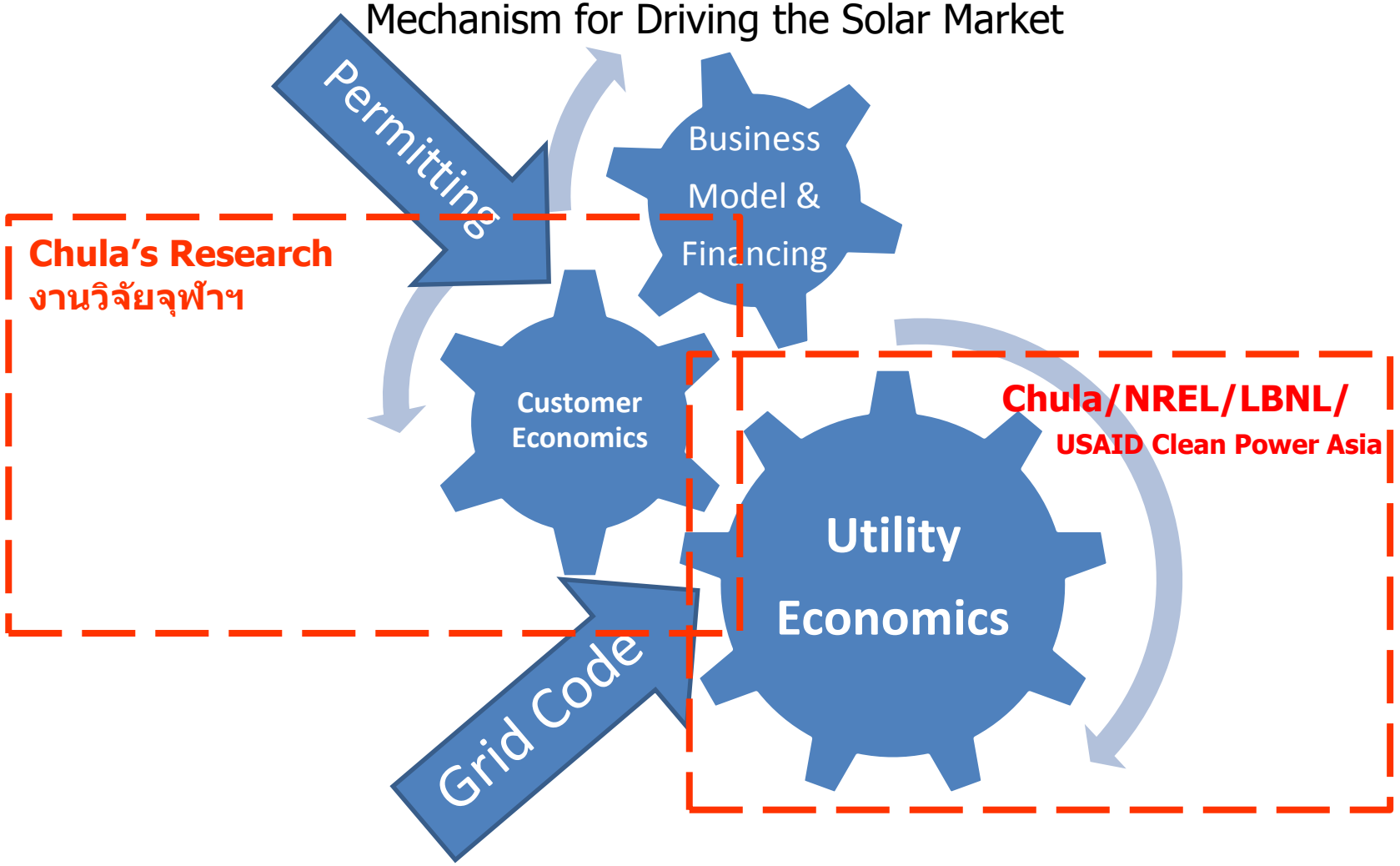
Rooftop PV for Self-Consumption: Customer Economics , Social & Technical Analysis

Dr. Sopitsuda Tongsopit, ERI
Dr. Siripha Julakarn, ERI
Dr.Surachai Chaitusaney, Faculty of Engineering,
Chulalongkorn University
Dr.Wichsinee Wibulpholprasert, TDRI

กลไกการขับเคลื่อนนโยบายโซลาร์รูฟ
Mechanism for Driving the Solar Market



คำถามวิจัย Research Questions

What kind of self-consumption support scheme will be the most appropriate for driving Thailand's DPV market?

การสนับสนุนการผลิตเองใช้เอง รูปแบบใดจะเหมาะสมที่สุด

What are the socio-economic profiles of participants to the Pilot Project?

