



การประเมินผลโครงการนำร่อง (Pilot Project) การส่งเสริมการติดตั้งโซลาร์รูฟอย่างเสรี (ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์สำหรับบ้านและอาคาร)

ศูนย์บริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9 สิงหาคม 2559

การสัมมนาเปิดตัวโครงการนำร่องการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเสรี
โรงแรมแมนดาริน กรุงเทพฯ



วัตถุประสงค์

๑. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลการดำเนินงานโครงการนำร่อง
การติดตั้งโซลาร์รูฟเสรี โดยพิจารณาในมิติด้าน
**เศรษฐศาสตร์ ด้านผลกระทบทางเทคนิคต่อระบบไฟฟ้า
และสังคม**

๒. เพื่อนำผลการศึกษาวิเคราะห์โครงการมาใช้ประกอบการ
นำเสนอแนวทางการส่งเสริมโซลาร์รูฟเสรีในระยะต่อไป

ระยะเวลาดำเนินการ

๑๕ เดือน



คำถามวิจัย

คำถามวิจัยด้านเศรษฐศาสตร์

๑. รูปแบบ load profiles ที่แตกต่างกัน มีผลกระทบต่อความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการเข้าร่วมโครงการโซลาร์รูฟเสรีอย่างไร
๒. หากปรับเปลี่ยนรูปแบบของมาตรการสนับสนุนเป็นแบบต่างๆ จะกระทบกับความคุ้มค่าอย่างไร

คำถามวิจัยด้านเทคนิค

๑. โครงการโซลาร์รูฟเสรี มีผลต่อปริมาณไฟฟ้าไหลย้อนเข้าระบบสายจำหน่ายและระบบส่งอย่างไร
๒. โครงการโซลาร์รูฟเสรี มีผลต่อการลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (peak) การลดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (power loss) และแรงดันไฟฟ้า (voltage) อย่างไร

คำถามวิจัยด้านสังคม

๑. ผู้ที่เข้าร่วมโครงการโซลาร์รูฟเสรี มีลักษณะทางสังคมเศรษฐกิจอย่างไร
๒. ผู้ที่เข้าร่วมโครงการโซลาร์รูฟเสรีมีความพึงพอใจต่อโครงการในระดับใด และได้เผชิญปัญหาอุปสรรคใดในการเข้าร่วมโครงการ
๓. เพราะเหตุใด ผู้ใช้ไฟฟ้าจึงไม่เข้าร่วมโครงการโซลาร์รูฟเสรี



ขอบเขตการดำเนินงาน

ด้านเศรษฐศาสตร์

- ศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบในรูปแบบของผลประโยชน์โดยรวมเทียบกับต้นทุนของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่างๆ
- วิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน และเปรียบเทียบกับกรณีที่มีการจ่ายค่าไฟฟ้าหรือให้เครดิตสำหรับหน่วยไฟฟ้าที่ส่งเข้าระบบ

ด้านเทคนิค

- ศึกษา วิเคราะห์การผลิตไฟฟ้า ปริมาณไฟฟ้าไหลย้อนเข้าระบบสายจำหน่ายและระบบส่ง ผลการลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (peak) ผลการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (power loss) และผลกระทบต่อแรงดันไฟฟ้า

ด้านสังคม

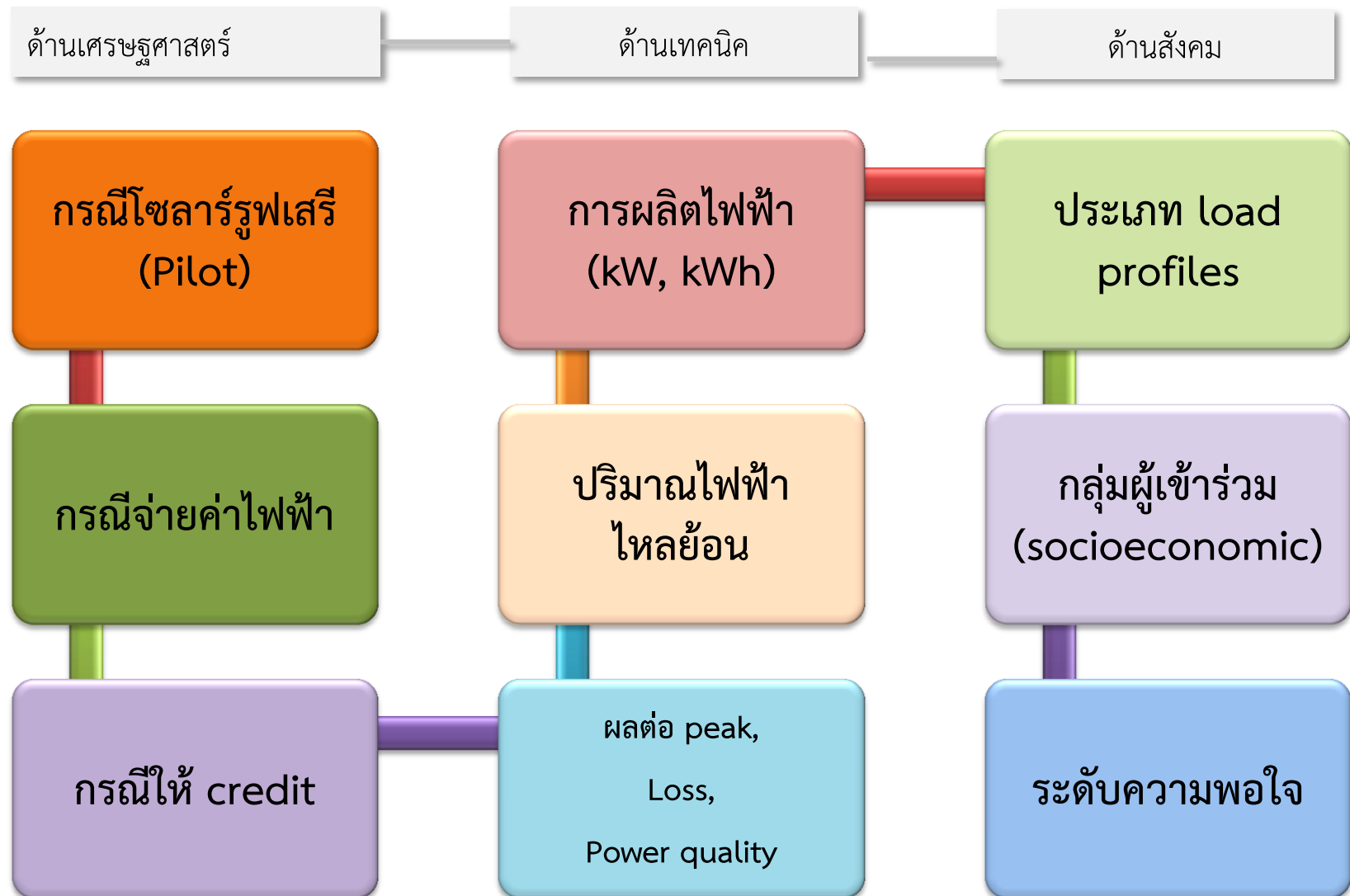
- ศึกษาประเภทของ load profiles สำหรับกลุ่มบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์และประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการต่อโครงการนำร่องการติดตั้งโซลาร์รูฟเสรี
- ศึกษาลักษณะเชิงเศรษฐกิจสังคม ของผู้เข้าร่วมโครงการนำร่อง

ภาพรวม

- ศึกษาวิเคราะห์ผลสำเร็จในภาพรวมจากผลการศึกษาข้างต้นและนำเสนอแนวทางการส่งเสริมโซลาร์รูฟเสรีในระยะต่อไป



ขอบเขตการดำเนินงาน





รายละเอียดการดำเนินงาน : มิติด้านเศรษฐศาสตร์

๑. วิเคราะห์การดำเนินงานโครงการนำร่องการติดตั้งโซลาร์รูฟเสิร์ฟในมิติด้านเศรษฐศาสตร์ โดยครอบคลุมการดำเนินงานด้านต่างๆ ดังนี้

๑.๑ สร้างแบบจำลองทางการเงิน (financial model) เพื่อใช้คำนวณผลประโยชน์ของผู้เข้าร่วมโครงการที่มี load profiles ในรูปแบบต่างๆ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการติดตั้งโซลาร์รูฟ

๑.๒ ศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะการใช้ไฟฟ้า (load profiles) ของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ และผู้เข้าร่วมโครงการนำร่องฯ

๑.๓ ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ data logger เพื่อนำข้อมูลการผลิตไฟฟ้าของ PV มาประกอบการวิเคราะห์

๑.๔ ศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์ ในพื้นที่ต่างๆ



รายละเอียดการดำเนินงาน: มิติด้านเศรษฐศาสตร์

- ๑.๕ ศึกษารูปแบบมาตรการส่งเสริมโซลาร์รูฟในต่างประเทศสำหรับกรณีผลิตเองใช้เอง (self-consumption)
- ๑.๖ คำนวณและเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการโซลาร์รูฟ ภายใต้มาตรการส่งเสริมรูปแบบต่าง ๆ
- ๑.๗ พัฒนาสถานการณ์ (scenarios) สำหรับการเพิ่มปริมาณโซลาร์รูฟ
- ๑.๘ วิเคราะห์ผลกระทบต่อรายได้ของการไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ
- ๑.๙ จัดทำข้อเสนอแนะต่อคณะทำงานฯ ถึงรูปแบบการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์รูฟ โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรูปแบบต่าง ๆ



