การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินของการออกแบบการจัดการพลังงานสำหรับคลินิกเวชศาสตร์ความงาม เพื่อมุ่งสู่การใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

Financial Analysis of Energy Management Design for the Beauty Clinic towards Net Zero Energy

ภัทรพงษ์ แต่งเนตร[1] วิสุทธิ์ แซ่มสะอาด[1*] และ ประพิธาร์ ธนารักษ์[1]

Pattarapong Tangnate[1] Wisut Chamsa-ard[1*] and Prapita Thanarak[1]

[1] วิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

School of Renewable Energy and Smart Grid Technology
Naresuan University, Phitsanulok 65000

[1]Corresponding author: Tel.: 055-963182. E-mail address: wisutc@nu.ac.th

Received: 9 March 2024, Revised: 27 April 2024, Accepted 28 April 2024, Published online: 30 April 2024

Abstract

The demand for electrical energy in the building sector is increasing due to the expansion of urban areas to accommodate the rapidly growing population and economy. Nevertheless, it cannot avoid the increase in greenhouse gas emissions. A strategy that can aid in lowering greenhouse gas emissions and increasing renewable energy utilization is to manage energy consumption efficiently until the building reaches net zero energy use. This article examines the electricity management design for a beauty clinic to achieve net zero energy. The study used the PVsyst software to design and assess the performance of the system and determine the project's viability using financial indicators, including net present value, payback period, and financial internal rate of return. The energy management guidelines are defined in 4 cases; the study found that a beauty clinic with an average daily electricity consumption of approximately 75.4 kWh can achieve a net zero energy concept by installing a 20 kWp solar PV generation system. To manage energy to be financially worthwhile, choose the method of producing electricity together with using electricity from the network. The electricity can be returned to the electrical grid. (PV+Grid+Export) with a net present value of 283,710 baht, a financial internal rate of return of 11.33%, and a payback period of 7.6 years. When considering installation and use with batteries, it was found that it was not yet financially worthwhile due to the relatively high price of batteries.

Keywords: Net-zero-energy buildings, PV System, Financial Analysis, Rooftop PV self-consumption

บทคัดย่อ

ความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าของภาคส่วนอาคารได้เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากการขยายตัวของเขตเมืองเพื่อรองรับประชากรและเศรษฐกิจที่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ก็ไม่อาจหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งการจัดการการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงจนนำไปสู่การใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ของอาคารก็เป็นแนวทางที่เพิ่มการใช้พลังงานทดแทนและช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ลดลงได้ บทความนี้เป็นการศึกษาการออกแบบการจัดการพลังงานสำหรับคลินิกเวชศาสตร์ความงามเพื่อมุ่งสู่การใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ โดยใช้โปรแกรม PVsyst เพื่อออกแบบและวิเคราะห์สมรรถนะของระบบและศึกษาหาความคุ้มค่าของโครงการโดยใช้ตัวชี้วัดทางการเงิน ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาการคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในทางด้านการเงิน กำหนดแนวทางการจัดการพลังงานเป็น 4 กรณี โดยผลการศึกษาพบว่าคลินิกมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยวันละประมาณ 75.4 กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) สามารถดำเนินการให้มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ได้โดยการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 20 kWp โดยแนวทางการจัดการพลังงานให้มีความคุ้มค่าทางด้านการเงิน คือการเลือกใช้แนวทางการผลิตไฟฟ้าร่วมกับใช้ไฟฟ้าจากโครงข่าย โดยสามารถจ่ายไฟฟ้าคืนสู่โครงข่ายไฟฟ้าได้ (PV+Grid+Export) โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 283,710 บาท อัตราผลตอบแทนภายในทางด้านการเงิน 11.33% และระยะเวลาการคืนทุน 7.6 ปีและเมื่อพิจารณาถึงการติดตั้งใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่ พบว่ายังไม่มีความคุ้มค่าทางด้านการเงิน เนื่องจากราคาของแบตเตอรี่ที่ยังมีราคาค่อนข้างสูง

คำสำคัญ: อาคารพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ การผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์ การวิเคราะห์ทางการเงิน การผลิตไฟฟ้าสำหรับใช้ภายในอาคาร

บทนำ

อาคารสำนักงานและที่พักอาศัยเป็นกลุ่มที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมากถึงร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในโลก เป็นสาเหตุของวิกฤตการณ์โลกร้อน เพราะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึงร้อยละ 27 ของปริมาณการปล่อยก๊าซทั้งหมดของโลก [1] ทำให้ภาคอาคารที่มีธรรมชาติของการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงกลางวันเป็นส่วนใหญ่มีความเหมาะสมที่จะดำเนินการในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้ดีขึ้น และนำพลังแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตไฟฟ้าทำให้อาคารเกิดการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ สามารถช่วยลดภาระของประเทศไทยในการนำเข้าเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้า ซึ่งกำลังเผชิญกับราคาเชื้อเพลิงที่แพงขึ้นอย่างต่อเนื่องอีกทั้งอาคารพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Energy Building) ยังมีส่วนสำคัญในการนำไปสู่การดำเนินการ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Carbon) ได้

