ปฏิวัติ
พลังงานบนหลังคา

ข้อเสนอเพื่อฟื้นฟูเศรษฐกิจฐานรากที่ยั่งยืนและเป็นธรรม ผ่านระบบโซลาร์รูฟท็อปในประเทศไทย (พ.ศ.2564-2566)

Solar Rooftop Revolution : A Green and Just Recovery for Thailand 2021-2023

GREENPEACE THAILAND SOLAR FUND กองทุนแสงอาทิตย์

© โรงงชัย คงเมือง / กรีนพีซ

EXECUTIVE SUMMARY

By the end of 2018, the total number of solar panels installed worldwide produced 500,000 megawatts (MW) of electricity, a 24% increase from the previous year. This number, however, was only 2.6% of the total electricity consumed worldwide that year.

The three countries with the highest proportion of electricity generated from solar panels in 2018 are Honduras (14.0%), Germany (7.9%), and Greece (7.5%). Thailand ranks lower than the average world rate, at only 2.3%.

What is more concerning is that more than 90% of solar power installations in Thailand are large-scale solar farms instead of solar rooftops on households. This is true despite technology advancements giving consumers the ability to produce electricity in their rooftops. Besides helping homeowners minimise the cost of electricity bills, solar rooftop electricity can also become a means of income through sales, turning consumers into prosumers.

The most viable policy solution to support installing solar panels is using the 'Net metering' system. This simple method requires the least amount of investment and cuts the need to buy additional meters, equipment to prevent reflux, or install batteries.

Net metering is an electricity billing mechanism that allows the flow of electricity produced from the solar cells into the transmission line during the day when most house owners are not home. Electricity from the transmission line can flow back into the house during the night when the owners are back home. The net usage is then calculated monthly as per the meter reading.

Many countries, wealthy and poor, like the European Union, Australia, the United States, Canada, India, Pakistan, and Kenya, have widely adopted the net metering policy. However, Thailand is yet to build a favourable policy environment for it. Although Thailand has promoted household solar power for more than a decade, the installation challenges have caused delays in the progress of solar rooftop systems.

This report emphasises the need for a net metering system in Thailand, with the aim of installing a 3,000-MW solar rooftop system within three years, followed by analyses of far-reaching economic, social, and environmental benefits. It will also address the concerns regarding solar rooftop systems and suggest solutions to enhance the security of power systems, electricity costs, and the management of expired solar panels.

Policy Proposal

The policy proposal in this report focuses on using the net metering system to buy solar-generated electricity from households with installed solar rooftop systems, making them the producers and consumers of electricity at the same time.

Besides, this report proposes three essential schemes to drive the policy:

Scheme 1: Installation of solar rooftop system of one million households

This scheme proposes that the government invest in solar panel systems for power generation for one million households in three years. Such an investment would generate 1.5 kilowatts (kW) of electricity at the cost of 60,000 baht per household.

This scheme will enable each household to produce approximately 225 units of electricity at a value of 855 baht per month. The remaining electricity (after use) can be sold back to the electrical system, producing extra income for low-income households in the long run.

It will also add 1,500 MW installed capacity into the system at an investment of 60,000 million baht. The 10,403 million baht these households will save per year will result in the return of investment within 5.77 years.

Scheme 2: Installation of solar rooftop panels in state hospitals

This scheme proposes that the governmentinvest in the installation of solar systems on state hospitals' rooftops, in three size categories:

1,000 kW for approximately 120 large-size hospitals at a total investment of 3,600 million baht. This will help the hospitals save electricity costs of 6,935,000 baht per year per hospital.

100 kW for approximately 800 district hospitals at a total investment of 2,400 million baht. This will help the hospitals save electricity costs of 693,500 baht per year per hospital.

5 kW for approximately 7,250 sub-district health promotion hospitals at a total investment of 1,450 million baht. This will help the hospitals save electricity costs of 34,675 baht per year per hospital.

Overall, this scheme will help 8,170 hospitals increase the installed capacity of 236 MW at a total investment of 7,450 million baht, and will help the hospitals save a total of 1,638 million baht per year with a return of investment within 4.55 years

Scheme 3: Installation of solar rooftop panels in schools

This scheme proposes that the government invest in the installation of solar systems on schools' rooftops, in four size categories:

(1) 100 kW for approximately 720 extra-large-size schools at a total investment of 2,160 million baht. This will help the schools save electricity costs and earn an income at a total of 693,500 baht per year per school.

(2) 100 kW for approximately 1,982 large-size schools at a total investment of 5,946 million baht. This will help the schools save electricity costs and earn an income at a total of 693,500 baht per year per school.

(3) 30 kW for approximately 12,933 medium-size schools at a total investment of 11,640 million baht. This will help the schools save electricity costs and earn an income at a total of 208,050 baht per year per school.

4) 5 kW for approximately 15,368 small-size schools at a total investment of 3,077 million baht. This will help the schools save electricity costs and earn an income at a total of 34,675 baht per year per school.

This scheme will help 31,021 schools increase the installed capacity by 735.12 MW at an investment of 22,823 million baht. It will help the schools save the budgets and earn additional income at a total of 5,098 million baht per year with a return of investment within 4.48 years.

The cumulative total installed capacities of all three schemes will be 2,778 MW with an investment of 98,859 million baht in three years. Moreover, electricity costs worth 18,628 million baht per year will be saved with additional incomes for households, hospitals, and schools with a payback period of 5.31 years. Over a 25 year timeframe, the benefits to the public generated by the three schemes will amount to 465,689 million baht.