รายละเอียดการดำเนินงาน:

มิติด้านผลกระทบทางเทคนิคต่อระบบไฟฟ้า

๒.วิเคราะห์การดำเนินงานโครงการนำร่องฯ โดยครอบคลุมการดำเนินการด้านต่างๆ ดังนี้

๒.๑ พัฒนาแบบจำลองลักษณะทางกายภาพของระบบไฟฟ้า

๒.๒ วิเคราะห์ผลกระทบต่อไฟฟ้าไหลย้อน

๒.๓ ผลต่อการลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (peak)

๒.๔ วิเคราะห์ผลกระทบต่อการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (power loss)

๒.๕ วิเคราะห์และนำเสนอมาตรการทางเทคนิคเพื่อปรับปรุงระบบไฟฟ้า

๒.๖ จัดทำข้อเสนอแนะต่อคณะทำงานฯ ถึงมาตรการทางเทคนิคในการปรับปรุงระบบเพื่อรองรับโซลาร์รูฟที่มากขึ้นในอนาคต



ขอบเขตการดำเนินงาน : มิติด้านสังคม

๓. วิเคราะห์การดำเนินงานโครงการนำร่องการติดตั้งโซลาร์รูฟเสรีในมิติด้านสังคม โดยครอบคลุมการดำเนินการด้านต่างๆ ดังนี้

๓.๑ จัดทำแบบสอบถามและสำรวจลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้เข้าร่วมโครงการ

๓.๒ จัดทำแบบสอบถามและสำรวจระดับความพึงพอใจของการเข้าร่วมโครงการ ปัญหาและอุปสรรคในการเข้าร่วมโครงการ รวมทั้งประเด็นที่ต้องปรับปรุง

๓.๓ รวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม เพื่อนำไปจัดทำแนวทางในการปรับปรุงและส่งเสริมโซลาร์รูฟเสรีในระยะต่อไป

๔. นำผลการศึกษาวิเคราะห์ทั้งหมดมาประมวลร่วมกันเพื่อนำเสนอแนวทางการส่งเสริมโซลาร์รูฟเสรีในระยะต่อไป โดยจัดทำข้อเสนอแนะต่อคณะทำงานฯ ถึงแนวทางการปรับปรุงนโยบาย มาตรการส่งเสริม กฎเกณฑ์ กฎระเบียบต่างๆ เพื่อลดอุปสรรคต่อการลงทุนในระบบโซลาร์รูฟ



ผลลัพธ์ของการประเมินผลความสำเร็จ

ผลประเมินความสำเร็จภาพรวมจาก โครงการ Pilot project สามารถพิจารณาในแต่ละมิติได้ดังนี้

1. มิติทางเศรษฐศาสตร์

- เห็นภาพรวมที่จะสะท้อนถึง net savings ที่กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่มี load profiles ต่างๆ จะได้รับ
- ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ สำหรับกลุ่มผู้ใช้ไฟต่างๆ
- สามารถพิจารณาทางเลือก net metering schemes ที่แตกต่างกันและผลกระทบต่อผู้เข้าร่วมโครงการ
- สามารถเป็นแนวทางในการสร้างโครงสร้างค่าไฟฟ้า ที่เหมาะสมกับผู้ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์รูฟในอนาคต

2. มิติทางเทคนิค

- ผลกระทบต่อปริมาณไฟฟ้าไหลย้อน และแนวทางการจัดการ
- ผลกระทบต่อ peak, loss, และ voltage และแนวทางการจัดการ

3. มิติทางสังคม

- ทราบถึงลักษณะของผู้เข้าร่วม จำแนกตามกลุ่มเช่น เพศ อายุ กลุ่มรายได้ ซึ่งสามารถนำผลการวิเคราะห์ไปประกอบการออกแบบโครงการในอนาคตที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย
- ทราบถึงระดับความพึงพอใจของกลุ่มบ้านอยู่อาศัยและกลุ่มธุรกิจการค้าที่เข้าร่วมในโครงการโซลาร์รูฟเสรี รวมถึงรายละเอียดการออกแบบมาตรการที่ต้องปรับปรุง



Department of Alternative
Energy Development and Efficiency
MINISTRY OF ENERGY



กรอบแนวคิดการประเมินในต่างประเทศ

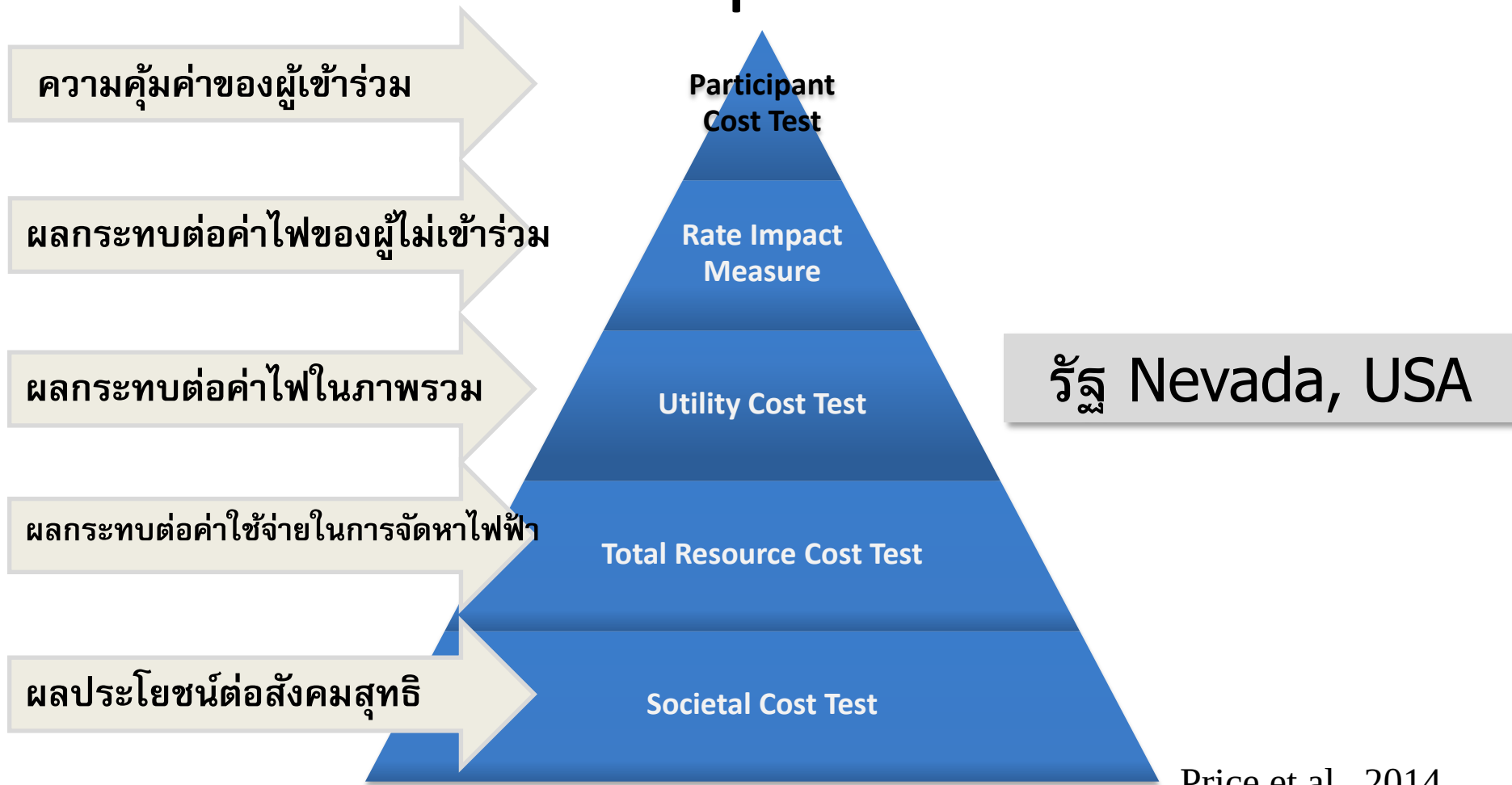
- **Cost-Benefit Analysis Approach**
 - Overview
 - 5 perspectives (from Nevada)
 - Benefit and Cost Components for each perspective
 - Examples
 - California
 - Nevada



