

โครงการศึกษาวิเคราะห์โครงการนำร่อง การส่งเสริมติดตั้งโซลาร์รูฟเสรี ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและผลการวิเคราะห์จาก โครงการวิจัย

ดร.โสภิตสุดา ทองโสภิต สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดร.สิริภา จุลกาญจน์ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดร.สุรชัย ชัยทัศน์ย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดร.วิชสิทธิ์ วิบูลผลประเสริฐ สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

วันจันทร์ที่ 4 กันยายน 2560

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลการดำเนินงานโครงการนำร่องการติดตั้งโซลาร์รูฟเสรี โดยพิจารณาในมิติด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านผลกระทบทางเทคนิคต่อระบบไฟฟ้าและสังคม
๒. เพื่อนำผลการศึกษาวิเคราะห์โครงการมาใช้ประกอบการนำเสนอแนวทางการส่งเสริมโซลาร์รูฟเสรีในระยะต่อไป

ข้อเสนอนโยบาย: การส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าเองใช้เองด้วย Rooftop PV

เป้าหมาย

- ควรกำหนดเป้าหมายรายปี และเป้าหมายระยะยาวถึงสิ้นแผน AEDP เพื่อให้สะดวกต่อการวางแผนจัดหาและบริหารจัดการระบบไฟฟ้า

มาตรการ Net Billing

- ส่งเสริมด้วยมาตรการ Net Billing โดยให้ผลิตเองใช้เองก่อน หากเหลือไฟฟ้าไหลย้อน...
- รับซื้อไฟฟ้าส่วนเกินในอัตราที่เหมาะสม โดยจำแนกอัตราตามกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า

ระยะเวลาส่งเสริมของอัตราที่กำหนด

- ระยะเวลาสัญญารวม = 25 ปี
- และปรับเปลี่ยนอัตราตามรอบค่าไฟฟ้าฐาน (เช่น ทุกๆ 3 ปี) สำหรับโครงการใหม่ที่จะเข้าระบบ

การแก้ไขปัญหาอุปสรรค

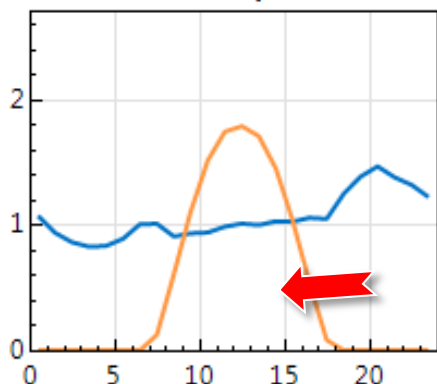
- มีความสำคัญเทียบเท่ากับการกำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าส่วนเกิน และการกำหนดโควตา
- จำเป็นต้องมีหน่วยงานที่เป็นเจ้าภาพอย่างชัดเจนสำหรับปัญหาอุปสรรคในแต่ละประเด็น และมีเจ้าภาพกลางในการติดตาม (ซึ่งอาจปรับเปลี่ยนหน้าที่ของคณะทำงานฯ)

การเก็บข้อมูลของการไฟฟ้า

- ควรออกแบบระบบเก็บข้อมูลที่ควบคู่ไปกับการออกนโยบาย เพื่อให้
 - กฟน กฟภ : วางแผนระบบจำหน่าย
 - สทพ. กฟผ: วางแผน PDP ; คาดการณ์และบริหารจัดการ duck curve

เศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าเอง ใช้เอง พิจารณาไฟฟ้าสองส่วน Economics of Self-Consumption: consider 2 portions of electricity

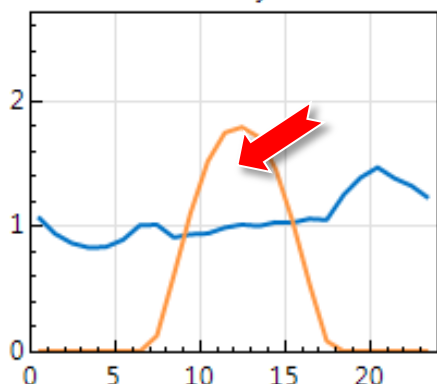
January



ไฟฟ้าส่วนที่ใช้เอง (Self-Consumed Electricity) :

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

January



ไฟฟ้าส่วนเกิน (Excess Electricity)

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

2 รูปแบบของมาตรการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าเองใช้เอง

2 Self-Consumption Support Schemes

Net Metering

- หักลบ **กลบหน่วย**ไฟฟ้าภายในหรือข้ามรอบบิล

(crediting system in kWh)

- ไฟฟ้าส่วนไหนย้อนเข้ากริด

→ มีมูลค่า = ค่าไฟปลีก

(value of excess e = retail rate)

- Existing meter or new electronic meter



Net Billing

- หักลบ **มูลค่า**ของไฟฟ้าภายในหรือข้ามรอบบิล

(crediting system in monetary value)

- ไฟฟ้าส่วนไหนย้อนเข้ากริด

→ มีมูลค่า # ค่าไฟปลีก

(value of excess e # retail rate)

- Electronic meter (2 data records)



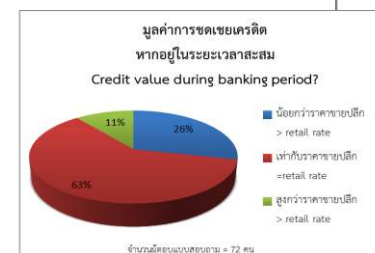
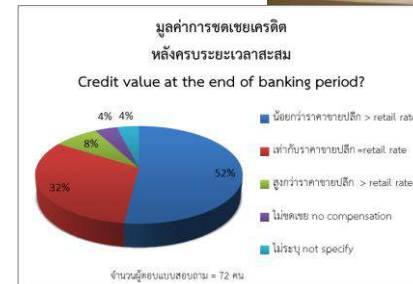
ข้อดี และ ข้อเสีย ของ Net Metering

องค์ประกอบของ Net metering	ข้อดี Pros	ข้อเสีย Cons
การชดเชยไฟฟ้าส่วนเกิน (Compensation for excess Electricity)	เนื่องจากการชดเชยไฟฟ้าส่วนเกินที่อัตราขายปลีก 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

ข้อดี และ ข้อเสีย ของ Net Billing

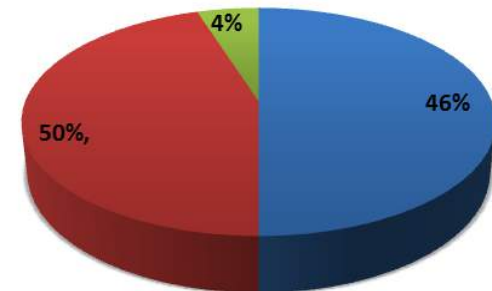
Net billing features	ข้อดี Pros	ข้อเสีย Cons
การชดเชยไฟฟ้าส่วนเกิน (Compensation for excess Electricity)	อัตราชดเชยไฟฟ้าส่วนเกินสามารถกำหนดให้ เท่ากับ มากกว่า หรือน้อยกว่า ค่าไฟฟ้าปลีก เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ตลาด	การปรับอัตราให้เหมาะสมกับสถานการณ์ควรอยู่บนหลักการที่เหมาะสม และต้องมีกลไกการปรับที่สม่ำเสมอ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

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



รูปแบบการชดเชยของไฟฟ้าที่ผลิตได้เกิน Compensation schemes for excess generation

Real-time เก็บเป็นเครดิตสะสม Storable credit ไม่ระบุ not specify



จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม = 72

ข้อเสนอรายละเอียดของ Net Billing

ลักษณะ (Metering and Payment)

- มิเตอร์เก็บข้อมูลไฟฟ้าไหลเข้า และออก ทุกชั่วโมง
- ไฟฟ้าไหลเข้าสุทธิ (Net Import): ลูกค้าจ่ายให้การไฟฟ้า
- ไฟฟ้าไหลออกสุทธิ (Net Export): การไฟฟ้าจ่ายเงินให้ลูกค้า
- รอบบิลรายเดือน ไม่มีการสะสมเครดิต

อัตรารับซื้อไฟฟ้าไหลย้อน (Export Rate)

- คณะวิจัยฯ เสนอสามอัตรา (สูง กลาง ต่ำ) เป็นทางเลือกให้กระทรวงพลังงาน
- อัตรารับซื้อไฟฟ้าไหลย้อน จำแนกตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

ปริมาณรับซื้อ (Target)

- กำหนดโดยกระทรวงพลังงาน
- คณะวิจัยฯ เสนอให้มีการตั้งเป้าหมาย รายปี และระยะยาว

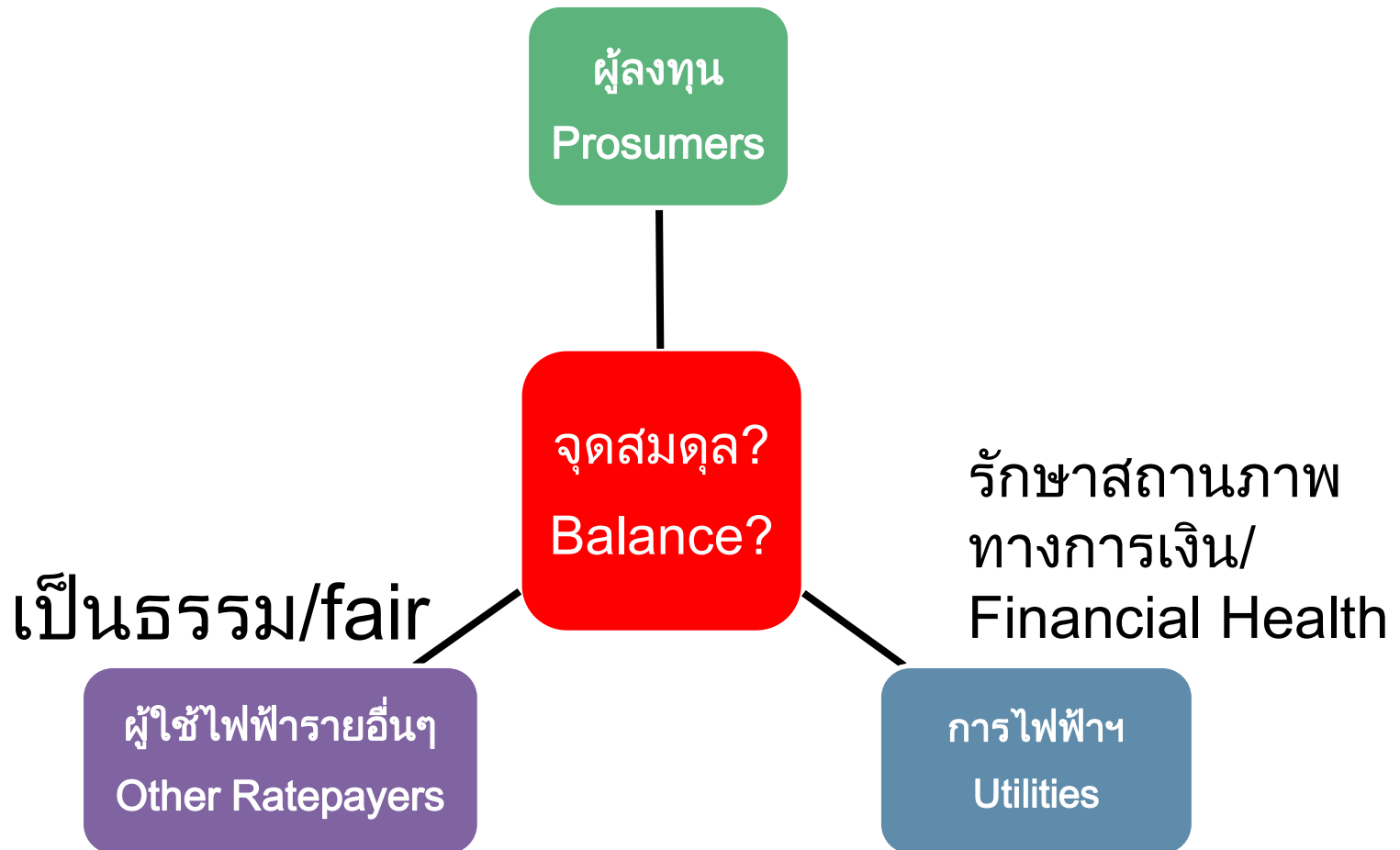
ระบบข้อมูล (Data Monitoring System)

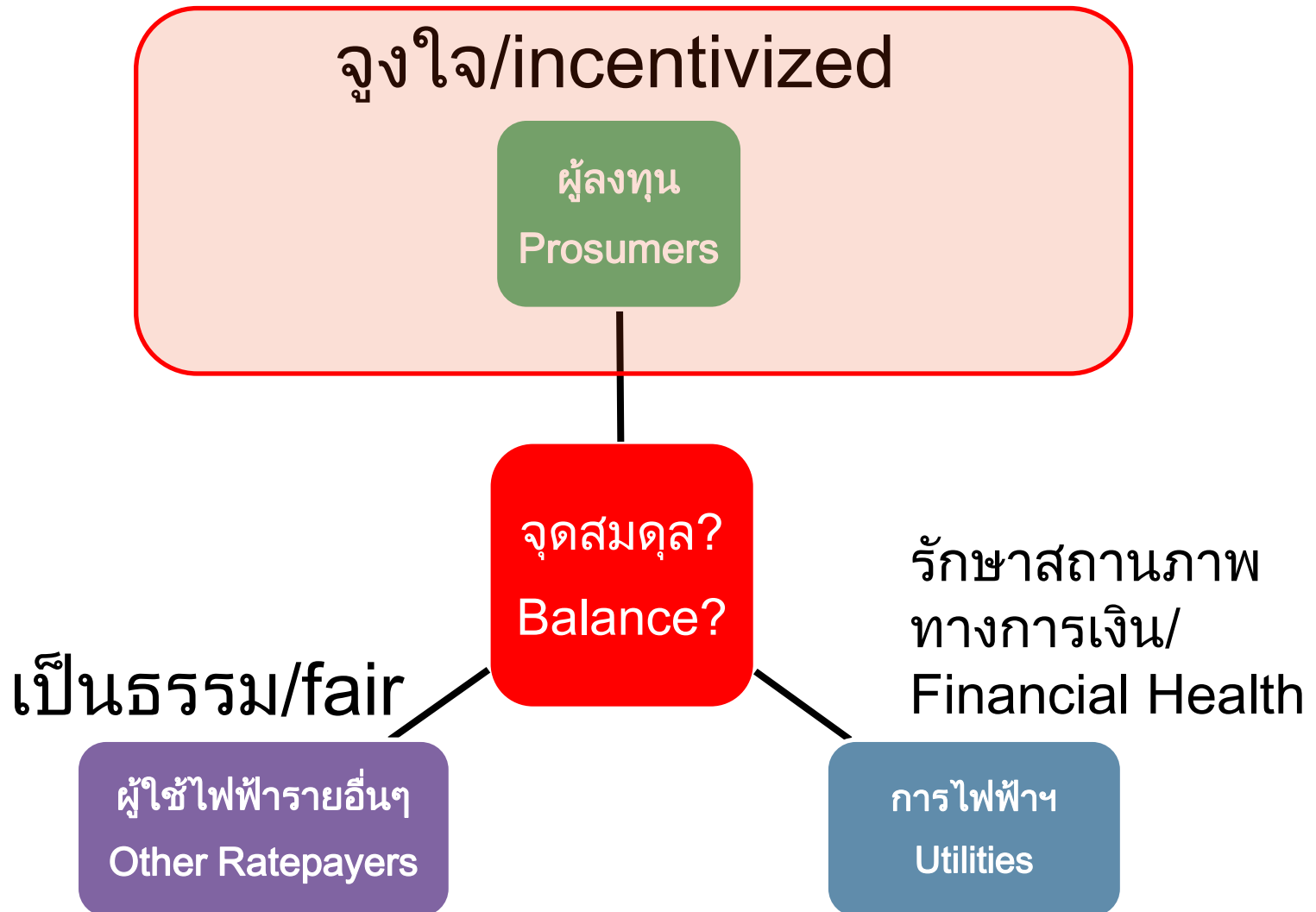
- ผู้ระบบเก็บข้อมูลเข้ากับ
 - ระบบรับสมัคร
 - ระบบ monitoring

ปรัชญาของการสนับสนุนการผลิตเองใช้เอง

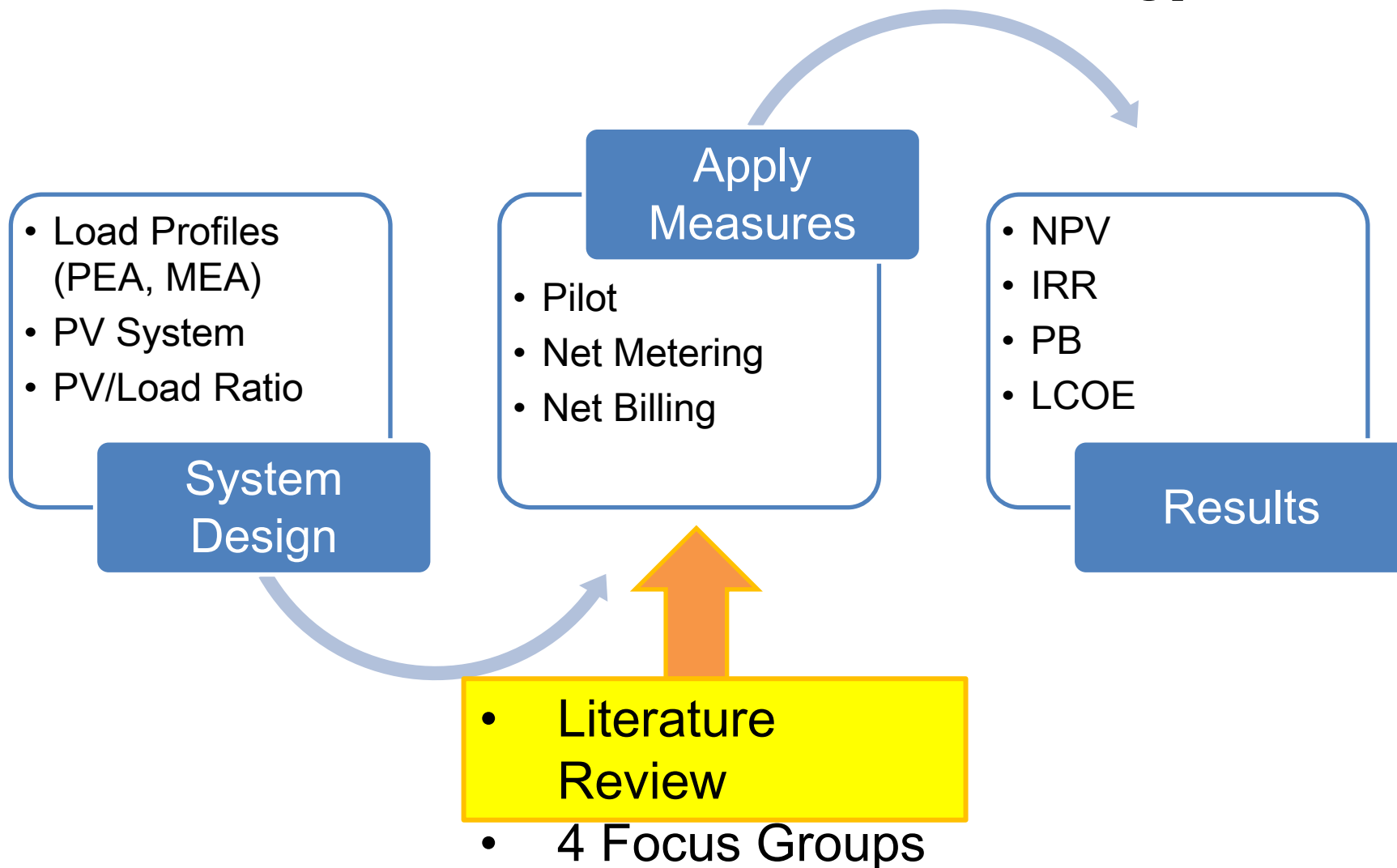
Philosophy of Compensation

จูงใจ/incentivized



ปรัชญาของการสนับสนุนการผลิตเองใช้เอง
Philosophy of Compensation

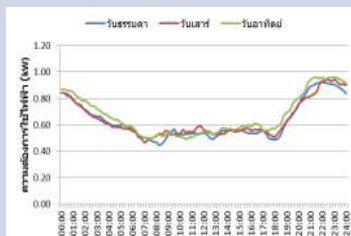
Customer Economics: Methodology



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

Pattern-I

บ้านอยู่อาศัย
(RES)