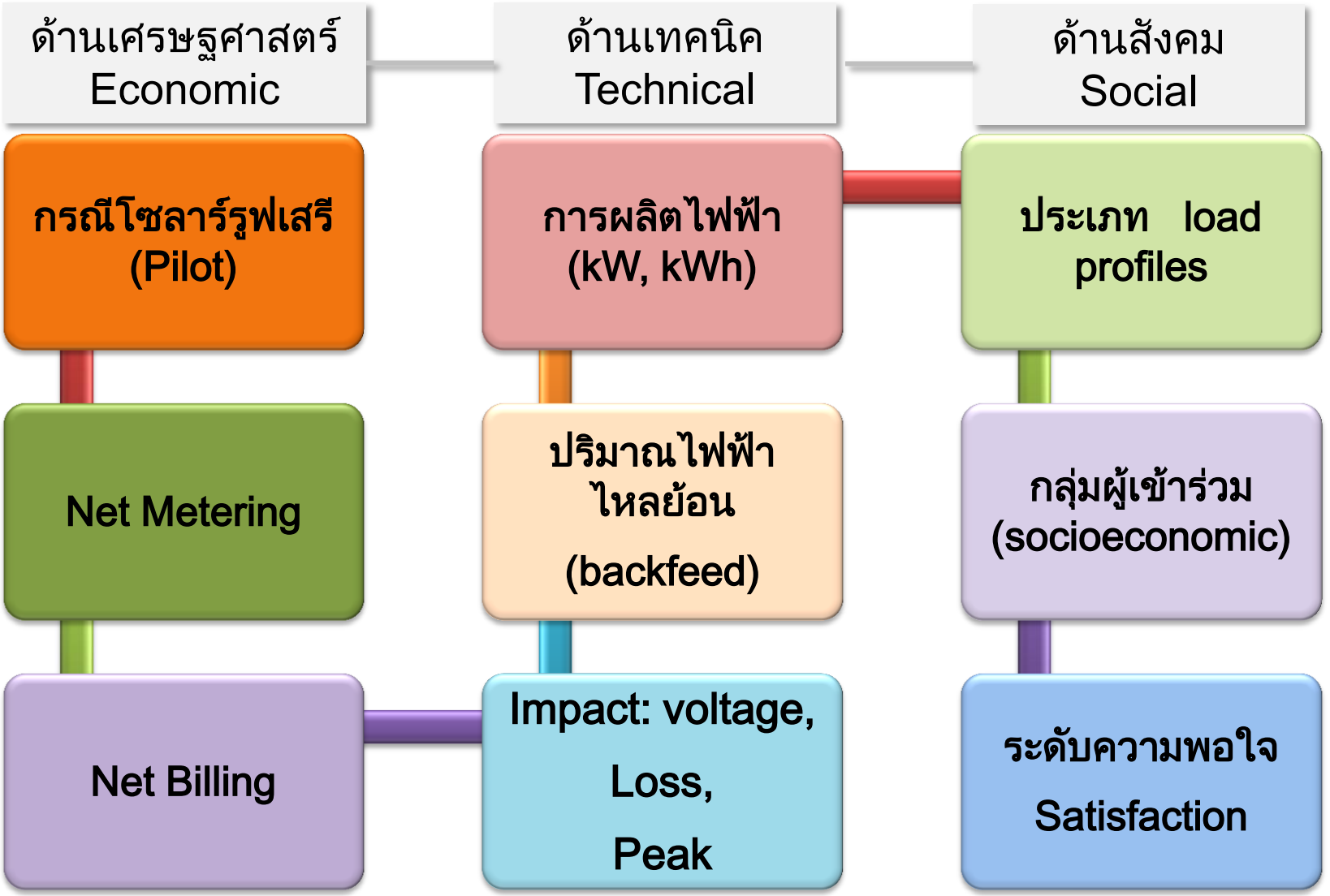
Were they satisfied with joining the Pilot?

ลักษณะทางเศรษฐกิจสังคมของผู้เข้าร่วมโครงการนำร่อง และพึงพอใจหรือไม่

What are the potential technical impacts of increasing DPV?