When combined with the fourth scheme, the installation of approximately 222 MW of solar rooftop systems will increase the production capacity by 3,000 MW. This can be achieved In three years, using 74,000 households at 3 kW each as well as the net metering system.

Social and environmental benefits

The installation of rooftop solar systems is expected to deploy 38,333 people for the installation work for over three years, and 15,000 people will get maintenance jobs. Together, these installations will create more than 50,000 jobs.

From an environmental perspective, the solar rooftop systems will help reduce electricity generated by natural gas power plants and greenhouse gas emissions by approximately 1.48 million tonnes per year. In the scenario that Thailand uses coal for power generation, the installation of solar rooftop systems will offset 4.52 million tonnes of greenhouse gas per year. Such a reduction of carbon dioxide, when compared to electricity produced from natural gas, is equivalent to the absorption capacity of one million rais (395,368.61 acres) of forest areas with multipurpose plants (at 100 plants per rai and 1.47 tonnes per rai per year of carbon dioxide absorption rate).

If compared to electricity produced from coal, the installation of solar rooftop systems will offset carbon dioxide equivalent to the absorption capacity of 3 million rais of forest areas with multipurpose plants. Additionally, the electricity generated by solar rooftop systems will also offset 804 tonnes of nitrogen oxides (NOx) emissions per year that electricity production from natural gas would emit. Similarly, in the scenario that Thailand uses coal for electricity production, the installation of solar rooftop systems will offset 10,098 tonnes of NOx per year.

Management of the security in electrical systems over the next three years

As of October 2019, the total power generation in Thailand is 44,443 MW, whereas the peak power demand for the year 2019 is 30,853 MW. This means that the country still has a reserve of 13,590 MW electricity generating capacity. This reserve capacity is 44% of the peak power demand, which is 29% or 8,962 MW more than the recommended standard reserve of

15%. These backup power plants can, therefore, help produce enough electricity for years to come.

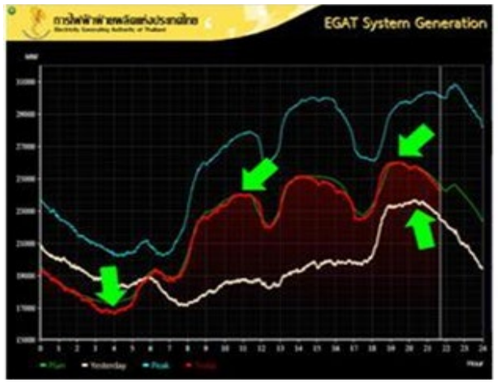
Currently, the construction of a large-scale power plant is ongoing. According to the Power Development Plan 2018 (PDP 2018), the Thai government will build seven more plants in the next five years (2020-2024). These plants include natural gas power plants as well as a large hydropower dam in Lao PDR, increasing the electricity generation capacity by 7,600 MW.

Since the beginning, the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT), together with the Metropolitan Electricity Authority (MEA) and the Provincial Electricity Authority (PEA), has been responsible for the operations and management of the production and power transmission lines.

According to their data, the difference in electricity usage during Saturdays-Sundays (weekends) vs. Mondays-Fridays (weekdays) amounts to several thousand MW less.

In particular, during the early hours of Sunday evening until the dawn of Monday, electricity usage is significantly reduced. As shown in the graph, a reduced electricity usage of approximately 6,700 MW occurs during 21.00 hrs. - 04.00 hrs.

The EGAT manages the fluctuation of about 10,000 MW of electricity usage every week.



- **A decrease of 6,700 MW of electricity usage during 21.00 hrs. of Sunday 15 September until 4.00 hrs. of Monday 16 September**
- **An increase of 7,200 MW of electricity usage during 4.00 hrs. of Monday 16 September until 11.00 hrs.**
- **An additional increase of 2,000 MW of electricity usage during 11.00 hrs. - 19.00 hrs.**

© Greenpeace / Arnaud Vittet

On Monday mornings, during 4.00 hrs. - 11.00 hrs., there is a rapid increase in electricity usage by about 7,200 MW. The fluctuations continue with an additional increase of around 2,000 MW after 11.00 hrs until 19.00 hrs. when the peak is reached.

All three electricity authorities (EGAT, MEA, and PEA) have been managing the fluctuations in the power consumption, which requires management in the production and the transmission line systems of about 10,000 MW every week. Hence, it is expected that the management of the reduction and increase of 3,000 MW solar-generated electricity in the next three years will not pose any additional challenges to the security of the electrical systems.

Building long-term electrical system security

This report proposes two groups of solutions regarding the concerns about the operations in the case of increased solar-generated electricity, i.e., of more than 5,000 MW.

1) Security in the national transmission system

Solution 1: To manage the power plants that are flexible to be more efficient. Pumped-storage hydropower plants, biogas power plants and small hydropower plants can increase or reduce the power generation without additional costs. Their systems could be repurposed, with some incentives to enable reduction or pauses in production when there is solar power and to increase the production during the evening and night times.

Solution 2: To invest in increasing the flexibility of suitable large power plants, especially natural gas power plants to enable the increase and reduction of power generation faster and at a lower cost.

Solution 3: To adjust the electricity rates as per the Time of Use (TOU), making the rates cheaper during the day and more expensive during the night. This will be relevant, especially in the early evenings, which should have the most expensive rate. Under this scheme, large power users, as well as other groups of users, will be able to adjust their electricity usage appropriately according to the TOU. To proceed with this, the government may introduce a 'voluntary experimental electricity charge system' and make it mandatory at the right time.