Department of Alternative
Energy Development and Efficiency
MINISTRY OF ENERGY



Cost-Benefit Analysis Approach: 5 Perspectives



Price et al., 2014



Nevada's Benefit and Cost Components

	Benefits	Costs
Participant Cost Test (PCT)	Customer Bill Reductions + Utility Incentives + Federal Tax Credits	NEM Generation System Costs
Ratepayer Impact Measure (RIM)	Utility Avoided Costs	Customer Bill Reductions + Utility Incentives + Utility Integration Costs + Utility Administration Costs
Program Administrator Cost Test (PACT)	Utility Avoided Costs	Utility Incentives + Utility Integration Costs + Utility Administration Costs
Total Resource Cost (TRC)	Utility Avoided Costs + Federal Tax Credits	NEM Generation System Costs + Utility Integration Costs + Utility Administration Costs
Societal Cost Test (SCT)	Utility Avoided Costs + Federal Tax Credits + Health Benefits	NEM Generation System Costs + Utility Integration Costs + Utility Administration Costs

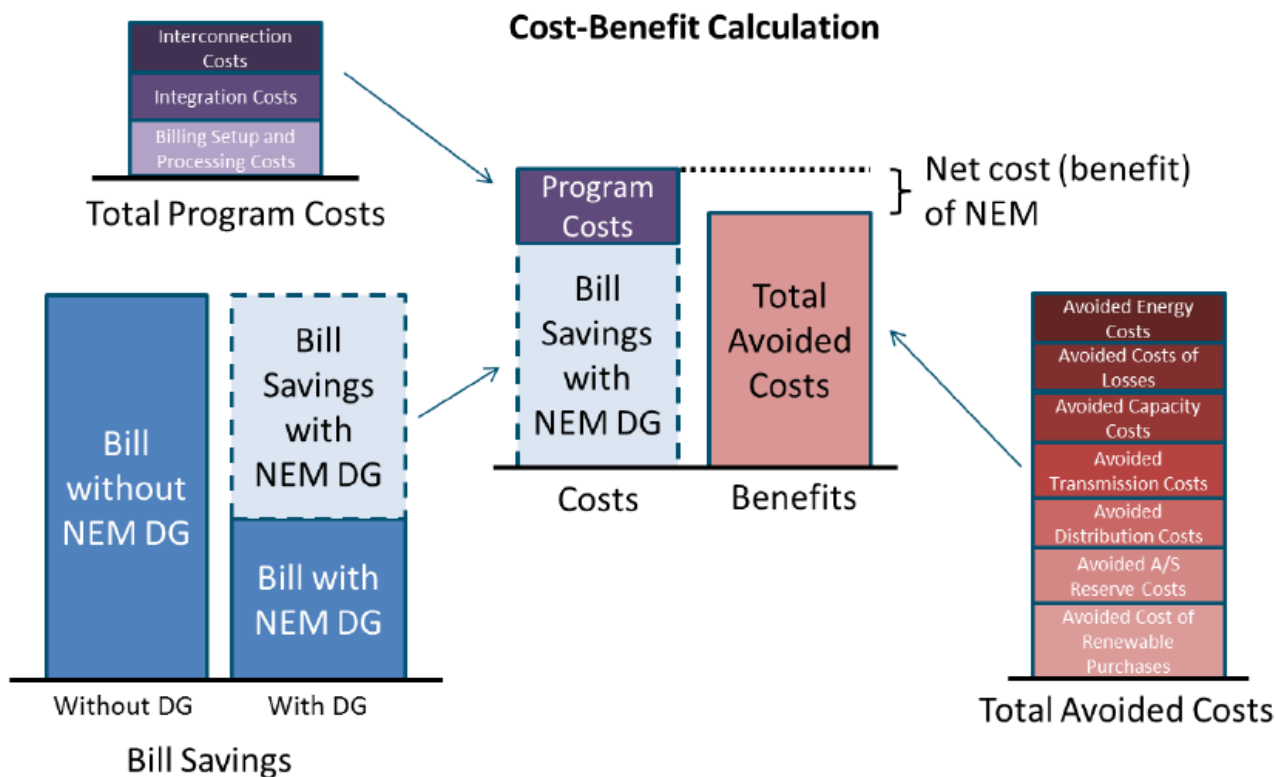
All Generation Net Cost (Benefit) = Total Cost- Total Benefit

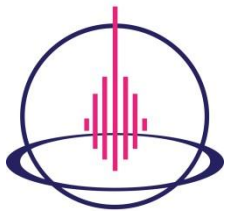
Price et al., 2014



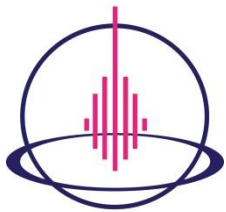
California: Cost-Benefit Framework

Figure 9: Formulation of the Cost-Benefit Calculation





ตัวอย่างการเปรียบเทียบ รูปแบบการสนับสนุนแบบต่างๆ



นิยาม

- Pilot project
 - ไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก PV จะถูกใช้ ณ จุดผลิตทันที
 - ไม่ควรมีไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก PV เกินความต้องการใช้
 - แต่หากเกิน ผู้ผลิตจะไม่ได้รับการชดเชยใดๆ
- Net metering with rolling credit **and buy back**
 - ในแต่ละรอบบิลหน่วยที่ผู้ใช้ไฟฟ้าซื้อจากการไฟฟ้าจะ**หักลบ**กับหน่วยที่ผลิตส่วนเกินและไหลเข้าโครงข่าย
 - หากหน่วยที่ไหลเข้าโครงข่ายมีมากกว่าที่รับซื้อจากการไฟฟ้า จะถูกทบทเป็นเครดิต (kWh) ใช้หักลบกับปริมาณใช้ไฟฟ้าในรอบบิลถัดไป
 - เมื่อครบรอบปี หากผู้ใช้ไฟฟ้ายังมีเครดิตสะสมอยู่ การไฟฟ้าจะต้องชดเชยส่วนเกินนั้นด้วย**อัตราค่าไฟฟ้าพิเศษ** → **อัตราค่าไฟฟ้าขายปลีกเฉลี่ย**

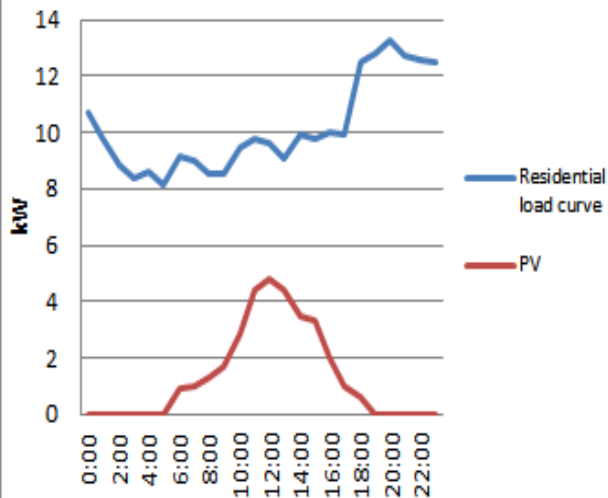


Department of Alternative
Energy Development and Efficiency
MINISTRY OF ENERGY

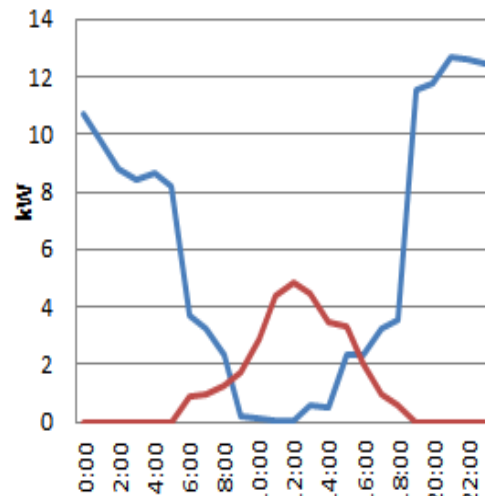


ตัวอย่างลักษณะการใช้ไฟฟ้าของผู้เข้าร่วมโครงการ

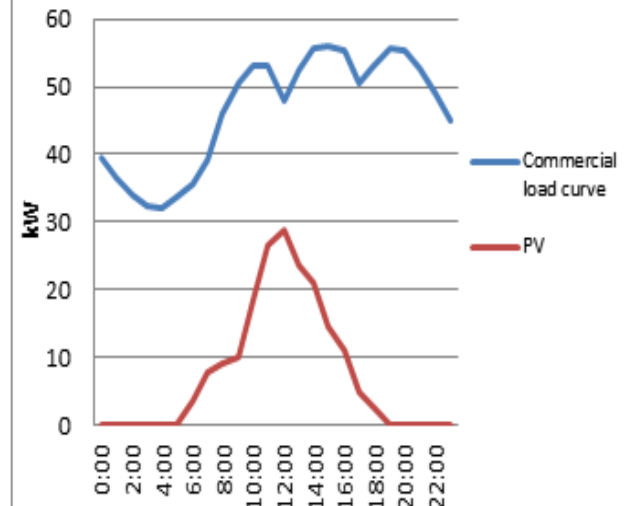
บ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟฟ้าตอนกลางวัน

