

การเพิ่มระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ของอุตสาหกรรมการผลิตหี้อัด สกรู

A STUDY ON THE INSTALLATION OF A ROOFTOP SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT AND ELECTRICITY COST REDUCTION AT NUT AND BOLT MANUFACTURING INDUSTRY

ธนะโรจน์ พงศ์กิตติธิรา*

Tanaroj Ponkittiisara*

สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

*Corresponding author E-mail: Tanaroj278@gmail.com

Received: June 11, 2026 Revised: June 22, 2026 Accepted: June 23, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา 2) เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา 3) วิเคราะห์ผลการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า และ 4) ประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา เป็นการวิจัยแบบผสมทั้งเชิงปริมาณโดยเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบสอบถามจำนวน 411 บริษัท และเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิได้แก่ ผู้บริหารผู้จัดการและหน่วยงานภาครัฐ จำนวน 11 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคามีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 122,500 kWh ต่อเดือน หรือประมาณ 1,470,000 kWh ต่อปี สามารถช่วยลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้ง พบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายนอกลดลงจาก 10,986,240 kWh ต่อปี เหลือ 9,516,240 kWh ต่อปี ลดลง 1,470,000 ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 13.38 ในด้านค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า จากอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.20 บาทต่อหน่วย ระบบสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 6,174,000 บาทต่อปี ส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงานขององค์กรลดลง สำหรับการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าการลงทุนติดตั้งระบบพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา มีมูลค่าการลงทุนประมาณ 31–36 ล้านบาท และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 5–7 ปี แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการลดต้นทุนพลังงานและสนับสนุนการดำเนินธุรกิจอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์, โซลาร์เซลล์บนหลังคา, ลดต้นทุนพลังงาน, พลังงานหมุนเวียน คำสำคัญไทย

Abstract

This research aimed to: (1) study the efficiency of electricity generation from rooftop solar photovoltaic systems; (2) compare electricity consumption before and after the installation of rooftop solar power generation systems; (3) analyze the reduction in electricity expenditure; and (4) evaluate the economic returns of rooftop solar power generation systems. A mixed-methods research approach was employed. Quantitative data were collected

through questionnaires from a sample of 411 companies, while qualitative data were obtained through in-depth interviews with 11 experts and key informants, including executives, managers, and representatives from government agencies. Data were analyzed using descriptive statistics, including frequency, percentage, mean, and standard deviation.

The research findings revealed that the rooftop solar photovoltaic (PV) system demonstrated an average electricity generation capacity of 122,500 kWh per month, or approximately 1,470,000 kWh per year. The system effectively reduced dependence on externally supplied electricity. A comparison of electricity consumption before and after the installation showed that electricity purchased from the utility grid decreased from 10,986,240 kWh per year to 9,516,240 kWh per year, representing a reduction of 1,470,000 kWh annually, or 13.38%. In terms of electricity expenditure, based on an average electricity tariff of 4.20 THB per kWh, the system was able to reduce electricity costs by approximately 6,174,000 THB per year, resulting in a significant decrease in the organization's energy expenses. The economic evaluation indicated that the investment cost for the rooftop solar PV system was approximately 31–36 million THB, with an estimated payback period of 5–7 years. These findings demonstrate that the implementation of a rooftop solar photovoltaic system is an effective approach to reducing energy costs while supporting sustainable business operations.

Keywords: Solar Energy, Rooftop Solar Power System, Energy Cost Reduction, Renewable Energy

