การออกแบบและวิเคราะห์ความคุ้มทุนของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา ด้วยโปรแกรมพีวีซีสโดยพิจารณาดัชนีการติดตั้ง

Design and Cost-effectiveness Analysis of Solar Rooftop PV Using PVsyst Program Considering Installation Index

ภรชัย จูอนุวัฒนกุล [1] สำเริง ฮินท่าไม้ [1] และ กษิเดช ทิพย์อมรวิวัฒน์ [1]

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม parachai.ju@spu.ac.th samroeng.hi@spu.ac.th kasidej.ti@spu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบและวิเคราะห์ความคุ้มทุนของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา โดยใช้โปรแกรมพีวีซีสเพื่อประเมินหาจุดคุ้มทุนในกรณีที่ติดตั้งแผงในทิศและมุมเอียงที่ให้พลังงานสูงสุด โดยการจำลองโหลดของบ้านพักอาศัยแบ่งเป็น 4 กรณีคือ กรณีที่มีความต้องการใช้พลังงานในช่วงกลางวันน้อย มีค่าโหลดรวม 30.0 หน่วยต่อวัน กรณีที่มีการใช้พลังงานตลอดเวลาและต่อเนื่องตลอดทั้งวัน มีค่าโหลดรวม 45.9 หน่วยต่อวัน กรณีที่มีการใช้พลังงานส่วนใหญ่อยู่ช่วงเย็น มีค่าโหลดรวม 51.2 หน่วยต่อวัน และกรณีที่มีการใช้พลังงานของกรณีที่ 2 และ 3 รวมกัน มีค่าโหลดรวม 97.2 หน่วยต่อวัน จากการออกแบบและวิเคราะห์จุดคุ้มทุนพบว่าระยะเวลาการคืนทุนมีความสัมพันธ์กับค่ากำลังการผลิตติดตั้ง ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายรวมในการติดตั้งระบบ และอัตราการขายไฟคืนให้กับการไฟฟ้า ในกรณีที่ไม่สามารถขายไฟคืน ค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจะให้ระยะเวลาในการคืนทุนลดลงจาก 9.4 6.1 6.0 และ 5.3 ปี ส่วนกรณีที่สามารถขายไฟคืนค่ากำลังผลิตติดตั้งที่เพิ่มขึ้นจะมีระยะเวลาในการคืนทุนลดลงจาก 7.1 5.9 5.8 และ 5.1 ปี ดังนั้นระบบที่มีกำลังผลิตติดตั้งสูง การผลิตไฟฟ้าก็จะมากตาม เนื่องจากต้นทุนของระบบจะมีราคาถูกลงเมื่อเทียบเป็นต้นทุนต่อวัตต์ ส่วนการใช้ดัชนีการติดตั้งมาช่วยประเมินหาขนาดกำลังผลิตติดตั้ง จะช่วยให้ผู้ประกอบการขายระบบหรือผู้สนใจติดตั้งระบบสามารถใช้ค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันในบิลค่าไฟมาคำนวณหาขนาดกำลังผลิตติดตั้งได้เบื้องต้นก่อนที่จะตัดสินใจลงทุนติดตั้งระบบเพื่อลดค่าภาระค่าไฟฟ้าที่มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี

