS		On Load Tap Changer for MV/LV transformer				
		Booster Transformer				
		Demand response by local price signals				
		Demand response by market price signals				
		Advanced Closed-Loop Operation				

Regulatory priority index - Legend	
Adoption of solution requires regulatory development	
Adoption of solution requires regulatory and technology developments	
Technology is not mature	
Can be applied where problems occur	

Source: PV Grid Consortium
(www.pvgrid.eu)

Concept

เพื่อให้เกิดการกระตุ้น Solar PV (SPP, VSPP ใดๆ) ในการช่วยสนับสนุนแรงดันไฟฟ้า อาจต้องมีการกำหนดราคาค่าไฟฟ้าต่างๆ เพิ่มเติม เช่น ...

(ปัจจุบัน) Solar PV จะถูกปลดออก หากแรงดันไฟฟ้าเกินค่าขอบเขตที่กำหนดไว้
→ รายได้การขายไฟฟ้า W จะลดลง

(แนวทางที่เสนอ) Solar PV ควรสามารถปรับเปลี่ยนค่า Var (Power factor) ได้

(ปัจจุบัน) ในกรณีที่ Solar PV ต้องจ่ายค่า Var

(แนวทางที่เสนอ) หาก Solar PV ช่วยรักษาแรงดันไฟฟ้า → (๑) ควรละเว้นค่า VAr, (๒) (ควรมีการชดเชยรายได้การขายไฟฟ้า W), (๓) (แม้กระทั่งได้รับค่า Var)

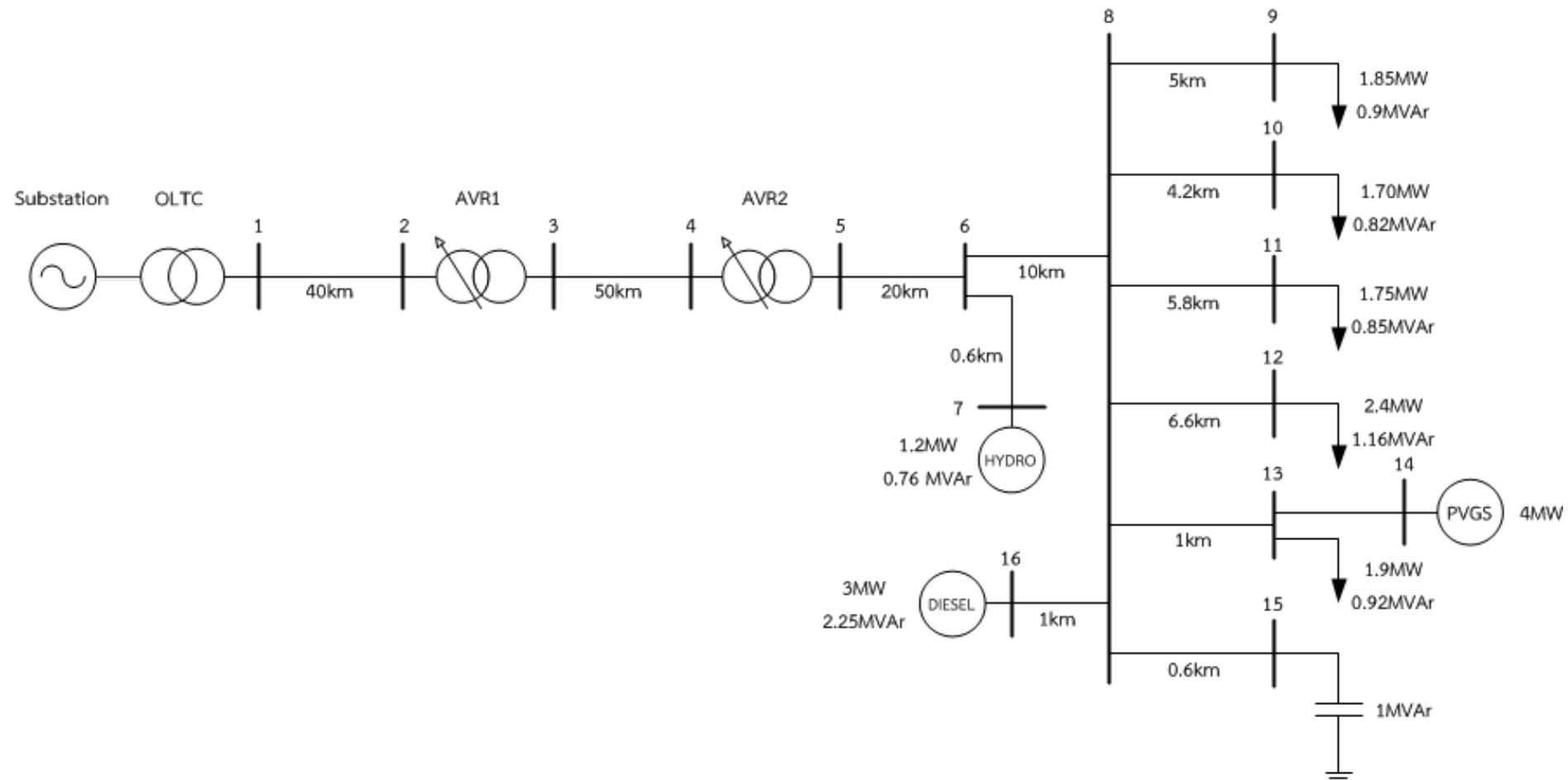
(ในมุมมองกลับกัน) ควรมีการประเมินต้นทุนที่เพิ่มขึ้นของระบบไฟฟ้า เนื่องมาจากการรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าในกรณีที่มี Solar PV แม้ระดับแรงดันไฟฟ้าจะยังไม่เกินค่า Limit (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีผู้ผลิตไฟฟ้าหลายราย)