1. บทนำ

จากปัญหาวิกฤตการณ์พลังงาน ทำให้พลังงานเชื้อเพลิงในตลาดโลกมีราคาสูง และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อประเทศต่างๆ ทั่วโลก และประเทศไทยก็เป็นหนึ่งในประเทศที่ได้รับผลกระทบอย่างมากจากวิกฤตการณ์ดังกล่าว เนื่องจากประเทศไทยจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิงจากต่างประเทศทำให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนส่วนใหญ่ และประเทศต้องสูญเสียเงินในการซื้อเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การใช้พลังงานเชื้อเพลิงสิ้นเปลือง ทำให้เกิดมลภาวะที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม หนึ่งในนั้นคือการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Green House Gases) สู่บรรยากาศ ซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) ผลกระทบจากภาวะโลกร้อนดังกล่าวนี้วันจะทวีความรุนแรงและมีบทบาทเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตของผู้คนในปัจจุบันและอนาคต ที่เห็นได้ชัดในปัจจุบันคงเป็นภัยธรรมชาติ ที่เกิดจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง การแปรปรวนของฤดูกาล รวมถึงปัญหาน้ำท่วมชายฝั่ง คาดกันว่าในอนาคตปัญหาดังกล่าวจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นอีกหลายเท่า ประเทศต่างๆ ทั่วโลกได้ตื่นตัว และมีมาตรการแนวนโยบายต่างๆ ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างเร่งด่วน การลดมาตรการลดการปล่อยคาร์บอนและมาตรการพัฒนาอุตสาหกรรม มาตรการด้านพลังงานหมุนเวียนที่มีการนำระบบเหล่านี้มาใช้เพื่อลดความเข้มข้นของคาร์บอน โดยเฉพาะในภาคการผลิตไฟฟ้า [16] พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่โลกของเราได้รับมาจากการแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ที่มีอุณหภูมิบริเวณพื้นผิวประมาณ 5,500 องศาเซลเซียส เมื่อรังสี ดวงอาทิตย์เดินทางมายังโลกขณะกำลังทะลุผ่านชั้นบรรยากาศของโลก จะมีค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ประมาณ 1,367 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งเรียกว่าค่าคงที่สุริยะ การเดินทางในชั้นบรรยากาศของโลกของรังสีดวงอาทิตย์จนตกกระทบมายังพื้นผิวของโลกนั้น จะเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติขึ้นที่อนุภาคต่างๆ ของมวลอากาศด้วยกัน 3 ปรากฏการณ์ ประกอบด้วย 1) การสะท้อนกลับของแสง 2) การดูดซับของแสง เพื่อเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน และ 3) การส่องผ่านของแสง โดยสัดส่วนทั้งสามอย่างนี้จะรวมกันได้ 100 % เสมอเพราะพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถสูญหายได้ แต่สามารถเปลี่ยนรูปได้นั่นเอง [11] การขยายตัวของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ใน พ.ศ. 2566 เกิดจากปัจจัยสำคัญหลายประการ เช่น ปัจจัยราคาค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้น ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากความไม่แน่นอนทางภูมิรัฐศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อราคาก๊าซธรรมชาติเหลวในตลาดโลก ทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติเพิ่มสูงขึ้น การกำหนดมาตรการกีดกันทางการค้า การขยายตัวของ

อุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียนในระดับโลกไม่ได้เพียงช่วยลดต้นทุนพลังงานสะอาดเท่านั้น แต่ยังส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ ปรับเปลี่ยนนโยบายพลังงานหมุนเวียนให้มีความหลากหลายมากขึ้น เนื่องจากแรงกดดันทางการค้า การแข่งขันระหว่างประเทศ และผลประโยชน์ของอุตสาหกรรมภายในประเทศ ซึ่งนำไปสู่การเกิดนโยบายกีดกันทางการค้าเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมสีเขียวภายในประเทศมากขึ้น [17] ประกอบกับความต้องการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานด้วยการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ ปัจจัยด้านต้นทุนการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ลดลง ทำให้ราคาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายในประเทศและต้นทุนในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ลดลง ส่งผลทำให้การลงทุนในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มีระยะเวลาคืนทุนที่ลดลง อีกทั้งการพัฒนาของเทคโนโลยีของเซลล์แสงอาทิตย์และแผงเซลล์จากพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินงานของภาคอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากกระบวนการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์สนับสนุนการผลิต และระบบสาธารณูปโภคภายในโรงงานล้วนต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก ส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้าเป็นหนึ่งในต้นทุนสำคัญที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันขององค์กร โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่อัตราค่าไฟฟ้ามีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ภาคอุตสาหกรรมต้องให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการพลังงานและการแสวงหาแหล่งพลังงานทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน [11]