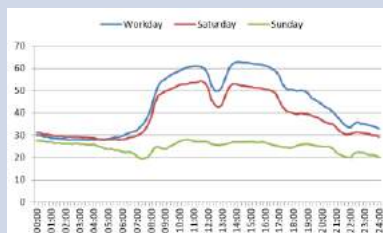


Pattern-II

กิจการขนาดเล็ก
(SGS)

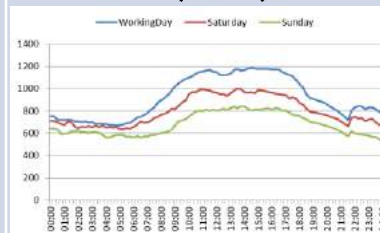


กิจการขนาดกลาง
(MGS)



Pattern-III

อาคารขนาดใหญ่
(LGS)



กิจการเฉพาะอย่าง
(Specific Business)

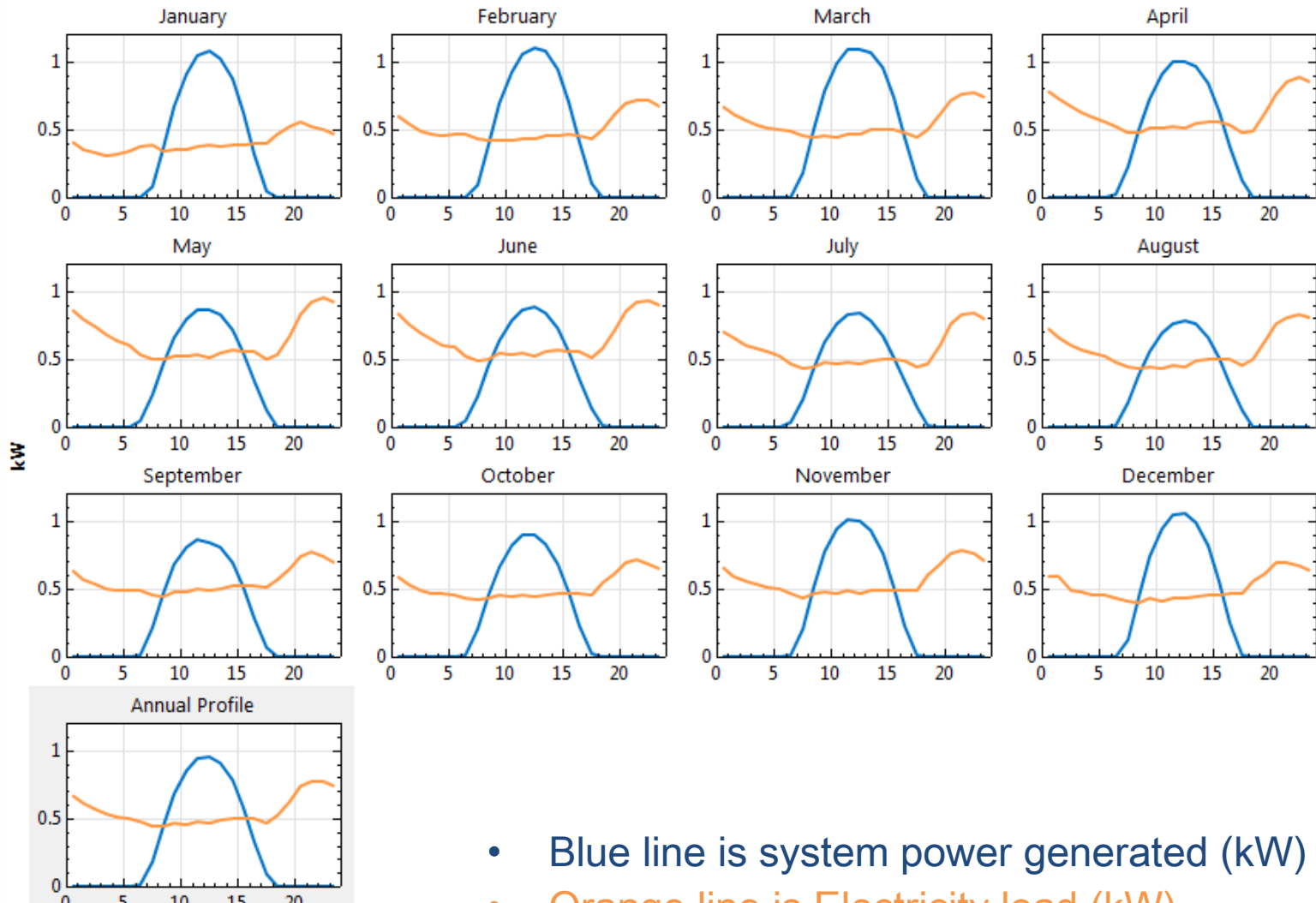


Pattern-IV

องค์กรไม่แสวงกำไร
(Non-profit)

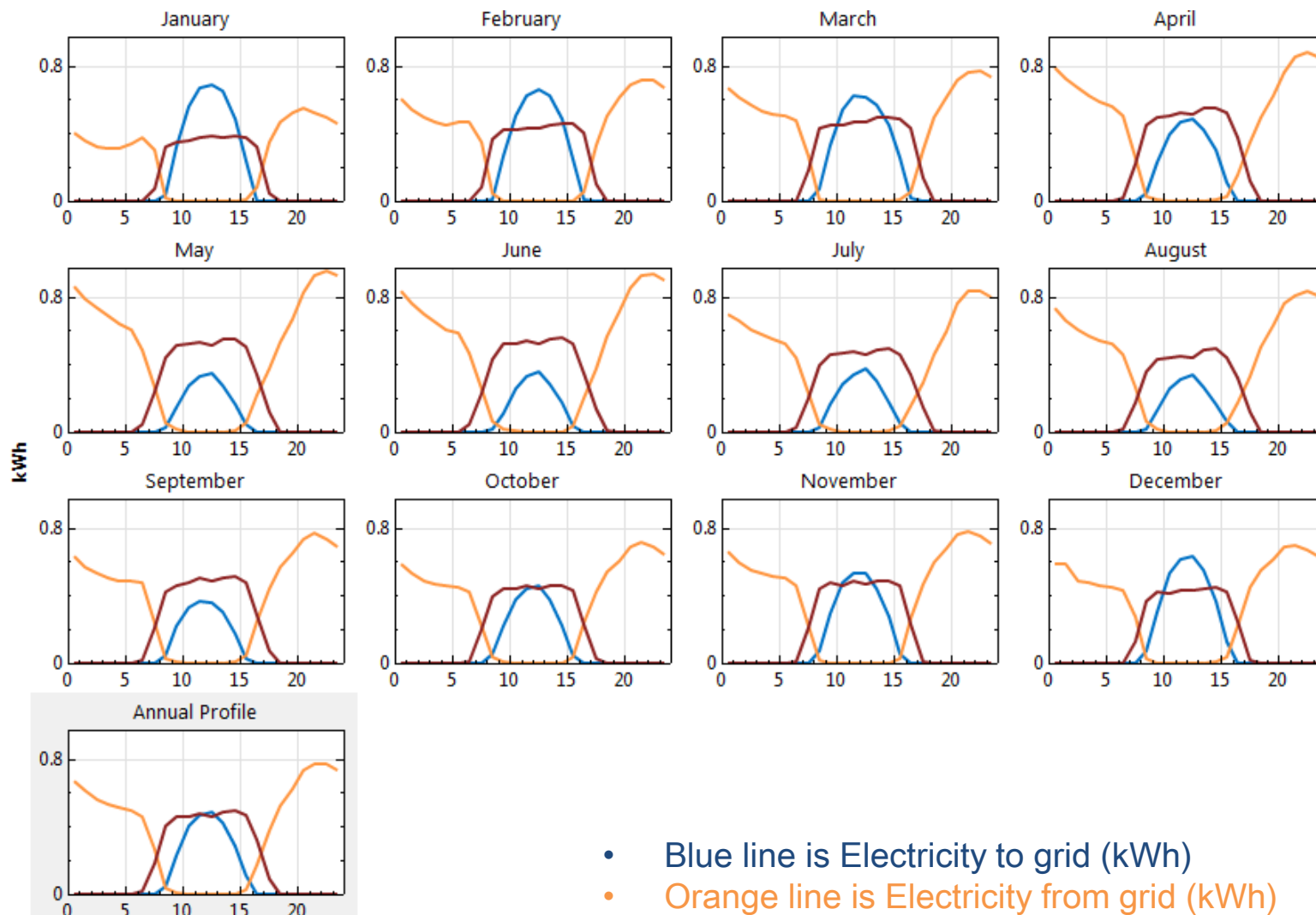


PV Production vs. Electricity Load : RES



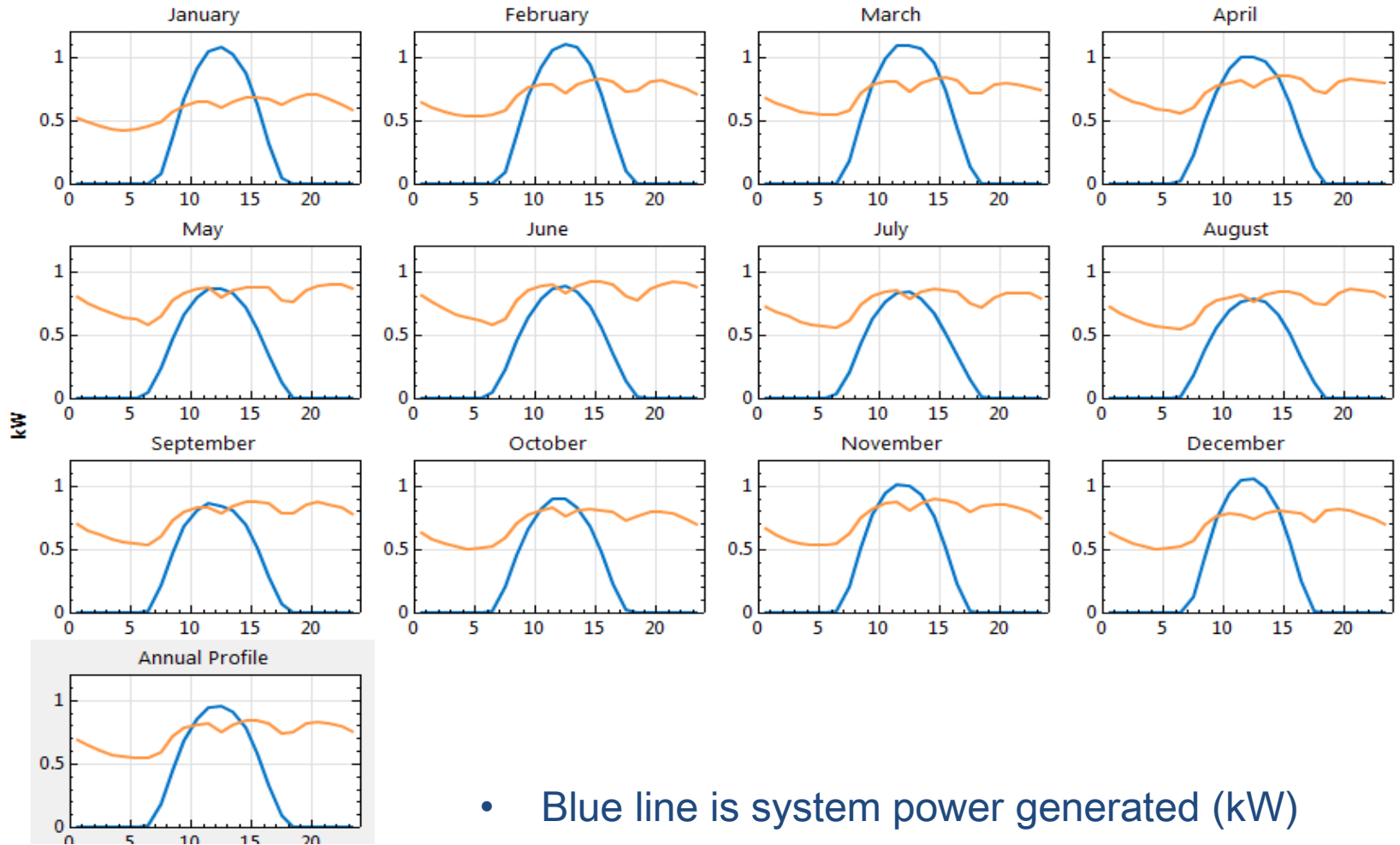
- Blue line is system power generated (kW)
- Orange line is Electricity load (kW)

RES

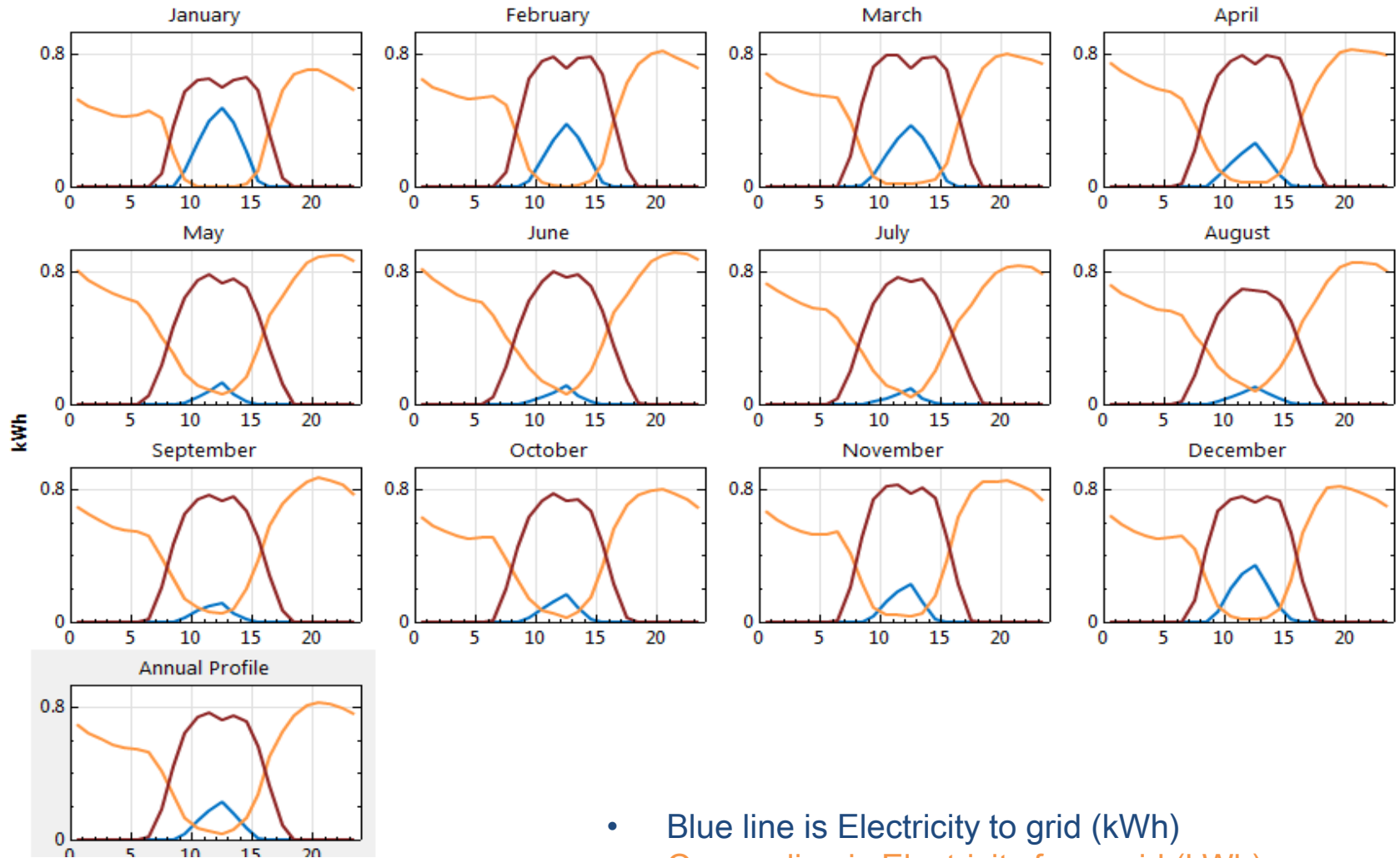


- Blue line is Electricity to grid (kWh)
- Orange line is Electricity from grid (kWh)
- Brown line is Electricity from system to load (kWh)

PV Production vs. Electricity Load : SGS



SGS



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

ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าเทียบกับการผลิตไฟฟ้าทุกชั่วโมง

Sample hourly data from load and PV production

Hourly Data ✕			
	Electricity load (year 1) (kW)	Electricity from system to load (year 1 hourly) (kWh)	Electricity to/from grid (year 1 hourly) (kWh)
Jan 1, 12:00 am	0.918151	0	-0.918151
Jan 1, 01:00 am	0.872811	0	-0.872811
Jan 1, 02:00 am	0.842681	0	-0.842681
Jan 1, 03:00 am	0.781496	0	-0.781496
Jan 1, 04:00 am	0.743212	0	-0.743212
Jan 1, 05:00 am	0.725021	0	-0.725021
Jan 1, 06:00 am	0.731355	0	-0.731355
Jan 1, 07:00 am	0.703319	0.168984	-0.534336
Jan 1, 08:00 am	0.733445	0.733445	0.00659281
Jan 1, 09:00 am	0.726967	0.726967	0.597222
Jan 1, 10:00 am	0.754202	0.754202	0.987922
Jan 1, 11:00 am	0.788192	0.788192	1.16733
Jan 1, 12:00 pm	0.771097	0.771097	1.22111
Jan 1, 01:00 pm	0.754233	0.754233	1.11932
Jan 1, 02:00 pm	0.782048	0.782048	0.799974
Jan 1, 03:00 pm	0.816576	0.816576	0.290618
Jan 1, 04:00 pm	0.829584	0.521932	-0.307652
Jan 1, 05:00 pm	0.851245	0.0504078	-0.800837
Jan 1, 06:00 pm	1.03471	0	-1.03471
Jan 1, 07:00 pm	1.0988	0	-1.0988
Jan 1, 08:00 pm	1.13157	0	-1.13157
Jan 1, 09:00 pm	1.11117	0	-1.11117
Jan 1, 10:00 pm	1.02312	0	-1.02312
Jan 1, 11:00 pm	0.961021	0	-0.961021
Jan 2, 12:00 am	1.0516	0	-1.0516
Jan 2, 01:00 am	0.97039	0	-0.97039
Jan 2, 02:00 am	0.906583	0	-0.906583
Jan 2, 03:00 am	0.862204	0	-0.862204

มาตรการสนับสนุนที่นำมาวิเคราะห์

ระบบหักลบกลบหน่วย (Net-metering)