What to do

1. ให้ความสำคัญกับ ...
 - 1.1 “Var charge” และ “Opportunity loss” จากการควบคุมแรงดันไฟฟ้า
 - 1.2 ต้นทุนในการควบคุมแรงดันไฟฟ้า
2. ประเมินผลกระทบของ Solar PV ต่อระดับแรงดันไฟฟ้า
3. เก็บรวบรวมข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า Solar PV: “Var charge” และ “Opportunity loss” เป็นอย่างไร
4. เก็บรวบรวมข้อมูลจากการไฟฟ้า: ต้นทุนในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าเป็นอย่างไร ผลกระทบของแรงดันไฟฟ้าเป็นอย่างไร
5. นำเสนอแนวทางการควบคุมแรงดันไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงราคาค่าไฟฟ้า
6. สร้างงานวิจัยและจัดสัมมนาเพื่อรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

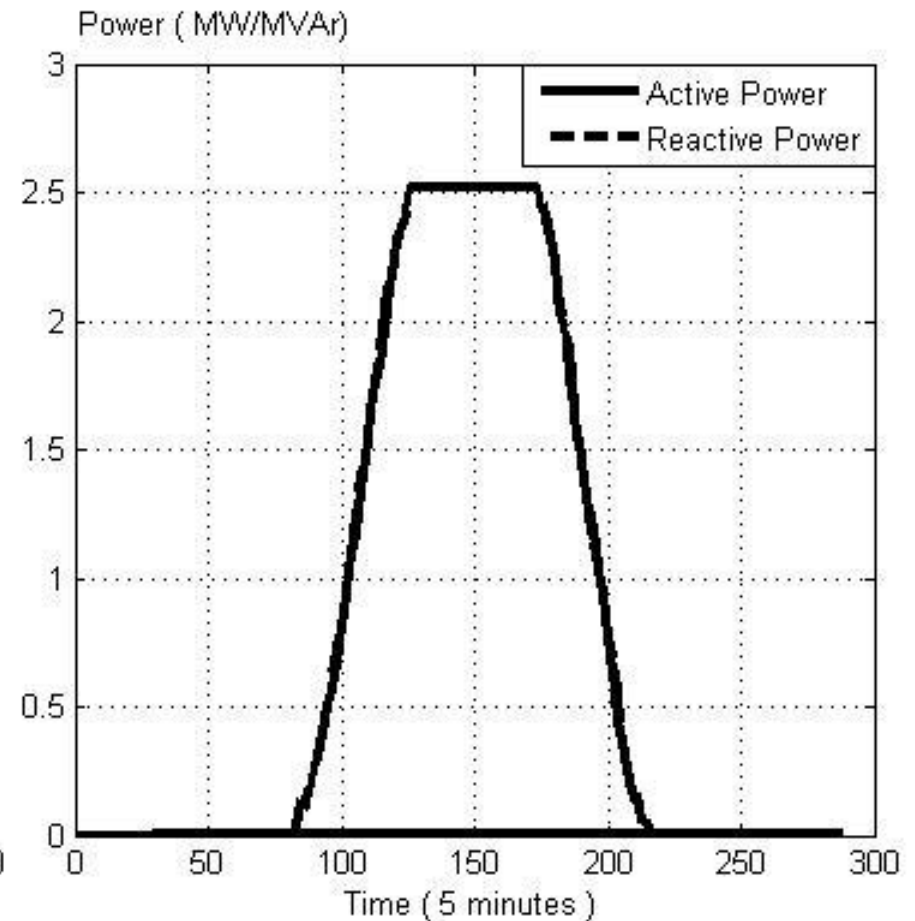
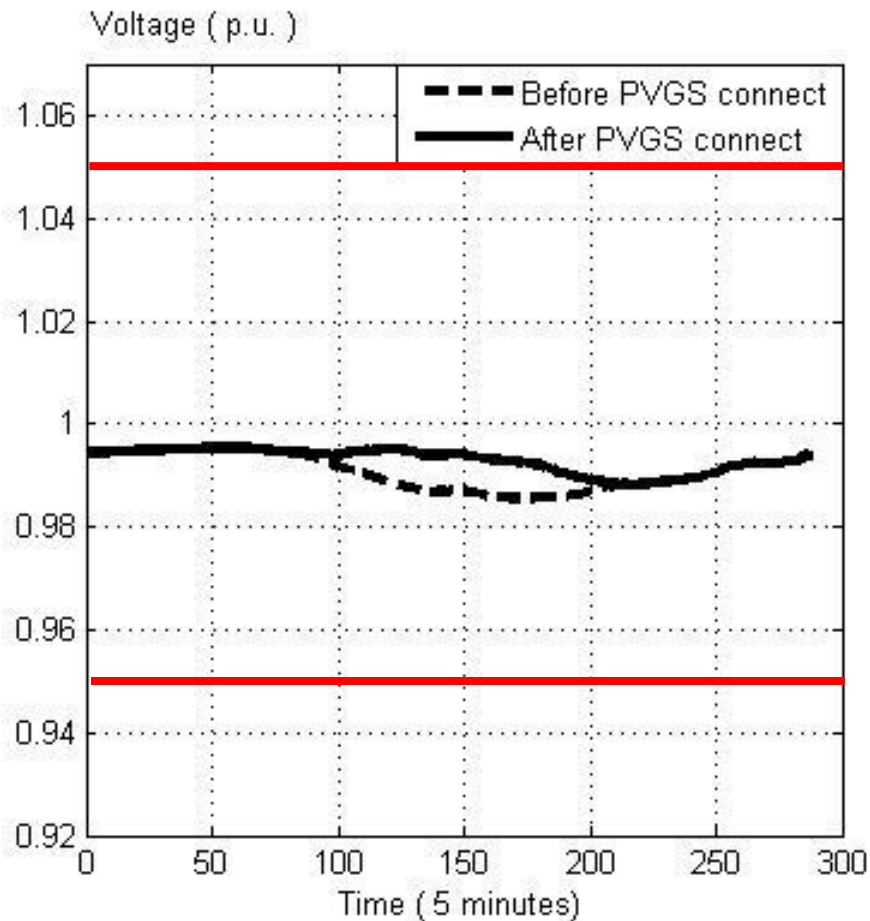
Example