บริษัท การผลิตน๊อต สกรู เป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าปริมาณสูงในกระบวนการผลิต ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลัง 3 ปี พบว่า ในปี พ.ศ. 2566 บริษัทมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 10,986,240 กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) ปี พ.ศ. 2567 มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 11,445,240 กิโลวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปีก่อนจำนวน 459,000 กิโลวัตต์ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 4.18 และในปี พ.ศ. 2568 มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 12,142,240 กิโลวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2567 จำนวน 697,000 กิโลวัตต์ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 6.09 เมื่อพิจารณาแนวโน้มในภาพรวม พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทเพิ่มขึ้นจาก 10,986,240 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2566 เป็น 12,142,240 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2568 หรือเพิ่มขึ้นรวม 1,156,000 กิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 10.52 ภายในระยะเวลาเพียง 3 ปี สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลมาจากการเพิ่มกำลังการผลิต การขยายกิจกรรมทางธุรกิจ และการใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตที่มากขึ้น ปัญหาสำคัญที่บริษัทกำลังเผชิญ คือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและต้นทุนค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และอาจกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในระยะยาว นอกจากนี้ การพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากระบบโครงข่ายไฟฟ้าภายนอกเพียงแหล่งเดียว ยังอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านต้นทุนพลังงานจากความผันผวนของอัตราค่าไฟฟ้าในอนาคต ด้วยเหตุนี้ ผู้บริหาร ของอุตสาหกรรมการผลิตน๊อต สกรู จึงมีนโยบายส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า โดยสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนภายในองค์กร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ บริษัทจึงได้ดำเนินโครงการติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar Rooftop) บนอาคารโรงงาน ขนาดกำลังการผลิตติดตั้งรวม 974.40 กิโลวัตต์พีค (kWp) เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับใช้ภายในโรงงาน ลดการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้า ลดต้นทุนด้านพลังงาน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล

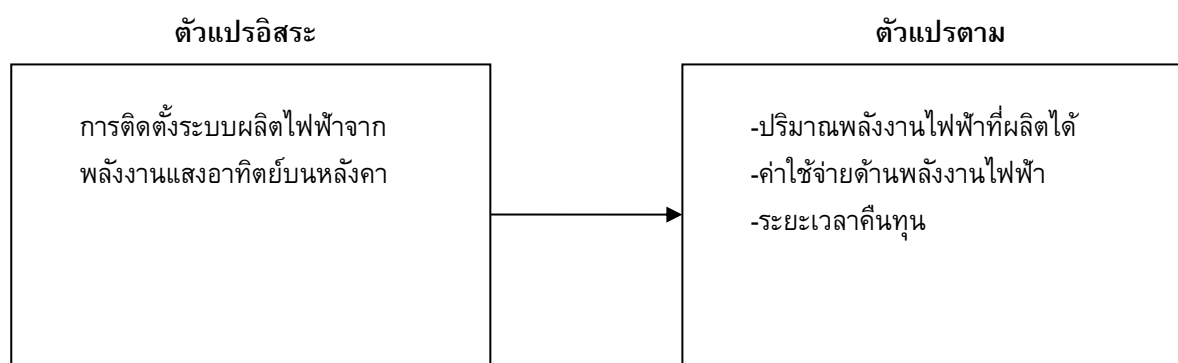
ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคาของอุตสาหกรรมการผลิตน๊อต สกรู โดยมุ่งศึกษาประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งระบบ รวมถึงวิเคราะห์ผลการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการพลังงานและเป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในภาคอุตสาหกรรมต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ของอุตสาหกรรมการผลิตน๊อต สกรู

2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ของ
อุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล สกปรู
3. เพื่อวิเคราะห์การลดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้า ของอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล สกปรู
4. เพื่อประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ของ
อุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล สกปรู
5. เพื่อศึกษาความคิดเห็นและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ของ
อุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล สกปรู

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัย เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mix method Research) พื้นที่วิจัย คือ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ ที่อยู่ในนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก ใน 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดระยอง ประชากร คือ ผู้บริหารระดับผู้จัดการและรองผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการฝ่ายและรองผู้จัดการฝ่าย และหัวหน้าแผนกของโรงงานอุตสาหกรรม ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ที่อยู่ในนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก ใน 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี จำนวน 784 บริษัท จังหวัดฉะเชิงเทราจำนวน 293 บริษัท และจังหวัดระยองจำนวน 821 บริษัท รวมทั้งหมด 1,898 บริษัท [2] กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามโดยชุดคำถาม (Questionnaires) เพื่อการรวบรวมข้อมูลผู้วิจัย ประเมินจากจำนวนผู้บริหารตามเกณฑ์ขอบเขตประชากรที่กำหนด โดยเฉลี่ยแต่ละบริษัทมีจำนวนโดยเฉลี่ย 7 คนต่อบริษัท รวมทั้งหมด 13,286 คน ($1,898 \times 7 = 13,286$ คน) การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้คำนวณจากจำนวนประชากรโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) และใช้วิธีการคำนวณตามสูตรของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ความคลาดเคลื่อน ± 0.05 (Yamane, 1973)