Solution 4: Is to design and manage electric vehicles in such a way as to respond to electrical system security. Upon returning to their homes in early evenings or at night, the electric vehicles will be able to plug into the electrical system and supply the remaining electricity for use in the houses from the batteries. This can be done by developing an application technology that will enable the electricity transfer from the electric vehicles to homes or sell to the electrical system. This will enhance the stability and security of the electrical system during the peak hours from evening until late at night when the power demand decreases and is good for charging electric car batteries again. With such management, the more electric vehicles we have, the more security in the electricity system in the evenings.

Solution 5: Is storing electrical power in batteries by either investing in small batteries in households or buildings or investing in large batteries at the power transmission line level while the costs of storing electric power in batteries are continuously decreasing.

Solution 6: It stores electrical energy in cold or heat forms, which has a lower cost of power storage than in a battery. For example, keeping electricity as 'chill' in a mini-PCM refrigerator costs approximately 1.7 baht per electrical unit. Likewise, storing electricity as hot water in a small dT 40K water heater costs about 0.4 baht per electrical unit only.

2) Security in the transmission line system in each area

Solution 1: Is to match the demands between solar rooftop electricity producers and daytime electricity users such as shopping malls, convenience stores, community malls, hospitals, schools, etc., within the community. This demand matching can allow the remaining electricity from the solar rooftops to be more efficiently utilised in nearby areas rather than sending to faraway areas incurring higher costs and losses of electricity in transmission lines.

Solution 2: Is to invest in connecting the power distribution system in each area (feeder) together from the original straight-line system (similar to a herringbone system). Connecting more and more feeder ends (into a loop system) with an on-off switch can greatly increase the stability of the electrical system.

Since the concerned electricity authorities already allocate billions of baht of earnings as investments in developing electricity transmission systems, they should also plan and schedule investment to develop transmission lines as per these guidelines with a time frame that will cover various areas throughout the country.

Solution 3: Is to adjust the transformers, either change the settings or replace the units with overcurrent.

Implementing and developing these various approaches will enable more efficient management of the power fluctuations generated by solar and other renewable energy. In the long run, it will help maintain the stability and security of the electrical system in the transition towards 100% renewable energy usage.

Guidelines for managing solar panels throughout the lifespan

Lastly, this report proposes a guideline for managing solar panels in three phases according to the life cycle of their usage.

- **Reduce:** The most fundamental principle of reducing the use of solar panels is optimising the solar panels. This will reduce the amount of new/unused solar panels in the future by default. Also, proper maintenance procedures will enable the lifetime of the solar panel to be as expected (i.e., around 25-30 years).
- **Reuse:** After 25-30 years of use, the solar panels will be less effective, but can still be used continuously. Thus, reusing these old solar panels for other purposes, such as pumping water for agriculture, will help reduce the amount of new solar panels. Besides, some damaged solar panels can be fixed for reuse or sold to help build a market for second-hand solar panels.
- **Recycle:** At the final stage of the lifespan of solar panels, they can be recycled to salvage materials such as glass, aluminium, copper, etc. Approximately 85% of the materials can be reclaimed. In the long term, the International Renewable Energy Agency (IRENA) is working on the research and development to find efficient ways for more materials in the solar panels to be recycled. Solar panel recycling plants will also be developed in response to the increased number of expired solar panels by 2030.

บทคัดย่อ

นับถึงสิ้นปี 2561 ทั่วโลกมีการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แล้วจำนวน 500,000 เมกะวัตต์ โดยเพิ่มขึ้นจากปีก่อนถึงร้อยละ 24 แต่หากคิดสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากโซลาร์เซลล์เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ทั่วโลกบริโภคในปี 2561 พบว่ามีเพียงร้อยละ 2.6 เท่านั้น โดย 3 ประเทศที่มีสัดส่วนสูงสุดคือ ฮอนดูรัส (ร้อยละ 14.0) เยอรมนี (ร้อยละ 7.9) และกรีซ (ร้อยละ 7.5) ในขณะที่ประเทศไทยมีสัดส่วนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลกคือร้อยละ 2.3 เท่านั้น

ที่น่าเสียดายยิ่งกว่านั้นก็คือเกินกว่าร้อยละ 90 ของการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยเป็นแบบโซลาร์ฟาร์มขนาดใหญ่ แทนที่จะเป็นหลังคาบ้านสำหรับที่อยู่อาศัย ทั้ง ๆ ที่ในปัจจุบัน ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ผู้บริโภคสามารถผลิตไฟฟ้าจากหลังคาบ้านตนเองได้แล้ว และสามารถลดจำนวนเงินที่เคยไหลออกอย่างเดียวให้ลดลงได้ หรือถ้าดีกว่านี้อีกก็สามารถทำให้เงินไหลเข้ากระเป๋าตนเองได้ด้วย จนมีการกล่าวกันว่า ผู้บริโภค หรือ consumer ได้กลายเป็น “prosumer” แล้ว

นโยบายการสนับสนุนการติดตั้งโซลาร์เซลล์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ง่ายที่สุด ลงทุนน้อยที่สุด โดยไม่ต้องซื้อมิเตอร์เพิ่มเติม ไม่ต้องติดอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าไหลย้อน และไม่ต้องซื้อแบตเตอรี่ ก็คือนโยบาย “Net metering” คือการอนุญาตให้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ (ในตอนกลางวันซึ่งเจ้าของบ้านส่วนใหญ่ไม่อยู่บ้าน) สามารถไหลเข้าสู่สายส่งได้ก่อน และในเวลากลางคืน (เจ้าของบ้านกลับมา) ไฟฟ้าจากสายส่งจึงไหลกลับเข้าบ้าน จากนั้นเมื่อครบเดือนจึงคำนวณการใช้สุทธิ (net) ตามที่ปรากฏในมิเตอร์