การดำเนินงานธุรกิจคลินิกเวชศาสตร์ความงาม เป็นธุรกิจที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงมาก เนื่องจากเป็นธุรกิจที่ดำเนินการในช่วงเวลากลางวัน อีกทั้งเครื่องมืออุปกรณ์ภายในคลินิก เช่น เครื่องเลเซอร์ต่างๆ ระบบแสงสว่างในห้อง และระบบปรับอากาศ ซึ่งจะต้องควบคุมอุณหภูมิภายในคลินิกเพื่อให้อุณหภูมิอยู่ในช่วงสภาวะสบาย (Comfort Zone) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง จึงทำให้มีต้นทุนการดำเนินงานที่สูงมาโดยตลอด เนื่องจากค่าไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องโดยที่สาเหตุมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นและแหล่งพลังงานฟอสซิลที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าลดลง จึงทำให้การใช้ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมาทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากฟอสซิลเพิ่มสูงขึ้น ผนวกกับมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์อย่างรวดเร็ว ทำให้มีประสิทธิภาพสูงแต่มีราคาลดลง คลินิกจึงมีการวางแผนพัฒนาอาคารของคลินิกให้เป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Energy) และยั่งยืน (Sustainable) โดยใช้แนวคิดของการทำให้อาคารมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ อาคารจะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนตลอดทั้งปีได้มากกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าของอาคารตลอดทั้งปี [2,3] สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ โดยที่นโยบายอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์เป็นที่นิยมอย่างมากในทุกประเทศ รวมถึงประเทศไทยก็กำลังดำเนินการอย่างเร่งด่วนและจริงจัง เพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพ

ภูมิอากาศในอีกทางหนึ่ง โดย Ray Galvin [4] ทำการศึกษาหาแนวทางออกแบบเพื่อปรับปรุงอพาร์ทเม้นท์เก่าของประเทศเยอรมันที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำให้เป็นอาคารใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ โดยทำการจำลองทางคอมพิวเตอร์ พบว่าหากต้องการผลสำเร็จต้องมีการปรับปรุงกรอบอาคารให้มีประสิทธิภาพสูง และต้องติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาที่มีกำลังการผลิตให้สูงกว่าการใช้พลังงานปกติ 40% รวมถึงการออกแบบอาคารของมหาวิทยาลัยในประเทศอินเดียให้เป็นอาคารใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ [5] โดยใช้โปรแกรม PVsyst วิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาเพียงที่เดียวจะไม่เพียงพอให้เป็นอาคารพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ เนื่องจากมีข้อจำกัดของพื้นที่บนหลังคา ซึ่งมีการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบบน้ำเพื่ออุปโภค แต่หากเพิ่มการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ที่กันสาดของอาคารอีก 50 % ของกำลังการผลิตบนหลังคาจะประสบผลสำเร็จเป็นอาคารพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ ประเทศไทยมีการศึกษาประเมินสมรรถนะทางด้านเทคนิคและการลงทุนติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาชานชาลารถไฟฟ้าบีทีเอส [6] โดยใช้โปรแกรม PVsyst จำลองสมรรถนะของระบบ พบว่าสมรรถนะของระบบมีค่าร้อยละ 70 และคำนวณหาความคุ้มค่าทางการเงินโดยใช้ค่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อัตราส่วน ผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) ระยะเวลาคืนทุนแบบปรับค่าเวลา (DPB) และต้นทุนต่อหน่วย (COE) แต่ไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากไม่มีนโยบายรับซื้อไฟฟ้าและต้นทุนของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ยังสูง และงานวิจัยของ Kezang [7] ทำการวิเคราะห์สมรรถนะทางเทคนิคและความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมกับโครงข่ายไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลของประเทศภูฏานโดยใช้วิธีเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าพื้นฐานของบ้านเรือน หลังจากนั้นทำการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ แล้วจึงนำค่าสรรมถนะของระบบผลิตไฟฟ้าคำนวณหาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ผลที่ได้รับไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเนื่องจากค่าดำเนินการเพื่อติดตั้งในพื้นที่ห่างไกลของประเทศภูฏานยังคงมีค่าสูงอยู่