- ไฟฟ้าที่ผลิตเพื่อใช้เอง นำมาสนองโหลดได้ทันที และมีมูลค่าเท่าราคาขายปลีก
- ไฟฟ้าที่ผลิตได้ส่วนเกิน เก็บเป็นเครดิตใช้หักลบกลบหน่วยได้ในรอบบิลถัดๆ ไป และมีมูลค่าเท่ากับราคาขายปลีก
- ระยะเวลาเก็บเครดิต 1 ปี (เครดิตที่เหลือมีอัตรารับซื้อ)

ระบบการรับซื้อส่วนเกิน (Net Billing : Real-time buyback)

- ไฟฟ้าที่ผลิตเพื่อใช้เอง นำมาสนองโหลดได้ทันที และมีมูลค่าเท่าราคาขายปลีก
- ไฟฟ้าที่ผลิตได้ส่วนเกิน ขายเข้าระบบในทันทีในทุกๆ ชั่วโมง ด้วยอัตราที่ต่ำกว่า เท่ากับ หรือสูงกว่าราคาขายปลีก

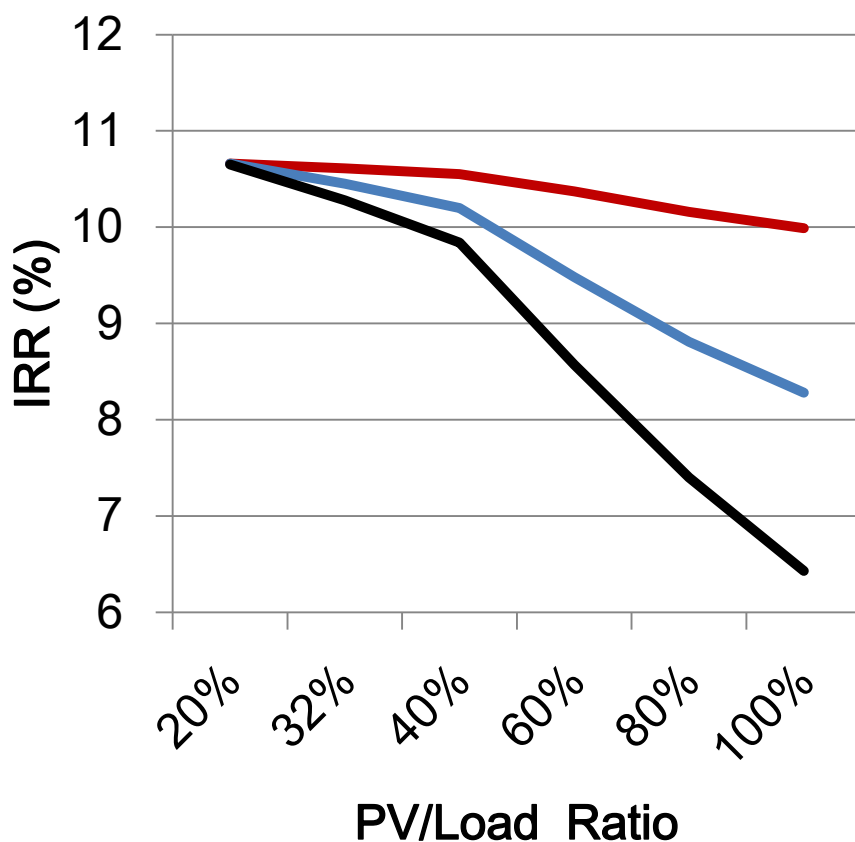
ตัวชี้วัด (Indicators)	บ้าน (RES)		กิจการ ขนาดเล็ก (SGS)		อาคาร (MGS)		โรงงาน (LGS)	
ค่าไฟปลีก TOU rate	On peak =5.639 Off-peak =2.478		On peak =5.639 Off-peak =2.478		On peak =4.051 Off-peak =2.471		On peak =4.051 Off peak =2.471	
LCOE (บาท/หน่วย)	3.79		3.79		3.57		3.18	
	NM	NB	NM	NB	NM	NB	NM	NB
อัตรารับซื้อไฟฟ้า ส่วนเกิน (บาท/หน่วย)		**		**		**		**
IRR (%)	11.37	10.42- 11.37	11.37	10.89- 11.37	14.37	13.90- 14.36	17.16	15.35- 17.15
PB (ปี)	9.4	9.4-11.6	9.4	9.4-9.8	7.7	7.7-8.2	6.7	6.7-7.5

หมายเหตุ: NM = Net Metering

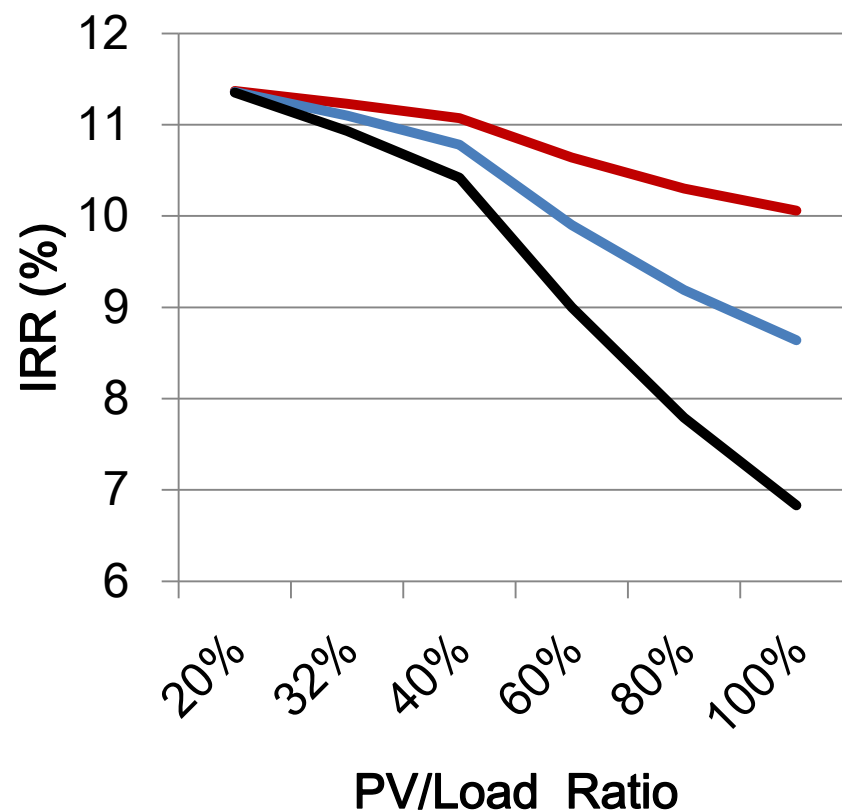
NB = Net Billing กรณี Net Billing, PV/Load ไม่เกิน 40%

บ้านอยู่อาศัย (RES)

Block Rate

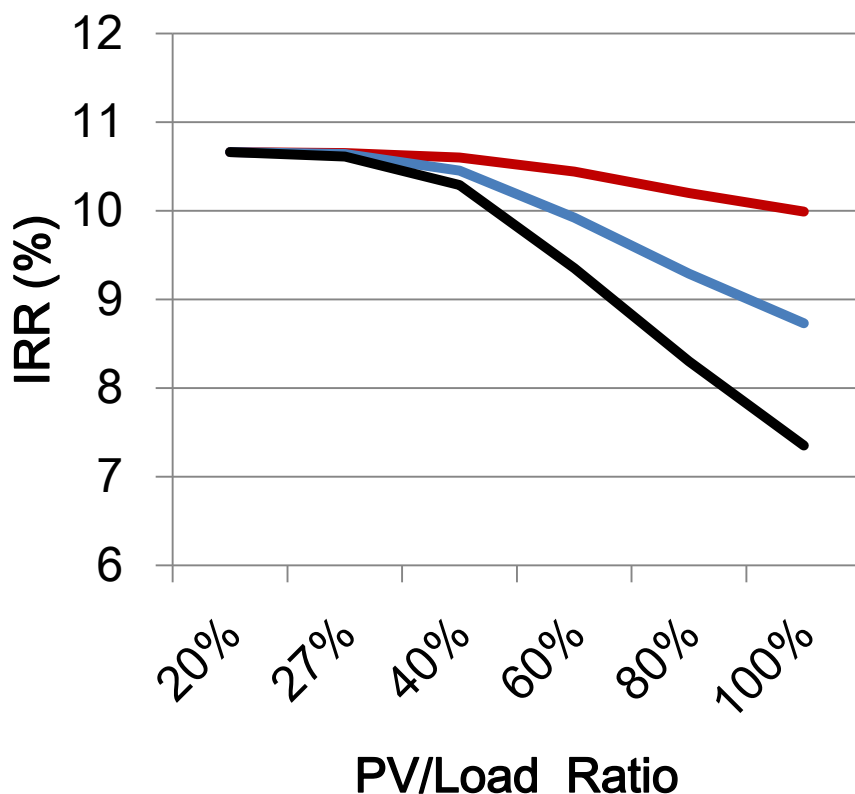


TOU Rate

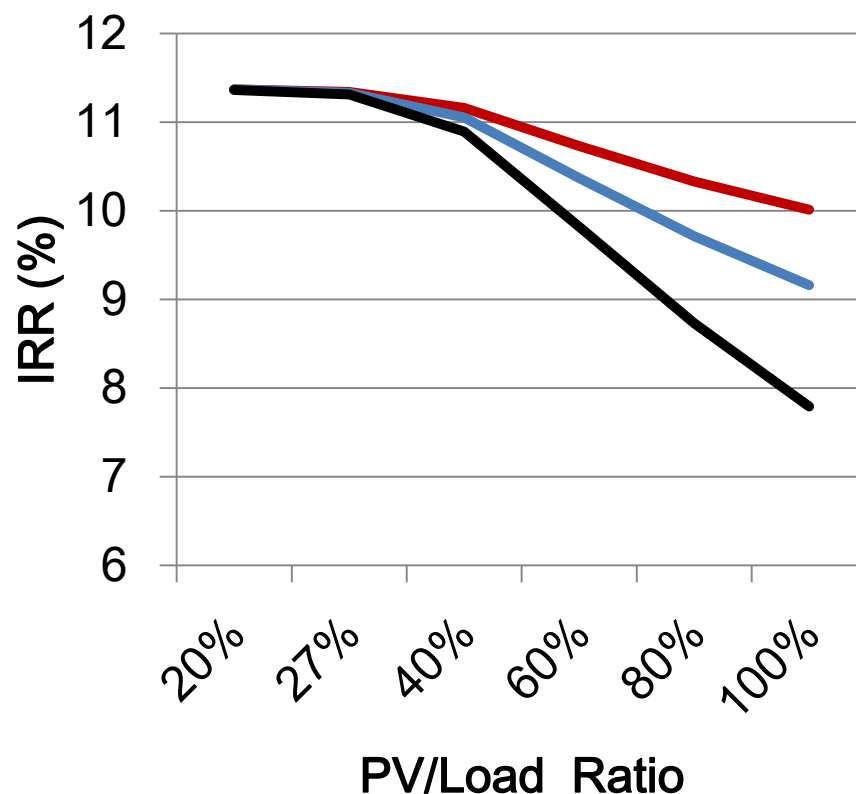


กิจการขนาดเล็ก (SGS)

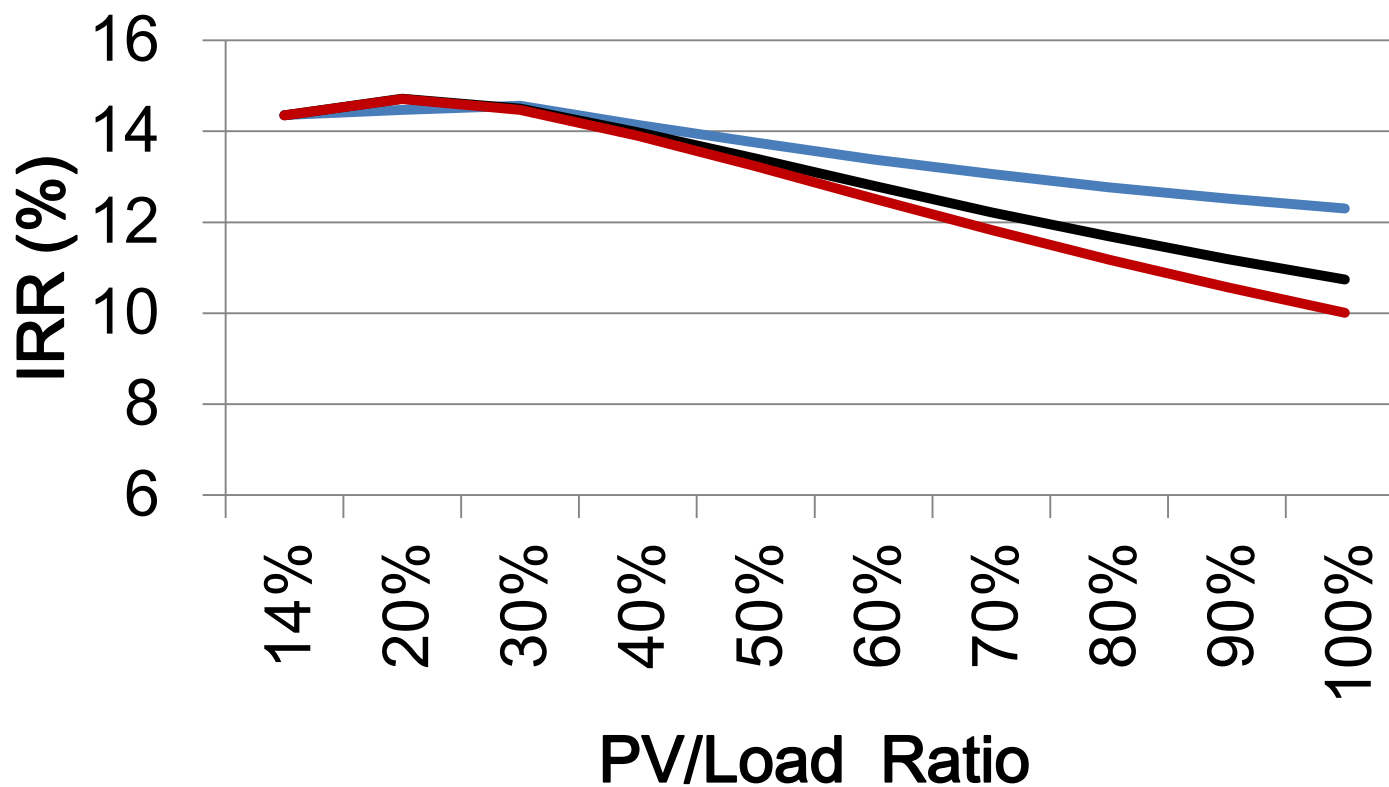
Block Rate



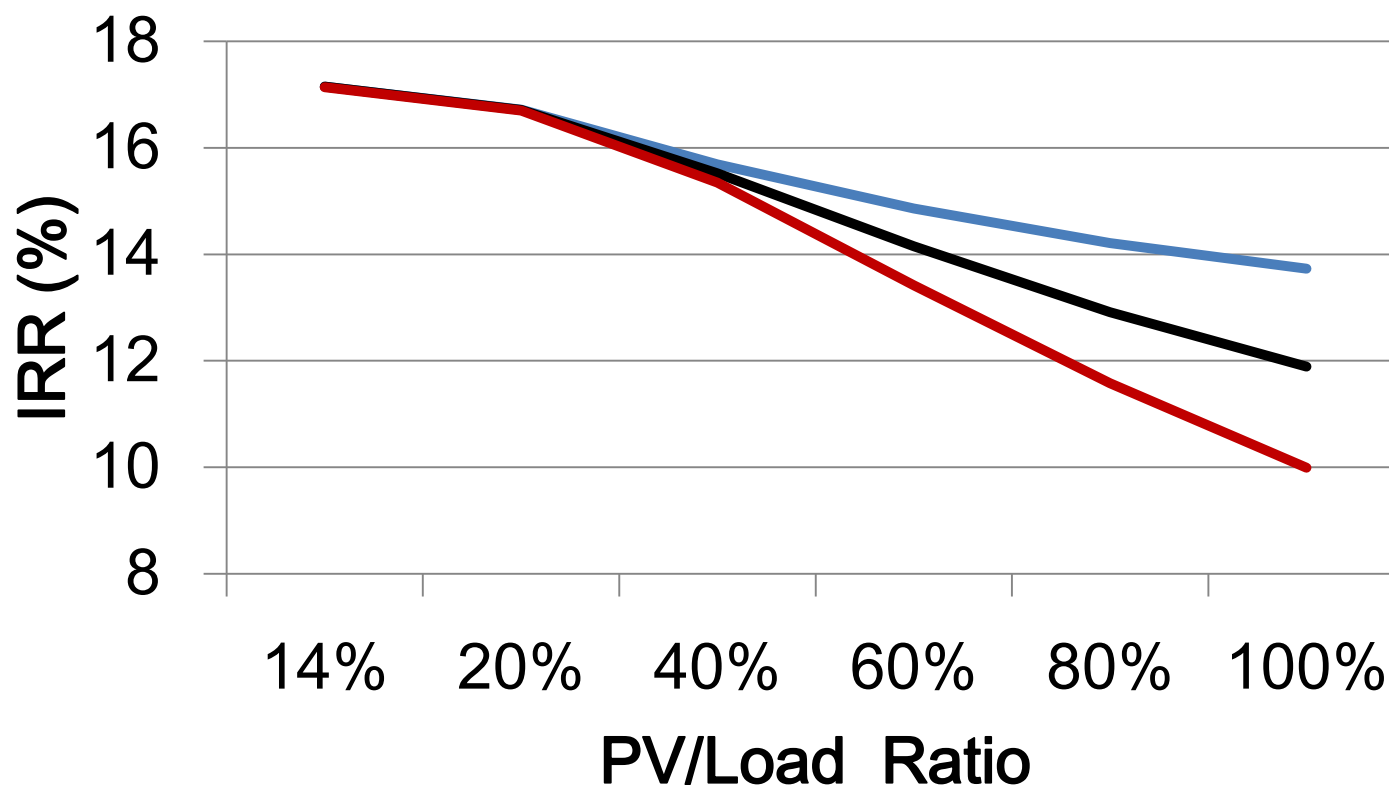
TOU Rate



กิจการขนาดกลาง (MGS)



กิจการขนาดใหญ่ (LGS)