คำสำคัญ: ระยะเวลาคืนทุน ดัชนีการติดตั้ง กำลังผลิตติดตั้ง

Abstract

This paper presents the design and cost-effective analysis of rooftop photovoltaic systems using PVsyst program to determine the break-even point in case the panels are installed in the direction and tilt angle that provide the highest energy. The residential load is divided into four scenarios by simulating the cases of low energy demand during the day with a total load of 30.0 units per day, using energy constantly and continuously throughout the day with a total load of 45.9 units per day, using energy primarily in the evening with a total load of 51.2 units per day, and combining the power consumption of cases 2 and 3 with a total load of 97.2 units per day. Based on the design and analysis of the break-even point, the payback period was found to be related to the installed capacity, electric power demand, total cost of installing the system, and the rate of electricity sales back to the Electricity Authority. If the power cannot be sold back, higher electricity demand will shorten the payback period from 9.4, 6.1, 6.0, and 5.3 years. If power can be sold to the Electricity Authority, the payback period will be decreased from 7.1 5.9 5.8 and 5.1 years to 5.1 years. Therefore, a system that has a large installed capacity will generate much more power. This is due to the system's cost will be cheaper when compared to the cost per watt. In terms of using the installation index to help determine the size of the installed capacity. This will allow system suppliers or those interested in installing the system to use the average daily electricity demand in the electricity bill to calculate the size of the installed capacity before deciding to invest in the system installation to reduce the electricity bill, which is expected to rise every year.

Keywords: Payback Period, Installation Index, Installed Capacity

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากประเทศไทยมีปริมาณความเข้มของแสงอาทิตย์ที่พอเพียงตลอดทั้งปี เป็นพลังงานที่ไม่มีวันหมดไม่ได้สร้างมลภาวะให้กับสิ่งแวดล้อม ลดการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติหรือถ่านหินที่สร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเป็นการใช้พื้นที่ว่างบนหลังคาในการติดตั้งเพื่อลดค่าไฟฟ้า และยังได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ โดยเฉพาะบ้านพักอาศัย กล่าวคือระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาสามารถขาย

พลังงานส่วนเกินกลับคืนการไฟฟ้า ทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งระบบไม่ว่าจะสามารถขายหรือไม่สามารถขายคืนไฟฟ้าก็ตาม [1]

ในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาจะต้องมีการออกแบบและวิเคราะห์ความคุ้มทุนก่อนที่จะลงทุนสร้างระบบขึ้นมา เนื่องจากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาจะมีข้อจำกัดในการติดตั้ง ในกรณีที่หลังคาไม่ได้เป็นแนวราบต้องติดตามทิศและแนวองศาของหลังคา ซึ่งโปรแกรมพีวีซีสสามารถใช้ในการออกแบบเพื่อหาทิศและมุมเอียงในการติดตั้งให้ได้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดสำหรับหลังคาที่เป็นแนวราบ ส่วนหลังคาที่ไม่ได้หันในทิศและ มุมเอียงที่ได้รับพลังงานสูงสุดจะต้องมีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลให้กับนักลงทุนหรือ ผู้ที่สนใจนำไปประกอบการตัดสินใจในการลงทุนได้

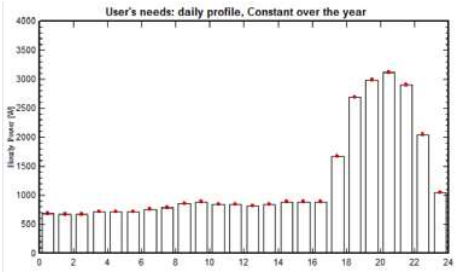
แต่อย่างไรก็ตามผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไปที่จะติดตั้งระบบดังกล่าว จะไม่สามารถประเมินขนาดของกำลังผลิตติดตั้งที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าได้ และผู้ประกอบการที่สามารถให้บริการ ออกแบบและวิเคราะห์หาขนาดของกำลังผลิตติดตั้งตามความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟยังมีไม่มากนัก รวมถึงการวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนเพื่อให้ข้อมูลกับกลุ่มลูกค้าหรือผู้ใช้ไฟที่จะติดตั้งระบบ ดังนั้นบทความนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบและวิเคราะห์ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา โดยพิจารณาหาค่ากำลังผลิตติดตั้งที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ไฟในรูปแบบต่างๆ และคิดผลของไฟฟ้าส่วนที่ผลิตได้เกินขายคืนให้กับการไฟฟ้า โดยผู้ใช้ไฟหรือผู้ที่สนใจจะติดตั้งระบบสามารถใช้ดัชนีการติดตั้งในการประเมินหาขนาดกำลังผลิตติดตั้งเบื้องต้น สำหรับใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการลงทุนติดตั้ง เล็งเห็นถึงประโยชน์ที่ได้จากการติดตั้ง การลดค่าไฟฟ้า และค่าตอบแทนที่ได้จากการขายไฟคืนให้กับการไฟฟ้า อีกทั้งยังช่วยลดภาระของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในการจัดหาแหล่งผลิตไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าภายในประเทศอีกด้วย [2] ซึ่งโดยทั่วไปแล้วระบบที่มีขนาดกำลังผลิตติดตั้งขนาดใหญ่ก็จะผลิตไฟฟ้าได้มากและมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์มากกว่า [3]