ปัจจุบัน หลายประเทศได้นำนโยบาย Net metering ไปใช้อย่างกว้างขวางทั้งในประเทศร่ำรวยและประเทศยากจน เช่น สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา แคนาดา อินเดีย ปากีสถาน และเคนยา เป็นต้น แต่ประเทศไทยเรายังไม่มีนโยบายนี้เลย นอกจากนี้ แม้ว่ารัฐบาลไทยจะมีการส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในบ้านเรือนมากกว่า 10 ปี แต่ก็มีปัญหาอุปสรรคหลายประการในการติดตั้ง จนทำให้ระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคา หรือ โซลาร์รูฟท็อป ในประเทศไทยมีความคืบหน้าช้ามาก ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว

รายงานฉบับนี้ จึงเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการนำระบบ Net metering มาใช้ในประเทศไทย โดยตั้งเป้าหมายที่จะมีระบบโซลาร์รูฟท็อป 3,000 เมกะวัตต์ ภายในระยะเวลา 3 ปี จากนั้นจะวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินการดังกล่าว รวมถึงแนวทางในการรับมือกับความห่วงกังวลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำระบบโซลาร์รูฟท็อปมาใช้ ไม่ว่าจะเป็นในแง่ของความมั่นคงในระบบไฟฟ้า ผลกระทบต่อค่าไฟฟ้า และการจัดการกับแผงโซลาร์เซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

ปฏิวัติพลังงานบนหลังคา:

ข้อเสนอเพื่อฟื้นฟูเศรษฐกิจฐานรากที่ยั่งยืนและเป็นธรรม ผ่านระบบโซลาร์รูฟท็อปในประเทศไทย

ภายในระยะเวลา 3 ปี (ปี 2564-2566) คาดว่าจะมีการติดตั้งโซลาร์เซลล์ทั้งหมด 3,000 เมกะวัตต์

1. การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์— บนหลังคาบ้านเรือน ประชาชน 1 ล้านครัวเรือน

ขนาด (กิโลวัตต์/หลัง)	เงินลงทุน (บาท/หลัง)	ประหยัดได้ปีละ (ล้านบาท)
1.5	60,000	10,403

*รวมกำลังการผลิตติดตั้ง 1,500 เมกะวัตต์

2. การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์— บนหลังคาโรงพยาบาล

	ขนาด (กิโลวัตต์/แห่ง)	เงินลงทุนรวม (ล้านบาท)	ประหยัดได้ปีละ (บาท/แห่ง)
โรงพยาบาลขนาดใหญ่ 120 แห่ง	1,000	3,600	6,935,000
โรงพยาบาลอำเภอ 800 แห่ง	100	2,400	693,500
โรงพยาบาลสร้างเสริมสุขภาพ ระดับตำบล 7,250 แห่ง	5	1,450	34,675

*รวมกำลังการผลิตติดตั้ง 236 เมกะวัตต์

3. การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์— บนหลังคาโรงเรียน

	ขนาด (กิโลวัตต์/แห่ง)	เงินลงทุนรวม (ล้านบาท)	ประหยัดได้ปีละ (บาท/แห่ง)
โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 720 แห่ง	100	2,160	693,500
โรงเรียนขนาดใหญ่ 1,982 แห่ง	100	5,946	693,500
โรงเรียนขนาดกลาง 12,933 แห่ง	30	11,640	208,050
โรงเรียนขนาดเล็ก 15,368 แห่ง	5	3,077	34,675

*รวมกำลังการผลิตติดตั้ง 735.12 เมกะวัตต์

4. การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านเรือนทั่วไป

โดยติดตั้งครัวเรือนละ 3 กิโลวัตต์ จำนวน 74,000 หลัง

*รวมกำลังการผลิตติดตั้ง 222 เมกะวัตต์

GREENPEACE THAILAND SOLAR FUND กองทุนแสงอาทิตย์

ข้อเสนอเชิงนโยบาย

ข้อเสนอเชิงนโยบายของรายงานฉบับนี้ จะเน้นที่การนำระบบ Net metering มาใช้ในการรับซื้อไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ เพื่อส่งเสริมและให้เกิดความเป็นธรรมกับครัวเรือนที่ติดตั้งระบบโซลาร์-รูฟท็อป ซึ่งเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคไฟฟ้าในเวลาเดียวกัน

นอกจากนี้ รายงานฉบับนี้ยังเสนอ 3 มาตรการสำคัญในการผลักดันเชิงนโยบายได้แก่

มาตรการที่ 1 การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านเรือนประชาชนหนึ่งล้านครัวเรือน

มาตรการนี้เสนอให้รัฐบาลลงทุนติดตั้งแผงผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบโซลาร์เซลล์ขนาดครัว-เรือนละ 1.5 กิโลวัตต์ คิดเป็นเงินลงทุน 60,000 บาทต่อหลัง โดยจะติดตั้งได้ 1,000,000 ล้านครัวเรือนในระยะเวลา 3 ปี

ผลลัพธ์ของมาตรการนี้จะทำให้แต่ละครัวเรือนสามารถผลิตไฟฟ้าใช้ได้เองประมาณ 225 หน่วยต่อเดือน คิดเป็นมูลค่า 855 บาทต่อเดือน ไฟฟ้าที่เหลือจากการใช้งานสามารถขายคืนให้ระบบไฟฟ้า เพื่อเป็นรายได้เสริมของครัวเรือนที่มีรายได้น้อยในระยะยาว