ผลกระทบทางเทคนิคของการเพิ่มขึ้นของโซลาร์รูฟเป็นอย่างไร

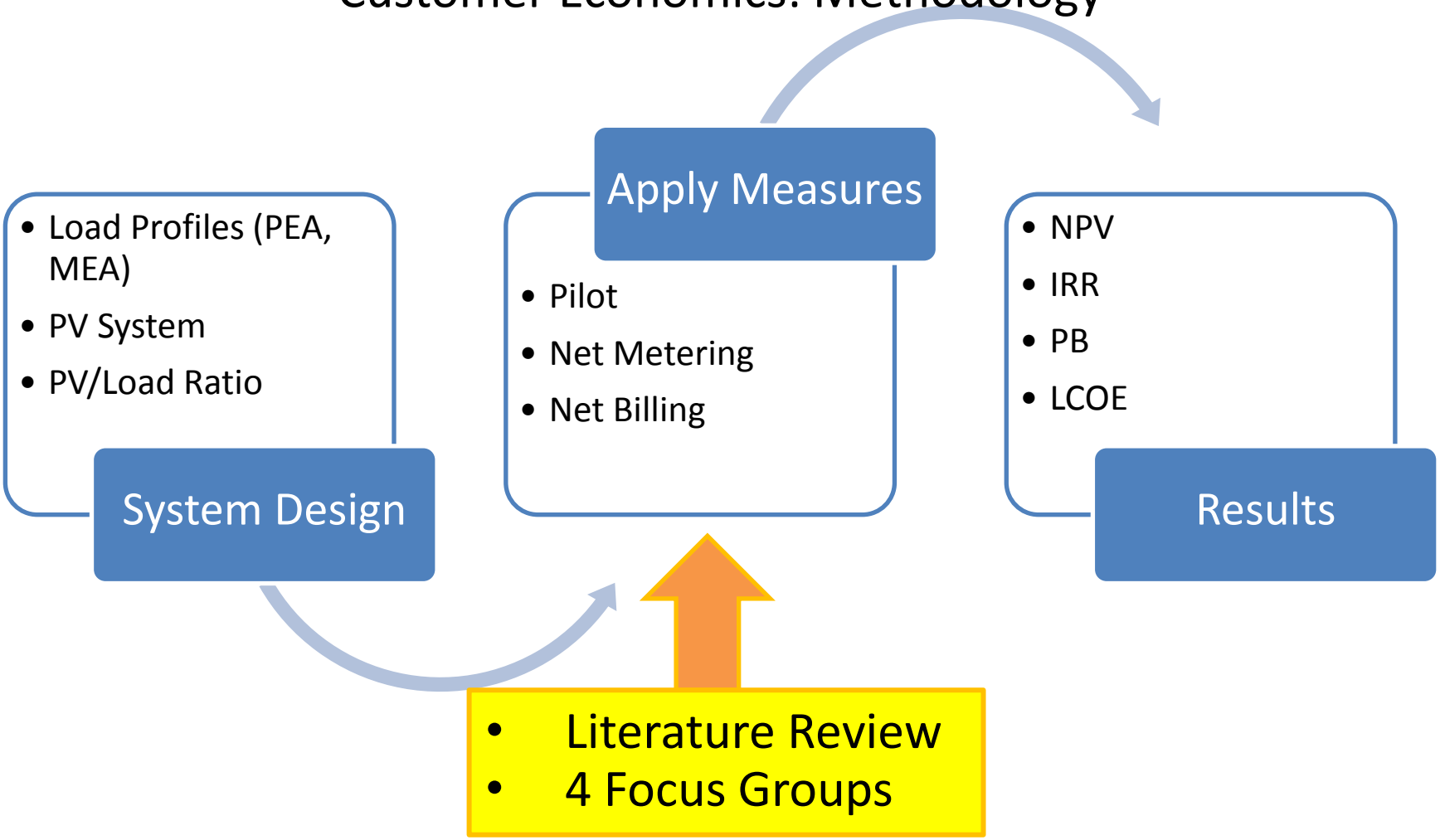
ขอบเขตการดำเนินงาน Scope of Work



เศรษฐศาสตร์

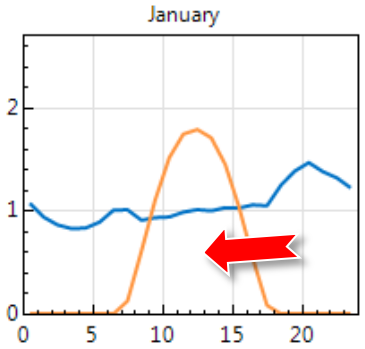
ECONOMIC

ระเบียบวิธีวิจัยในส่วนของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของผู้บริโภค
Customer Economics: Methodology



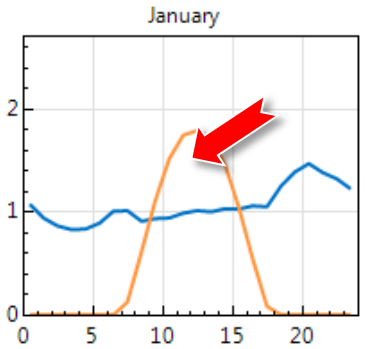
เศรษฐศาสตร์ของการผลิตเอง ใช้เอง (Self-Consumption)

Economics of Self-Consumption: considers 2 portions of electricity



ไฟฟ้าส่วนที่ใช้เอง (Self-Consumed Electricity) :

- มีมูลค่าเท่ากับค่าไฟฟ้าขายปลีกตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า
  value at the retail rate that customer subscribes
- จะให้รางวัลเพิ่มในส่วนนี้ก็ได้ (เช่นประเทศจีน)
  can give additional bonus for self-consumption (China)



ไฟฟ้าส่วนเกิน (Excess Electricity)

- มิเตอร์เก็บและบันทึกข้อมูลถี่แค่ไหน
  (frequency of meter reading and recording)
- นำมาหักลบหน่วยสำหรับการใช้ไฟฟ้าในอนาคตในรูปแบบ kWh หรือ บาท
  is used to deduct from future use in kWh or Baht---depending on scheme

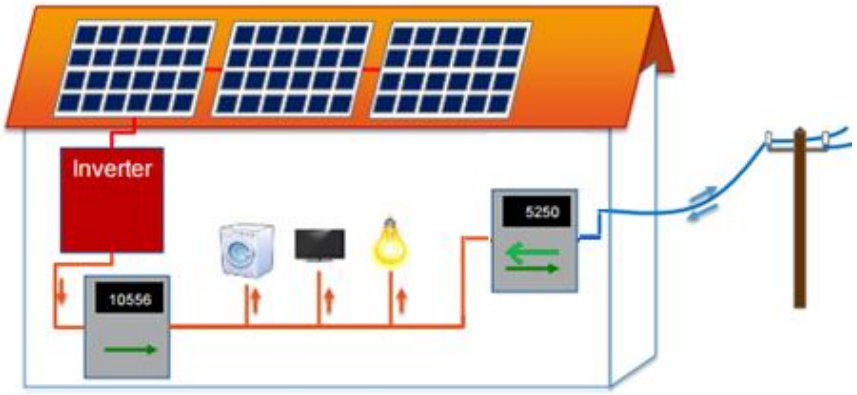
การใช้ไฟฟ้า (kW)

การผลิตไฟฟ้าจาก PV (kW)

2 รูปแบบของมาตรการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าเองใช้เอง
2 Self Consumption Support Schemes