จากการศึกษางานวิจัยเรื่องอาคารพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ที่กำลังนิยมในปัจจุบัน พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ มีข้อดีในการนำมาใช้งานคือ ประสิทธิภาพสูง ความน่าเชื่อถือของระบบ และการติดตั้งมีความรวดเร็วและไม่ซับซ้อน แต่ยังคงมีมูลค่าการลงทุนสูงหากต้องการทำให้อาคารมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ และหาความคุ้มค่าทางการเงินเพื่อทำการตัดสินใจลงทุน โดยได้ใช้สมาร์ทมิเตอร์ (Smart Meter) เพื่อบันทึกข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของคลินิก ออกแบบตัวอาคารและระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศ เพื่อลดการใช้พลังงาน และใช้พลังงานทดแทนจากการติดตั้งไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านการออกแบบการจัดการพลังงาน การใช้พลังงานทดแทนสำหรับอาคาร และความเป็นไปได้ทางการเงิน โดยวิเคราะห์การลงทุนและพิจารณาผลตอบแทนที่ให้ประโยชน์สูงสุดสำหรับโครงการพัฒนาอาคารคลินิกให้เป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Energy Building) เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนและกำหนดแนวทางลงทุนให้มีความเหมาะสมต่อไป

วิธีการวิจัย

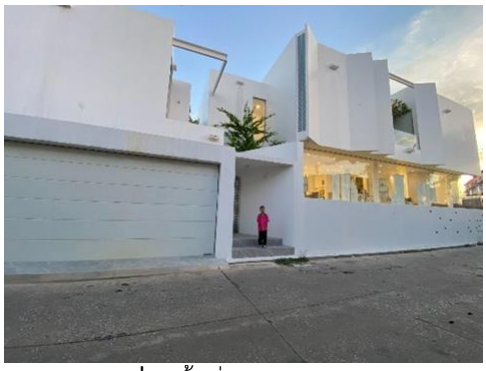
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษารูปแบบการใช้ไฟฟ้าและประเมินความต้องการใช้ไฟฟ้าของคลินิก
2. การประเมินทางเทคนิคเพื่อให้คลินิกมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์
3. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงิน

การศึกษารูปแบบการใช้ไฟฟ้าและประเมินความต้องการใช้ไฟฟ้าของคลินิก

การใช้ไฟฟ้าของคลินิกเน้นเพื่อให้ความสบายสูงสุด อุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าหลักจะเป็นระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ตามลำดับ ลักษณะของคลินิกเป็นอาคาร 2 ชั้น อาคารจะเป็นหลังคาดาดฟ้า

แสดงดังภาพที่ 1 มีพื้นที่โดยรวมทั้งอาคารประมาณ 278 ตารางเมตร เปิดทำการทุกวันในช่วงเวลา 10.00 น. ถึง 19.00 น. โดยมีผู้ใช้บริการเฉลี่ย 20 คนต่อวัน มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดต่อวัน 3,456.39 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน (kWh/day) ดังแสดงตารางที่ 1