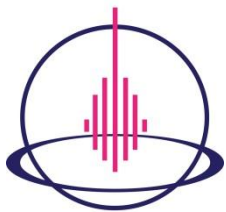


บ้านอยู่อาศัยที่ไม่ใช้ไฟตอนกลางวัน



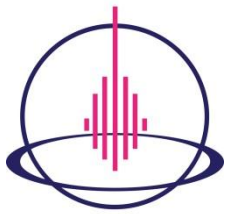
อาคารธุรกิจที่ใช้ไฟฟ้าตอนกลางวัน



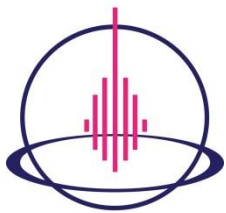


Indicators	Without Day Load				With Day Load			
	Pilot		Net Metering		Pilot		Net Metering	
	1. Regular rate	2. TOU rate*	3. Regular rate	4. TOU rate**	5. Regular rate	6. TOU rate**	7. Regular rate	8. TOU rate**
Number of meter	1	1	1	1	1	1	1	1
Banking Period	-	-	1 Year	1 Year	-	-	1 Year	1 Year
Rolling Credit	-	-	Yes	Yes	-	-	Yes	Yes
Buy Back Rate	-	-	At average retail rate	At average retail rate	-	-	At average retail rate	At average retail rate

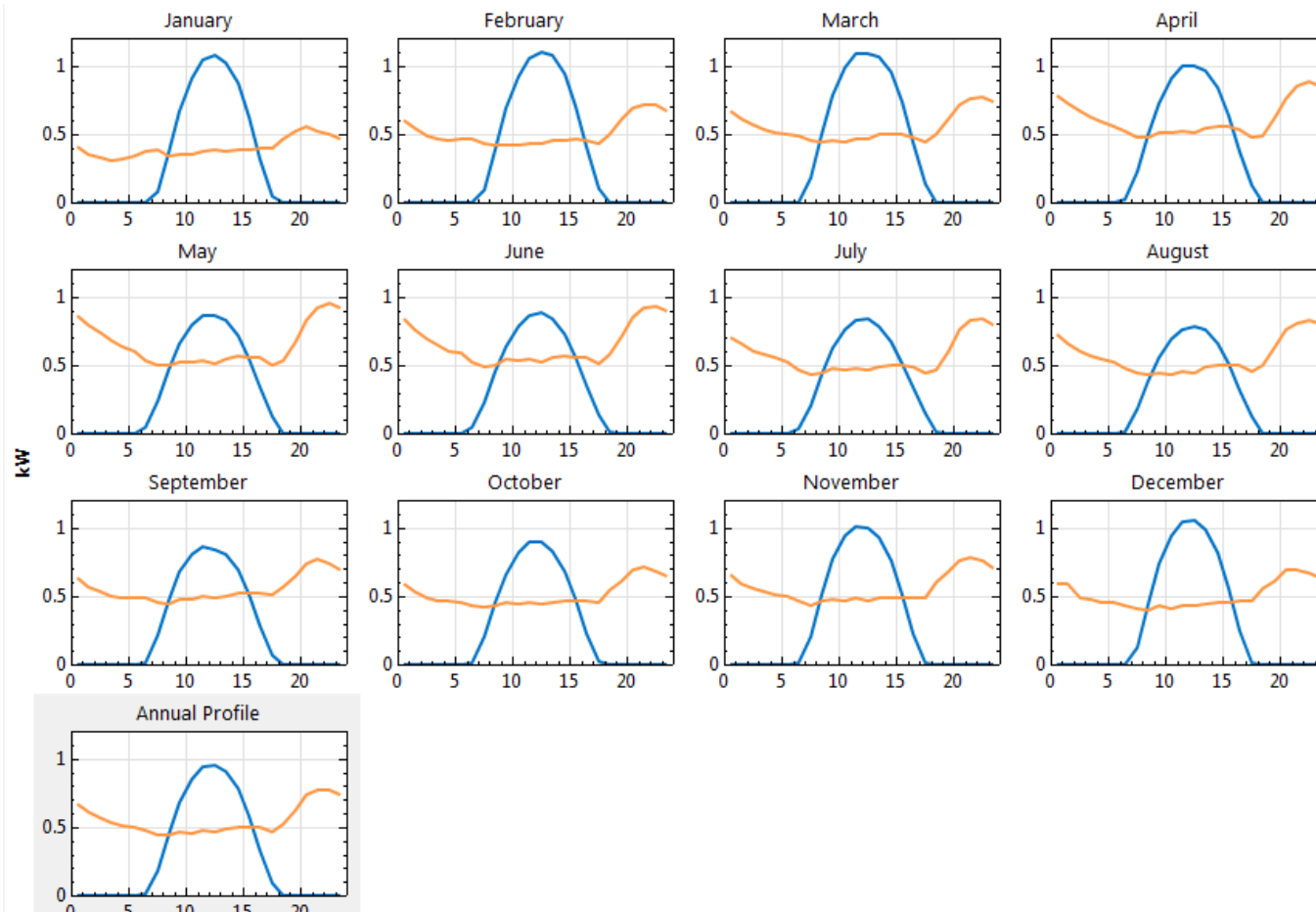
* Net metering with rolling credit and buy back at average retail rate, **Consider <12 kV TOU tariff



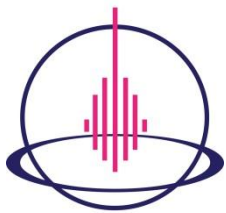
Results: PV Production VS Electricity Load



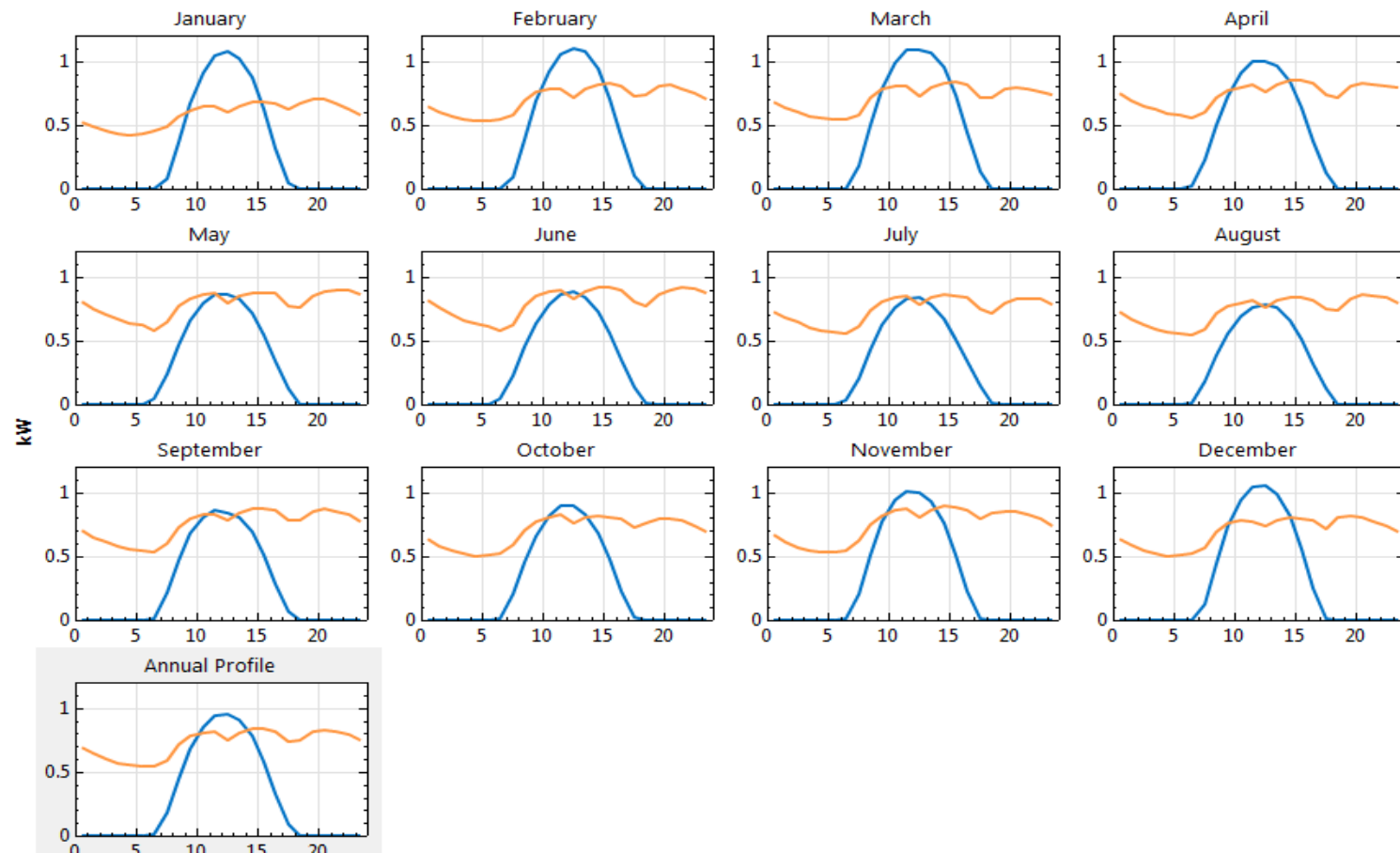
PV Production vs. Electricity Load **without** day use