มาตรการที่ 1 นี้ จะทำให้ได้กำลังการผลิตติดตั้งในระบบ 1,500 เมกะวัตต์ คิดเป็นเงินลงทุนรวมกัน 60,000 ล้านบาท และช่วยให้ครัวเรือนประหยัดค่าใช้จ่ายได้ทั้งหมด 10,403 ล้านบาทต่อปี หรือสามารถคืนทุนได้ภายในเวลา 5.77 ปี

มาตรการที่ 2 การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาโรงพยาบาลของรัฐ

มาตรการนี้เสนอให้รัฐบาลลงทุนติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาสำหรับโรงพยาบาลของรัฐ โดยแยกตามขนาดของโรงพยาบาลดังนี้

(1) ขนาด 1,000 กิโลวัตต์ สำหรับโรง-พยาบาลขนาดใหญ่ จำนวนประมาณ 120 แห่ง คิดเป็นเงินลงทุนทั้งหมด 3,600 ล้านบาท ซึ่งจะช่วยให้โรงพยาบาลประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 6,935,000 บาทต่อแห่ง

(2) ขนาด 1,000 กิโลวัตต์ สำหรับโรงพยาบาลขนาดใหญ่ จำนวนประมาณ 800 แห่ง คิดเป็นเงินลงทุนทั้งหมด 2,400 ล้านบาท ซึ่งจะช่วยให้โรงพยาบาลประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 693,500 บาทต่อแห่ง

(3) ขนาด 5 กิโลวัตต์ สำหรับโรงพยาบาลสร้างเสริมสุขภาพระดับตำบล จำนวนประมาณ 7,250 แห่ง คิดเป็นเงินลงทุนทั้งหมด 1,450 ล้านบาท ซึ่งจะช่วยให้โรงพยาบาลประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 34,675 บาทต่อแห่ง

รวมแล้วมาตรการที่ 2 นี้จะช่วยให้โรง-พยาบาล 8,170 แห่ง มีกำลังการผลิตติดตั้งเพิ่มขึ้น 236 เมกะวัตต์ คิดเป็นเงินลงทุนรวมกัน 7,450 ล้านบาท โดยจะช่วยให้โรงพยาบาลประหยัดงบประมาณได้ทั้งหมด 1,638 ล้านบาทต่อปี หรือสามารถคืนทุนได้ภายในเวลา 4.55 ปี

มาตรการที่ 3 การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาโรงเรียนของรัฐ

มาตรการนี้เสนอให้รัฐบาลลงทุนติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาสำหรับโรงเรียนของรัฐ โดยแยกตามขนาดของโรงเรียนดังนี้

(1) ขนาด 100 กิโลวัตต์ สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวนประมาณ 720 แห่ง คิดเป็นเงินลงทุนทั้งหมด 2,160 ล้านบาท ซึ่งจะช่วยให้โรงเรียนประหยัดค่าไฟฟ้าและมีรายได้เพิ่ม ปีละ 693,500 บาทต่อแห่ง

(2) ขนาด 100 กิโลวัตต์ สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวนประมาณ 1,982 แห่ง คิดเป็นเงินลงทุนทั้งหมด 5,946 ล้านบาท ซึ่งจะช่วยให้โรงเรียนประหยัดค่าไฟฟ้าและมีรายได้เพิ่ม ปีละ 693,500 บาทต่อแห่ง

(3) ขนาด 30 กิโลวัตต์ สำหรับโรงเรียนขนาดกลาง จำนวนประมาณ 12,933 แห่ง คิดเป็นเงินลงทุนทั้งหมด 11,640 ล้านบาท ซึ่งจะช่วยให้โรงเรียนประหยัดค่าไฟฟ้าและมีรายได้เพิ่ม ปีละ 208,050 บาทต่อแห่ง

(4) ขนาด 5 กิโลวัตต์ สำหรับโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวนประมาณ 15,368 แห่ง คิดเป็นเงินลงทุนทั้งหมด 3,077 ล้านบาทซึ่งจะช่วยให้โรงเรียนประหยัดค่าไฟฟ้าและมีรายได้เพิ่ม ปีละ 34,675 บาทต่อแห่ง

รวมแล้วมาตรการที่ 3 นี้จะช่วยให้โรงเรียน 31,021 แห่ง มีกำลังการผลิตติดตั้งเพิ่มขึ้น 735.12 เมกะวัตต์ คิดเป็นเงินลงทุนรวมกัน 22,823 ล้านบาท โดยจะช่วยให้โรงเรียนประหยัดงบประมาณและมีรายได้เพิ่มทั้งหมด 5,098 ล้านบาทต่อปี หรือสามารถคืนทุนได้ภายในเวลา 4.48 ปี

เมื่อรวมทั้ง 3 มาตรการนี้ จะทำให้ระบบโซลาร์เซลล์แบบบนหลังคามีกำลังการผลิตติดตั้งเพิ่มขึ้น 2,778 เมกะวัตต์ ด้วยเงินลงทุนรวมกัน 98,859 ล้านบาท (ในระยะเวลา 3 ปี) และช่วยประหยัดค่าไฟฟ้า (และสร้างรายได้เพิ่ม) ให้กับบ้านเรือน โรงพยาบาล โรงเรียน ได้ 18,628 ล้านบาทต่อปี เพราะฉะนั้นจะคืนทุนในระยะเวลาประมาณ 5.31 ปี และหากคำนวณตลอดอายุการใช้งาน 25 ปี มาตรการทั้งสามนี้จะให้ประโยชน์แก่ประชาชน 465,689 ล้านบาท

มาตรการที่ 4 การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านเรือนทั่วไปอีกประมาณ 222 เมกะวัตต์