การจำลองในโปรแกรมพีวีซีสนั้นเริ่มที่การเลือกสถานที่ติดตั้ง การปรับมุมเอียงของแผง การกำหนดขนาดโหลดในแต่ละวัน การเลือกแผงและอินเวอร์เตอร์ ให้สอดคล้องกับขนาดของกำลังการผลิตติดตั้งในแต่ละขนาด แล้วทำการกรอกรายละเอียดค่าใช้จ่าย หาระยะเวลาการคืนทุนจากการคำนวณด้วยโปรแกรม [4] ซึ่งจะเห็นได้ว่าระยะเวลาการคืนทุนมีความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังการผลิตติดตั้ง พฤติกรรมการใช้ไฟ ราคาค่าใช้จ่ายรวมในการติดตั้งระบบ และอัตราการขายไฟคืนให้กับการไฟฟ้า จากนั้นนำผลการออกแบบมาวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์ออกมาเป็นดัชนีการติดตั้งสำหรับใช้ประเมินขนาดของกำลังผลิตติดตั้งของโหลดจำลองในแต่ละประเภทที่มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

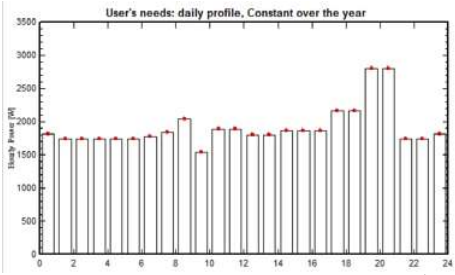
2. แบบจำลองของโหลดที่พักอาศัย และขั้นตอนการออกแบบ

2.1 แบบจำลองของโหลดที่พักอาศัย

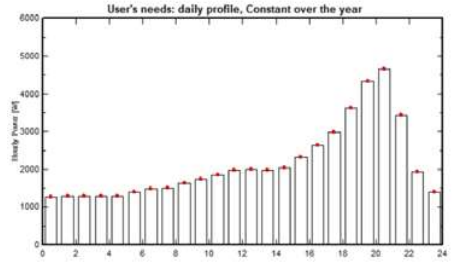
ในการจำลองโหลดของบ้านพักอาศัยจะแบ่งเป็น 4 กรณีดังนี้ คือ กรณีที่มีความต้องการใช้พลังงานในช่วงกลางวันน้อย มีค่าโหลดรวม (P_t) 30.0 kWh/day หรือ 899 kWh/mth ดังแสดงในรูปที่ 1 กรณีที่มีการใช้พลังงานตลอดเวลาและต่อเนื่องตลอดทั้งวัน มีค่าโหลดรวม 45.9 kWh/day หรือ 1379 kWh/mth ดังแสดงในรูปที่ 2 กรณีที่มีการใช้พลังงานส่วนใหญ่อยู่ช่วงเย็น มีค่าโหลดรวม 51.2 kWh/day หรือ 1537 kWh/mth ดังแสดงในรูปที่ 3 และกรณีที่มีการใช้พลังงานของกรณีที่ 2 และ 3 รวมกัน ดังแสดงในรูปที่ 4 มีค่าโหลดรวม 97.2 kWh/day หรือ 2916 kWh/mth และออกแบบระบบให้มีขนาดของกำลังการผลิตติดตั้งที่นิยมขายในท้องตลาดสำหรับอินเวอร์เตอร์แบบ 1 เฟส มีขนาดไม่เกิน 5 kW และแบบ 3 เฟสไม่เกิน 10 kW เพื่อรองรับการยื่นขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้า