$$n = \frac{N}{1 + N(e^2)}$$

เมื่อ N แทน ขนาดของประชากร

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

e แทน ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ ในการศึกษารั้งนี้กำหนดค่าเท่ากับ ± 0.05 ภายใต้ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

$$N = 13,286 \text{ คน}$$

$$\text{จากสูตร} \quad n = \frac{13,286}{1 + 13,286(0.05^2)}$$

$$n = 388 \text{ คน}$$

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 388 คน โดยผู้วิจัยนำมาดำเนินการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามสัดส่วน (Proportional Stratified Sampling) ตามแต่ละพื้นที่ และทำการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) เพื่อให้ได้ขนาดตัวอย่างตามที่กำหนด โดยเป็นจำนวนโรงงานใน 3 จังหวัดภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา และ จังหวัดระยอง ได้ข้อมูลตอบกลับจำนวน 411 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์เชิงลึกกึ่งโครงสร้างปลายเปิดให้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบความครอบคลุมเนื้อหา ก่อนนำไปสัมภาษณ์เชิงลึกผู้บริหารโรงงานอุตสาหกรรม กลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) โดยการคัดเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 11 คน ประกอบด้วย ผู้บริหารระดับสูง ผู้จัดการโรงงาน และผู้บริหารหน่วยงานรัฐ ที่มีความเชี่ยวชาญในการบริหารงานของโรงงานอุตสาหกรรม 2) แบบสอบถาม ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามโดยนำกรอบแนวคิด ทฤษฎีที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก มาประมวลเพื่อสร้างแบบสอบถาม และนำเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง ความครอบคลุมเนื้อหาและความถูกต้องของการใช้ภาษาของส่วนต่าง ๆ เป็นแบบสอบถามสำหรับผู้บริหาร ผู้จัดการโรงงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างเป็นแบบตรวจสอบรายการสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงานปัจจุบัน ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน และ ขนาดขององค์กร ส่วนที่ 2 แบบสอบถาม เพื่อการแสดงระดับความคิดเห็นด้วยกับข้อคำถามเกี่ยวกับการเพิ่มระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคสร้างตามมาตรวัดของลิเคิร์ต โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ (Rating Scale) ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ตามแนวคิดของ Likert (1967) และได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนระดับความเห็นด้วยเป็นคะแนน (Likert, 1967)

คะแนน	ระดับความคิดเห็น
5	เห็นด้วยมากที่สุด
4	เห็นด้วยมาก
3	เห็นด้วยปานกลาง
2	เห็นด้วยน้อย
1	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ที่มา : Likert (1967)

เมื่อได้นำแบบสอบถามแจกจ่ายให้กับกลุ่มตัวอย่างและได้รับระดับความเห็นด้วยในรูปของคะแนนแล้ว ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติด้วยการคำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนในทุกข้อคำถาม โดยใช้เกณฑ์การการแบ่งระดับความคิดเห็นจากสูตรคำนวณความกว้างของอันตรภาคชั้น คือ

$$\text{สูตรอันดับราคาชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$\text{แทนค่า} = \frac{5 - 1}{5} = 0.80$$

โดยเกณฑ์การใช้ในการแปลความหมาย เพื่อจัดระดับคะแนนค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์ตาม
แนวคิดของ เบสท์ (Best & Kahn, 1993) มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงเกณฑ์การแปลค่าเฉลี่ยของระดับค่าคะแนนเป็นระดับความคิดเห็น

ค่าเฉลี่ยคะแนน	ระดับความคิดเห็น
4.50-5.00	เห็นด้วยมากที่สุด
3.50-4.49	เห็นด้วยมาก
2.50-3.49	เห็นด้วยปานกลาง
1.50-2.49	เห็นด้วยน้อย
0.50-1.49	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ที่มา : Best and Kahn (1993)

ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย โดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงจาก
ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อขอรับคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการทดสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ
รวบรวมข้อมูลวิจัยครั้งนี้จากการตรวจความเที่ยงตรง (Validity) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยผู้วิจัยคัดเลือกเฉพาะข้อ
คำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้ และหากข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 นำมาปรับปรุง ซึ่งผลการ
วิเคราะห์ค่า IOC รายข้อคำถาม มีค่า IOC ระหว่าง 0.60-1.00 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.50 คะแนน แสดงว่าข้อคำถามสามารถ
นำมาใช้ในการเก็บข้อมูลได้ [3] และ ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลโดยการแจกจ่ายและรวบรวมแบบสอบถาม โดยในการวิจัยนี้กลุ่ม
ประชากร ในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมเขตพื้นที่ภาคตะวันออก ใน 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา และ
จังหวัดระยอง ที่ยังคงดำเนินกิจการอยู่ในปัจจุบัน [2] รวมทั้งหมด 1,898 โรงงาน ที่ระดับความคลาดเคลื่อนที่สามารถรับได้
ที่ 5% จำนวนแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามมีจำนวน 411 ตัวอย่าง
และ การเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง 12 เดือน ข้อมูลพื้นที่ติดตั้งบนหลังคา ข้อมูลต้นทุน
การติดตั้งระบบ สำหรับการออกแบบระบบ ประกอบด้วย กำลังการผลิตรวม 974.40 กิโลวัตต์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด
Mono Crystalline อินเวอร์เตอร์ชนิด Grid Connected สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลเชิงปริมาณ ได้แก่ การศึกษา
ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคาโดยใช้เครื่องมือวิจัยคือแบบบันทึกข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจาก
ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งระบบผลิต
ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา โดยใช้เครื่องมือวิจัย แบบบันทึกข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน การวิเคราะห์ผล
การลดค่าใช้จ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือวิจัย แบบบันทึกค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า และ การประเมิน
ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคาโดยใช้เครื่องมือวิจัยแบบบันทึกข้อมูล
การลงทุนและผลตอบแทน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] เปรียบเทียบการใช้พลังงานก่อนและหลังการติดตั้ง คำนวณผลประหยัดค่าไฟฟ้า วิเคราะห์
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) และ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โปรแกรมวิเคราะห์พลังงาน

5. ผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ย 122,500 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน หรือประมาณ 1,470,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี จากการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายหลังการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ของอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล สกปรู พบว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายนอกลดลงจาก 10,986,240 kWh ต่อปี เหลือ 9,516,240 kWh ต่อปี ลดลง 1,470,000 kWh ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 13.38 เปอเซ็นต์ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลดลงประมาณ 6,174,000 บาทต่อปี แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา มีส่วนช่วยลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากภายนอกและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์กร การวิเคราะห์ผลการลดค่าใช้จ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าจากอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.20 บาทต่อหน่วย สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ $1,470,000 \times 4.20 = 6,174,000$ บาทต่อปี การประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา มูลค่าการลงทุนประมาณ 31-36 ล้านบาท ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 5-7 ปี รวมถึงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือน การผลิตไฟฟ้าของระบบและข้อมูลต้นทุนการลงทุน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์กร

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดต้นทุนค่าไฟฟ้า พบว่า โดยภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นอยู่ในระดับ เห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 3.76$, S.D. = 0.87) แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นว่าการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคาสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากสายส่ง ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเกี่ยวกับการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา

ตัวแปรการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา	$\bar{X}$	(S.D.)	แปลความหมาย
1 การเพิ่มระบบ Solar Rooftop ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์กร	4.82	.38	เห็นด้วยมากที่สุด
2 ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้สอดคล้องกับความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน	4.41	.46	เห็นด้วยมาก
3 การเพิ่มจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ช่วยลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากสายส่ง	4.32	.84	เห็นด้วยมาก
4 ระบบมีความเสถียรและสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง	4.22	.80	เห็นด้วยมาก
5 การเพิ่มระบบช่วยส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดในองค์กร	4.23	.87	เห็นด้วยมาก
6 การเพิ่มระบบ Solar Rooftop ช่วยลดค่าไฟฟ้ารายเดือนได้อย่างชัดเจน	4.14	.90	เห็นด้วยมาก
7 ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ช่วยลดการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้า	4.11	.83	เห็นด้วยมาก
8 ผลประหยัดค่าไฟฟ้าเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด	3.74	1.20	เห็นด้วยมาก
9 ต้นทุนการบำรุงรักษาระบบอยู่ในระดับเหมาะสม	3.61	.85	เห็นด้วยมาก
10 การเพิ่มระบบผลิตไฟฟ้ามีส่วนช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระยะยาว	3.65	.97	เห็นด้วยมาก
11 การลงทุนเพิ่มระบบ Solar Rooftop มีความคุ้มค่า	3.37	.92	เห็นด้วยปานกลาง

ตัวแปรการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา	$\bar{x}$	(S.D.)	แปลความหมาย
12 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการมีความเหมาะสม	2.71	.91	เห็นด้วยปานกลาง
13 ผลตอบแทนจากการลงทุนเป็นที่น่าพอใจ	2.60	.94	เห็นด้วยปานกลาง
14 ควรมีการขยายกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มเติมในอนาคต	3.64	1.00	เห็นด้วยมาก
15 ระบบช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่องค์กร	3.28	.91	เห็นด้วยปานกลาง
16 ระบบช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	3.12	.83	เห็นด้วยปานกลาง
17 ระบบช่วยสนับสนุนเป้าหมายด้านความยั่งยืนขององค์กร	3.82	.83	เห็นด้วยมาก
18 การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแนวทางที่เหมาะสมในการอนุรักษ์พลังงาน	3.72	.97	เห็นด้วยมาก
19 การเพิ่มระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	3.98	.76	เห็นด้วยมาก
20 ควรส่งเสริมการติดตั้งระบบ Solar Rooftop ในหน่วยงานต่าง ๆ มากขึ้น	3.68	1.15	เห็นด้วยมาก
รวม	3.76	.87	เห็นด้วยมาก

จากตารางที่ 1 โดยรวมแล้วผลวิเคราะห์ระดับความสำคัญของประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อมและความ พบว่าการเพิ่มระบบ Solar Rooftop ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์กร มีระดับความคิดเห็น [13] เห็นด้วยมากที่สุด (4.82)

6. อภิปรายผล

ผลจากการวิจัย การเพิ่มระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ของอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล สกฐ แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาสามารถช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ประพนธ์ ชูประเสริฐ, กิตติสุภกันต์ ปรีชา ทูมมู, อุดร นามเสน, [4] พบว่า สํารวจ ตรวจวัด และ วิเคราะห์สาเหตุของการสูญเสียพลังงานในระบบ เพื่อหามาตรการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาที่สามารถช่วยประหยัดพลังงาน มุ่งเน้นการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผ่าน 4 แนวทางหลัก ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักร การนำระบบอัตโนมัติมาใช้ควบคุม การใช้พลังงานทดแทน และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบุคลากร เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งระบบพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา การติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา ช่วยลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายการไฟฟ้าโดยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกนำมาใช้ภายในอาคารหรือโรงงานโดยตรง ส่งผลให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากภายนอกลดลง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jeong Minji [17] พบว่า การขยายตัวของอุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียนในระดับโลกไม่ได้เพียงช่วยลดต้นทุนพลังงานสะอาดเท่านั้น แต่ยังส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ ปรับเปลี่ยนนโยบายพลังงานหมุนเวียนให้มีความหลากหลายมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ การุณ ชัยวานิช [5] พบว่า ประเมินทางความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีขนาด 1,500 กิโลวัตต์ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทั้งหมดประมาณ 2.73 GWh/ปี และสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 1,549 TCO₂e/ปี เมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า มีอัตรามูลค่าปัจจุบันสุทธิ ที่อัตราดอกเบี้ย 5% ต่อปีเท่ากับ