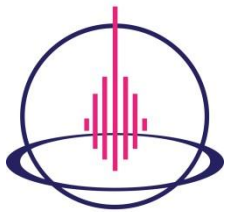
- Blue line is system power generated (kW)
- Orange line is Electricity load (kW)



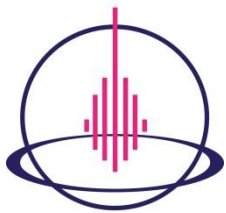
PV Production vs. Electricity Load **with** day use



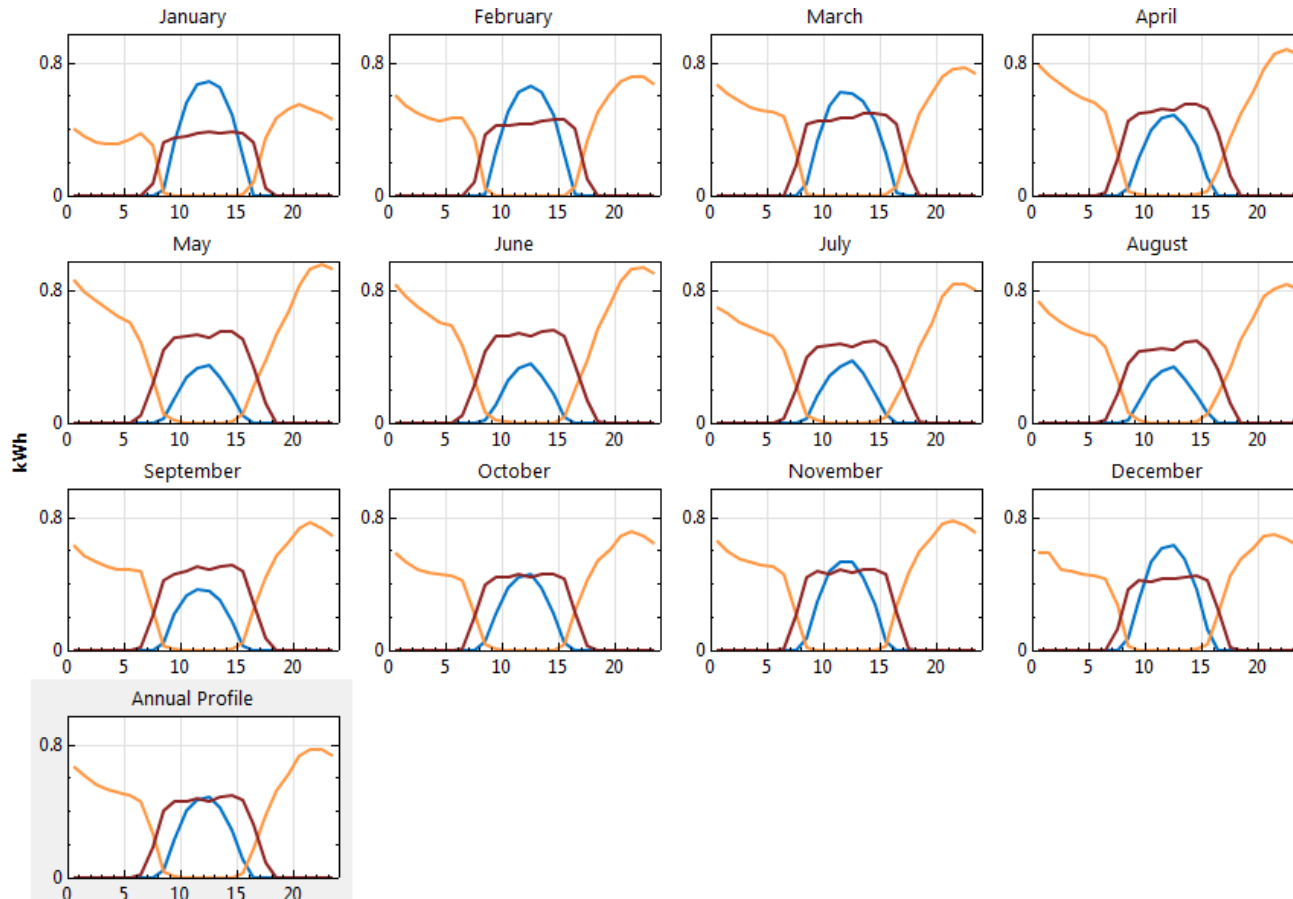
- Blue line is system power generated (kW)
- Orange line is Electricity load (kW)



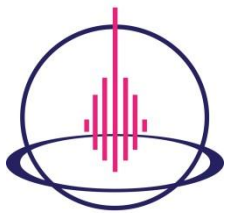
Results: Electricity to/from grid and
Electricity from PV to load



Without day load



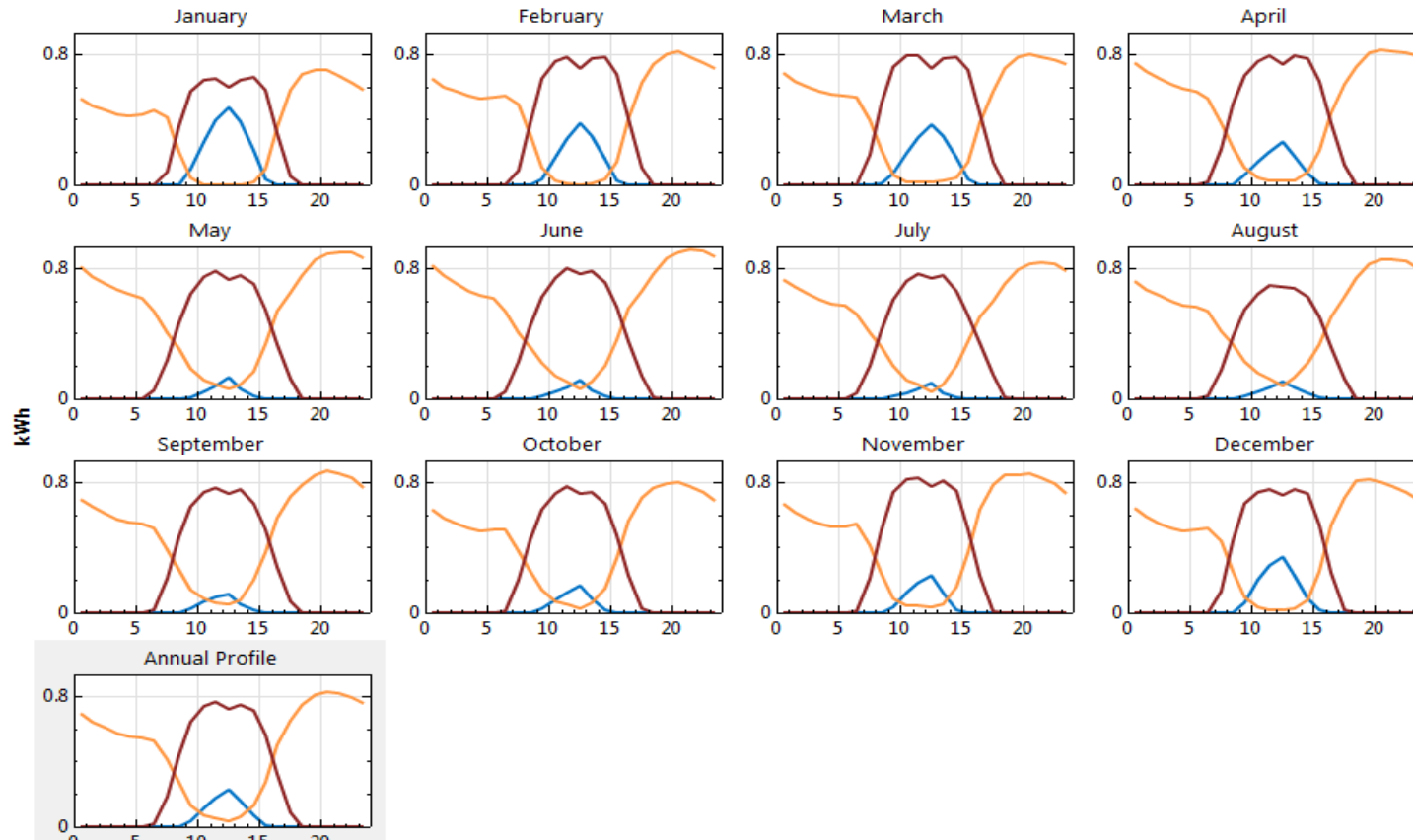
- Blue line is Electricity to grid (kWh)
- Orange line is Electricity from grid (kWh)
- Brown line is Electricity from system to load (kWh)



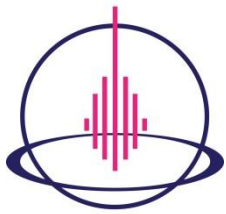
Department of Alternative
Energy Development and Efficiency
MINISTRY OF ENERGY