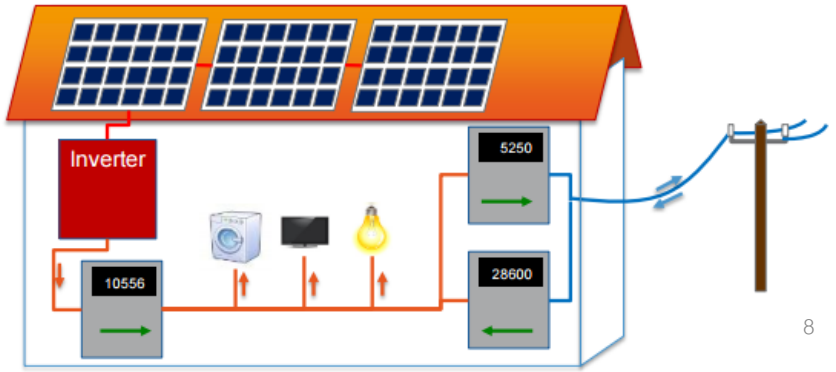
Net Metering

- หักลบ **กลบหน่วย**ไฟฟ้าภายในหรือข้ามรอบบิล
  (crediting system in kWh)
- ไฟฟ้าส่วนไหลย้อนเข้ากริด
  → มีมูลค่า = ค่าไฟปลีก
  (value of excess e = retail rate)
- Existing meter or new electronic meter



Net Billing

- หักลบ **มูลค่า**ของไฟฟ้าภายในหรือข้ามรอบบิล
  (crediting system in monetary value)
- ไฟฟ้าส่วนไหลย้อนเข้ากริด
  → มีมูลค่า # ค่าไฟปลีก
  (value of excess e # retail rate)
- Electronic meter (2 data records)



ข้อดี และ ข้อเสีย ของ Net Metering

องค์ประกอบของ Net metering	ข้อดี	ข้อเสีย
การชดเชยไฟฟ้าส่วนเกิน (Compensation for excess Electricity)	เนื่องจากมีการชดเชยไฟฟ้าส่วนเกินที่อัตราขายปลีก จึงดึงดูดผู้ลงทุนมาก	และด้วยเหตุผลเดียวกัน ทำให้การไฟฟ้าสูญเสียรายได้เร็วกว่า และมากกว่ากรณีอื่นๆ
มิเตอร์ (Meter)	สามารถใช้มิเตอร์จานหมุนที่มีอยู่โดยไม่ต้องเปลี่ยนมิเตอร์	---
การตั้งค่ามิเตอร์ (Meter setting)	ไม่ต้องตั้งค่ามิเตอร์ใหม่ เพียงแต่ต้องอนุญาตให้มิเตอร์จานหมุน หมุนย้อนกลับ (สำหรับบ้านอยู่อาศัย)	---
การจัดการทางบัญชี (Account Setting)	---	การไฟฟ้ายังไม่คุ้นกับระบบที่มีการอนุญาตสะสมหน่วยเพื่อหักลบหน่วยในรอบบิลถัดๆ ไป และใช้มิเตอร์แบบ digital
การเก็บภาษี (Tax revenue collection)	---	ไม่สามารถเก็บภาษีจากไฟฟ้าส่วนเกินที่เก็บเป็นเครดิต
การติดตามตรวจสอบ (monitoring)	---	หากใช้มิเตอร์จานหมุนก็จะไม่สามารถเก็บข้อมูลไฟฟ้าไหลย้อนเข้าระบบได้

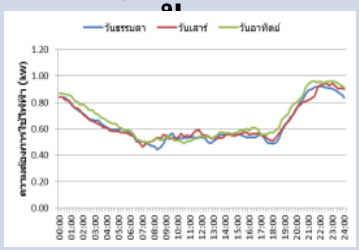
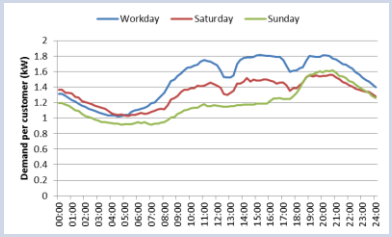
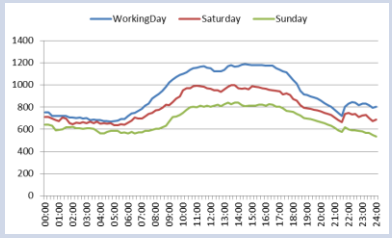
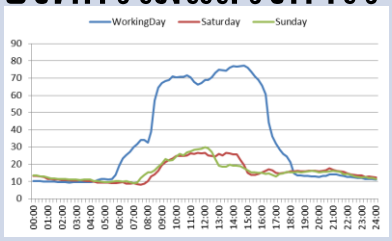
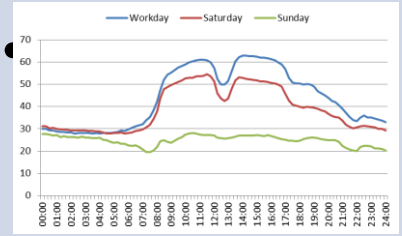
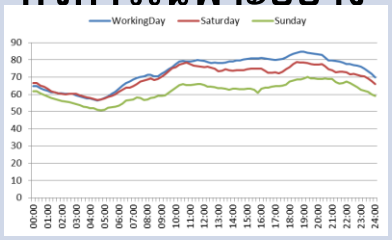
ที่มา: ผลการศึกษาของโครงการวิจัยฯ