6,646,610.37 บาทและมีค่าอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน เท่ากับ 1.05 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 โครงการนี้มีความคุ้มค่าที่ลงทุนและมีระยะเวลาคืนทุนของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินประมาณ 12.3 ปี การวิเคราะห์ผลการลดค่าใช้จ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า การติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา เป็นมาตรการสำคัญในการลดต้นทุนด้านพลังงานขององค์กร เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ทดแทนการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้พลังงานสูง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ กฤตวิ ไกรกฤษฎกอบบุญ [6] การคำนวณต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการสนับสนุนการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้เกิดประสิทธิภาพและแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ การผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าต่ำกว่าค่าประมาณการค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศไทยในปี 2566 แสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ พัทธวีรวิธา สติธียากี, กุล อนันต์ ธรรมชาลัย, เกียรติชัย วีระญาณนนท์ [7] พบว่า ปัจจัยด้านต้นทุน คุณภาพ เวลา และด้านปริมาณ มีผลต่อความสำเร็จของธุรกิจอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นำเทคโนโลยีที่รวดเร็วทันสมัย สามารถเพิ่มผลผลิตและต้นทุนการผลิตต่ำลง สำหรับการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคาเป็นกระบวนการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุนในระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา โดยพิจารณาจากต้นทุนการลงทุน ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการประหยัดค่าไฟฟ้า และผลตอบแทนทางการเงินตลอดอายุโครงการ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนและวางแผนด้านพลังงานขององค์กร ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ณัฐพงษ์ วัชรพงษ์ [8] พบว่า การผลิตติดตั้งที่เหมาะสมในการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเพื่อลดค่าใช้จ่ายเพื่อพลังงานไฟฟ้า สามารถสร้างผลตอบแทนทางด้านการเงินได้สูงที่สุด อัตราผลตอบแทนภายในสูงที่สุด และระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด นอกจากนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ เชษฐวุฒิ ศรีสะอาด, [9] ; ณัฐพล ครุทวงษ์, ศุภรัชชัย วรรัตน์ [10] พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่ามากกว่าศูนย์ มีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยที่กำหนด ระยะเวลาการคืนทุน (PB) ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับระยะเวลาที่ทำให้กระแสเงินสดรับสะสมมีค่าเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรก สำหรับความคิดเห็นและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา เป็นทางเลือกยอดนิยมในการลดค่าไฟฟ้าและรักษาสีสิ่งแวดล้อม ผู้ติดตั้งส่วนใหญ่พบว่าระบบช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายได้จริงอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อินทวดี จันทรทักษิณภาส, ทศพร อัครวงษ์, กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์ ในปัจจุบันมีความสนใจในการใช้พลังงานทางเลือกเพิ่มขึ้น รวมถึงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาซึ่งผลที่ได้นี้สอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้ใช้งานโดยทั่วไป ถึงการพิจารณาให้ความสำคัญกับเกณฑ์ในด้านประสิทธิภาพ ด้านความคุ้มค่าในการลงทุน และด้านอายุการใช้งาน [18]

7. องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

จากการศึกษาการเพิ่มระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ของอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อ สกรู พบองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถสรุป ดังนี้ 1) แนวทางการประยุกต์ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคาในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ 2) รูปแบบการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการพลังงานหมุนเวียน 3) แนวทางการลดต้นทุนพลังงานควบคู่กับการลดก๊าซเรือนกระจก 4) การใช้ระบบ Monitoring เพื่อติดตามประสิทธิภาพการผลิตพลังงานแบบ Real-time

8. สรุป

จากผลการวิจัยเรื่อง การเพิ่มระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ของอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล สกปรู สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้ 1) ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา พบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา มีประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 122,500 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน หรือประมาณ 1,470,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวันของโรงงาน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในองค์กร โดยผลการสำรวจความคิดเห็นพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยในระดับมากต่อประเด็นที่ว่า “การเพิ่มระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์กร” โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.82 2) การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา พบว่า ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา บริษัทมีการใช้ไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายนอกจำนวน 10,986,240 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี และภายหลังการติดตั้งลดลงเหลือ 9,516,240 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ลดลง 1,470,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี หรือคิดเป็น ร้อยละ 13.38 แสดงให้เห็นว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สามารถช่วยลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) การวิเคราะห์การลดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้า พบว่า การผลิตไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา จำนวน 1,470,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี สามารถทดแทนการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าได้ในปริมาณเท่ากัน เมื่อคำนวณจากอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.20 บาทต่อหน่วย ทำให้บริษัทสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ $1,470,000 \times 4.20 = 6,174,000$ บาทต่อปี ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการติดตั้งระบบ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา สามารถช่วยลดต้นทุนค่าไฟฟ้าขององค์กรได้อย่างชัดเจน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพลังงานของโรงงาน 4) การประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ผลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า โครงการมีมูลค่าการลงทุนประมาณ 31–36 ล้านบาท และสามารถสร้างผลประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 6.17 ล้านบาทต่อปี ส่งผลให้มีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 5–7 ปี ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับโครงการด้านพลังงานทดแทนในภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังช่วยลดความเสี่ยงจากการปรับตัวสูงขึ้นของค่าไฟฟ้าในอนาคต และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในระยะยาว 5) ความคิดเห็นและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับ เห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 3.76$, S.D. = 0.87) โดยประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การเพิ่มระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์กร ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.38) อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด รองลงมาคือ ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้สอดคล้องกับความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน และช่วยลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากสายส่ง ขณะที่ประเด็นด้านความคุ้มค่าการลงทุน ระยะเวลาคืนทุน และผลตอบแทนจากการลงทุน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลางถึงมาก สะท้อนให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีทัศนคติเชิงบวก ต่อการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา และเห็นว่าระบบดังกล่าวมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาด และสนับสนุนเป้าหมายด้านความยั่งยืนขององค์กร

9. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1) ควรมีการบำรุงรักษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างสม่ำเสมอ
- 2) ควรติดตามประสิทธิภาพการผลิตพลังงานผ่านระบบออนไลน์
- 3) ควรส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนในส่วนงานอื่นขององค์กร
- 4) ควรจัดทำแผนบริหารจัดการพลังงานร่วมกับระบบ Solar Rooftop

9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ศึกษาการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ (Battery Energy Storage System)
- 2) ศึกษาการบริหารโหลดไฟฟ้าร่วมกับระบบ Solar Rooftop
- 3) วิเคราะห์ผลกระทบด้าน Carbon Credit และ ESG : Environmental Social Governance
- 4) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละเทคโนโลยี
- 5) ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ Microgrid ภายในโรงงานอุตสาหกรรม

10.เอกสารอ้างอิง

- [1] กัลยา วานิชย์บัญชา. (2560). การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร. บริษัท ธรรมสาร จำกัด.
- [2] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2567). บริการข้อมูล. <https://www.diw.go.th/webdiw/s-data/>
- [3] ธาณินทร์ ศิลป์จารุ. (2555). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS.(พิมพ์ครั้งที่ 13). บิสนิเนสอาร์ แอนด์ดี.
- [4] ประพนธ์ ชูประเสริฐ, กิรติสุลภะณัฏฐ์ ปรีชา ทุมม, และอุดร นามเสน. (2565). การอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงานน้ำตาลแบบดั้งเดิมของไทย:กรณีศึกษาโรงงานน้ำตาลทรายเริ่มอุดม. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 14(2) : 536-552 (2565)
- [5] การุณย์ ชัยวณิชย์, พุทธิ อุดลสุข, และมนตรี สังข์ทอง. (2561). การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินภายในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 10(12), 35–46.
- [6] กฤตกรวิ ไกรฤกษ์กองบุญ. (2566). การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์คณะเศรษฐศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [7] พัทธิธรา สถิตยภาคิกุล อนันต์ ธรรมชาลัย เกียรติชัย วีระญาณนทร์. (2020). การพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนในประเทศไทย. หน้าแรก / คลังบทความ / ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (2020): กรกฎาคม - ธันวาคม / บทความวิจัย
- [8] ณัฐพงษ์ วัชรพงษ์. (2567). การศึกษาเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเพื่อการตัดสินใจลงทุนติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [9] เชษฐวุฒิ ศรีสะอาด. (2561). การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการลงทุนในระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์. กรณีศึกษาเฉพาะโรงงานแปรรูปไม้ยูคาลิปตัสแห่งหนึ่งในจังหวัดอำนาจเจริญ. คณะบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- [10] ณัฐพล ครุวงษ์, สุภรัชชัย วรรัตน์. (2565). การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาโรงงาน. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย, 1, 178-188.
- [11] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2557). งานพลังงานทดแทน/การอนุรักษ์พลังงาน <https://www.dede.go.th/>
- [12] บริษัท ไทยสินเมทัล อินดัสตรี จำกัด. (2568). <https://www.thaisin-screw.com/>
- [13] Best, J. W., & Kahn, J. V. (1993). *Research in Education*. (7th ed). AUyn and Bacon.
- [14] Likert, R. (1967). *The human organization: its management and values*. McGraw-Hill, Publishers Inc.
- [15] Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory analysis* (4th ed.). Harper and Row Publication.
- [16] Fang Meng. (2018). *The Green Economy under the WTO Regime: Policy Space for Renewable Energy Support Mechanisms*. (Ph.D. Dissertation, the Chinese University of Hong Kong).

[17] Jeong Minji. (2017). National Renewable Energy Policy in a Global World. (Ph.D. Dissertation, The University of Maryland).

[18] อินทวดี จันทร์ทักษิณเภาส, ทศพร อัครรังษี, กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์. (2568). การประเมินระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา ในมุมมองของผู้ใช้งาน กรณีศึกษาร้านในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. หน้าแรก / คลังบทความ / ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 (2025): มกราคม - เมษายน (2568) / บทความวิจัย