With day load



- Blue line is Electricity to grid (kWh)
- Orange line is Electricity from grid (kWh)
- Brown line is Electricity from system to load (kWh)

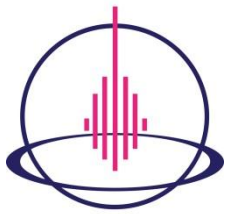


Results: Financial Analysis



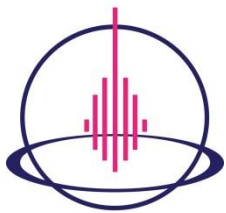
MINISTRY OF ENERGY

[illegible]

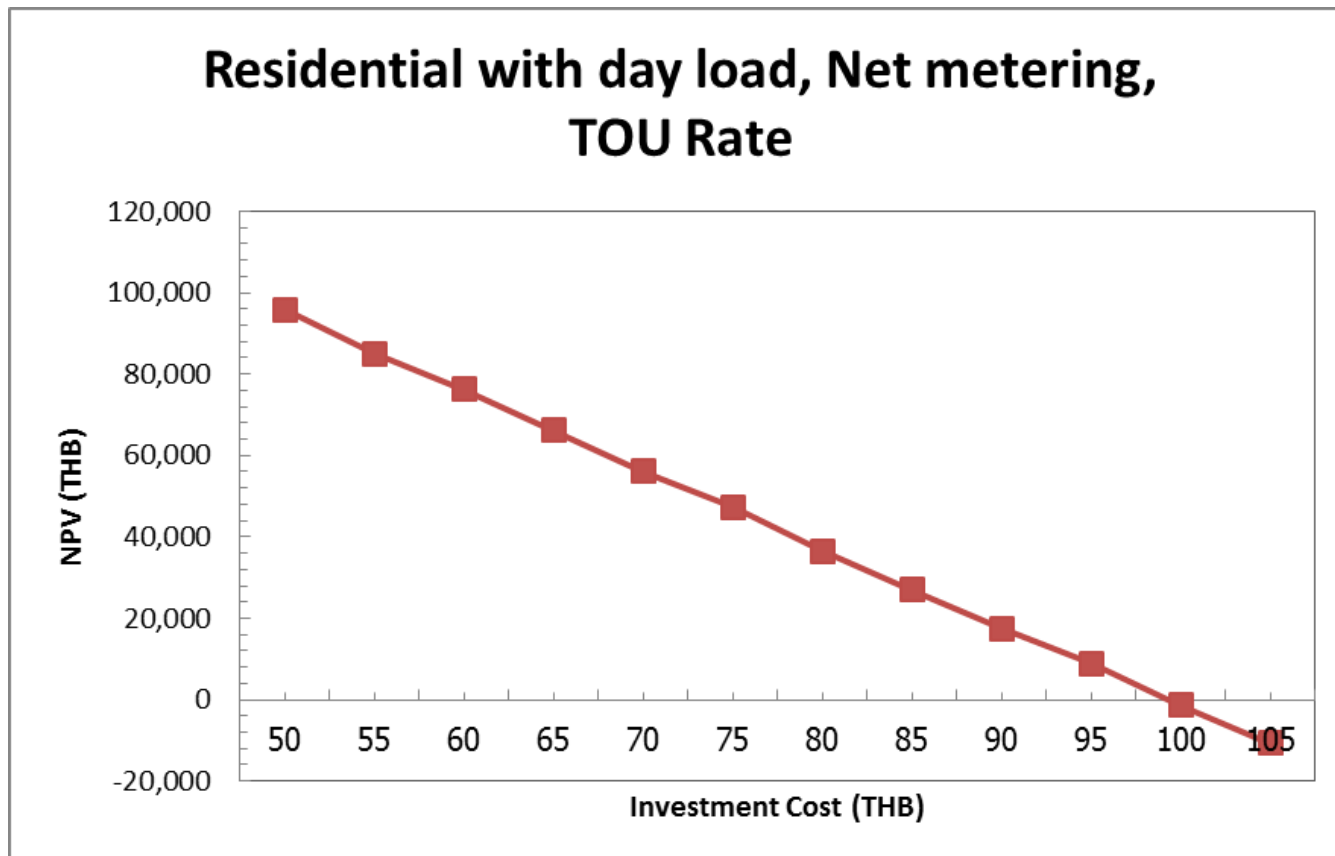


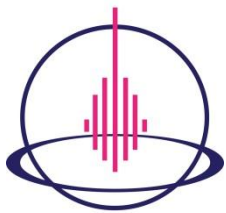
The Best Case: With day load, Net metering , TOU rate

NPV Sensitivity Analysis

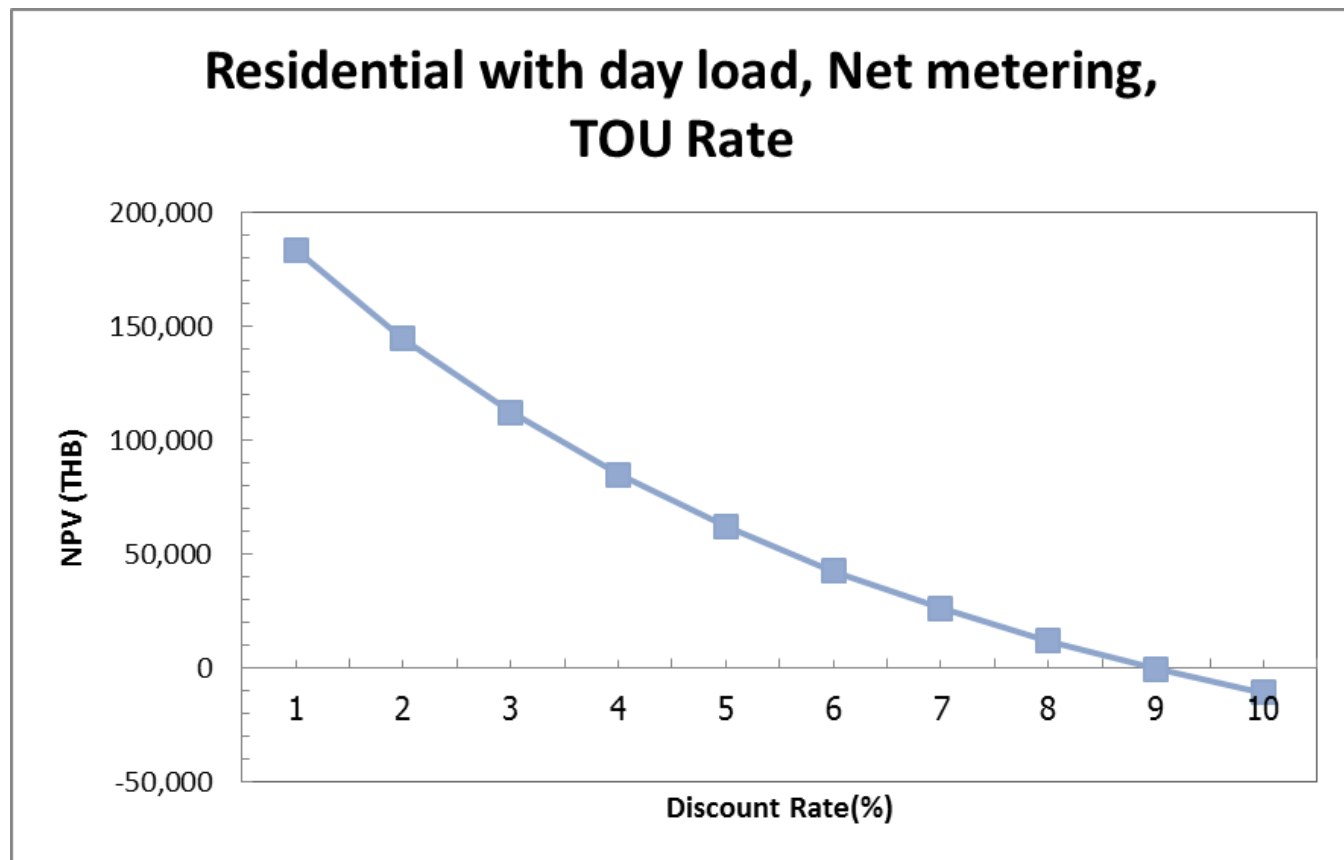


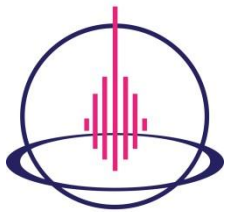
NPV Sensitivity Analysis with Investment Cost





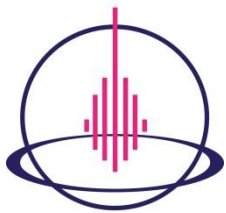
NPV Sensitivity Analysis with Discount Rate