ข้อดี และ ข้อเสีย ของ Net Billing

Net billing features	Pros	Cons
การชดเชยไฟฟ้าส่วนเกิน (Compensation for excess Electricity)	อัตราชดเชยไฟฟ้าส่วนเกินสามารถกำหนดให้ เท่ากับ มากกว่า หรือน้อยกว่า ค่าไฟฟ้าปลีก เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ตลาด	การปรับอัตราให้เหมาะสมกับสถานการณ์ควรอยู่บนหลักการที่เหมาะสม และต้องมีกลไกการปรับที่สม่ำเสมอ (เช่น ทุกปี)
มิเตอร์	---	ต้องเปลี่ยนมิแตอร์เป็นแบบ electronic จึงเพิ่มค่าใช้จ่าย
การตั้งค่ามิเตอร์ (Meter setting)	---	หากมีการนับหน่วยไฟฟ้าไหลย้อนรายชั่วโมง (hourly time stamp) มิเตอร์จำเป็นต้องมีหน่วยความจำสูงขึ้นและประเภทคนเอ่านและเก็บข้อมูลจากมิเตอร์ที่แพงขึ้น
การจัดการทางบัญชี (Account Setting)	ง่ายสำหรับการไฟฟ้า เนื่องจากแยกไฟฟ้าไหลเข้าและออกอย่างชัดเจน	-
การเก็บภาษี (Tax revenue collection)	สามารถเก็บได้จากไฟฟ้าส่วนเกิน	-
การติดตามตรวจสอบ (monitoring)	สามารถเก็บข้อมูลไฟฟ้าส่วนเกินที่ไหลเข้ากริด และคำนวณ load ที่เปลี่ยนไปได้	-

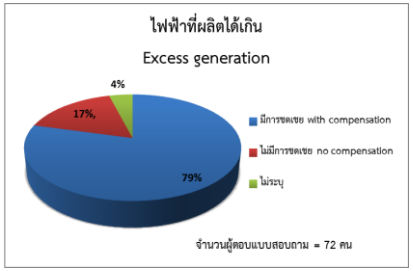
ที่มา: ผลการศึกษาของโครงการวิจัยฯ

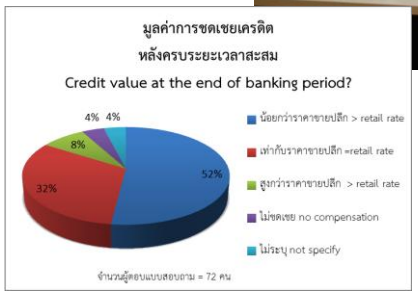
รูปแบบการใช้ไฟฟ้า จากการสำรวจของกฟน. กฟภ.
Load Profiles from MEA and PEA's Load Study

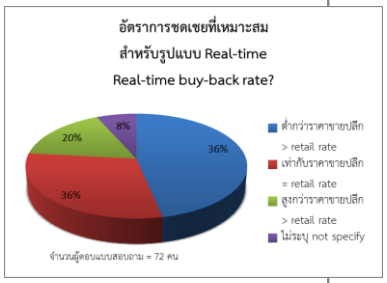
Pattern-I	Pattern-II	Pattern-III	Pattern-IV
บ้านอยู่อาศัย	กิจการขนาดเล็ก	อาคารขนาดใหญ่	องค์กรไม่แสวงกำไร
			
	กิจการขนาดกลาง	กิจการเฉพาะอย่าง	
			
		Flat load	PV load

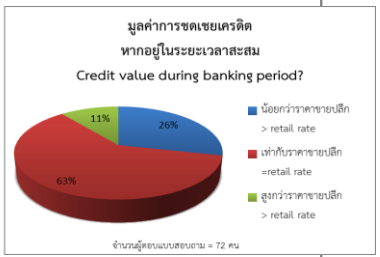
ที่มา: ผลการศึกษาของโครงการวิจัยฯ

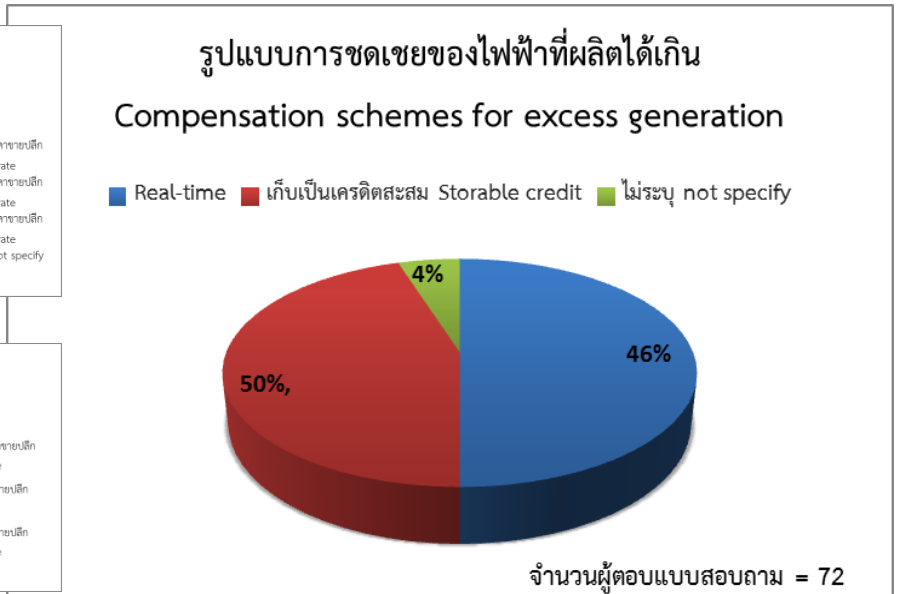
การจัดทำการสำรวจความเห็นเชิงลึก เกี่ยวกับรูปแบบมาตรการสนับสนุน
4 Focus Groups on Elements of Self-Consumption Scheme Design



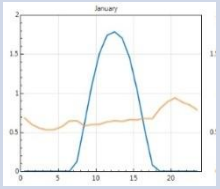
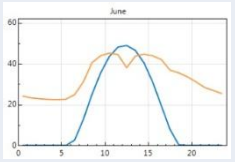
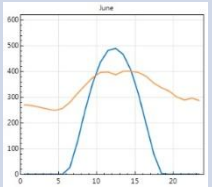