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาของโครงการ

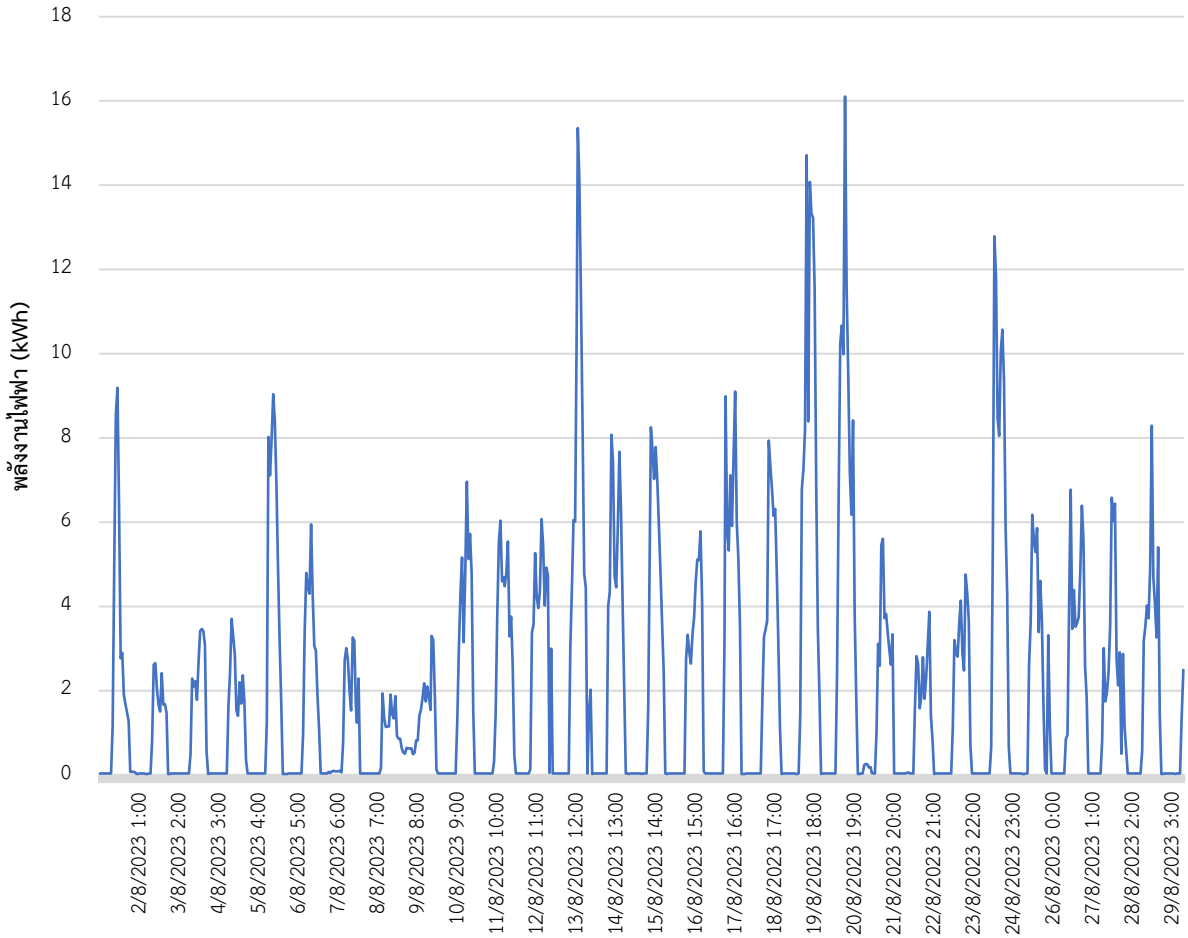
ภาพที่ 2 มิเตอร์เก็บข้อมูล

ตารางที่ 1 ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดต่อวันที่ได้จากการคำนวณ

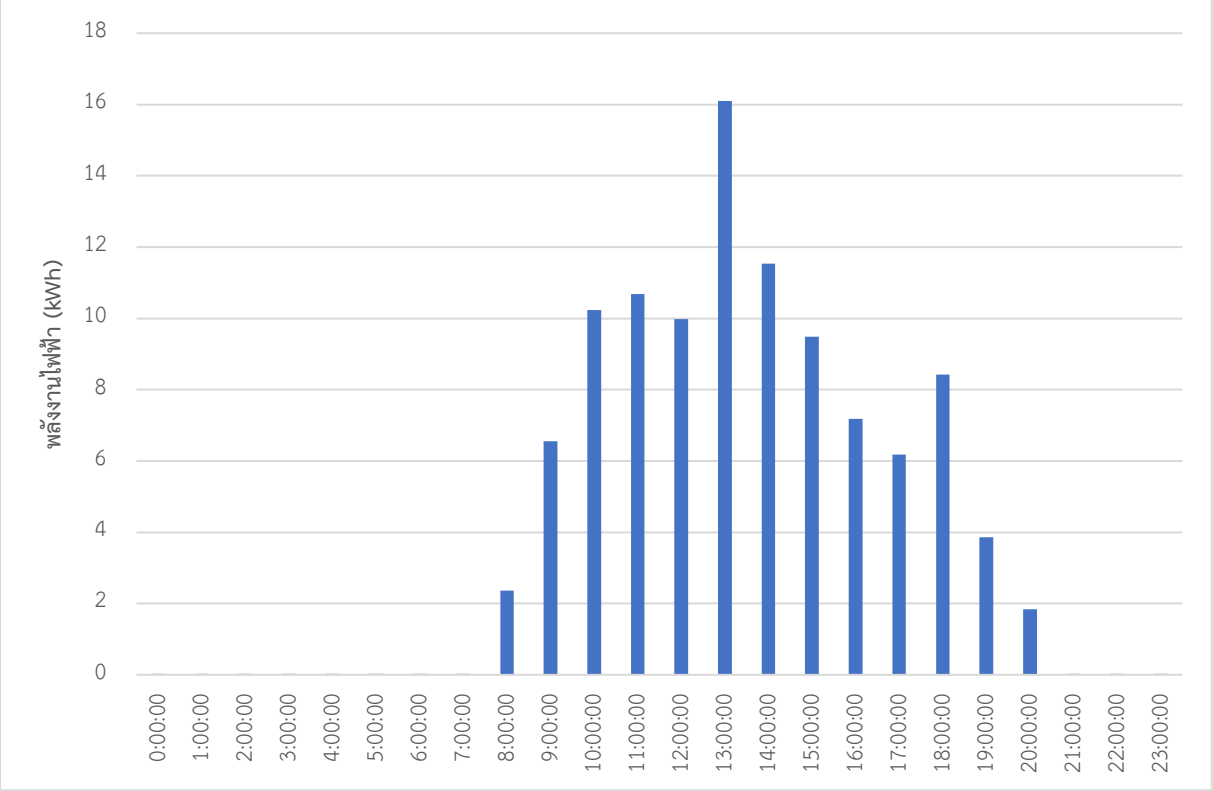
อุปกรณ์	ปริมาณ	ขนาด (kW)	จำนวนชั่วโมงการใช้งาน (hr.)	ปริมาณโหลด (kWh)
LED lamps				
Type 1	27	0.01	9	2.43
Type 2	55	0.01	9	4.95
Type 3	3	0.03	9	0.81
Air condition				
Type 1	3	33.64	9	908.28
Type 2	8	34.54	9	2,486.88
Laser				
Type 1	1	3.42	4	13.68
Type 2	1	0.95	4	3.80
Type 3	1	1.24	4	4.96
Type 4	1	1.62	4	6.48
Type 5	1	0.29	4	1.16
Type 6	1	1.50	4	6.0
Type 7	1	0.50	4	2.0
Refrigerator				
Type 1	1	0.15	24	3.6
Type 2	1	0.05	24	1.2
Type 3	1	0.15	24	3.6
Washing machine	1	0.48	4	1.92
Water pump	1	1.16	4	4.64
ความต้องการใช้ไฟฟ้ารวม				**3,456.39**