โดยจะติดตั้งครัวเรือนละราว 3 กิโลวัตต์ จำนวน 74,000 หลัง โดยระบบการรับซื้อไฟฟ้าแบบ Net-metering ก็จะทำให้ระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาในประเทศไทยมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น 3,000 เมกะวัตต์ในระยะเวลา 3 ปี ตามที่ได้วางแผนไว้

ผลประโยชน์ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม

การติดตั้งโซลาร์รูฟท็อปคาดว่าจะทำให้เกิดการจ้างงานประมาณ 38,333 คนในการติดตั้งตลอดช่วงเวลา 3 ปี และยังทำให้เกิดการจ้างงานประมาณ 15,000 คนในการดูแลรักษา หรือรวมกันแล้วทำให้เกิดการจ้างงานมากกว่า 50,000 ตำแหน่งงาน

ในด้านสิ่งแวดล้อม ระบบโซลาร์รูฟท็อปจะช่วยลดการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติลงได้และช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ประมาณ 1.48 ล้านตันต่อปี หรือหากประเมินว่าประเทศไทยจะใช้ถ่านหินในการผลิตไฟฟ้า การติดตั้งโซลาร์รูฟท็อปแทนดังกล่าวข้างต้นจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ประมาณ 4.52 ล้านตันต่อปี ทั้งนี้ปริมาณการลดคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตไฟฟ้าด้วยก๊าซธรรมชาติเทียบเท่ากับการดูดซับของพื้นที่ป่าไม้ที่มีพรรณไม้อเนกประสงค์ (อัตราปลูก 100 ต้นต่อไร่ และดูดซับคาร์บอนได้ออกไซด์ได้ 1.47 ตันต่อไร่ต่อปี) เท่ากับ 1 ล้านไร่ เลยทีเดียว หรือหากเทียบกับการผลิตไฟฟ้าด้วยถ่านหินปริมาณการลดคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงดังกล่าวจากการติดตั้งโซลาร์รูฟท็อปแทนเทียบเท่ากับการดูดซับของพื้นที่ป่าไม้ที่มีพรรณไม้อเนกประสงค์เท่ากับ 3 ล้านไร่ เลยทีเดียว นอกจากนั้น การผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์-รูฟท็อปยังช่วยลดการปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) จากการผลิตไฟฟ้าด้วยก๊าซธรรมชาติลงได้ 804 ตันต่อปี ในทำนองเดียวกันหรือหากประเมินว่าประเทศไทยจะใช้ถ่านหินในการผลิตไฟฟ้า การติดตั้งโซลาร์รูฟท็อปแทนดังกล่าวข้างต้นจะลดการปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจนลงได้ประมาณ 10,098 ตันต่อปี

การบริหารจัดการความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง 3 ปีข้างหน้า

ข้อมูลกำลังผลิตไฟฟ้าทั้งหมด ณ เดือนตุลาคม 2562 เท่ากับ 44,443 เมกะวัตต์ ในขณะที่ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดหรือพีค ของปี 2562 เท่ากับ 30,853 เมกะวัตต์ จึงมีกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองของประเทศสูงถึง 13,590 เมกะวัตต์ หรือร้อยละ 44 ของพีค ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 15 มากถึง 8,962 เมกะวัตต์ จึงสามารถสั่งเดินเครื่องโรงไฟฟ้าสำรองเหล่านี้ เพื่อผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอได้อีกหลายปี

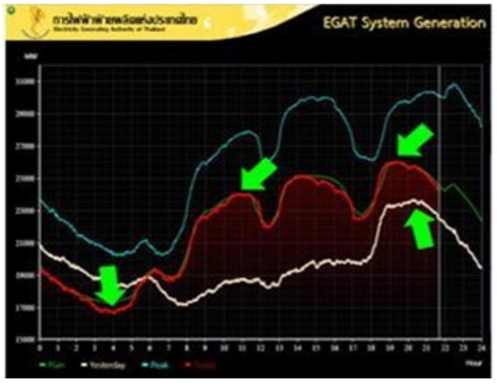
ทั้งนี้ ยังมีโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่กำลังก่อสร้าง และรัฐกำหนดให้สร้างเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปีข้างหน้า ปี 2563-2567 ตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า PDP2018 อีก 7 โรง ทั้งโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ และเขื่อนขนาดใหญ่ในประเทศลาว รวมแล้วจะมีกำลังผลิตเพิ่มขึ้นอีกมากถึง 7,600 เมกะวัตต์

ในด้านการบริหารจัดการระบบการผลิตและสายส่งไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ร่วมกับ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ดำเนินการมาตลอดจนถึงปัจจุบัน ในแต่ละสัปดาห์ การใช้ไฟฟ้าช่วงวันเสาร์และวันอาทิตย์ จะลดลงกว่าวันจันทร์ถึงวันศุกร์หลายพันเมกะวัตต์ โดยเฉพาะในช่วงหัวค่ำของวันอาทิตย์ ถึงเช้ามืดของวันจันทร์มีการใช้ไฟฟ้าที่ลดลงมาก ดังเช่นข้อมูลในภาพ การใช้ไฟฟ้าลดลงประมาณ 6,700 เมกะวัตต์ในช่วง 21.00–04.00 น. พอถึงเช้าวันจันทร์ การใช้ไฟฟ้าก็เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังเช่นในช่วง 04.00–11.00 น. มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณ 7,200 เมกะวัตต์ แล้วก็ผันผวนลดลงและเพิ่มขึ้นระหว่างวัน จนมีการใช้สูงสุดในช่วงหนึ่งทุ่ม

ทั้งสามหน่วยงานการไฟฟ้าฯ ก็บริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าที่ลดลงและเพิ่มขึ้น ซึ่งจำเป็น