ลักษณะการใช้ไฟฟ้าที่เลือกและขนาดกำลังผลิตติดตั้งของ PV (กรณีฐาน)
Base Case: PV Size and PV/Load Ratio

Load Type	PV Size (kWdc)	PV/Load ratio	
บ้าน residential	3	50%	
อาคาร commercial	100	50%	
โรงงาน industrial	1,000	50%	

Sensitivities: PV/Load ratios from 20-200%

กรณีฐาน

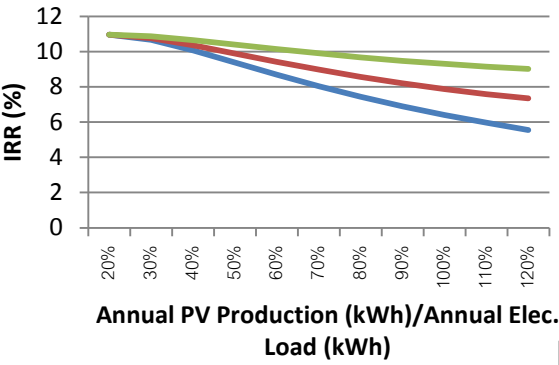
ตัวชี้วัด	บ้าน		อาคาร		โรงงาน	
ค่าไฟปลีก	TOU peak =5.46 TOU off=peak = 2.304		TOU peak =3.88 TOU off-peak =2.30		TOU peak =3.88 TOU off peak =2.30	
LCOE (บาท/หน่วย)	3.33		3.24		3.24	
	NM	NB	NM	NB	NM	NB
IRR (%)	11.65	9.86 -10.86 (ราคารับซื้อ 1-3 บาท)	13.69	12.95-13.52 (ราคารับซื้อ 1-3 บาท)	15.51	14.67-15.32 (ราคารับซื้อ 1-3 บาท)
PB (ปี)	9.7	10.5-11. 6	8.6	8.6 – 9.1	7.6	7.7-8.2

หมายเหตุ: กรณี Net Billing อัตรารับซื้อไฟฟ้าส่วนเกิน = 1-3 บาท

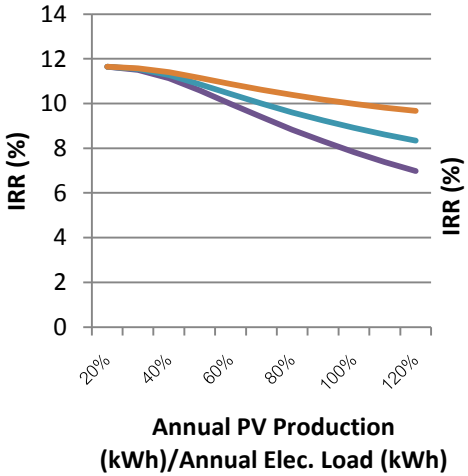
ที่มา: ผลการศึกษาของโครงการวิจัยฯ

ลักษณะการแสดงผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์
Sample Display of Economic Results