ถึงแม้ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของคลินิกที่ได้จากการคำนวณจะมีค่าค่อนข้างสูง แต่เนื่องจากมีการบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับปริมาณผู้ใช้บริการในคลินิกให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด มีผลทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงในแต่ละวันต่ำกว่าค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดต่อวันที่ได้ทำการคำนวณไว้ในตารางที่ 1

การใช้ไฟฟ้าของคลินิก มีการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่าน Smart Meter โดยเป็นการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนสิงหาคม 2566 การใช้ไฟฟ้าของคลินิกมีความผันผวนในแต่ละวันขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้ที่เข้ามาใช้บริการ ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวันของเดือนสิงหาคม 2566 และเมื่อพิจารณาการใช้ไฟฟ้าในหนึ่งวัน พบว่าคลินิกเริ่มมีการใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 8:00 น. เพื่อเตรียมรับผู้เข้ามาใช้บริการในเวลา 10:00 น. โดยจะมีการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 13:00 น. และจะมีการใช้ไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยสำหรับแสงสว่างหลังเวลา 20:00 น. ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 รูปแบบการใช้ไฟฟ้ารายวันของเดือนสิงหาคม 2566



ภาพที่ 4 รูปแบบการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมง ของวันที่ 20 สิงหาคม 2566

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของคลินิกตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนสิงหาคม 2566 แสดงดังตารางที่ 2 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 2,261.13 kWh หรือคิดเป็นปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายวันเท่ากับ 75.37 kWh

ตารางที่ 2 การใช้ไฟฟ้าของคลินิกเดือนมกราคม - เดือนสิงหาคม 2566

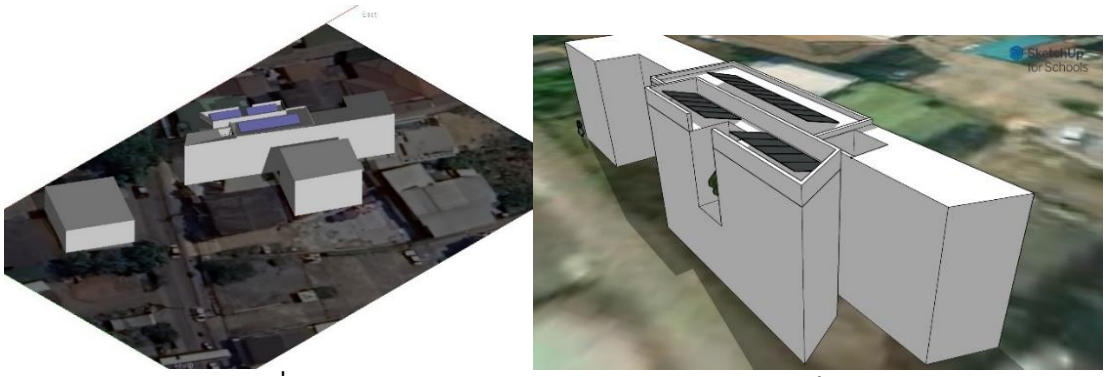
ตัวแปร	01-08/2023
ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวม (kWh)	18,089.05
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายเดือน (kWh/month)	2,261.13
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายวัน (kWh/day)	75.37

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำค่าการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายวัน 75.4 kWh มาใช้สำหรับออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst โดยมีแนวคิดให้คลินิกมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

การประเมินทางเทคนิคเพื่อให้คลินิกมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