ต้องบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าและระบบสายส่งไฟฟ้าให้ลดลงและเพิ่มขึ้น ประมาณ 10,000 เมกะวัตต์ อยู่แล้วทุกๆ สัปดาห์ ดังนั้นการบริหารจัดการการลดลงและเพิ่มขึ้นของไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่จะเพิ่มมากขึ้น 3,000 เมกะวัตต์ ใน 3 ปีข้างหน้า จึงไม่มีปัญหาในดำเนินการรักษาความมั่นคงของระบบไฟฟ้าแต่อย่างใด

การไฟฟ้าฯ บริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าที่ลดลงและเพิ่มขึ้นประมาณหนึ่งหมื่นเมกะวัตต์อยู่แล้วทุกๆ สัปดาห์



- วันอาทิตย์ 15 ก.ย. 21.00 น. ถึงวันจันทร์ 16 ก.ย. 04.00 น. การใช้ไฟฟ้าลดลง 6,700 เมกะวัตต์
- วันจันทร์ 16 ก.ย. 04.00 น. ถึง 11.00 น. การใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 7,200 เมกะวัตต์
- วันจันทร์ 11.น. ถึง 19.00 น. การใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอีก 2,000 เมกะวัตต์

การสร้างความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในระยะยาว

ส่วนความห่วงกังวลที่หลายฝ่ายเป็นห่วงว่าเมื่อมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้นเรื่อยๆ เช่น มากกว่า 5,000 เมกะวัตต์ จะดำเนินการอย่างไร? รายงานฉบับนี้ได้เสนอแนวทางในการเตรียมการเป็น 2 กลุ่มด้วยกันคือ

1) ความมั่นคงในระบบสายส่งรวมของประเทศ

<u>แนวทางแรก</u> คือ การบริหารจัดการโรงไฟฟ้าที่มีความยืดหยุ่นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยโรงไฟฟ้าเหล่านี้สามารถเพิ่มและลดกำลังผลิตไฟฟ้าได้โดยไม่มีปัญหาและไม่มีต้นทุนเพิ่ม ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังน้ำสูบกลับ โรงไฟฟ้าแก๊สชีวภาพ และโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก โดยออกแบบระบบและแรงจูงใจให้ลดหรือหยุดผลิตในช่วงที่มีแสงอาทิตย์และเพิ่มกำลังผลิตในช่วงเย็นและค่ำ

<u>แนวทางที่สอง</u> คือ การลงทุนปรับความยืดหยุ่นของโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีอยู่แล้วให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้นกว่าปัจจุบัน โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติให้สามารถเพิ่มและลดกำลังผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้นและรวดเร็วขึ้น โดยมีต้นทุนในการดำเนินการผลิตไฟฟ้าที่ต่ำลงกว่าเดิม

<u>แนวทางที่สาม</u> การปรับระบบค่าไฟฟ้าที่คิดตามช่วงเวลา (Time of Use หรือ TOU) ให้ค่าไฟฟ้ามีราคาถูกลงในช่วงกลางวัน และแพงขึ้นในช่วงกลางคืน โดยเฉพาะในช่วงหัวค่ำซึ่งควรจะแพงที่สุด เพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ จะพิจารณาลงทุนเพื่อปรับการใช้ไฟฟ้าของตนเองให้เหมาะสม (Demand Response) รวมทั้งผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มต่างๆ อาจจะบริหารจัดการให้เหมาะสมมากขึ้น ทั้งนี้ รัฐอาจจะดำเนินการแบบ “ระบบค่าไฟฟ้าทดลองตามความสมัครใจ” จนเมื่อเหมาะสมแล้วจึงบังคับใช้เป็นระบบค่าไฟฟ้าต่อไป

<u>แนวทางที่สี่</u> การออกแบบและบริหารจัดการรถยนต์ไฟฟ้าที่กำลังเพิ่มมากขึ้นให้ตอบโจทย์ความมั่นคงของระบบไฟฟ้า เนื่องจากรถยนต์ไฟฟ้าทุกคันมีแบตเตอรี่ เมื่อกลับมาถึงที่พักโดยเฉพาะในช่วงเย็นหรือหัวค่ำ ในเมื่อแบตเตอรี่ในรถยังมีไฟฟ้าเหลืออยู่บ้าง จึงควรออกแบบระบบแอปพลิเคชั่นให้สามารถจ่ายไฟฟ้าจากรถยนต์ไฟฟ้ามาใช้ในบ้านหรือส่งขายเข้าระบบไฟฟ้าได้ เพื่อช่วยเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในช่วงค่ำที่มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นมาก จนเมื่อถึงช่วงดึกที่การใช้ไฟฟ้าในระบบน้อยลง จึงค่อยใช้ไฟฟ้าจากระบบไปชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า หากมีการบริหารจัดการในแนวทางนี้ จะทำให้จำนวนรถยนต์ไฟฟ้ายิ่งมีมากขึ้นเท่าไรก็จะยิ่งช่วยเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในช่วงเย็นและหัวค่ำได้มากยิ่งขึ้น

<u>แนวทางที่ห้า</u> การเก็บพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่ ทั้งการลงทุนแบตเตอรี่ขนาดเล็กในแต่ละบ้านแต่ละอาคารหรือการลงทุนแบตเตอรี่ขนาดใหญ่ระดับสายส่งไฟฟ้า ถึงแม้ว่าต้นทุนการเก็บพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่จะลดลงอย่างต่อเนื่อง