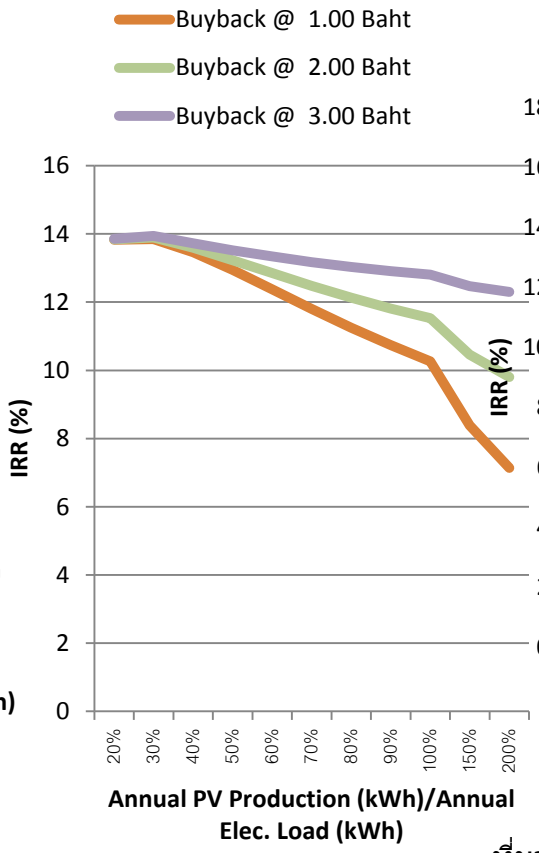
Residential- Block Rates



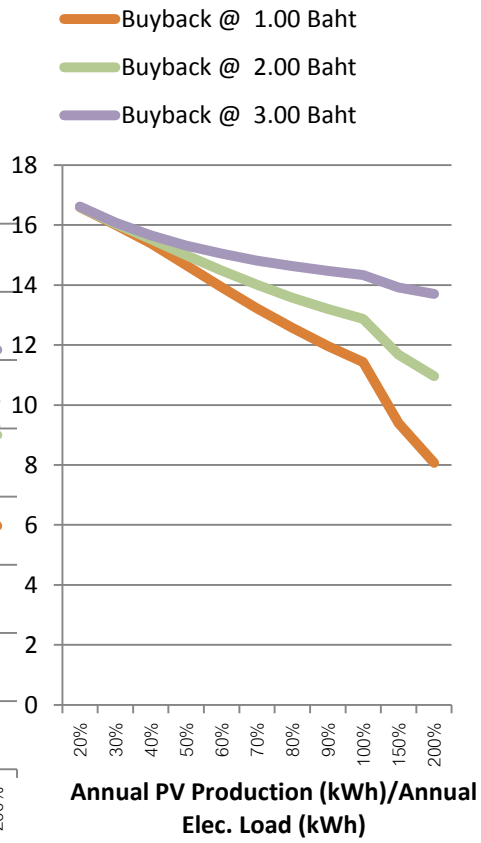
Residential- TOU Rates



Commercial



Industrial



ที่มา: ผลการศึกษาของโครงการวิจัยฯ

สังคม

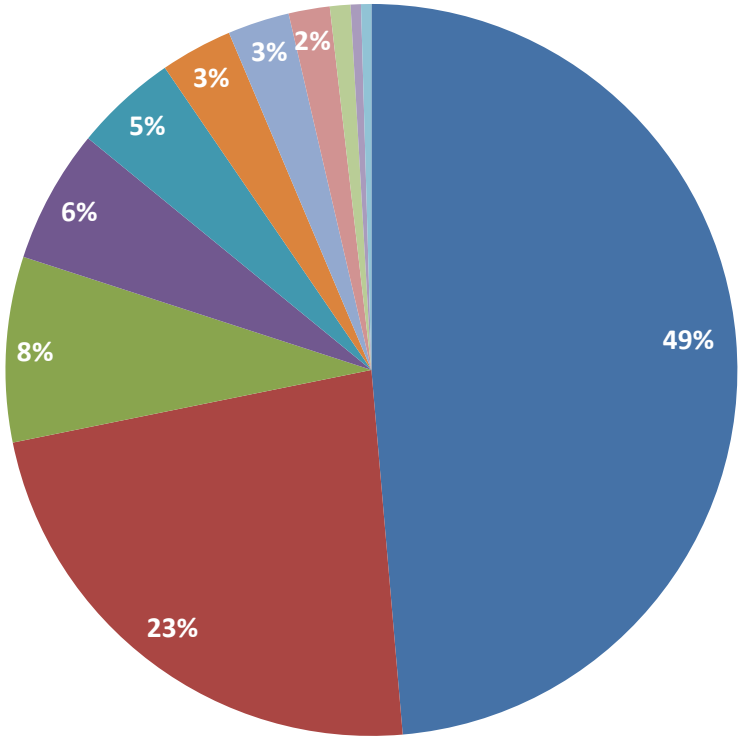
SOCIAL

การเก็บข้อมูลทางเศรษฐกิจ สังคมและเทคนิคตลอดโครงการ

Social , Economic, and Technical Data Collection through lifetime of the Pilot

<table>
<tr><th colspan="3">Pre-program survey</th></tr>
<tr><th>Survey of Pilot Participants</th><th>Survey of existing data sources</th><th>Market Survey</th></tr>
<tr><td>Socio-demographic data
• Gender
• Age group
• Educational background
• Occupational status
• Area of residence
• Income average
• Annual income average
• Monthly electricity expense
• Household income
• Customer sectors</td><td>Technical data
• Customer groups
• Load data (Load study)
• Monthly Electricity bill
• Specification of solar systems</td><td>Economic data
• Solar panel price
• Module, inverter, BOS price
• Installation costs
• O&M costs
• Other costs</td></tr>
<tr><th colspan="3">During the program</th></tr>
<tr><td colspan="2">Technical meter data</td><td>PV Production Data</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Magnitude and frequency</td><td>• 15-minute kW data, cumulative kWh</td></tr>
<tr><th colspan="3">At the end of data collection period</th></tr>
<tr><td colspan="3">Participants satisfaction survey</td></tr>
</table>

Reasons for participating in the Pilot Project



- **เพื่อลดค่าไฟฟ้าของครัวเรือน/สถานประกอบการในระยะยาว**
- **คาดว่าจะได้รับรายได้จากการขายไฟฟ้าส่วนเกิน**
- **อยากมีส่วนร่วมและสนับสนุนโครงการนำร่องฯ**
- ช่วยลดก๊าซเรือนกระจก
- สนับสนุนการใช้พลังงานสะอาด
- เพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงาน
- สนับสนุนรัฐบาลในการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
- เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และรับผิดชอบต่อสังคม
- ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ Protectionและ มิเตอร์
- เพื่อดำเนินการติดตั้งระบบโซลาร์อย่างถูกต้องตามกฎหมาย
- ประโยชน์ทางด้านภาษี

Type	MEA	PEA
Residential	46	53
Commercial+industrial	43	104
Total	89	157

Top Building in the Pilot Project are Dormitories, Factories, and Offices

ประโยชน์ใช้สอยของอาคาร	*PEA*	*MEA*
หอพัก	**33**	**9**
โรงงาน	**33**	**12**
สำนักงาน	**16**	**15**
โรงแรม	4	1
คลังสินค้า	4	0
พักอาศัย	4	1
โรงเรียน	2	3
ห้างสรรพสินค้า	1	1
ขายอาหาร	1	0
แสดงสินค้า	1	0
อู่ซ่อมเครื่องจักร	1	0
ศาสนสถาน	1	0
สถานีบริการน้ำมัน	1	0
ไม่ระบุ	1	0
ฟาร์ม	1	0
กิจการซ่อมรถ	0	1
รวม	***104***	***43***

Most Commerical/Industrial Participants learnt about the Pilot Project from EPCs and ERC