ผู้วิจัยกำหนดตำแหน่งของคลินิกอยู่ที่ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ละติจูด 16°49′54″ เหนือ 100°14′57″ ตะวันออก จังหวัดพิษณุโลก มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์รายปี 1,806 kWh/m^2 โดยวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้านบนดาดฟ้า หันหน้าทางทิศใต้ แผงทำมุม 16 องศา ร่วมกับการนำผลกระทบของเงาโดยรอบอาคารมาพิจารณา ดังภาพที่ 4 และ 5 โดยเลือกใช้ แผง ขนาด 555 W Longi Solar LR5-72HIH-555M monocrystalline การใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 75.4 kWh ออกแบบเป็นระบบ

เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งใช้โปรแกรม PVsyst ในการจำลองระบบที่มีขนาดการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 10 kWp 20 kWp และ 30 kWp ทั้งในแบบที่มีและไม่มีระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ หาค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ค่าการผลิตไฟฟ้าของระบบต่อปี ค่า Specific Production สมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Performance Ratio: PR) การรับเข้าและส่งออกพลังงานไฟฟ้าของอาคาร (kWh/year) แล้วพิจารณาเลือกขนาดการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าพลังงานไฟฟ้าที่คลินิกใช้ในรอบ 1 ปี โดยที่มีการส่งออกพลังงานไฟฟ้ามากกว่าการนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า



ภาพที่ 5 แบบจำลองทิศทางและการเอียงของแผง PV สำหรับโปรแกรม PVsyst

เมื่อได้ขนาดการติดตั้งระบบฯ ที่ทำให้คลินิกมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์แล้ว จะนำขนาดการติดตั้งระบบฯ ดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงิน โดยมีการกำหนดรูปแบบการวิเคราะห์เป็น 4 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 การผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองเป็นหลัก: PV+Grid (no export) ซึ่งกรณีนี้เป็นการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อใช้เองเป็นหลัก และไม่มีการส่งไฟฟ้าส่วนเกินกลับคืนสู่โครงข่ายไฟฟ้า

กรณีที่ 2 การผลิตไฟฟ้าร่วมกับใช้ไฟฟ้าจากโครงข่าย โดยสามารถจ่ายไฟฟ้าคืนสู่โครงข่ายไฟฟ้าได้: PV+Grid+Export

กรณีที่ 3 การผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองเป็นหลัก ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงาน: PV+Grid+Battery (no export)

กรณีที่ 4 การผลิตไฟฟ้าร่วมกับใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายและระบบกักเก็บพลังงาน โดยสามารถจ่ายไฟฟ้าคืนสู่โครงข่ายไฟฟ้าได้: PV+Grid+Battery+Export

ทั้งนี้ การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงินระยะเวลาสำหรับการจำลองการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรมกำหนดไว้ที่ 10 ปี ค่าการซื้อไฟฟ้าหน่วยละ 4.40 บาท และค่าการขายไฟฟ้าหน่วยละ 2.20 บาท (ตามประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน กรณีเข้าร่วมโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา สำหรับภาคประชาชนประเภทบ้านอยู่อาศัย [8]) เป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงินอย่างง่าย (Simple Financial Analysis) โดยไม่คิดอัตราการคิดลด (Discount Rate) โดยความน่าสนใจในการลงทุนทางด้านการเงิน กำหนดให้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0 บาท อัตราผลตอบแทนภายในต้องมากกว่าหรือเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้สำหรับลูกค้ารายย่อยชั้นดี (MRR) อยู่ในช่วงระหว่าง 6.75- 10.5 %ต่อปี [9] และระยะเวลาการคืนทุนน้อยกว่า 10 ปี

สมการที่ใช้ในการคำนวณความคุ้มค่าของโครงการทางด้านการเงินพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Presenta Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายในทางด้านการเงิน (Financial Internal Rate of Return: IRR) และ ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period: PB) โดยมีสมการในการคำนวณ [7] ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

$$NPV=\sum_{t=0}^{n}\frac{Bt-Ct}{(1+r)^t} \quad (1)$$

อัตราผลตอบแทนภายในทางด้านการเงิน

$$0=\sum_{t=0}^{n}\frac{Bt-Ct}{(1+r)^t} \quad (2)$$

ระยะเวลาการคืนทุน

$$PB=\frac{I}{P} \quad (3)$$

ตารางที่ 3 สมมุติฐานในการประเมินต้นทุนของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

อุปกรณ์	ราคา (THB)		
	10 kWp	20 kWp	30 kWp
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	132,000	264,000	316,800
อินเวอร์เตอร์	60,550	75,000	106,500
อุปกรณ์ยึดแผง	16,000	32,000	38,400
ส่วนประกอบต่างๆ @ 10% ของกำลังการผลิต	20,855	37,100	46,170
ค่าติดตั้ง @ 30% ของกำลังการผลิต	62,565	111,300	138,510
ต้นทุนระบบรวม	291,970	519,400	646,380
แบตเตอรี่ขนาด 15 kWh	-	383,700	383,700
แบตเตอรี่ขนาด 30 kWh	-	767,400	767,400
ต้นทุนระบบรวมและแบตเตอรี่ขนาด 15 kWh	-	903,100	1,030,080
ต้นทุนระบบรวมและแบตเตอรี่ขนาด 30 kWh	-	1,286,800	1,413,780