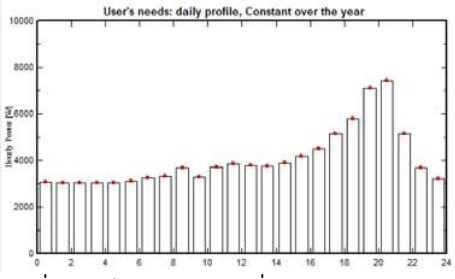
รูปที่ 1 กรณีที่มีความต้องการใช้พลังงานในช่วงกลางวันน้อย



รูปที่ 2 กรณีที่มีการใช้พลังงานตลอดเวลาและต่อเนื่องตลอดทั้งวัน



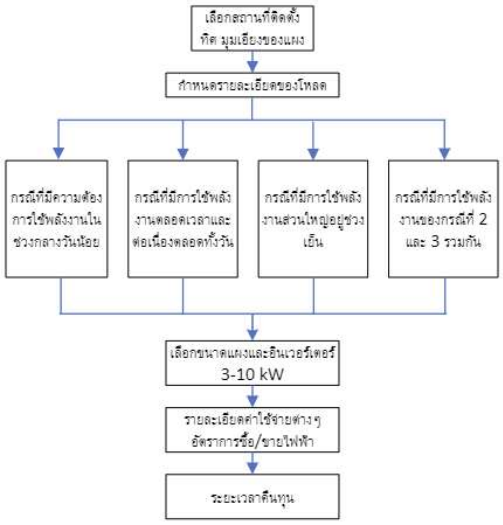
รูปที่ 3 กรณีที่มีการใช้พลังงานส่วนใหญ่อยู่ช่วงเย็น



รูปที่ 4 กรณีที่มีการใช้พลังงานของกรณีที่ 2 และ 3 รวมกัน

2.2 ขั้นตอนการออกแบบ

ในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาของบ้านพักอาศัย สำหรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ มีรูปแบบของขั้นตอนและการดำเนินงานดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ขั้นตอนการออกแบบและการดำเนินงาน

3. ผลการออกแบบ

จากการออกแบบโดยใช้โปรแกรม PVsyst สำหรับโหลดของบ้านพักอาศัยทั้ง 4 กรณี ที่ติดตั้งในพื้นที่เขตดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยคิดอัตราค่าไฟฟ้าที่หน่วยละ 4.50 บาท และการขายไฟคืนหน่วยละ 2.20 บาท ในระยะเวลา 10 ปี สำหรับการผลิตติดตั้งที่ไม่เกิน 10 kW ใช้แผงยี่ห้อ Jinko ขนาด 540 W และอินเวอร์เตอร์ยี่ห้อ Huawei ขนาด 3 5 8 และ 10 kW ปรับมุมเอียงของแผงที่ 15 องศา และมุมอะซิมุทที่ 0 องศา เพื่อให้ได้พลังงานสูงสุด ต้นทุนที่ใช้ในการติดตั้งระบบเป็นราคาเฉลี่ยที่ได้จากการรวบรวมราคาที่จำหน่ายจริงในท้องตลาด

3.1 ผลการออกแบบในกรณีที่ 1

กรณีที่มีความต้องการใช้พลังงานในช่วงกลางวันน้อย มีค่าโหลดรวม 30.0 kWh/day จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าที่กำลังการผลิตติดตั้ง 9.72 kW จะมีระยะเวลาคืนทุนที่เร็วที่สุด 7.1 ปี เนื่องจากมีการขายไฟที่ผลิตได้เกินความต้องการคืนให้กับการไฟฟ้า ยิ่งระบบมีขนาดใหญ่มากขึ้นการผลิตไฟฟ้าก็จะมากตาม แต่ต้นทุนของระบบที่ใหญ่ขึ้นก็จะถูกลงเมื่อเทียบเป็นต้นทุนต่อวัตต์ ส่วนในกรณีที่ไม่สามารถขายไฟคืน ขนาดกำลังผลิตติดตั้งที่ 2.7 kW จะได้ระยะเวลาคืนทุนที่ 9.4 ปี