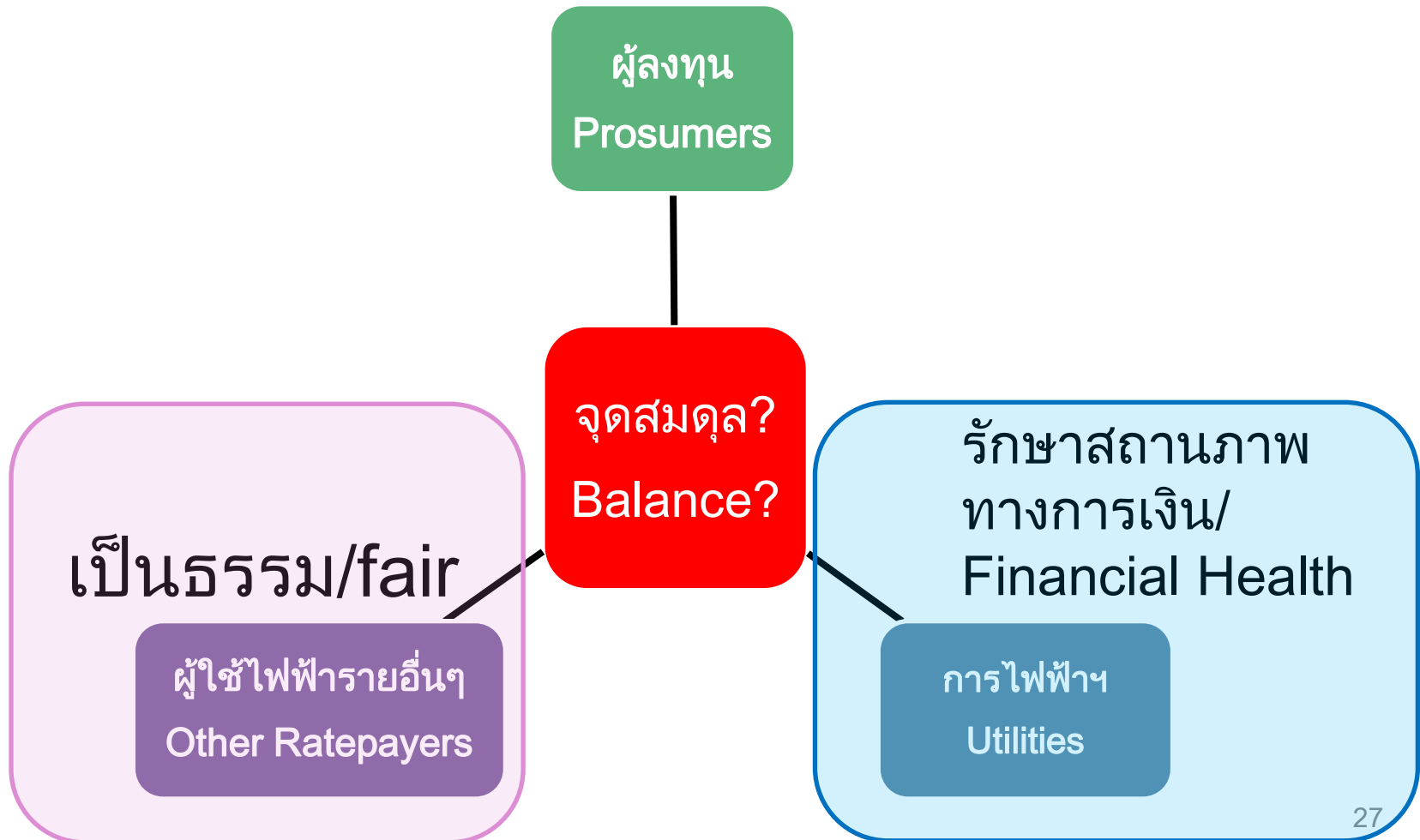
The relative levels of retail rates to DPV compensation rates can influence consumer behavior



3 กรณีของอัตราซื้อไฟฟ้าไหลย้อน

	อัตราซื้อต่ำ LOW	อัตราซื้อระดับปานกลาง MEDIUM	อัตราซื้อระดับสูง HIGH
Export Rate	Baht/kWh	Baht/kWh	Baht/kWh
RES บ้านอยู่อาศัย			
SGS กิจการขนาดเล็ก			
MGS กิจการขนาดกลาง			
LGS กิจการขนาดใหญ่			
IRR = 10% สำหรับทุกกลุ่ม ผู้ใช้ไฟฟ้า			

จูงใจ/incentivized

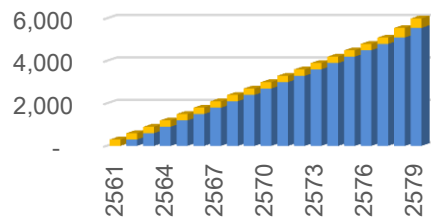


การกำหนดเป้าหมายรายปีของโซลาร์รูฟ

1

300 MW
ต่อปี

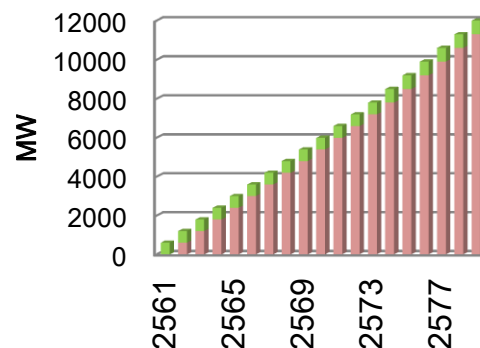
6,000 MW
ภายในปี 2579



2

600 MW
ต่อปี

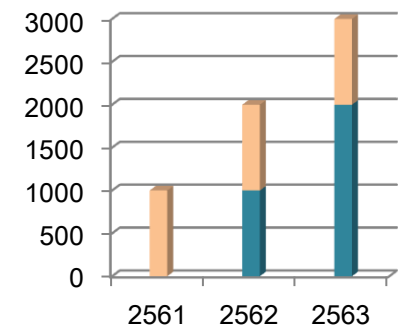
12,000 MW
ภายในปี 2579



3

1,000 MW
ต่อปี

3,000
MW ภายใน
ปี 2563



3 กรณีของอัตราซื้อไฟฟ้าไหลย้อน

	อัตราซื้อต่ำ LOW	อัตราซื้อระดับปานกลาง MEDIUM	อัตราซื้อระดับสูง HIGH
Export Rate	Baht/kWh	Baht/kWh	Baht/kWh
RES บ้านอยู่อาศัย			
SGS กิจการขนาดเล็ก			
MGS กิจการขนาดกลาง			
LGS กิจการขนาดใหญ่			
IRR = 10% สำหรับทุกกลุ่ม ผู้ใช้ไฟฟ้า			

การจำแนกปริมาณของโซลาร์รูฟภายใน 19 ปี (ภายในปี พ.ศ. 2579) ในพื้นที่ กฟน. และ กฟภ.

6,000 MW

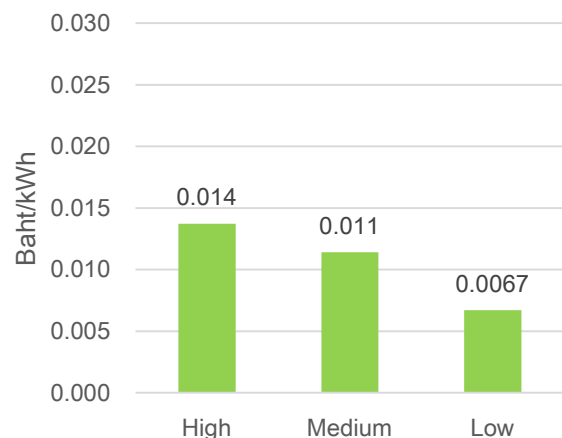
กฟน.				กฟภ.			
3,000 MW				3,000 MW			
บ้าน	ธุรกิจ ขนาด เล็ก	อาคาร	โรงงาน	บ้าน	ธุรกิจ ขนาด เล็ก	อาคาร	โรงงาน
10%	10%	40%	40%	10%	10%	40%	40%
300 MW	300 MW	1,200 MW	1,200 MW	300 MW	300 MW	1,200 MW	1,200 MW

12,000 MW

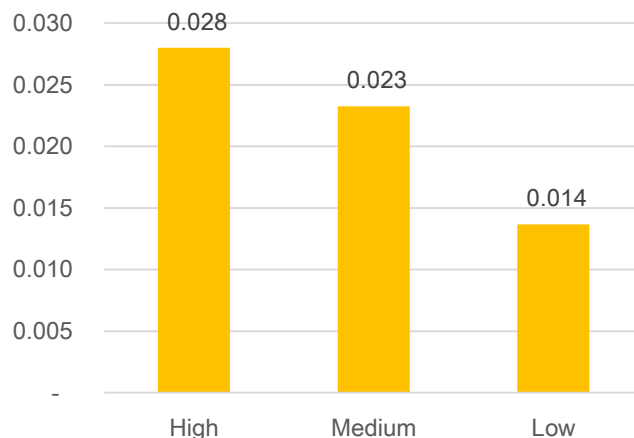
กฟน.				กฟภ.			
6,000 MW				6,000 MW			
บ้าน	ธุรกิจ ขนาด เล็ก	อาคาร	โรงงาน	บ้าน	ธุรกิจ ขนาด เล็ก	อาคาร	โรงงาน
10%	10%	40%	40%	10%	10%	40%	40%
600 MW	600 MW	2,400 MW	2,400 MW	600 MW	600 MW	2,400 MW	2,400 MW

ผลกระทบต่อค่าไฟฟ้า ของการส่งเสริม 3 แบบ

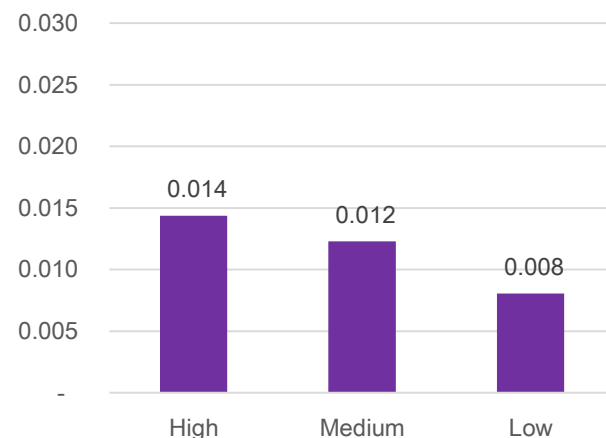
Rate Impact: **6,000 MW** by **2036**,
3 cases of export rates



Rate Impact: **12,000 MW** by **2036**,
3 Cases of Export Rates



Rate Impact: **3,000 MW** by **2020**,
3 Cases of Export Rates





ปี	ค่า Ft ขายปลีก (สตางค์/หน่วย)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2560	-37.29	-37.29	-37.29	-37.29	-24.77	-24.77	-24.77	-24.77				
2559	-4.8	-4.8	-4.8	-4.8	-33.29	-33.29	-33.29	-33.29	-33.29	-33.29	-33.29	-33.29
2558	58.96	58.96	58.96	58.96	49.61	49.61	49.61	49.61	46.38	46.38	-3.23	-3.23
2557	59.00	59.00	59.00	59.00	69.00	69.00	69.00	69.00	69.00	69.00	69.00	69.00
2556	52.04	52.04	52.04	52.04	46.92	46.92	46.92	46.92	54.00	54.00	54.00	54.00
2555	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	30.00	30.00	48.00	48.00	48.00	48.00
2554	86.88	86.88	86.88	86.88	95.81	95.81	-6.00	-6.00	-6.00	-6.00	-6.00	-6.00
2553	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55
2552	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55	92.55
2551	66.11	68.86	68.86	68.86	68.86	62.85	62.85	62.85	62.85	77.70	77.70	77.70
2550	78.42	73.42	73.42	73.42	73.42	68.42	68.42	68.42	68.42	66.11	66.11	66.11
2549	56.83	75.84	75.84	75.84	75.84	85.44	85.44	85.44	85.44	78.42	78.42	78.42
2548	43.28	43.28	43.28	43.28	43.28	46.83	46.83	46.83	46.83	56.83	56.83	56.83
2547	26.12	38.28	38.28	38.28	38.28	38.28	38.28	38.28	38.28	43.28	43.28	43.28
2546	21.95	26.12	26.12	26.12	26.12	26.12	26.12	26.12	26.12	26.12	26.12	26.12
2545	22.77	21.95	21.95	21.95	21.95	21.95	21.95	21.95	21.95	21.95	21.95	21.95

การขึ้นลงของค่า Ft ขายปลีกในอดีต อยู่ในช่วง 1-100 สตางค์ต่อหน่วย

ผลกระทบต่อการสูญเสียรายได้ของการไฟฟ้า

Revenue Impact

รูปแบบการกำกับดูแล และการกำหนดค่าไฟฟ้าของประเทศไทย เหมาะสมแล้วกับการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าเองใช้เอง

Thailand's regulatory structure is already well-designed to accommodate self-consumption from DPV and maintain utility revenue sufficiency.

- ในระยะสั้น (ก่อนปรับค่าไฟฟ้า): รายได้ที่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายสูญเสียจากการที่ประชาชนหันไปผลิตไฟฟ้าเองใช้เอง สามารถถูกเรียกเก็บคืนได้โดยผ่านโครงสร้างค่าไฟฟ้า
- ในระยะกลาง (ช่วงปรับค่าไฟฟ้าฐาน): หากนำการคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของ DPV มาประกอบการคำนวณค่าไฟฟ้าฐาน การเพิ่มขึ้นของ DPV ก็จะไม่กระทบกับการสูญเสียรายได้ของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย

ผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าของประชาชนทั่วไป

Rate Impact

- ค่าใช้จ่ายสำหรับการรับซื้อไฟฟ้าที่ระบบ DPV ส่งออกมานั้น ถูกส่งผ่านเข้าสู่ค่า Ft ซึ่งมูลค่างดงามมีค่าน้อยมาก จนถึงติดลบ (คือทำให้ค่าไฟฟ้าถูกลง) ทั้งนี้ ภายใต้อัตรารับซื้อไฟฟ้าไหลย่อนก่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าไฟฟ้าขายส่ง

In the short-term, the cost of DPV export is passed through into the Ft, but this cost is small or even negative, due to the assigned export rate that is low compared to the wholesale rate.

- ในการจัดทำค่าไฟฟ้าฐานรอบถัดไป หากนำตัวเลขคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของ DPV มาประกอบก็จะสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าได้ถูกต้องโดยกระทบกับการสูญเสียรายได้ (undercollection) น้อยลง

Due to the forward-looking ratemaking process, utilities and the regulators can, in principle, forecast the amount of self-consumption caused by DPV and hence the declining electricity sales and incorporate this into the tariff calculation.

- **Even with a DPV penetration of 3, 000 MW, tariff impacts are low.**

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าไฟฟ้า Rate Impact is caused by.....

ในระยะยาว ค่าไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเนื่องจาก DPV ขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ เหล่านี้

- ปริมาณการเพิ่มขึ้นของ DPV

Level of DPV penetration

- พื้นที่ที่ DPV เกิดขึ้น

Areas of DPV deployment

- การกระจายตามกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า (RES, SGS, MGS, LGS)

Allocation by groups of electricity users (by load profile)

- การลงทุนของการไฟฟ้าในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ DPV

Utilities' investment reduction or increase due to DPV

- อัตรารับซื้อไฟฟ้าไหลย้อนจาก DPV

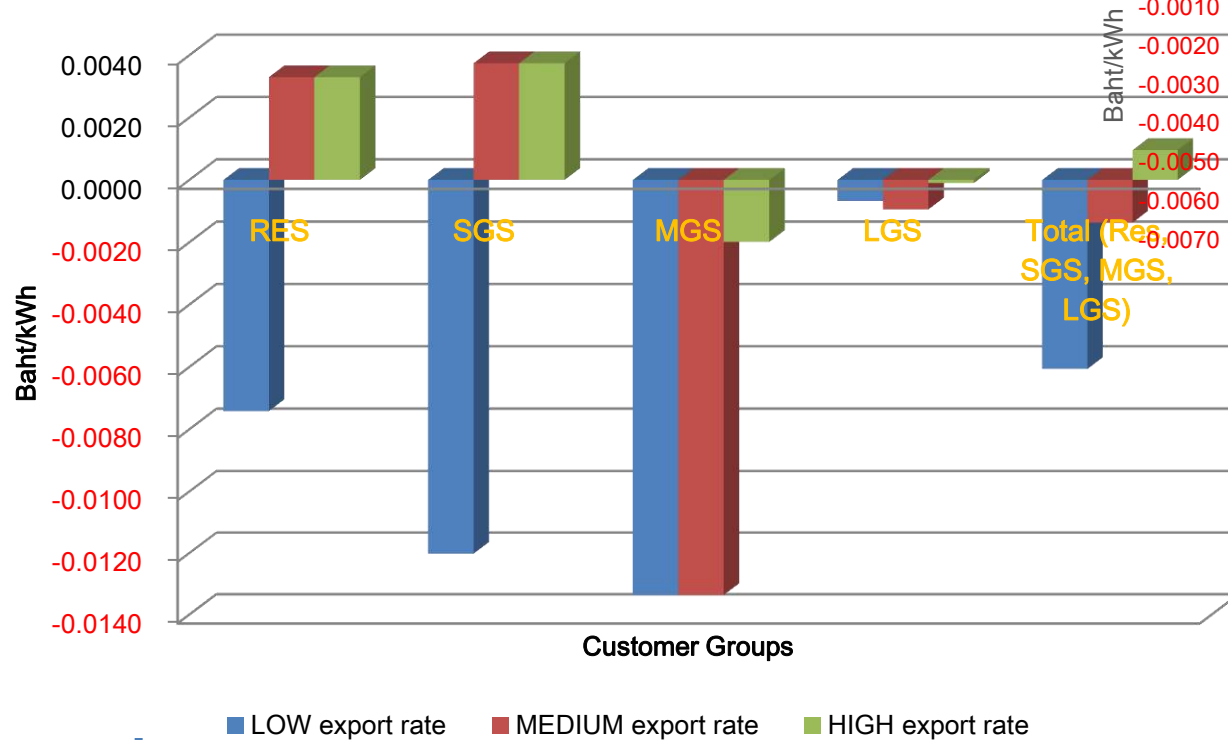
Export rates for excess generation

- อัตราการเติบโตของปัจจัยเหล่านี้: ความต้องการใช้ไฟฟ้า อัตราขายปลีก อัตราขายส่ง

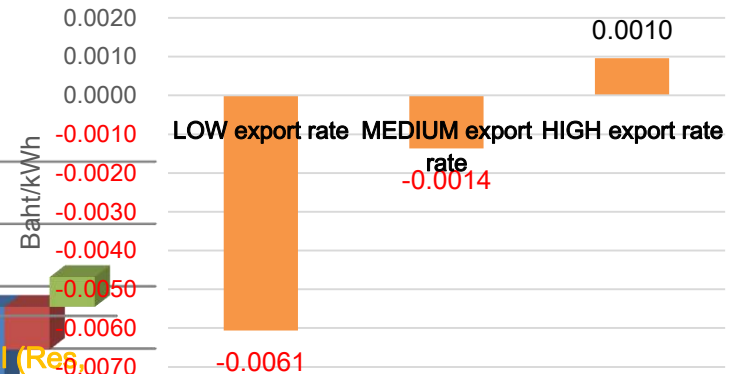
Growth Rates of: Electricity Sale, retail rate, wholesale rate

Ft Impact only: 6,000 MW by 2036 (พ.ศ. 2579)