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการประเมินทางเทคนิคเพื่อให้คลินิกมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

จากการนำข้อมูลการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรายวัน 75.4 kWh และรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของคลินิก มาทำการจำลองด้วยโปรแกรม PVsyst โดยกำหนดให้ระบบมีขนาดการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 10 kWp 20 kWp และ 30 kWp ทั้งในแบบที่มีและไม่มีระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ ได้ผลการจำลองดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์ของการจำลองด้วยโปรแกรม

System Configuration	Produced Energy (kWh/year)	Specific production	Performance Ratio (%)	Imported from grid (kWh/year)	Export to grid (kWh/ year)	Energy consumption (kWh/year)	Potential Net Zero [Export-Import] (kWh/ year)
PV 10 kWp	15,912	1,434	77.32	14,240	2,642	27,510	-11,598
PV 20 kWp	32,095	1,446	77.98	7,700	12,285	27,510	4,585
PV 30 kWp	39,118	1,468	79.20	6,443	18,050	27,510	11,607
PV 20 kWp + 15 kWh BESS	31,623	1,408	75.96	3,607	7,360	27,510	3,753
PV 20 kWp + 30 kWh BESS	30,732	1,384	74.67	2,219	5,441	27,510	3,222
PV 30 kWp + 15 kWh BESS	38,212	1,435	77.37	2,402	13,108	27,510	10,706
PV 30 kWp + 30 kWh BESS	37,691	1,415	76.31	1,269	11,449	27,510	10,180

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า การติดตั้ง PV ขนาด 10 kWp ยังไม่สามารถทำให้คลินิกมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ได้ เนื่องจากการติดตั้ง PV ขนาด 10 kWp สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพียง 15,912 kWhต่อปี แต่คลินิกมีความต้องการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งปี 27,510 kWhต่อปี โดยมีการนำเข้าพลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้ามากกว่าการส่งออกพลังงานไฟฟ้า 11,598 kWhต่อปี แต่เมื่อพิจารณาการติดตั้ง PV ตั้งแต่ 20 kWp ขึ้นไป พบว่าคลินิกสามารถมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ได้ โดยหากมีการติดตั้ง PV ขนาด 20 kWp สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 32,095 kWhต่อปี ซึ่งมากกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งปีของคลินิก และเมื่อพิจารณาการนำเข้าและการส่งออกพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า พบว่ามีการส่งออกพลังงานไฟฟ้ามากกว่าการนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า 4,585 kWhต่อปี

เมื่อพิจารณาการติดตั้ง PV ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่พบว่า การติดตั้ง PV ขนาด 20 kWp ร่วมกับแบตเตอรี่ขนาด 15 kWh สามารถทำให้คลินิกมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ได้ โดย สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 31,623 kWhต่อปี ซึ่งมากกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งปีของคลินิก และเมื่อพิจารณาการนำเข้าและการส่งออกพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า พบว่ามีการส่งออกพลังงานไฟฟ้ามากกว่าการนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า 3,753 kWhต่อปี

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงิน

จากผลการประเมินทางเทคนิคเพื่อให้คลินิกมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ จึงกำหนดให้ขนาดของการติดตั้ง PV มีขนาดเท่ากับ 20 kWp และขนาดของการติดตั้งแบตเตอรี่เท่ากับ 15 kWh เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงิน โดยผลการวิเคราะห์ในกรณีต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงินตามแนวทางการจัดการพลังงาน

แนวทางการจัดการพลังงาน	NPV (บาท)	FIRR (%)	Payback Period (ปี)
กรณีที่ 1 PV+Grid (no export)	13,440	0.57	9.3
กรณีที่ 2 PV+Grid+Export	283,710	11.33	7.6
กรณีที่ 3 PV+Grid+Battery (no export)	5,764	0.14	10.1
กรณีที่ 4 PV+Grid+Battery+Export	167,684	4.00	9.7

จากผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงินตามแนวทางการจัดการพลังงานทั้ง 4 กรณี ดังตารางที่ 5 พบว่า กรณีที่ 2 การผลิตไฟฟ้าร่วมกับใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายโดยสามารถจ่ายไฟฟ้าคืนสู่โครงข่ายไฟฟ้าได้ (PV+Grid+Export) มีผลการประเมินที่ผ่านเกณฑ์ความคุ้มค่าในการลงทุนทางด้านการเงินทั้ง 3 ตัวชี้วัด โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 283,710 บาท อัตราผลตอบแทนภายในทางด้านการเงิน 11.33% และระยะเวลาการคืนทุน 7.6 ปี ส่วนกรณีที่ 1 มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 13,440 บาท อัตราผลตอบแทนภายในทางด้านการเงิน 0.57% ซึ่งน้อยกว่า MRR ระยะเวลาการคืนทุน 9.3ปี และเมื่อพิจารณากรณีที่มีการติดตั้งร่วมกับระบบแบตเตอรี่ทั้งกรณีที่ 3 และกรณีที่ 4 พบว่ายังไม่มีความคุ้มค่าทางด้านการเงิน เนื่องจากราคาของแบตเตอรี่ยังคงมีราคาค่อนข้างสูง

สรุปผลการวิจัย

คลินิกที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยวันละประมาณ 75.4 kWh สามารถดำเนินการให้มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ได้ โดยการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 20 kWp โดยสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 32,095 kWhต่อปี ซึ่งมากกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งปีของคลินิก และเมื่อพิจารณาการนำเข้าและการส่งออกพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า พบว่ามีการส่งออกพลังงานไฟฟ้ามากกว่าการนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า 4,585 kWhต่อปี โดยแนวทางการจัดการพลังงานให้มีความคุ้มค่าทางด้านการเงิน คือ กรณีที่ 2 การเลือกใช้แนวทางการผลิตไฟฟ้าร่วมกับใช้ไฟฟ้าจากโครงข่าย โดยสามารถจ่ายไฟฟ้าคืนสู่โครงข่ายไฟฟ้าได้ (PV+Grid+Export) มีผลอัตราตอบแทนภายในทางด้านการเงิน ร้อยละ 11.33 และเมื่อพิจารณากรณีที่ 1 และกรณีที่ 3 และกรณีที่ 4 ที่มีการติดตั้งใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่ พบว่ายังไม่มีความคุ้มค่าทางด้านการเงิน เนื่องจากแบตเตอรี่ยังมีราคาค่อนข้างสูง ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัย [1,6,7] ที่ยังไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเนื่องจากยังไม่มีระเบียบอนุญาตให้มีการปล่อยไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่าย นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าในอัตราที่เหมาะสมและต้นทุนของเทคโนโลยียังสูง อย่างไรก็ตามการมีระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ทำให้มีการนำเข้าและส่งออกพลังงานไฟฟ้าน้อยลง หรือมีสัดส่วนการใช้พลังงานที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น และเป็นประโยชน์ในด้านการเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า (Reliability) ในคลินิกมากกว่าผลประโยชน์ด้านการเงิน

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2567). **โครงการศึกษาและออกแบบระบบโครงข่ายไฟฟ้าขนาดเล็กแบบมีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ในพื้นที่ส่วนราชการ.** วิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[2] Jaysawal, R. K., Chakraborty, S., Elangovan, D. and Padmanaban, S. (2022). Concept of net zero energy buildings (NZEB)-A literature review. **Cleaner Engineering and Technology**. 11, 100582.

[3] Karlessi, T., Kampelis, N., Kolokotsa, D., Santamouris, M., Standardi, L., Isidori, D. and Cristalli, C. (2017). The concept of smart and NZEB buildings and the integrated design approach. **Procedia engineering.** 180, 1316-1325.

[4] Galvin, R. (2022). Net-zero-energy buildings or zero-carbon energy systems? How best to decarbonize Germany's thermally inefficient 1950s-1970s-era apartments. **Journal of Building Engineering.** 54, 104671.

[5] Panicker, K., Anand, P. and George, A. (2023). Assessment of building energy performance integrated with solar PV: Towards a net zero energy residential campus in India. **Energy and Buildings.** 281, 112736.

[6] ประพิธาริ์ ธนารักษ์ และฉัตรชัย ศิริสัมพันธ์วงษ์. (2558). การประเมินสมรรถนะทางด้าน เทคนิคและการลงทุนติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาชานชาลารถไฟฟ้าบีทีเอส. **Ladkrabang Engineering Journal.** 32(1), 49-54.

[7] Lhazom, K. and Thanarak, P. (2021). Economic feasibility analysis of off-grid PV systems for remote settlements in Bhutan. **International Journal of Energy Economics and Policy.** 11(3), 206-214.

[8] คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2566). **ประกาศเชิญชวนการรับซื้อไฟฟ้าโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา สำหรับภาคประชาชนประเภทบ้านอยู่อาศัย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2566.** สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2567, จาก https://www.erc.or.th/th/power-purchasing3/2712?fbclid=IwAR06v8uYg EdLrNBw6miB5teH3AyFfolhCyYRfKEyL0NDOUcdfH23iWb8Hl8

[9] ธนาคารแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.). **ข้อมูลอัตราดอกเบี้ยเงินกู้.** สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2567, จาก https://www.bot.or.th/th/statistics/interest-rate.html