3.2 ผลการออกแบบในกรณีที่ 2

กรณีที่มีการใช้พลังงานตลอดเวลาและต่อเนื่องตลอดทั้งวัน ค่าโหลดรวม 45.9 kWh/day จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าที่ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 3.24 kW จะมีระยะเวลาคืนทุนที่เร็วที่สุดที่ 5.9 ปี (ขายไฟ) และ 6.1 ปี (ไม่ขายไฟ)

ตารางที่ 1 ผลการทดลองในกรณีที่มีความต้องการใช้พลังงานในช่วงกลางวันน้อย มีค่าโหลดรวม 30.0 kWh/day

ขนาดกำลังผลิต (kW)	จำนวนแผง	ขนาดอินเวอร์เตอร์ (kW)	คืนทุน (ปี)	คืนทุน (ปี) ขายไฟ	ขายคืน (kWh/year)	ราคารวมติดตั้ง (บาท)
2.7	5	3	9.4	7.6	1,188.4	109,000
3.24	6	3	9.5	7.2	1,810	117,122
4.86	9	5	12.1	7.4	3,897	163,860
5.4	10	5	13.6	7.9	4,523	186,101
7.56	14	8	16.8	7.8	7,526	241,341
8.1	15	8	17	7.5	8,292	246,207
9.72	18	10	18.3	7.1	10,554	270,689
10.26	19	10	18.4	(6.9)	11,289	274,800

ตารางที่ 2 ผลการทดลองในกรณีที่มีการใช้พลังงานตลอดเวลาและต่อเนื่องตลอดทั้งวัน มีค่าโหลดรวม 45.9 kWh/day

ขนาดกำลังผลิต (kW)	จำนวนแผง	ขนาดอินเวอร์เตอร์ (kW)	คืนทุน (ปี)	คืนทุน (ปี) ขายไฟ	ขายคืน (kWh/year)	ราคารวมติดตั้ง (บาท)
2.7	5	3	6.5	6.4	44.12	109,000
3.24	6	3	6.1	5.9	294.87	117,122
4.86	9	5	7.0	6.0	1,669	163,860
5.4	10	5	7.7	6.4	2,160	186,101
7.56	14	8	9.0	6.5	4,726	241,341
8.1	15	8	9.0	6.2	5,417	246,207
9.72	18	10	9.5	6.0	7,513	270,689
10.26	19	10	9.5	(5.9)	8,205	274,800

3.3 ผลการทดลองในกรณีที่ 3

กรณีที่มีการใช้พลังงานส่วนใหญ่อยู่ช่วงเย็น มีค่าโหลดรวม 51.2 kWh/day จากตารางที่ 3 จะมีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุดที่ 5.8 ปี (ขายไฟ) และ 6.0 ปี (ไม่ขายไฟ) ที่ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 3.24 kW เช่นเดียวกับกรณีที่ 2 เนื่องจากโหลดในช่วงเวลากลางวันที่ค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 3 ผลการทดลองใน กรณีที่มีการใช้พลังงานส่วนใหญ่อยู่ช่วงเย็น มีค่าโหลดรวม 51.2 kWh/day