6,000 MW by 2036, classified by customer group



Total Ft Impact in Baht/kWh

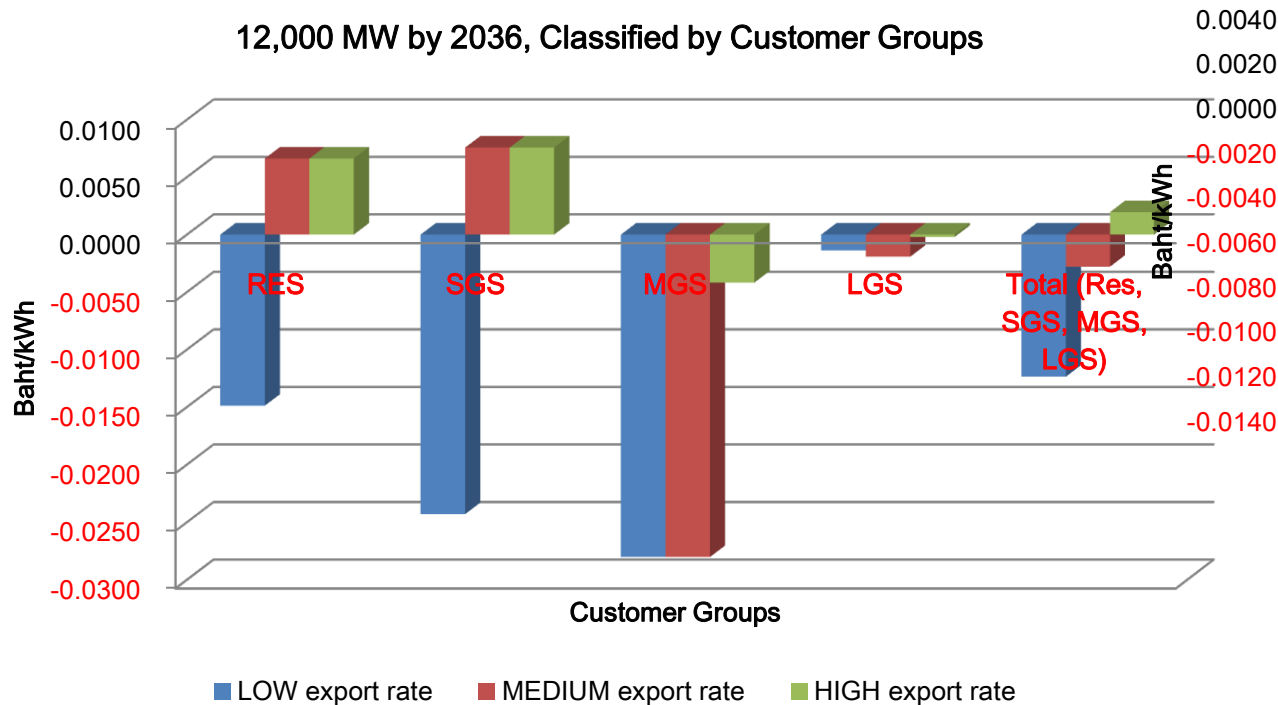


ประเด็นหลัก

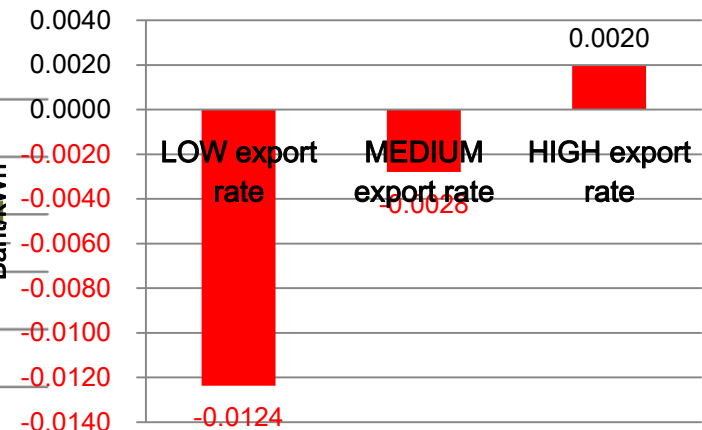
- อัตราซื้อ Low-Medium ทำให้ค่า Ft ติดลบ (คือค่าไฟถูกลง) เนื่องจากราคาซื้อต่ำเมื่อเทียบกับซื้อจาก กฟผ.
- กลุ่มบ้าน มีสัดส่วนไฟฟ้าไหลย้อนมากที่สุด รองลงมาคือธุรกิจขนาดเล็กและอาคาร ส่วนกลุ่มอาคารขนาดใหญ่ไหลย้อนน้อยสุด

Ft Impact only: 12,000 MW by 2036 (พ.ศ. 2579)

12,000 MW by 2036, Classified by Customer Groups



Total (Res, SGS, MGS, LGS)

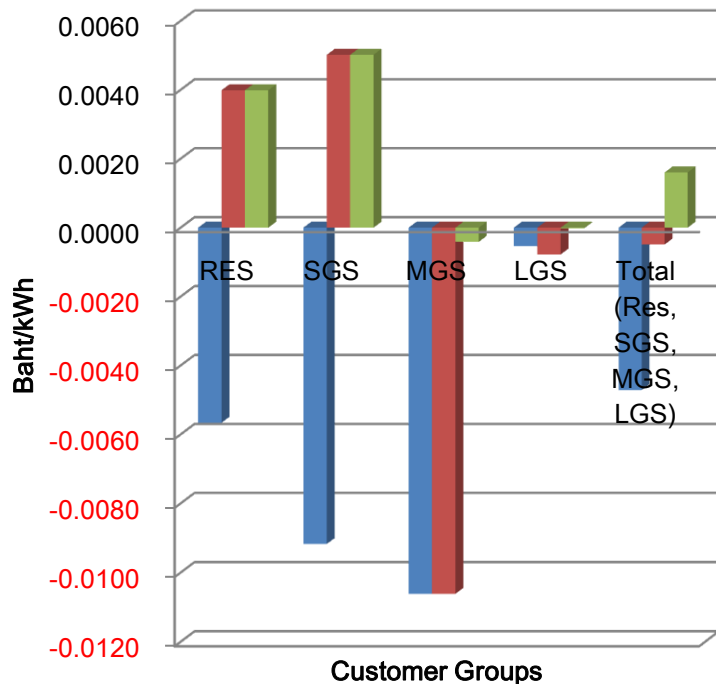


ประเด็นหลัก:
การเปลี่ยนแปลงของค่า
Ft เป็นสองเท่าของกรณี
6,000 MW

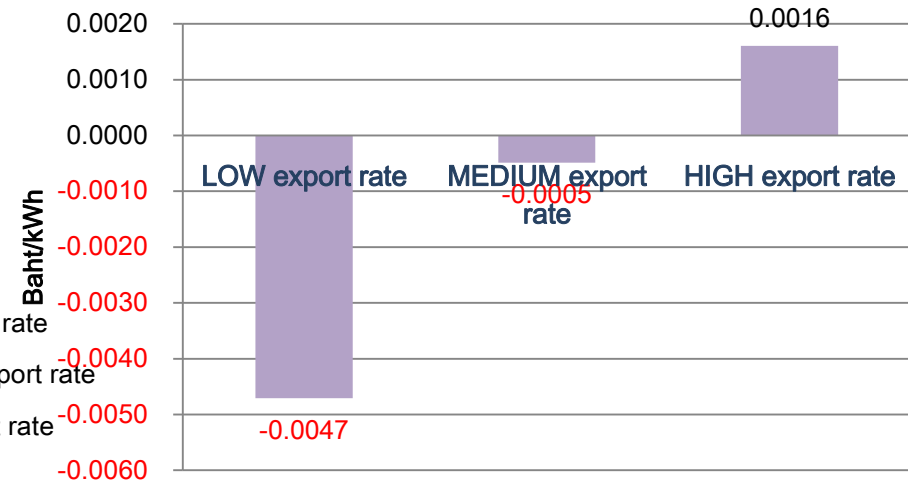
Percent Exported	56%	46%	16%	2%

Ft Impact only: 3,000 MW by 2020 (พ.ศ. 2563)

3,000 MW by 2020, Classified by Customer Groups



3,000 MW by 2020, Classified by Customer Groups

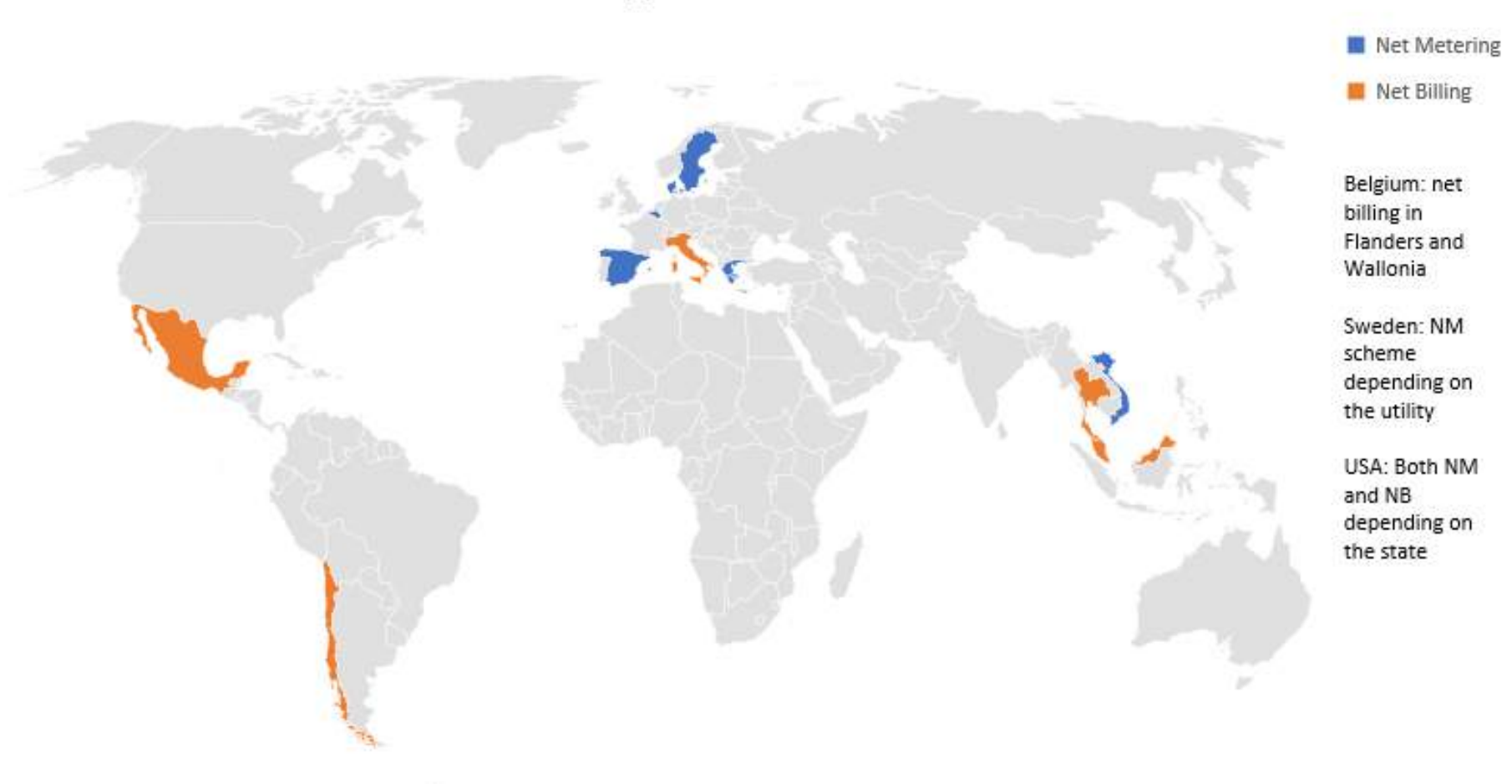


- กรณีรับซื้ออัตราต่ำสุด: ค่า Ft ติดลบ
- กรณีรับซื้อไฟฟ้าอัตราสูงสุด ค่า Ft เพิ่ม 0.16 สตางค์ต่อหน่วย

Percent Exported	Value
56%	56%
46%	46%
16%	16%
2%	2%

ตัวอย่างมาตรการ **Net Metering/Net Billing** ใน ประเทศต่างๆ

Support schemes



European countries

	Type	Excess compensation	Evolution/ key points of the policy	References
Belgium	NM with rolling credit and buy back (Flanders & Wallonia)	At retail rate	- Began in: 2015 - Replace green certificates. - Challenge: Proving that NM can be as effective as green certificates to the consumers. - Have to be in a PPA to sell the electricity	- RES Legal - IEA PVPS
Denmark	NM with buy back <50kW	On FIT rate	- Began in: 1998 (pilot project), last revision 2015. - With NM, the producer doesn't have to pay the fee to support RE (PSO)	RES Legal
Italy	NB with rolling credit and buy back	Average wholesale rate	- Began in: 2009, from older NM scheme - Challenge: Uncertainty with potential change of the scheme yearly - Challenge: Going from NM to NB scheme, new approach for self-consumption	- RES Legal - Solar Power Europe - GSE
Greece	NM with rolling credit and no buy back	No compensation	- Began in: 2014 - Started to promote small production. Now possible to do virtual NM. - Challenge: Promote installation of PV system with less costs for the regulator than with the FIT.	RES Legal
Spain	Simple NM	<100 kW no compensation >100 kW can sell on the	- Begin in: 2015 - Scheme used after the end of FITs in 2012.	- RES Legal - PV-Financing

US States with Net Metering

Type	Compensation	References
NM with rolling credit and indefinite banking period	Available in Washington D.C.: • <100 kW: net metering with indefinite period of rolling credits at retail rate • >100 kW: rolling credit at generation value, indefinite rolling period Available in Louisiana for customers interconnected before the utility reaches its jurisdictional net metering cap	• DSIRE (March, 2017)
NM with rolling credit and no buy back rate at the end of the banking period	Available in Illinois • For non-competitive customers, NM with rolling credit that expires at the end of banking period • For competitive customers, monthly compensation of net excess gen at avoided cost	• DSIRE
NM with rolling credit and buy back rate	• Buyback at below retail rate (AZ, MD, PA, NY, NJ) • A challenge for these states is the cap of NM available. NY & NJ limit the capacity but under revision, NV doesn't limit it.	• DSIRE

US States with Net Billing (replaced their previous NM schemes)

State	Export Rate for Excess Electricity	Evolution/ key point of the policy	References
Hawaii	- CSS: no export allowed - CGS: export receives credit valued at <i>below the retail rate</i>, which offsets monthly bill; remaining credit at the end of the month is not paid	- Ended NM in 2015 - replaced by Customer Self-Supply option (no export, CSS) and Grid supply option (CGS) - CGS: In 2017, available for 20 MW or around 2,800 rooftop PV customers	- DSIRE (2017) - NC CleanTech - PV Magazine (April, 2017) - Hawaii Electric Company (2017)
Louisiana	Avoided cost of utility (new customers)	- Ended NM in 2016 for “new customers” “New customers” who applied after the utility reaches the cap will get paid for net excess generation at avoided cost	- DSIRE (Jan, 2017) - NC CleanTech
Nevada	Avoided cost of utility	- Ended NM in 2015, replaced by NB - Net excess generation paid at utility’s avoided cost	- DSIRE (2016) - NC CleanTech (2015)
Mississippi	Avoided cost of utility+ A premium (2.5	- Began in 2016 - Premium in the rate = to	- DSIRE - NC CleanTech

US States with Value of Solar Tariff

Type	Compensation	Evolution/ key point of the policy	References
Minnesota	VOST fixed for the duration of the contract between utility and consumer	- Began in 2013 - No utility used it yet. - System <20kW	DSIRE
Austin (Texas)		- Began in 2012 - System <20kW	DSIRE

Alternative to the Net metering schemes

Net Metering and Net Billing in ASEAN

Country	Self-consumption scheme	Compensation for exported electricity in each billing period	Crediting	Banking period	Compensation at the end of banking period
Indonesia	Net metering	n/a	Yes, in kWh	Not specified in the law	Forfeited
Malaysia	Net billing	Valued at “utility displaced cost”, prescribed by Energy Commission.	Yes, in monetary term	2 years	Forfeited
Philippines	Net billing	Valued at utility blended generation cost, monthly revised.	Yes, in monetary term	1 year	Pay by cash
Singapore	Net billing	Valued as prevailing low-tension electricity tariff minus grid charge, quarterly revised.	No	No banking	No
Vietnam	Net Metering	n/a	Yes, in kWh	1 year	premium rate, annually revised (2000 VND/kWh)

Notes: The official schemes names in each country may be different from here. For example, PH calls their⁴⁴ scheme “net metering”, but the concept is equivalent to net billing

Other Developing Countries

	Type	Export Rate for Excess Electricity	Evolution/ key point of the policy	References
Chile	Net Billing with rolling credit and buy back (<100 kW)	Wholesale rate	Began in: 2012	- IEA PVPS (2016) - International Climate Initiative (2016)
Mexico	Net Billing (50 to 500 kW) (<50 kW uses net metering)	Wholesale price (nodal pricing)	Began in: 2007.	Mexico News Daily (2017)

Self Consumption in EU

- In some European countries, NM has been chosen to follow the end of previous support schemes (FIT, Green Certificates)

Self Consumption in the U.S.

- State with high incentives: Some states (DC & LA's grandfathered projects) authorize NM with rolling credits over an indefinite period for carrying the retail credit forward.
- States that already transitioned from NM to NB: Nevada, Louisiana, Mississippi, Hawaii
- Value of Solar Rate: Arizona is considering it; Minnesota and the City of Austin already implemented it

Self Consumption in Developing countries

- They choose simple NM schemes or NB with compensation below the retail rate.
- Various reasons: Malaysia (learned of what's happening in the U.S.); Singapore (avoided cost concept); Thailand (upcoming: attractive economics in comparison to retail price)

การเปิดตลาดโซลาร์เสรี: 2 รูปแบบที่คู่ขนาน



- ผู้ประกอบการ นำเสนอต่อ
ผู้บริโภควัย EPC model หรือ
Private PPA model
- ผู้บริโภค ใช้รฟทอปโซลาร์เพื่อ
การประหยัดไฟฟ้า



- การไฟฟ้า จัดการประมูล
แข่งขัน เพื่อจัดหาระบบรฟท
อปโซลาร์ สำหรับขายไฟฟ้าให้
ลูกค้าในพื้นที่ที่เหมาะสมทาง
เทคนิค โดยนำต้นทุนดังกล่าว
ส่งเข้าค่าไฟฟ้า
- บูรณาการกับระบบ smart
grid เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพใน
การลงทุนและบริหารจัดการ

สรุป: มาตรการผลิตไฟฟ้าเองใช้เองด้วย solar PV

การสนับสนุน

- สนับสนุนด้วยมาตรการ Net Billing โดยกำหนดเป้าหมายรายปี และเป้าหมายระยะยาวถึงสิ้นแผน AEDP

ผลกระทบต่อการสูญเสียรายได้การไฟฟ้า

- ในรอบค่าไฟฟ้าปัจจุบัน : มีการรับภาระการสูญเสียรายได้ในระดับต่ำในทุก scenario
- ในรอบค่าไฟฟ้าถัดไป: สามารถนำการสูญเสียรายได้ไปเรียกคืนผ่านค่าไฟฟ้า

ผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าของประชาชน

- มีผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าระหว่าง 0.7-2.8 สตางค์ต่อหน่วย ซึ่งถือว่าต่ำมากเพื่อเทียบกับการเพิ่มขึ้นลงของค่า Ft

การแก้ไขปัญหาอุปสรรค

- มีความสำคัญเทียบเท่ากับการกำหนดอัตราซื้อไฟฟ้าส่วนเกิน และการกำหนดโควตา
- จำเป็นต้องมีหน่วยงานที่เป็นเจ้าภาพอย่างชัดเจนสำหรับปัญหาอุปสรรคในแต่ละประเด็น และมีเจ้าภาพกลางในการติดตาม (ซึ่งอาจปรับเพิ่มหน้าที่ของคณะทำงานฯ)

การปรับตัวของการไฟฟ้า

- ควรมีระบบเก็บข้อมูล ที่ทำให้การไฟฟ้าวางแผนการเพิ่มขึ้นของ self-consumption
- ระบบกำกับดูแล ควรเพิ่มแรงจูงใจของการไฟฟ้าจากการเพิ่มขึ้นของ DG



ดร. ไสกิตสดา ทองโสภิต
หัวหน้าโครงการ



ดร. สิริภา จุลกาญจน์
นักวิจัย



มรกต ทศบัญญัติ
ผู้ช่วยนักวิจัย



เกษพรรณราย เกาะช้าง
ผู้ช่วยนักวิจัย



อักษรจัน ไชยอนงค์
ผู้ช่วยนักวิจัย

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
Department of Electrical Engineering,
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University