ช่องทางประชาสัมพันธ์	*PEA*	*MEA*
บริษัทติดตั้งระบบโซลาร์รูฟ	**59**	**19**
ประชาสัมพันธ์บนเวปไซต์ของ กกพ.	**37**	**28**
เพื่อน, ญาติ, คนรู้จัก	21	8
ประชาสัมพันธ์ทาง social media	15	11
ไม่ระบุ	4	0
ประชาสัมพันธ์ทางหนังสือพิมพ์	3	5
ประชาสัมพันธ์ทางโทรทัศน์	2	0
ผ่านบริษัท ESCO	1	0
สถานบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	1	0
บริษัท SPR	1	0
ผู้บริหารบริษัท	1	0

Most Commercial/Industrial Participants Pay Upfront or Take Loan, PPA and Leasing are less common

ลงทุนด้วยวิธีใด	*PEA*	*MEA*
เงินสด	**48**	**33**
กู้เงิน	**46**	**6**
ไม่ระบุ	6	2
Leasing	4	1
PPA	3	0
บริจาค	1	0

Worth exploring more on why PPA and Leasing are not used

The Most Common Concerns about Pilot Project: Tedious Rules and Documents

ข้อกังวลในการเข้าร่วมโครงการ	***PEA***	***MEA***
กฎระเบียบ ขั้นตอน เอกสาร ทำให้ล่าช้า	**8**	**1**
ความยั่งยืนของโครงการ	4	0
ความคุ้มทุน	3	0
การจำหน่ายไฟฟ้า	1	1
ได้รับข้อมูลข่าวสารไม่เพียงพอ	1	0
อันตรายจาก Reverse Power Relay	1	0
โควตาเต็มจำนวน	0	1
ไม่มี/ไม่ระบุ	86	40

ตัวอย่างผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการนำร่อง

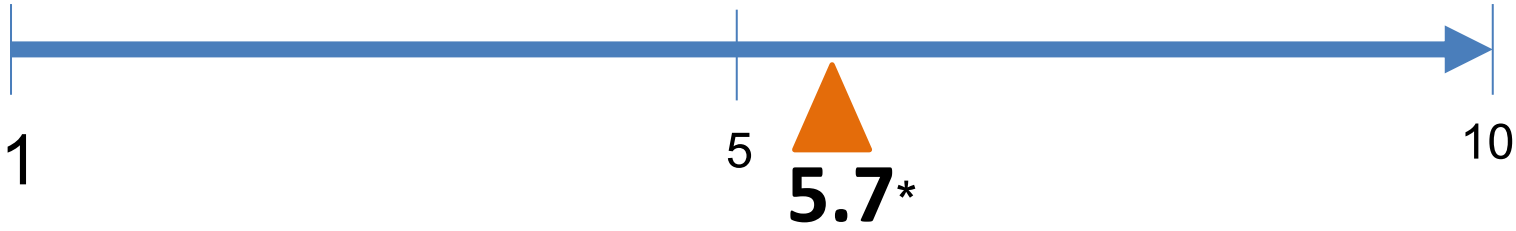
Sample Results of the Satisfaction Survey

น้อยที่สุด

Least Satisfied

มากที่สุด

Very Satisfied



*คะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักโดยใช้จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละข้อ

เทคนิค

TECHNICAL

ศึกษาและวิเคราะห์ “ปริมาณกำลังผลิตติดตั้งสูงสุด” ในแต่ละ “ตำแหน่งติดตั้ง”

1. สร้างระบบไฟฟ้าตัวแทนระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการกำหนดรูปแบบวงจรและความยาวสายไฟฟ้า

Construct representative distribution systems based on circuit design and line length

2.พิจารณาค่าโหลดต่ำสุดในระบบเพื่อจำลองกรณีที่มีโอกาสเกิดการไหลย้อนของกำลังไฟฟ้ามากที่สุด

Load: Consider the scenario with lowest load and hence highest backfeed

3.อาศัยพิกัดแรงดันไฟฟ้าตามข้อกำหนดการเชื่อมต่อ และ ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เปลี่ยนแปลงไปที่ยอมรับได้ เป็นเกณฑ์ในการกำหนดขนาดปริมาณกำลังผลิตติดตั้งสูงสุด

PV: Set the maximum PV installed capacity based on voltage limit; and acceptable loss

4.ทดสอบตำแหน่งการติดตั้งในบริเวณต้นสาย กลางสาย และ ปลายสาย โดยคำนวณปริมาณกำลังผลิตติดตั้งสูงสุดในแต่ละตำแหน่ง (Optimization)

Optimize for maximum PV installed capacity for different locations of the feeder

5.เปรียบเทียบปริมาณกำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เกิดจากเกณฑ์พิกัดแรงดันไฟฟ้า และเกณฑ์ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เปลี่ยนแปลงไปที่ยอมรับได้ โดยจะเลือกค่าที่ต่ำกว่า

Compare maximum capacity using voltage vs. loss constraints

ผลลัพธ์จากการพิจารณาร่วมกัน

ด้านเศรษฐศาสตร์ Economic

มาตรการสนับสนุน self-consumption ที่คุ้มทุนและทุกภาคส่วนยอมรับ

ด้านเทคนิค Technical

ประเด็นทางด้าน Grid Code ที่สามารถปรับปรุง ข้อมูลใดที่ควรเก็บ เพื่อรองรับระบบไฟฟ้าในอนาคต

ด้านสังคม Social

โจทย์วิจัยเพิ่มเติม เกี่ยวกับลักษณะการตอบสนองของผู้บริโภค ต่อมาตรการ รูปแบบธุรกิจ ฯลฯ

คำถาม และความคิดเห็น

tongsopit@gmail.com