ขนาดกำลังผลิต (kW)	จำนวนแผง	ขนาดอินเวอร์เตอร์ (kW)	คืนทุน (ปี)	คืนทุน (ปี) ขายไฟ	ขายคืน (kWh/year)	ราคารวมติดตั้ง (บาท)
2.7	5	3	6.4	6.4	10.36	109,000
3.24	6	3	6.0	5.8	195.07	117,122
4.86	9	5	6.7	5.9	1,461	163,860
5.4	10	5	7.4	6.3	1,940	186,101
7.56	14	8	8.5	6.3	4,426	241,341
8.1	15	8	8.5	6.1	5,094	246,207
9.72	18	10	9.0	5.9	7,153	270,689
10.26	19	10	9.0	(5.8)	7,833	274,800

3.4 ผลการทดลองกรณีที่มีการใช้พลังงานของกรณีที่ 2 และ 3 รวมกัน

กรณีที่มีการใช้พลังงานของกรณีที่ 2 และ 3 รวมกัน มีค่าโหลดรวม 97.2 kWh/day จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าที่ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 8.1 kW จะมีระยะเวลาคืนทุนที่เร็วที่สุดที่ 5.1 ปี (ขายไฟ) และที่ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 4.86 kW มีระยะเวลาคืนทุนที่ 5.3 ปี (ไม่ขายไฟ)

ตารางที่ 4 ผลการทดลองในกรณีที่มีการใช้พลังงานของกรณีที่ 2 และ 3 รวมกัน มีค่าโหลดรวม 97.2 kWh/day

ขนาดกำลังผลิต (kW)	จำนวนแผง	ขนาดอินเวอร์เตอร์ (kW)	คืนทุน (ปี)	คืนทุน (ปี) ขายไฟ	ขายคืน (kWh/year)	ราคารวมติดตั้ง (บาท)
2.7	5	3	6.4	6.4	-9.056	109,000
3.24	6	3	5.7	5.7	-9.056	117,122
4.86	9	5	5.3	5.3	-3.00	163,860
5.4	10	5	5.5	5.5	38.00	186,101
7.56	14	8	5.6	5.3	1,224	241,341
8.1	15	8	5.5	5.1	1,655	246,207
9.72	18	10	5.6	4.9	3,146	270,689
10.26	19	10	5.6	(4.8)	3,679	274,800

4. การประเมินหาค่ากำลังผลิตติดตั้งโดยใช้ดัชนีการติดตั้ง

ในการประเมินหาค่ากำลังผลิตติดตั้งสามารถใช้ดัชนีการติดตั้งจากสมการที่ 1 (ได้จากการนำผลลัพธ์ทั้งหมดมาหาสมการ) ใช้ในการคำนวณหาขนาดกำลังผลิตติดตั้งในสมการที่ 2 และจากตารางที่ 5 ในกรณีที่สมมุติว่าผลิตไฟฟ้าเพื่อขายอย่างเดียว ที่อัตราขายที่ 2.20 บาท ที่ค่ากำลังผลิตติดตั้ง 9.72 kW จะให้ระยะเวลาคืนทุน 8.9 ปี ส่วนที่อัตราขาย 4.50 บาท (เปรียบได้กับไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดไปใช้ลดค่าไฟฟ้า) จะได้ระยะเวลาคืนทุน 4.4 ปี โดยค่ากำลังผลิตติดตั้งที่ 1 kW จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ที่ประมาณ 4 kWh/day

$$\text{ดัชนีการติดตั้ง} = 0.045 * P_t{}^2 - 2.64 * P_t + 58.7 \quad (1)$$

$$\text{กำลังผลิตติดตั้ง } (kW) = \frac{4 \; X \text{ ดัชนีการติดตั้ง}}{P_t \; (kWh/day)} \quad (2)$$

เมื่อนำสมการที่ 1 และ 2 ไปใช้หาดัชนีการติดตั้งและขนาดกำลังผลิตติดตั้งสำหรับที่ค่าโหลดรวมต่างๆ จะได้ผลการคำนวณในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 กรณีผลิตไฟฟ้าเพื่อขายคืนอย่างเดียว โดยคิดอัตราขายที่ 2.20 บาท เปรียบเทียบกับอัตราขายที่ 4.50 บาท