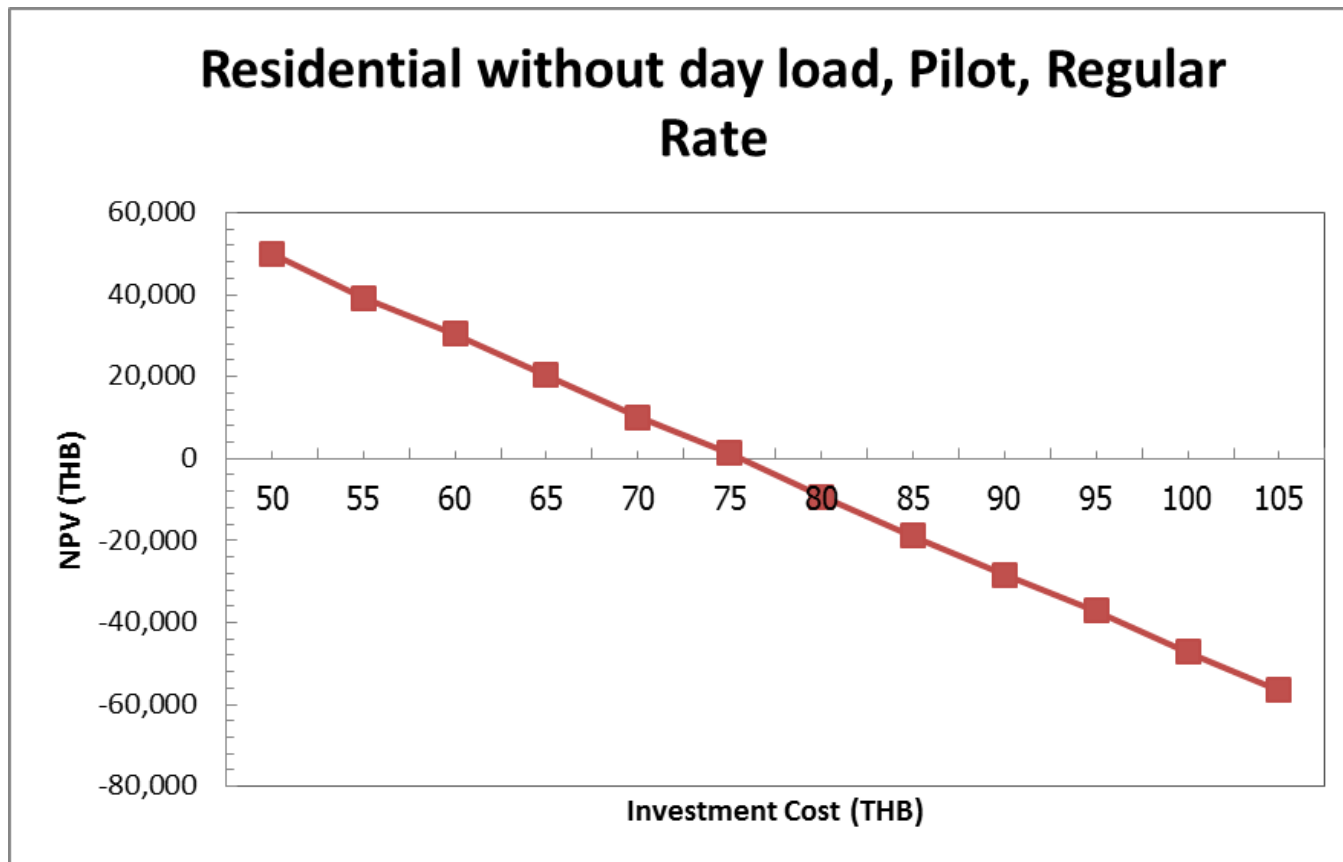


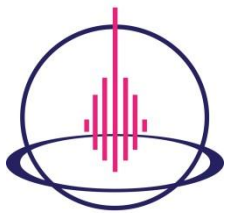
The Worst Case: Without day load, Pilot , Regular Rate