ผศ.ดร. สุรชัย ชัยทัศนีย์



นาย ภิคเนตร อังอภิวัชรชีवाल



นายเฉลิมจิต กลั่นสุภา



ดร. วิชิตินิ วิบุลผลประเสริฐ
นักวิจัย



นาย ภวินทร์ เตเวียนันท์
นักวิจัย

จบการนำเสนอ

คำถาม/ความคิดเห็น: tongsopit@gmail.com



Buyback rate → Rate for export in \$/kWh

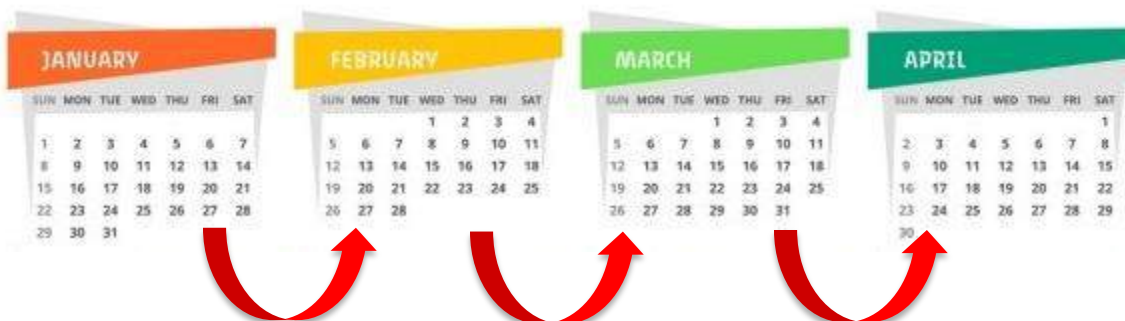
Billing period → Typically 1 month

Integration interval → The time period in which excess kWh is used to offset consumed kWh

Rolling credit → if rolling credit is allowed, credits are carried over to offset consumption (or bill) in the next billing period

If the credit is in kWh:

If the credit is in \$:
NET BILLING

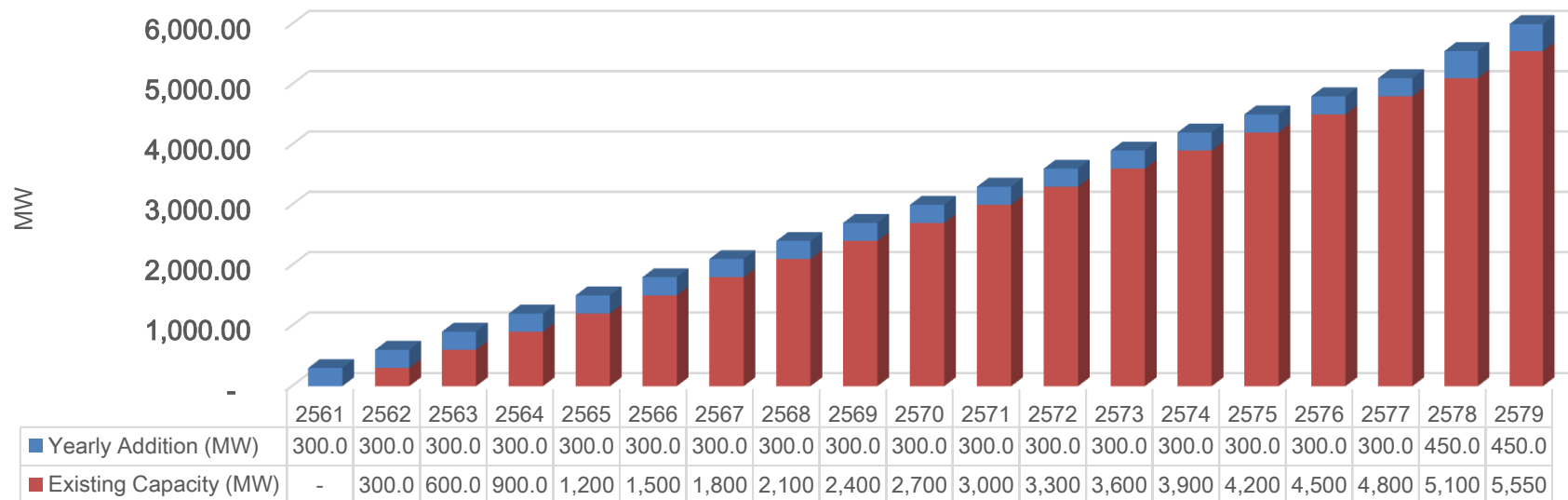


Banking period

- The rolling of credits can occur across many billing periods until the end of the “banking period”.
- Hour/day/month/year/2 years/indefinitely

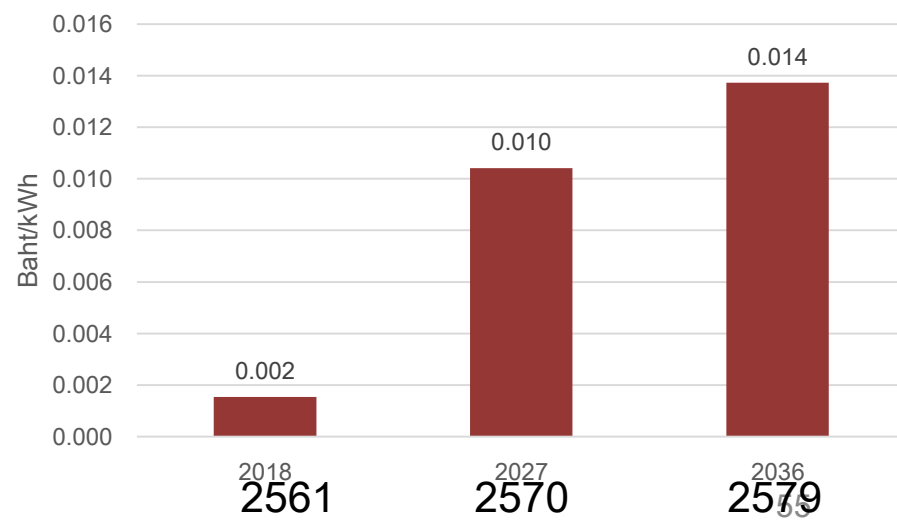
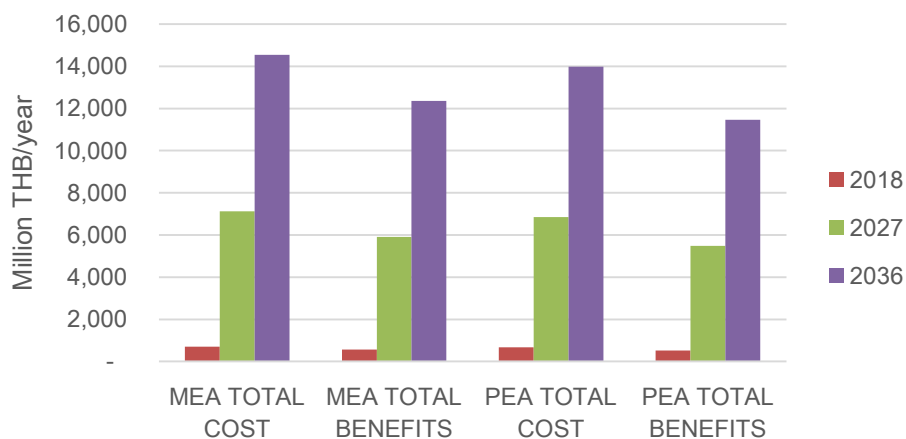
สมมติฐาน ในการคำนวณผลกระทบค่าไฟฟ้า

แบบที่ 1: การเติบโตเชิงเส้น เพิ่มปีละ 300 MW เป็น 6,000 MW ภายในปี 2579

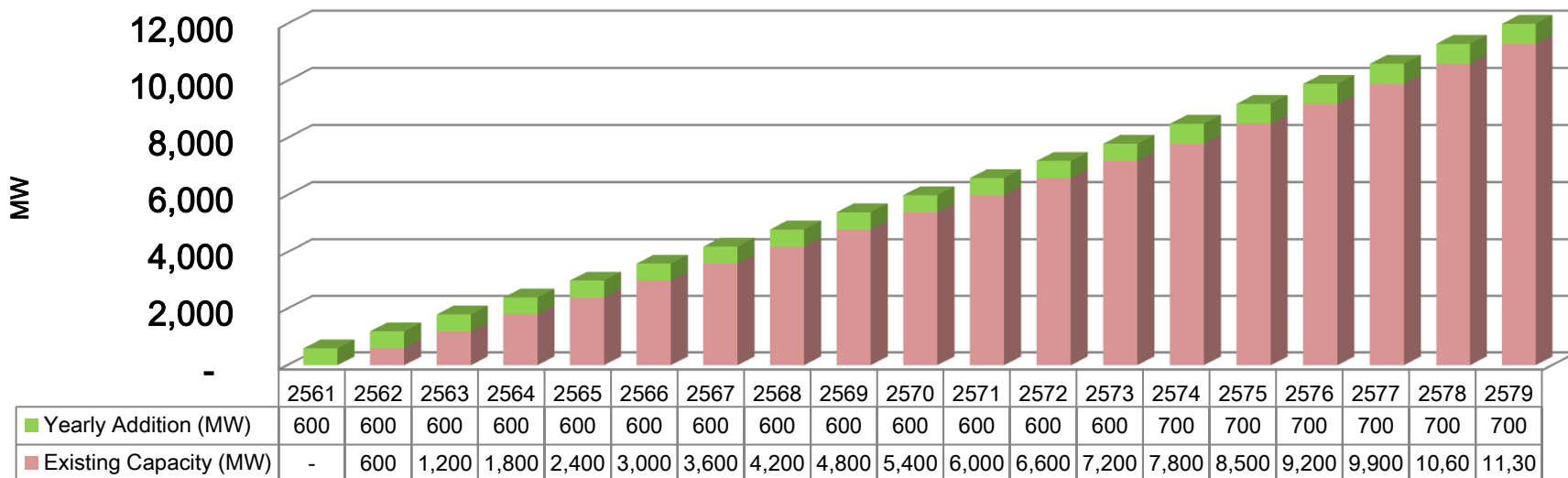


Rate Impact: 6,000 MW by 2036, **High** Export Rates

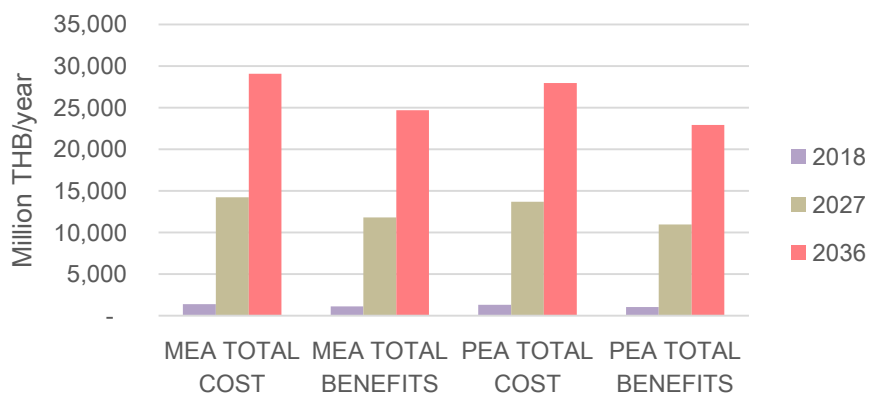
Revenue Impact: 6,000 MW by 2036, **High** Export Rates



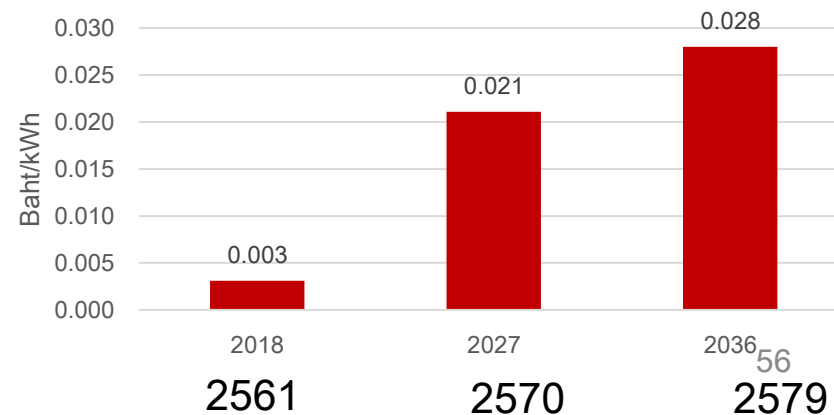
แบบที่ 2: เพิ่มปีละ 600 MW เป็น 12,000 MW ภายในปี 2579



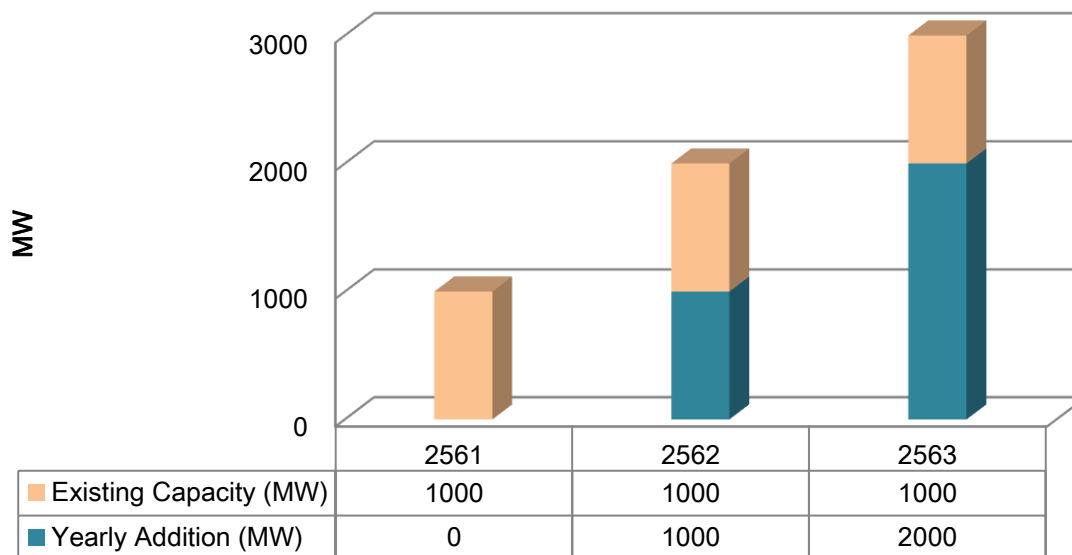
Revenue Impact: 12,000 MW by 2036, **High**
Export Rates



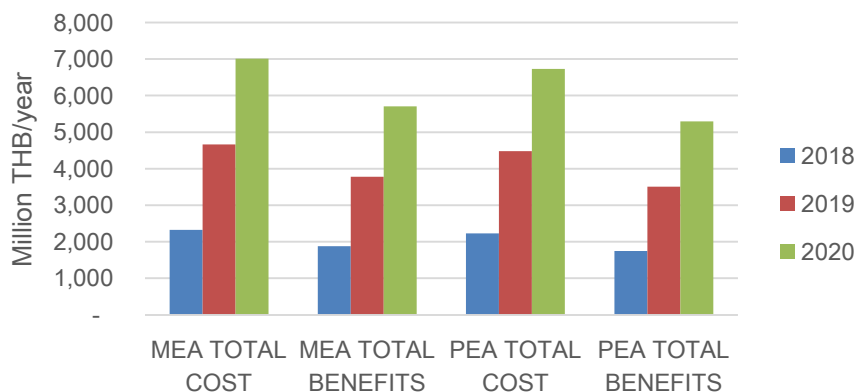
Rate Impact: 12,000 MW by 2036, **High** Export
Rates



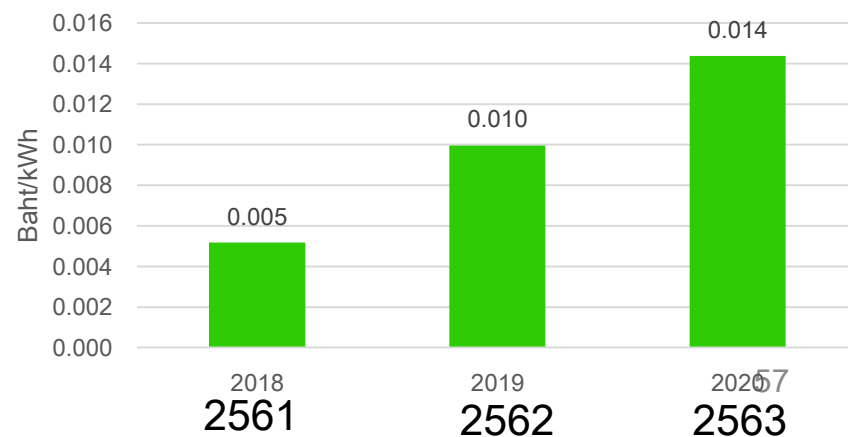
แบบที่ 3: เพิ่มปีละ 1,000 MW ภายใน 2563



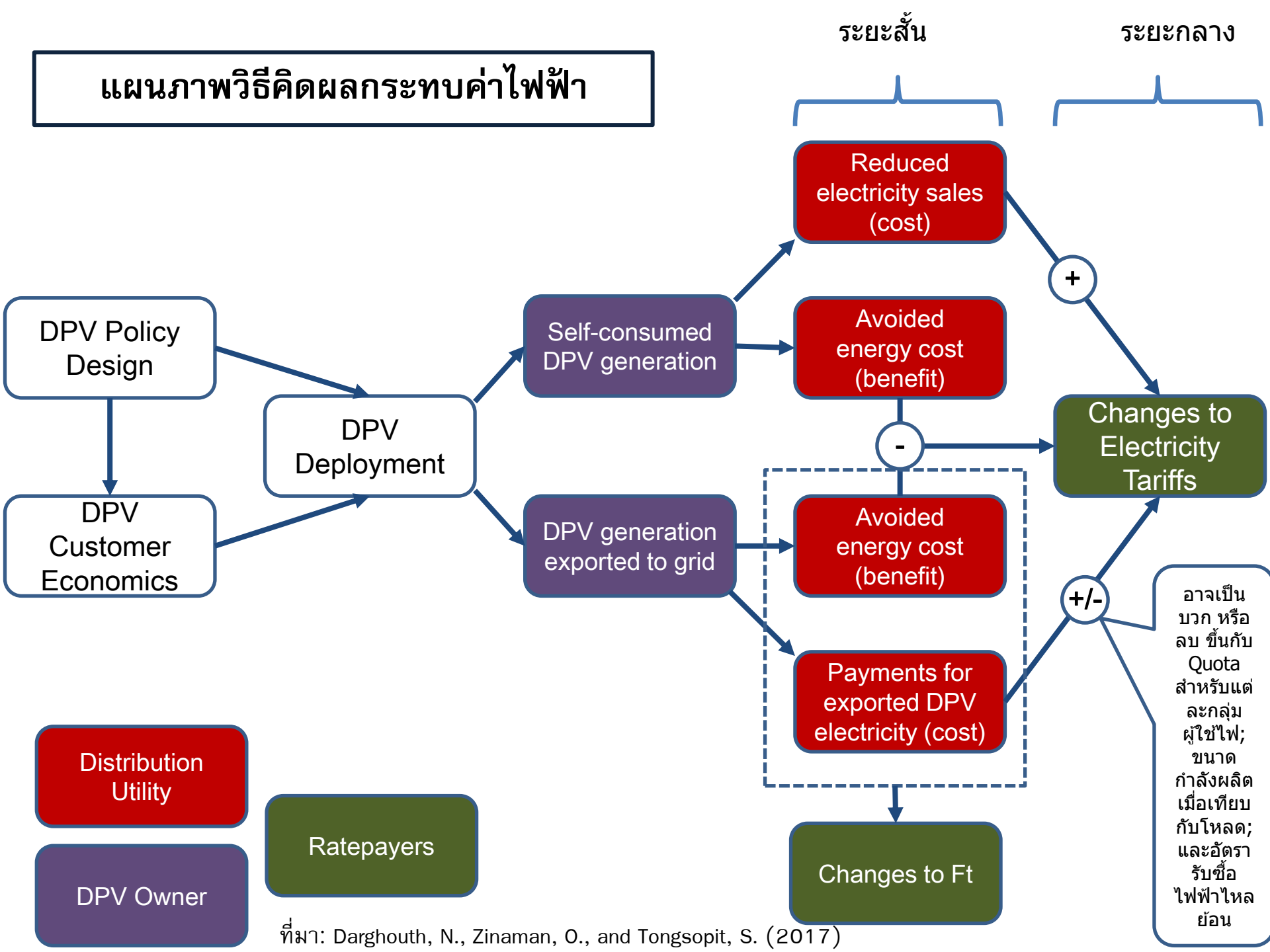
Revenue Impact: 3,000 MW by 2020 High Export Rates