ขนาดกำลังผลิตติดตั้ง (kW)	ขายไฟคืน (2.2) 100% คืนทุน (ปี)	ขายไฟคืน (4.5) 100% คืนทุน (ปี)	ขายคืน kWh/year	ค่าการผลิตไฟฟ้า kWh/day
2.7	13.1	6.4	3,775.4	10.34
3.24	11.7	5.7	4,545.1	12.45
4.86	10.8	5.3	6,902	18.91
5.4	11.2	5.5	7,559	20.71
7.56	10.2	5.0	10,718	29.36
8.1	9.7	4.7	11,514	31.55
9.72	8.9	4.4	13,848	37.94
10.26	(8.5)	(4.2)	14,603	40.01

ตารางที่ 6 แสดงการคำนวณหาค่าขนาดกำลังผลิตติดตั้งโดยใช้ค่าดัชนีติดตั้งที่ค่าโหลดรวมต่าง ๆ

โหลดรวม P_t (kWh/day)	ดัชนีการติดตั้ง	กำลังผลิตติดตั้ง (kW)
30.0	20	2.67
45.9	32.33	2.82
51.2	41.49	3.24
97.2	227.24	9.35

5. สรุป

ในการออกแบบและวิเคราะห์หาขนาดกำลังผลิตติดตั้ง สำหรับโหลดของบ้านพักอาศัย 4 กรณี ที่มีค่าโหลดรวม 30.0 45.9 51.2 และ 97.2 kWh/day พบว่าในกรณีที่ไม่สามารถขายไฟคืนจะมีระยะเวลาในการคืนทุนลดลงจาก 9.4 6.1 6.0 และ 5.3 ปี ตามค่าโหลดที่เพิ่มขึ้น ส่วนกรณีที่ขายไฟคืนจะมีระยะเวลาในการคืนทุนลดลงจาก 7.1 5.9 5.8 และ 5.1 ปี ตามค่ากำลังผลิตติดตั้งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถขายไฟฟ้าคืนได้ ดังนั้นระบบที่มีกำลังผลิตติดตั้งสูง การผลิตไฟฟ้าก็จะมากตาม แต่ต้นทุนของระบบที่มีกำลังผลิตติดตั้งสูงจะมีราคาถูกลงเมื่อเทียบเป็นต้นทุนต่อวัตต์ ยิ่งถ้าสามารถขายไฟฟ้าคืนได้ก็จะลดระยะเวลาคืนทุนได้เร็วมากขึ้น ส่วนการใช้ดัชนีการติดตั้งมาช่วยประเมินหาขนาดกำลังผลิตติดตั้ง จะช่วยให้ผู้ประกอบการขายระบบหรือผู้สนใจติดตั้งระบบสามารถใช้ค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันในบิลค่าไฟมาคำนวณหาขนาดกำลังผลิตติดตั้งได้เบื้องต้นก่อนที่จะตัดสินใจลงทุนติดตั้งระบบ และผลโดยรวมเป็นการยืนยันว่าราคาของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในปัจจุบันมีความคุ้มค่าในการลงทุน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Ahshan, Razzaqul & Al-Hansi, A. & Al-Naabi, M. & Al-Hashmi, H. & Al-Badi, Abdullah. (2020). Design and Economic Analysis of a Grid-connected Rooftop Solar PV System for Typical Home Applications in Oman. Electrical Science & Engineering.

[2] Knb, Akshai & Senthil, Ramalingam. (2020). Economic evaluation of grid connected and standalone photovoltaic systems using PVSyst. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.

[3] Yoomak, Suntiti & Patcharoen, Theerasak & Ngaopitakkul, A.. (2019). Performance and Economic Evaluation of Solar Rooftop Systems in Different Regions of Thailand. Sustainability.

[4] Nguyen, Thanh & Van, Phuong. (2021). Design, Simulation and Economic Analysis of A Rooftop Solar PV System in Vietnam. EAI Endorsed Transactions on Energy Web.