ระบบไฟฟ้าดัดแปลง อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน



Example

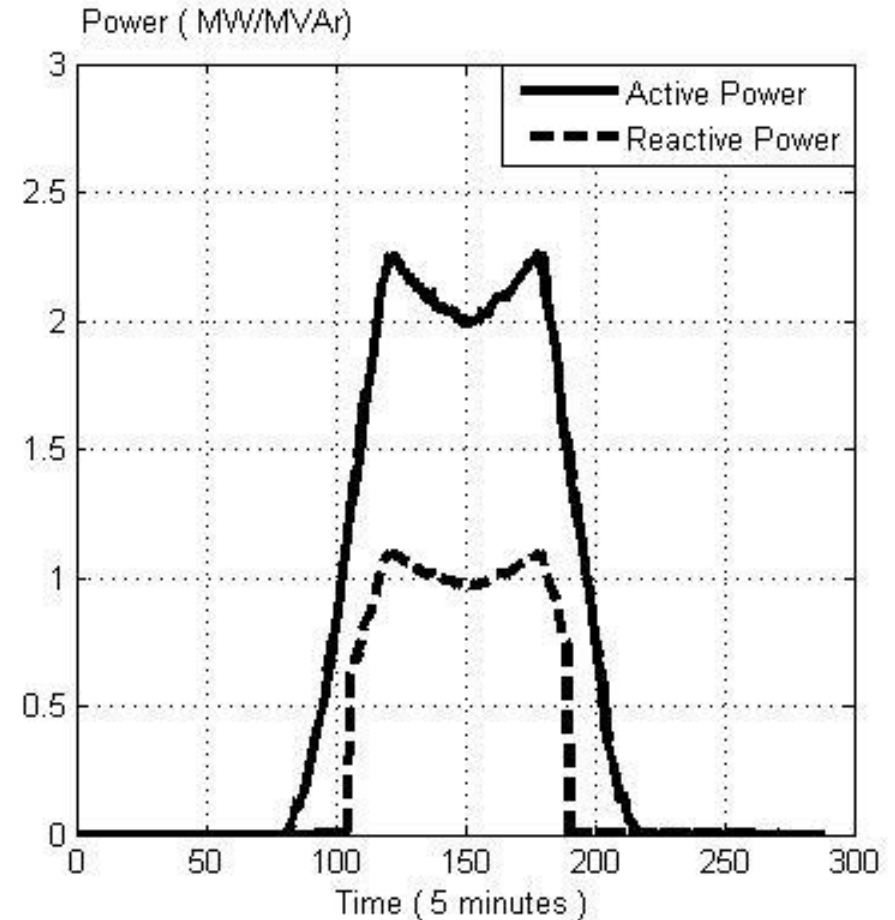
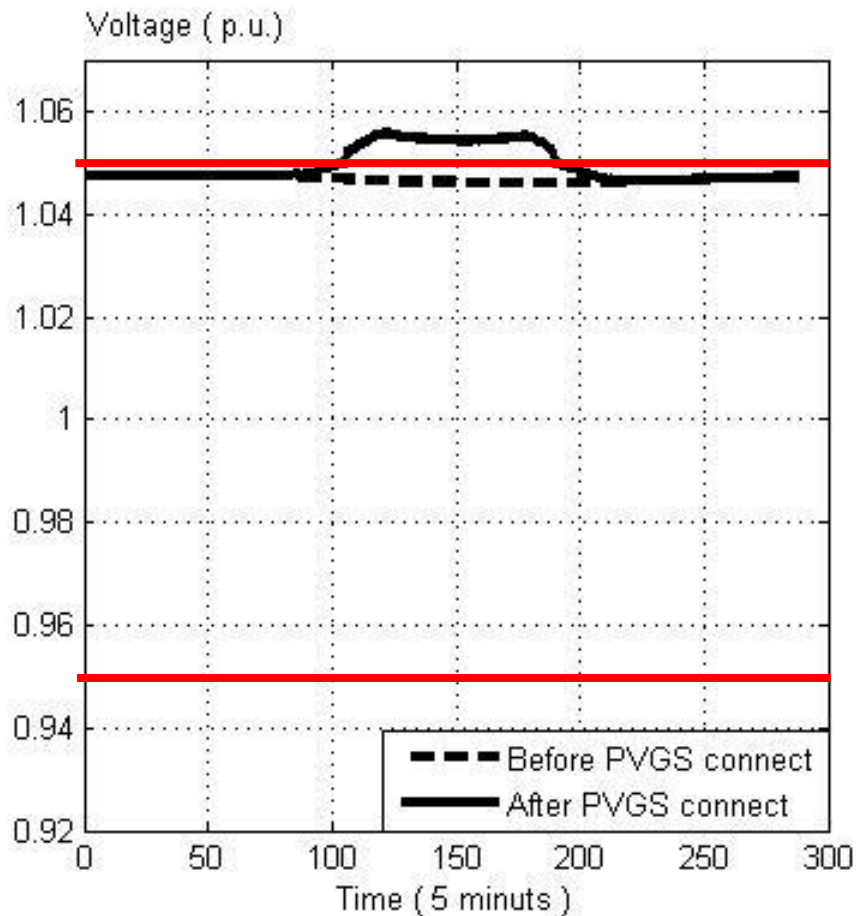
ระบบไฟฟ้าดัดแปลง อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน



“Before” is good” and “After” is good

Example

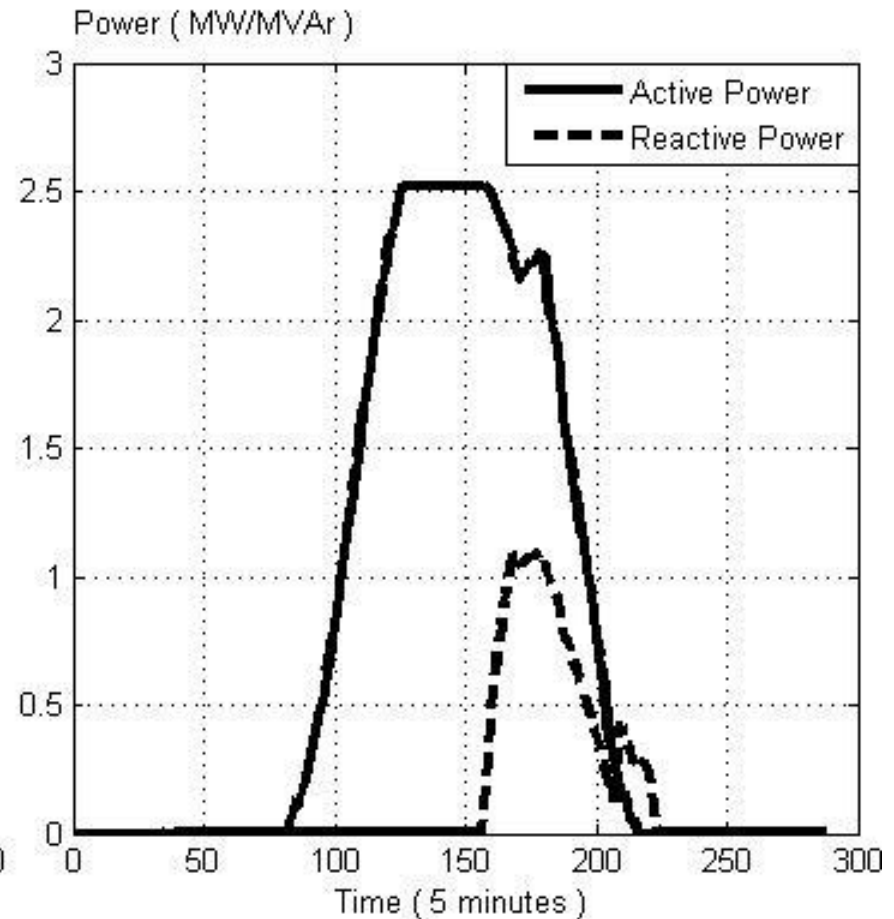
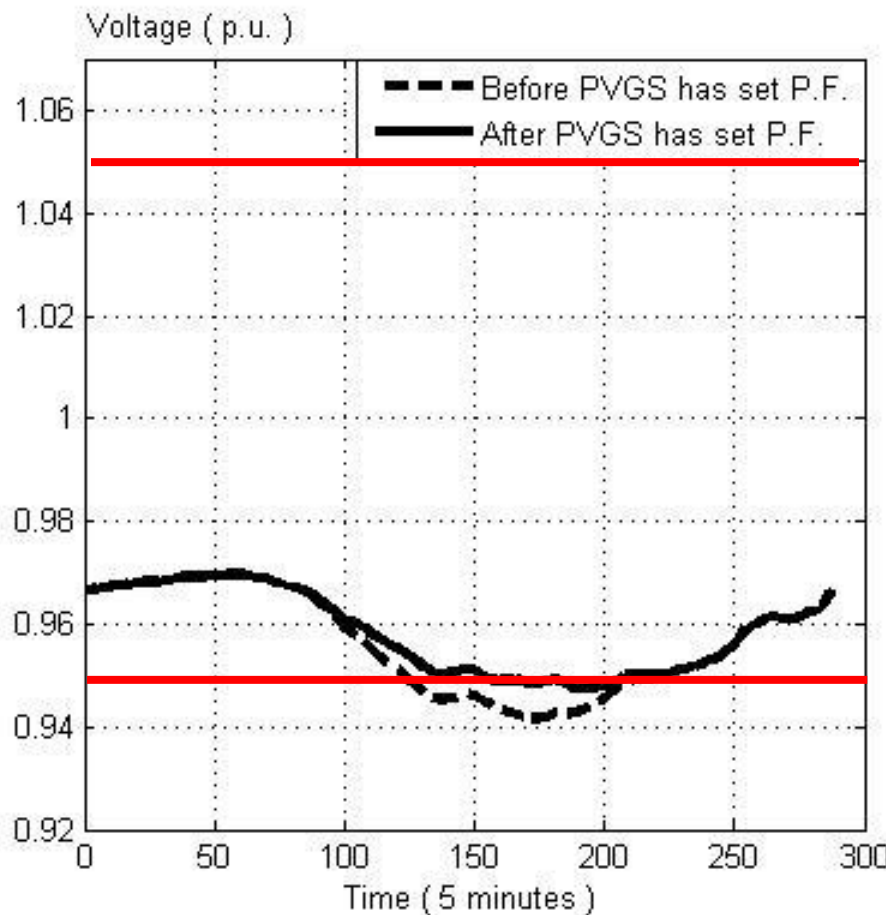
ระบบไฟฟ้าดัดแปลง อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน



“Before” is good” and “After” is bad

Example

ระบบไฟฟ้าดัดแปลง อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน



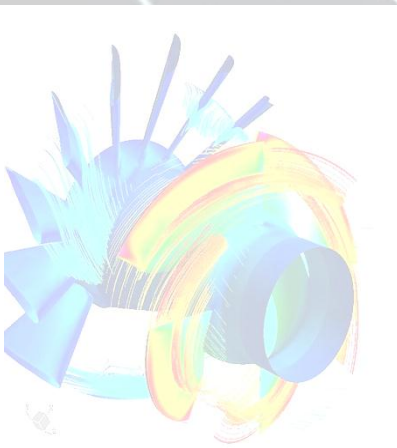
“Before” is bad” and “After” is good



British Embassy
Bangkok



Department of Alternative
Energy Development and Efficiency
MINISTRY OF ENERGY



จบการนำเสนอ
ขอบคุณครับ

(blank)