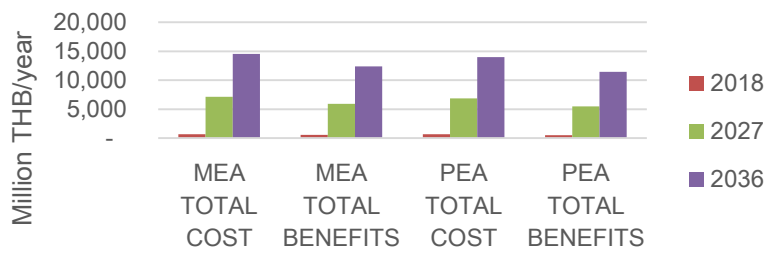
Rate Impact: 3,000 MW by 2020, High Export Rates



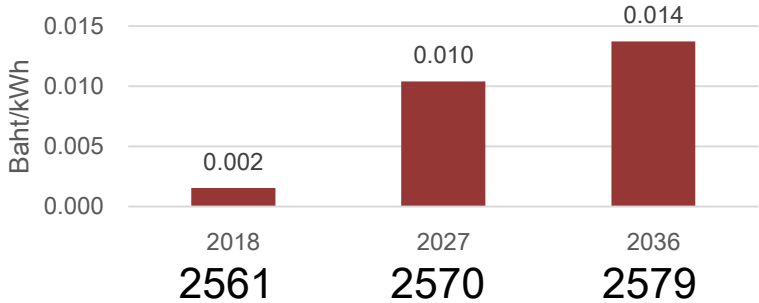
แผนภาพวิธีคิดผลกระทบค่าไฟฟ้า



Revenue Impact: 6,000 MW by 2036, **High** Export Rates



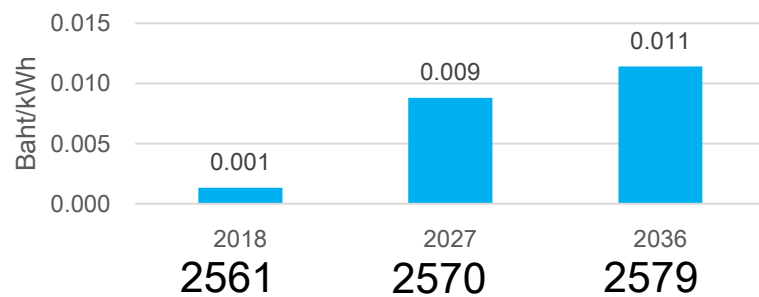
Rate Impact: 6,000 MW by 2036, **High** Export Rates



Revenue Impact: 6,000 MW by 2036, **Medium** Export Rates



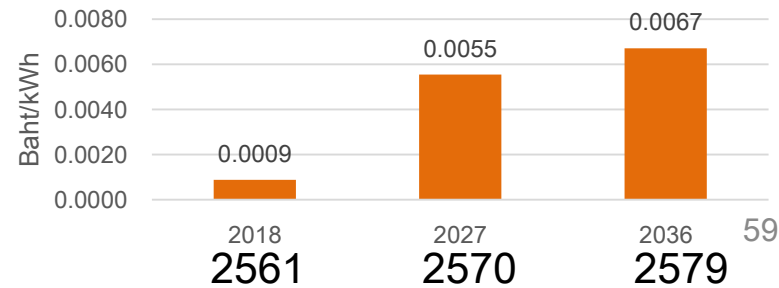
Rate Impact: 6,000 MW by 2036, **Medium** Export Rates



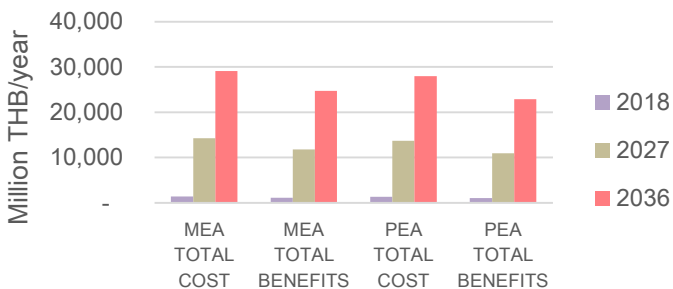
Revenue Impact: 6,000 MW by 2036, **Low** Export Rates



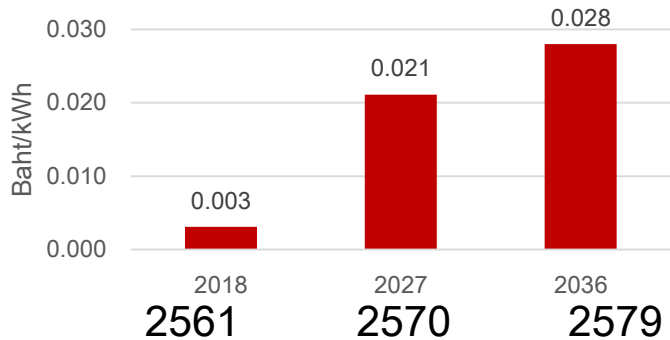
Rate Impact: 6,000 MW by 2036, **Low** Export Rates



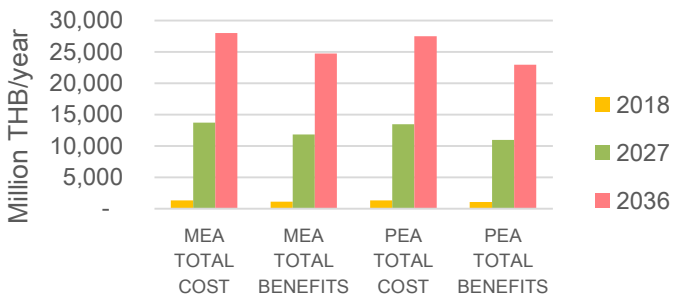
Revenue Impact: 12,000 MW by 2036, **High** Export Rates



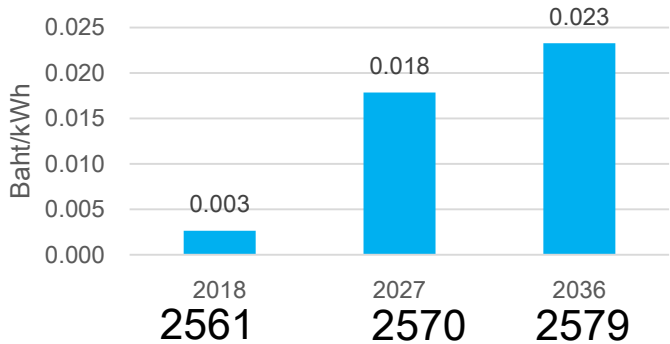
Rate Impact: 12,000 MW by 2036, **High** Export Rates



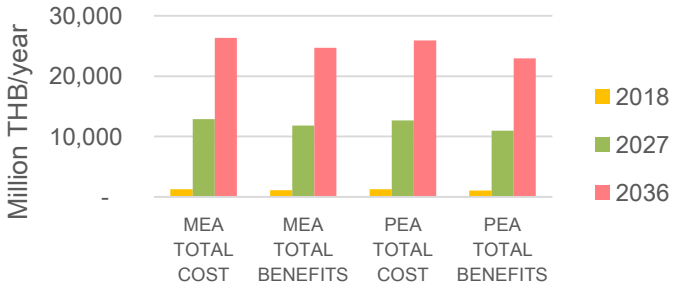
Revenue Impact: 12,000 MW by 2036, **Medium** Export Rates



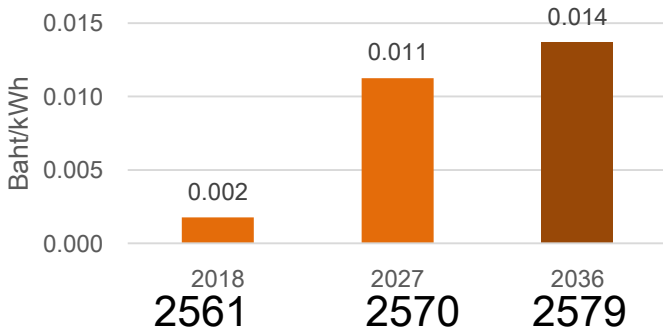
Rate Impact: 12,000 MW by 2036, **Medium** Export Rates



Revenue Impact: 12,000 MW by 2036, **Low** Export Rate



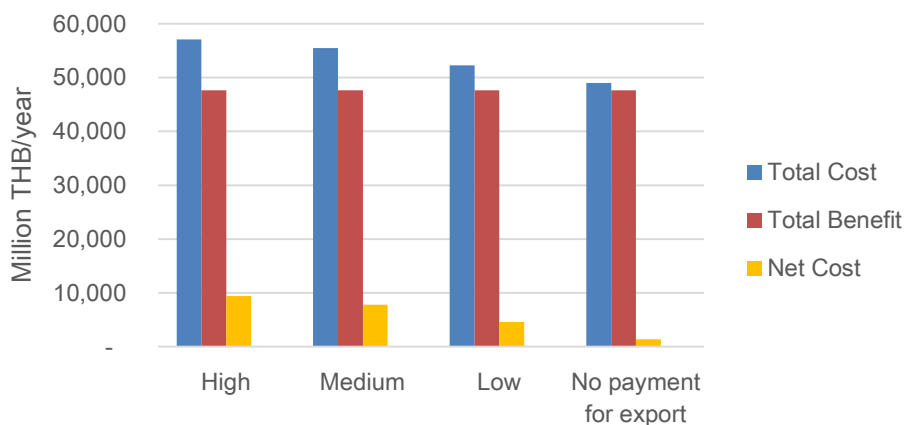
Rate Impact: 12,000 MW by 2036, **Low** Export Rates



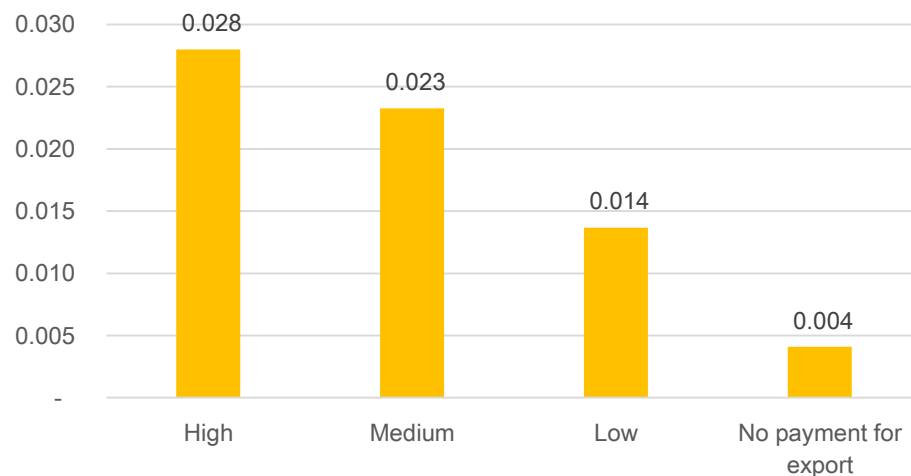
กรณี 12,000 MW ณ ปี 2579

- ข้อสังเกต : ยิ่งอัตราซื้อไฟฟ้าต่ำลง Total Cost จะน้อยลงเรื่อยๆ ผลกระทบต่อค่าไฟฟ้างี้นะน้อยลงเรื่อยๆ
- ทำอย่างไรให้ค่าไฟติดลบ?

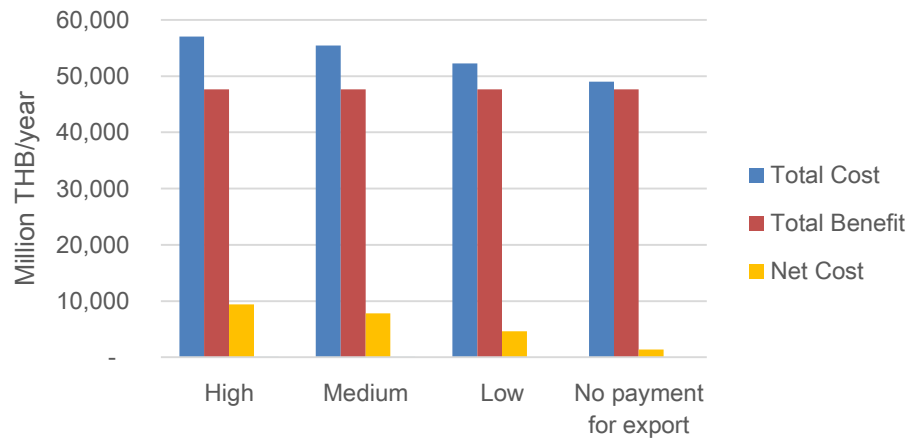
Revenue Impact: Four Cases of Export Rates



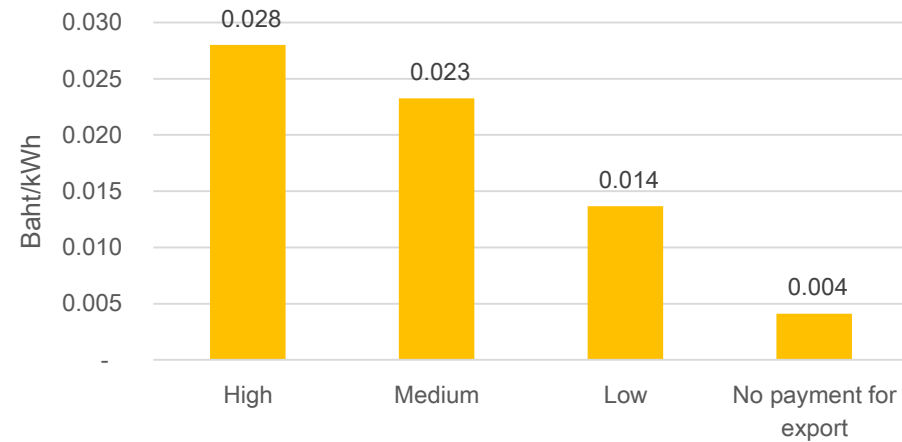
Rate Impact



Revenue Impact: 12,000 MW, Four Cases of Export Rates

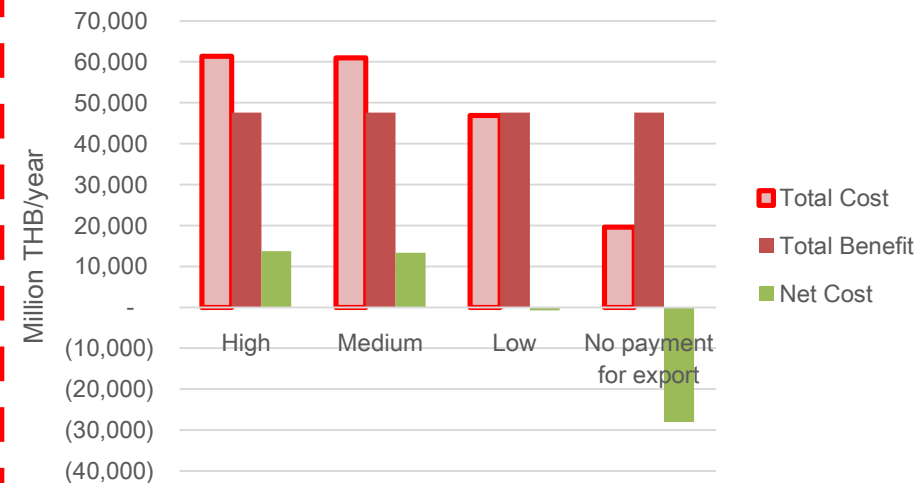


Rate Impact: 12,000 MW, Four Cases of Export Rates

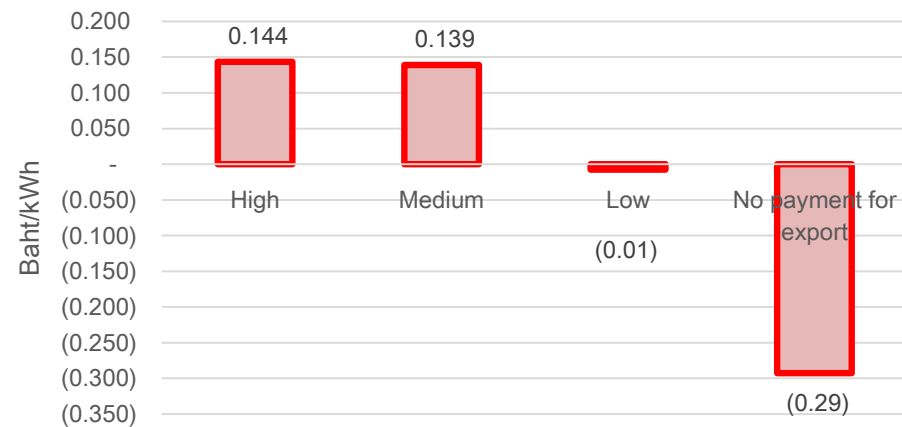


➡ เพิ่มสัดส่วน Quota สำหรับบ้านอยู่อาศัยเป็น 60% ในกฟน. และ 70% ในกฟภ. ➡

Revenue Impact: 12,000 MW, Increase Res. Quota



Rate Impact: 12,000 MW, Increase Res. Quota

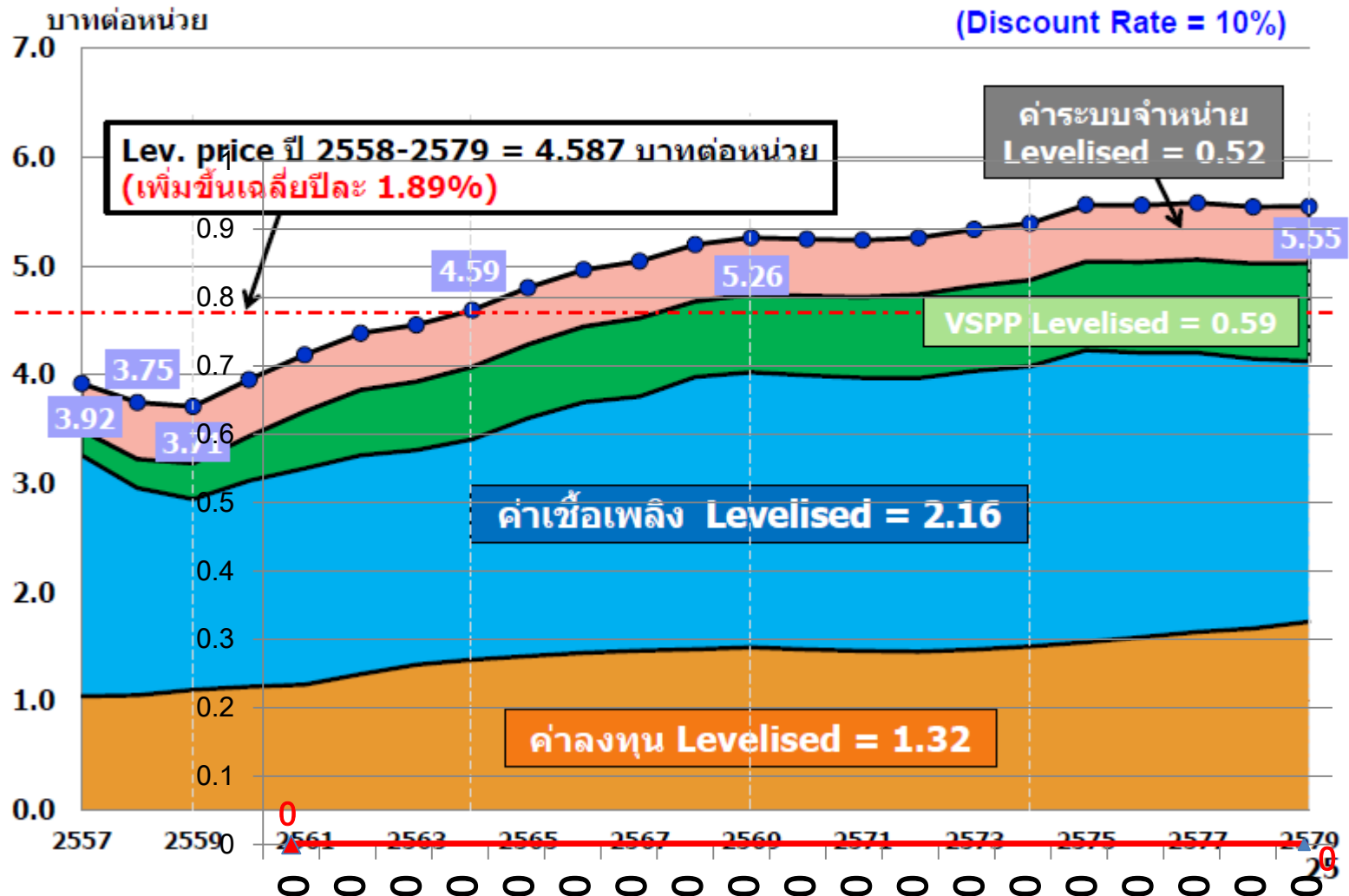


ทั้งนี้ ในกรณีที่ไฟฟ้าที่ไหลย้อนจากบ้านมีการใช้ทันทีในบริเวณเดียวกัน และไม่มี losses