<u>แนวทางที่หก</u> การเก็บพลังงานไฟฟ้าเป็นความเย็นหรือเก็บเป็นความร้อน ซึ่งมีต้นทุนในการเก็บพลังงานถูกกว่าการเก็บในแบตเตอรี่ ตัวอย่าง

เช่น การเก็บไฟฟ้าเป็นความเย็นในตู้เย็นขนาดเล็กแบบ PCM มีต้นทุนประมาณ 1.7 บาทต่อหน่วยไฟฟ้า ส่วนการเก็บไฟฟ้าเป็นน้ำร้อนในเครื่องทำน้ำร้อนขนาดเล็ก dT 40K มีต้นทุนประมาณ 0.4 บาทต่อหน่วยไฟฟ้าเท่านั้น

2) ความมั่นคงในระบบสายส่งย่อยในแต่ละพื้นที่

<u>แนวทางแรก</u> การจับคู่ (Demand Matching) ระหว่างกลุ่มผู้ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์รูฟท็อปกับผู้ใช้ไฟฟ้าช่วงกลางวัน เช่น ห้างสรรพสินค้า ร้านสะดวกซื้อ คอมมูนิตี้มอลล์ โรงพยาบาล โรงเรียน ฯลฯ เพื่อให้ไฟฟ้าที่เหลือใช้จากระบบโซลาร์รูฟท็อป ถูกใช้ในพื้นที่บริเวณใกล้เคียง ไม่ต้องถูกส่งผ่านสายส่งไฟฟ้า ไปใช้ในพื้นที่ไกลออกไป

<u>แนวทางที่สอง</u> การลงทุนเชื่อมระบบจ่ายไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ (Feeder) เข้าด้วยกัน จากแต่เดิมที่เป็นระบบเส้นตรงกระจายออกไป (คล้ายระบบก้างปลา) โดยเชื่อมต่อปลาย Feeder เข้าด้วยกันมากขึ้นๆ เรื่อยๆ (ให้กลายเป็นระบบวง loop) และมีสวิตช์เปิด–ปิด ก็จะเพิ่มความมั่นคงของระบบไฟฟ้าได้มาก ซึ่งในแต่ละปีหน่วยงานการไฟฟ้าได้จัดสรรค่าไฟฟ้าที่เราจ่าย ไปลงทุนพัฒนาระบบสายส่งไฟฟ้าปีละหลายหมื่นล้านบาทอยู่แล้ว ก็ควรจะวางแผนและกำหนดการลงทุนพัฒนาสายส่งไฟฟ้าตามแนวทางนี้ให้ชัดเจน มีกรอบเวลาที่จะครอบคลุมพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ

<u>แนวทางที่สาม</u> การปรับหม้อแปลง โดยปรับการตั้งค่าที่หม้อแปลง หรือเปลี่ยนหม้อแปลงเฉพาะบางตัวที่แรงดันล้นเกิน

การดำเนินการและพัฒนาแนวทางต่างๆ เหล่านี้ร่วมกัน จะทำให้เราสามารถบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นและลดลงของพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงสามารถรักษาความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในการเปลี่ยนผ่านไปสู่การใช้พลังงานหมุนเวียนทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ในระยะยาวได้เป็นอย่างดี

แนวทางการจัดการแผงโซลาร์เซลล์ตลอดช่วงอายุใช้งาน

สุดท้าย รายงานฉบับนี้ได้เสนอแนะแนวทางในการจัดการแผงโซลาร์เซลล์ตลอดช่วยอายุการใช้งาน ออกเป็น 3 ขั้นตอนตามวงจรชีวิตการใช้งาน คือ

การลดการใช้ (Reduce) หลักการพื้นฐานที่สุดของการลดการใช้แผงโซลาร์เซลล์คือ การเพิ่มประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณการใช้แผงโซลาร์เซลล์เหลือใช้ในอนาคตไปโดยปริยาย นอกจากนั้น กระบวนการในการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม ก็จะทำให้อายุการใช้งานของแผงโซลาร์เซลล์เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ (คือประมาณ 25-30 ปี)

การใช้ซ้ำ (Reuse) ภายหลังจากการใช้งาน 25-30 ปี แผงโซลาร์เซลล์จะมีประสิทธิภาพน้อยลง แต่ยังสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การนำแผงโซลาร์เซลล์ที่เปลี่ยนแล้วไปใช้งานซ้ำในวัตถุประสงค์อื่นๆ เช่น การสูบน้ำเพื่อการเกษตร ก็จะสามารถลดปริมาณแผงโซลาร์เซลล์ที่เป็นของเสียลงได้ นอกจากนี้ การซ่อมแซมแผงโซลาร์เซลล์ที่เสียหายบางส่วน ก็สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำ และสร้างสร้างตลาดโซลาร์เซลล์มือสองได้เช่นกัน

การรีไซเคิล (Recycle) ในขั้นตอนสุดท้ายของการใช้งานตลอดช่วงอายุของแผงโซลาร์เซลล์ เราสามารถที่จะรีไซเคิลแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อให้ได้วัสดุ เช่น กระจก อลูมิเนียม ทองแดง กลับมาใช้ใหม่ได้ในอัตราประมาณร้อยละ 85 ของวัสดุทั้งหมด ทั้งนี้ ในระยะยาวทบวงการพลังงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ International Renewable Energy Agency, IRENA) จะมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้สามารถนำวัสดุต่างๆ ในแผงโซลาร์เซลล์กลับมาใช้ให้ได้มากขึ้น และพัฒนาโรงงานรีไซเคิลแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณแผงโซลาร์เซลล์หมดอายุที่จะมีมากขึ้นในปี 2573