NPV Sensitivity Analysis

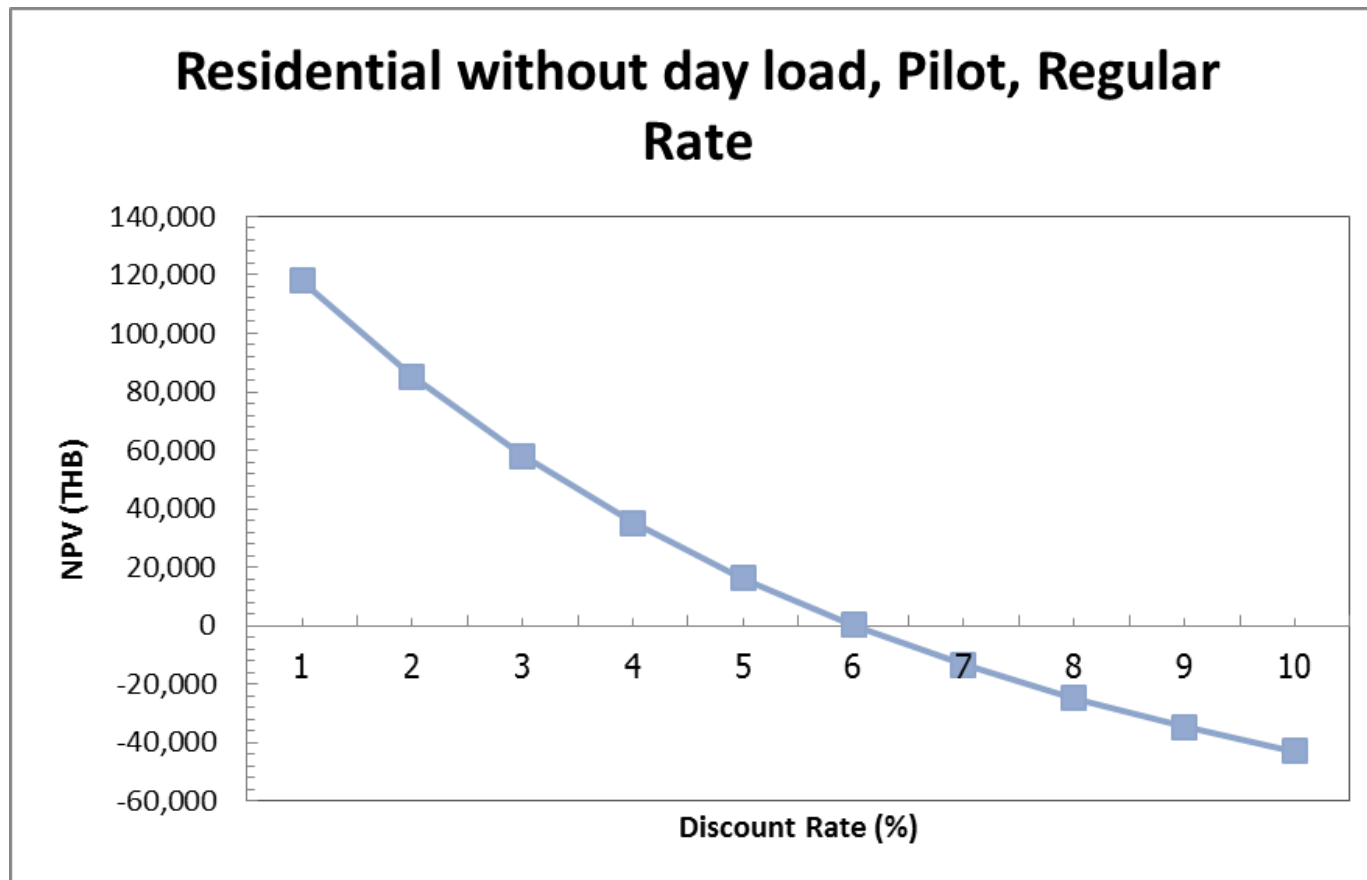


NPV Sensitivity Analysis with Investment Cost

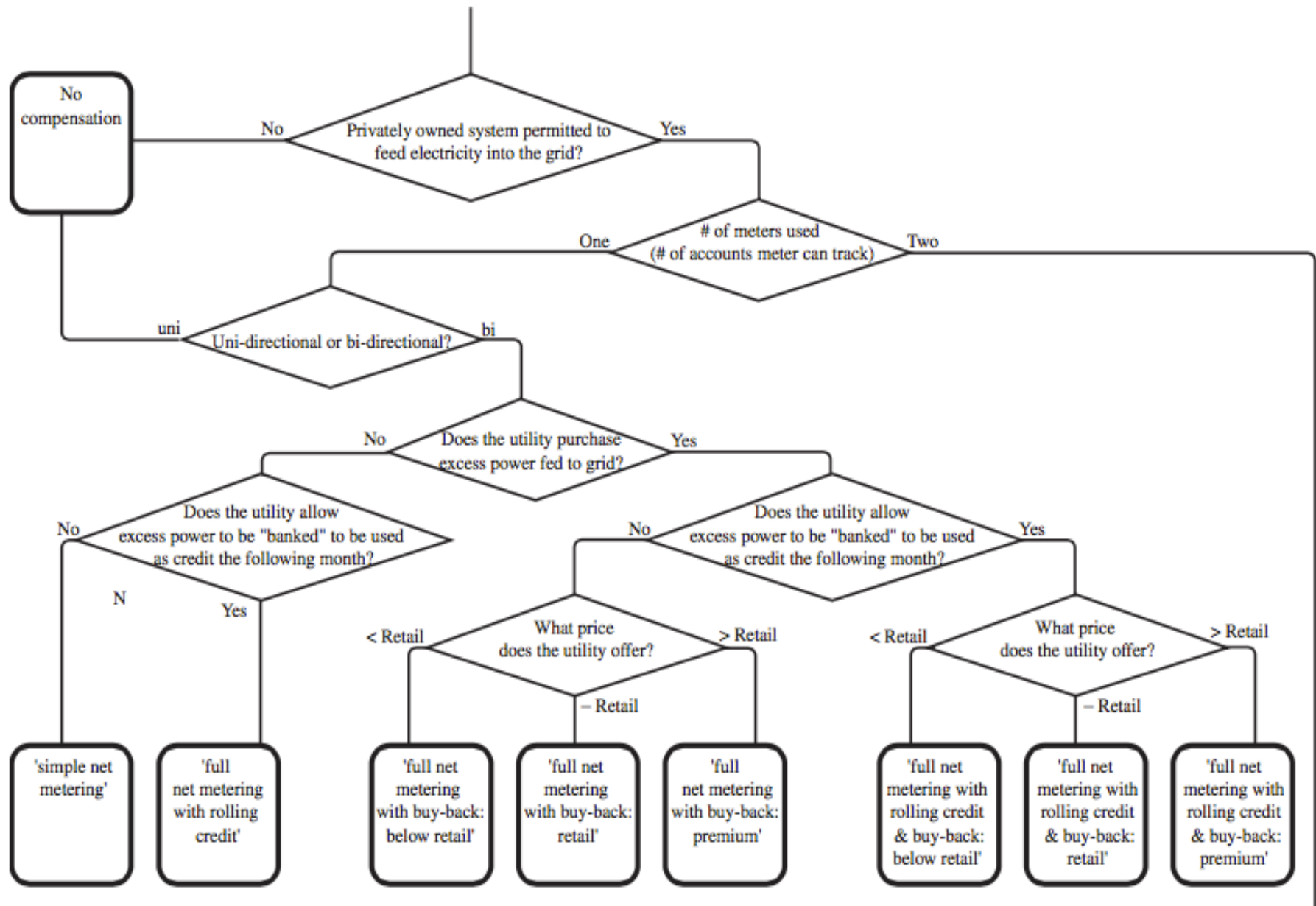




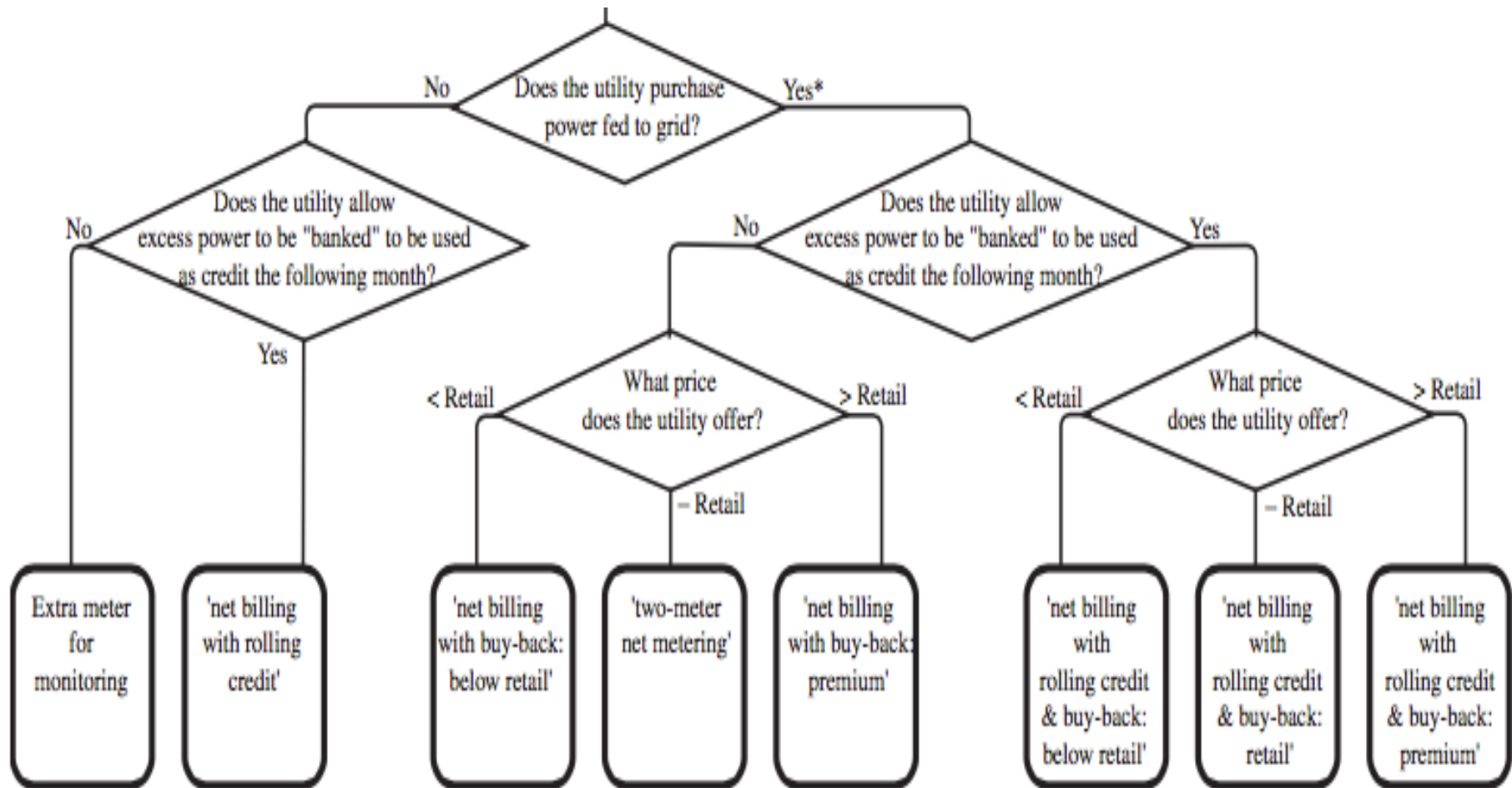
NPV Sensitivity Analysis with Discount Rate



Net metering Flow-chart



Net Billing Flow-chart



พารามิเตอร์หลักในการนิยามระบบ self-consumption

PV self-consumption	1	สิทธิในการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเอง Right to self-consume
	2	รายได้จากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ Revenues from self-consumed PV
	3	ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมทางการเงิน Charges to finance T&D
Excess PV electricity	4	รายได้จากไฟฟ้าที่ผลิตได้เกิน Revenues from excess electricity
	5	กรอบเวลาสูงสุดสำหรับค่าตอบแทน Maximum timeframe for compensation
	6	ค่าตอบแทนทางภูมิศาสตร์ Geographical compensation
Other system characteristics	7	ระยะเวลาในการกำกับดูแลโครงการ Regulatory scheme duration
	8	การรับบุคคลที่สาม Third party ownership accepted
	9	ข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าและภาษี/ค่าธรรมเนียมเพิ่มเติม Grid codes and additional taxes/fees
	10	Other enablers of self-consumption
	11	การจำกัดขนาดของระบบการติดตั้ง PV PV Systems Size Limitations
	12	การจำกัดขนาดระบบไฟฟ้า Electricity System Limitations
	13	พารามิเตอร์อื่นๆ Additional features



References

- Bhalla T., Macgrogan A., Miller E.& Tosi N. (2013).Improving residential solar voltaic uptake within the Moreland municipal. Retrieved from Worcestor Polytechnic Institute website: [https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-121613-061647/unrestricted/Improving Residential Solar Photovoltaic Uptake Within the Moreland Municipality.pdf](https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-121613-061647/unrestricted/Improving_Residential_Solar_Photovoltaic_Uptake_Within_the_Moreland_Municipality.pdf)
- California Public Utilities Commission (2013). California net energy metering ratepayer impacts evaluation. Retrieved from <http://www.cpuc.ca.gov/NotFound.aspx?aspxerrorpath=/NR/rdonlyres/C311FE8F-C262-45EE-9CD1-020556C41457/0/NEMReportWithAppendices.pdf>
- The Public Service Commission of Mississippi (2014). Net metering in Mississippi costs, benefits, and Policy considerations. Retrieved from: http://www.psc.state.ms.us/InsiteConnect/InSiteView.aspx?model=INSITE_CONNECT&queue=CTS_ARCHIVEQ&docid=362179
- Price S., Pickrell K., Kahn-Lang. J., Ming, Z.& Chait, M. (2014). Nevada Net energy metering impacts evaluation. Retrieved from: http://puc.nv.gov/uploadedFiles/pucnv.gov/Content/About/Media_Outreach/Announcements/Announcements/E3%20PUCN%20NEM%20Report%202014.pdf?pdf=Net-Metering-Study
- Shelly, C. (2014). Residential solar electricity adoption: What motivates, and what matters? A case study of early adopters. *Energy research & social science*, 2, 183-191. doi:10.1016/j.erss.2014.01.001