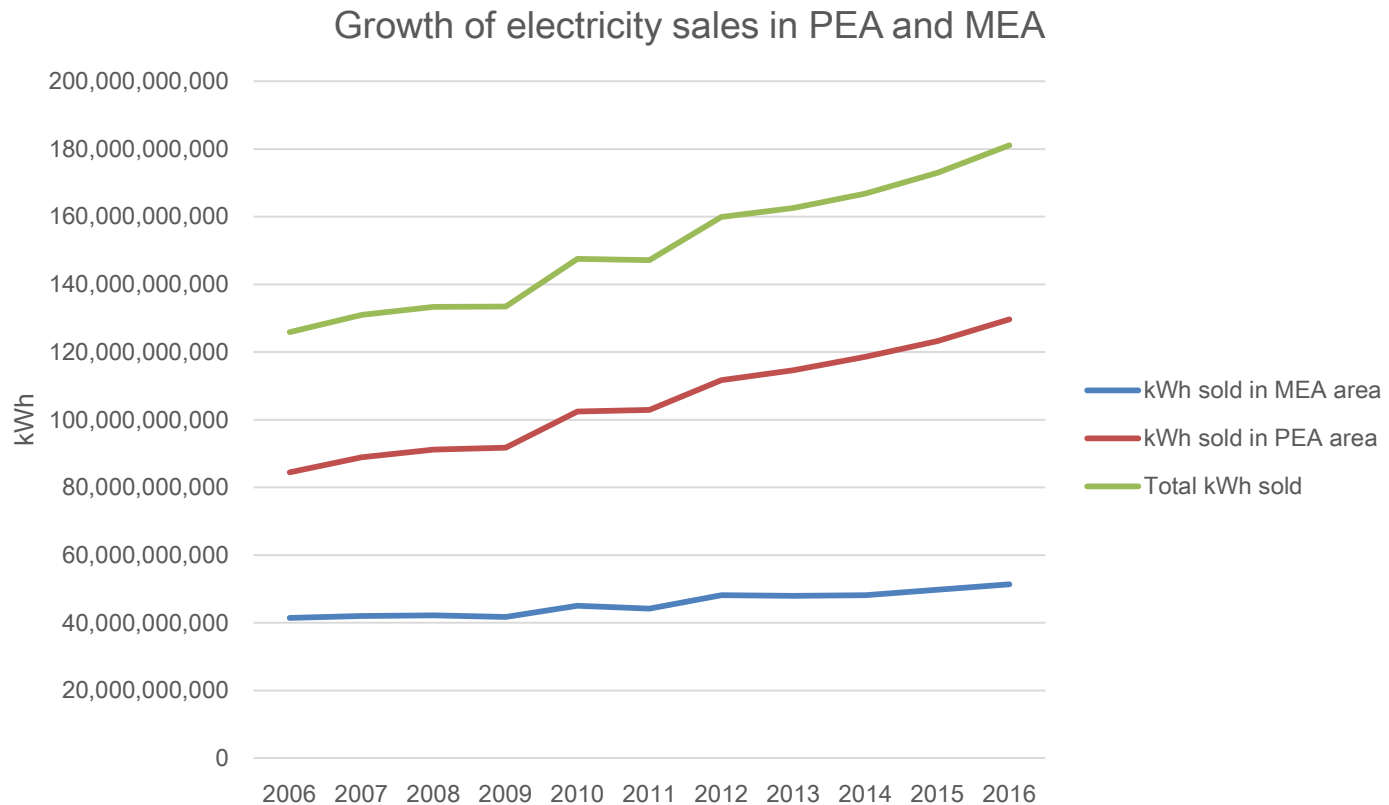
สมมติฐานการเพิ่มขึ้นของค่าไฟขายส่ง: 2% ต่อปี (2561-2579) (หักค่าระบบจำหน่ายออก)



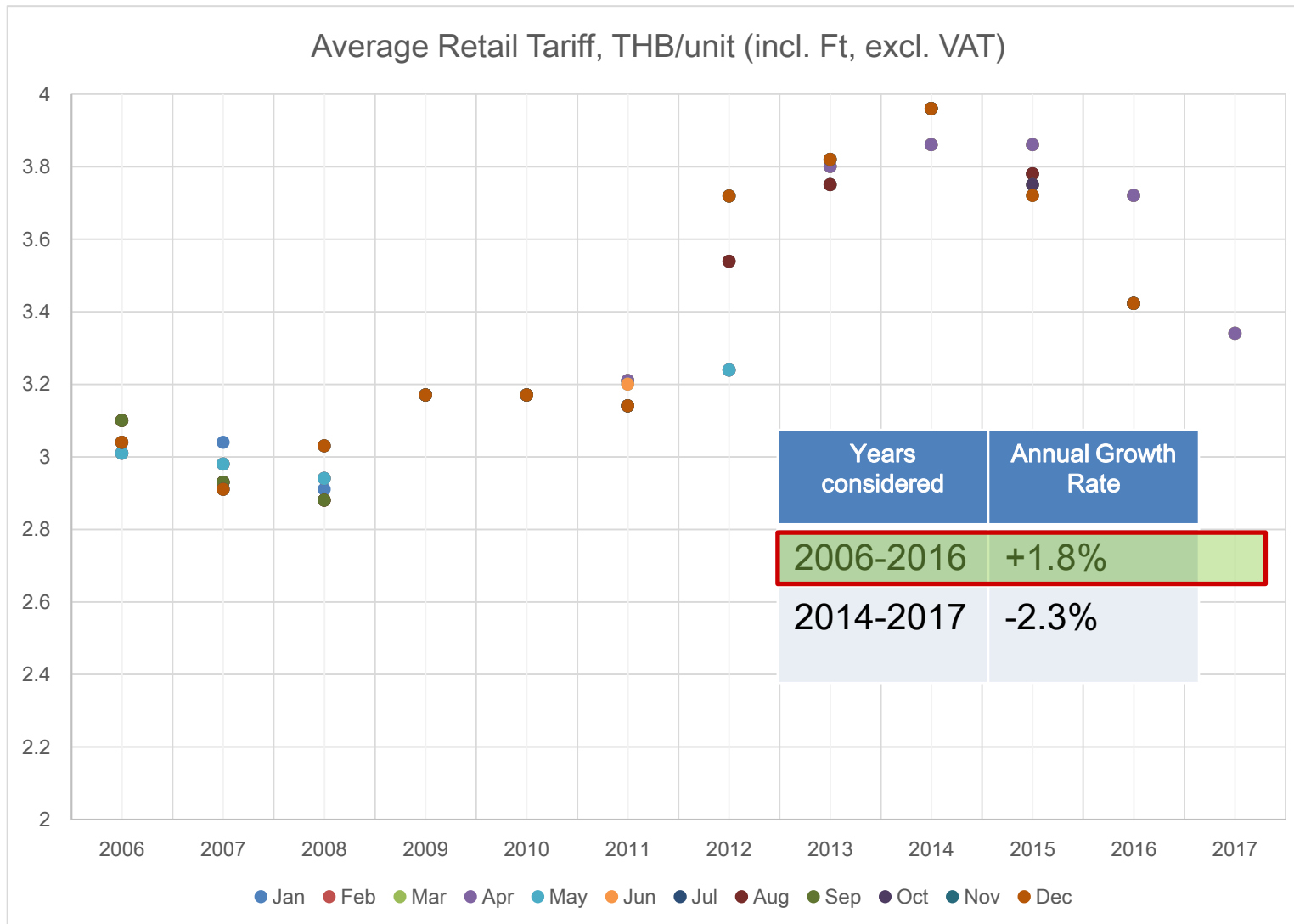
ราคาค่าไฟฟ้า



การคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของหน่วยจำหน่ายภายในเขต กฟน. และ กฟภ.



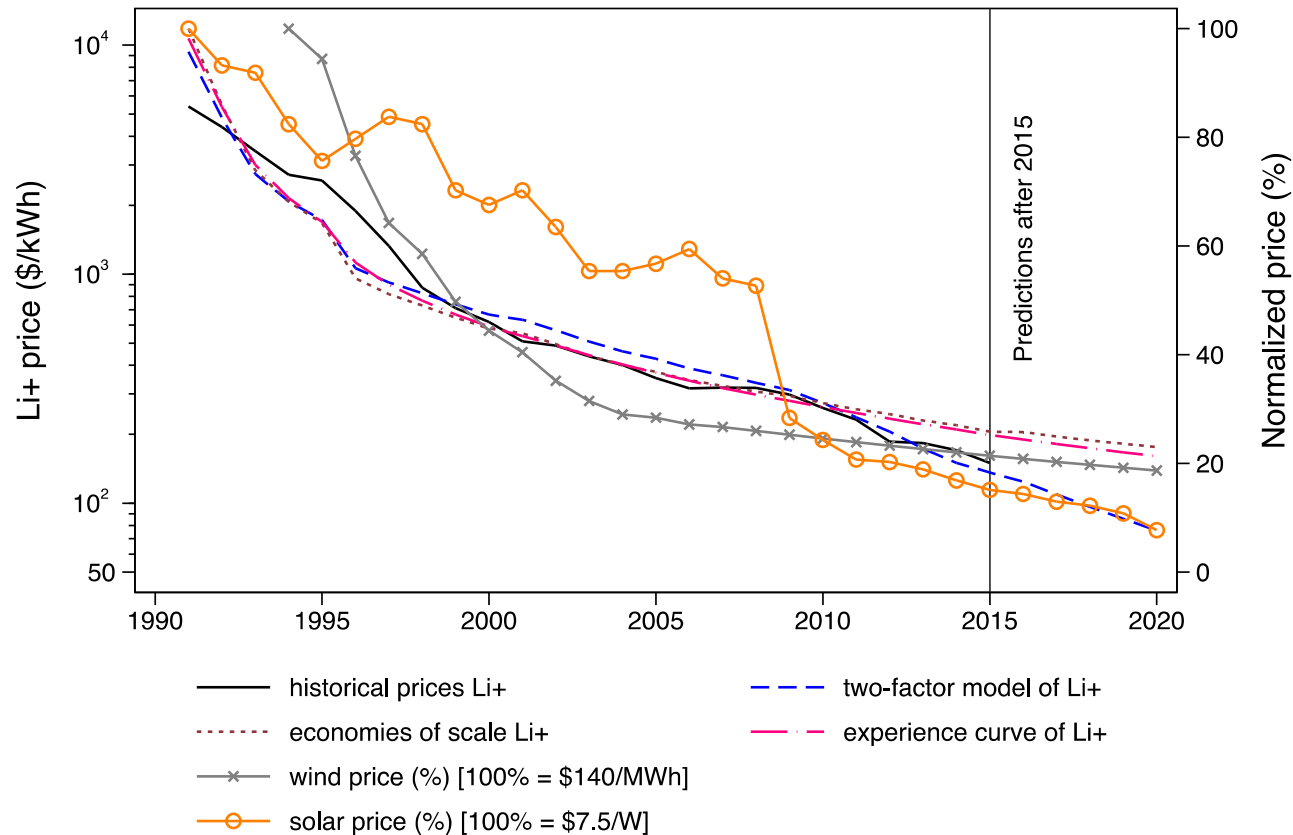
Annual average = 3.75% YoY



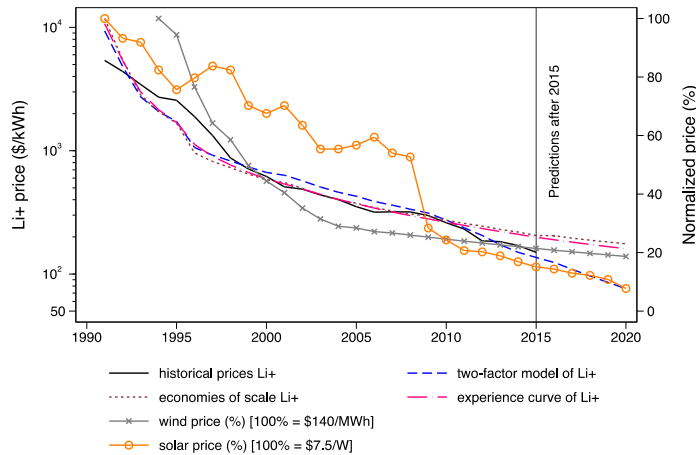
ที่มา: การวิเคราะห์โดยทีมวิจัย

สมมติฐานอื่น ๆ ในการคำนวณผลกระทบค่าไฟฟ้า

		คำอธิบาย	แหล่งที่มา
Target Year	2036	End year of AEDP	AEDP 2015-2036
Annual wholesale rate increase	2%	Projected in PDP til 2036 (2579)	PDP 2015
Annual retail rate increase	1.8%	Average annual growth of retail rates from 2006-2016	Analyzed from EGAT's Annual Reports
Annual projected load growth rate	3.75%	average annual growth of load from 2006-2016	
Annual inflation rate	1.50%	Average core inflation rate from 1998-2017	http://www2.bot.or.th/statistics/ReportPage.aspx?reportID=409&language=eng
Share of DPV deployment (res:SGS:MG)	10:10:40:40	ข้อเสนอแนะโดยคณะทำงานฯ จากข้อสังเกตที่ว่า กลุ่มบ้านอยู่อาศัยมีสัดส่วนในการลงทุนน้อยกว่ากลุ่มอื่น	



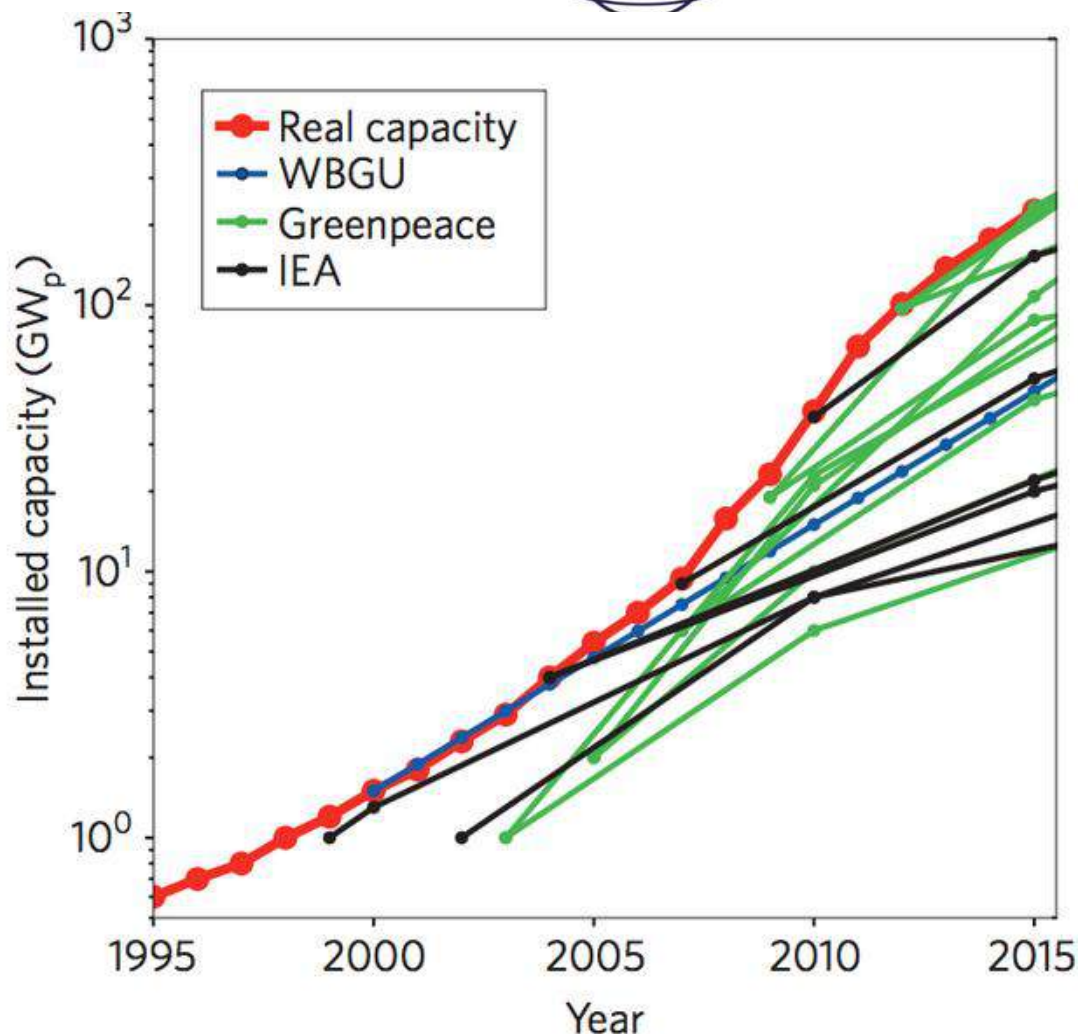
Kittner, N., Lill, F., Kammen, D.M. (2017) Energy storage deployment and innovation for the clean energy transition. *Nature Energy*. 2 17125.



- Costs of battery storage technologies are reducing at a faster rate than solar PV and wind at similar points in their trajectory

- With increased R&D investment, grid-scale lithium-ion batteries could reach \$100/kWh by 2018 (from \$300/kWh in 2017).
- The combination of **dispatchable** solar, wind, and battery storage offers **cost-competitive** and **more controllable** power system supply options compared to coal or natural gas

Kittner, N., Lill, F., Kammen, D.M. (2017) Energy storage deployment and innovation for the clean energy transition. *Nature Energy*. 2 17125.



Real growth of solar PV capacity (gigawatts, red line) has consistently outperformed projections from the IEA (black lines), the German Advisory Council on Global Change (WGBU, blue line) and Greenpeace (green lines). Source: Creutzig 2017.