

การประเมินเศรษฐศาสตร์จัดการพลังงานในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ด้วยการติดตั้งอินเวอร์เตอร์มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงร่วมกับระบบ SCADA

คณิตพงศ์ จิตต์โสภณ¹ และ ชานนท์ บุญมีพิพิธ^{1*}

¹ สาขาพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

* E-mail: Chanon.bun@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์ม โดยการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วและควบคุมการทำงานของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงด้วยระบบ SCADA โดยได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์ม และดำเนินการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบให้กับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงร่วมกับระบบ SCADA จากการดำเนินการส่งผลให้ดัชนีการใช้พลังงานลดลง 7%-37% ลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเหลือเพียง 14,071,705.03-20,772,516.94 บาท/ปี สามารถคืนทุนได้ภายใน 0.13 ปี หรือประมาณ 1.5 เดือน IRR เท่ากับ 7.90% ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ และมูลค่า NPV ที่สูงถึง 5,063,828.69 บาท การติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบทำให้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทำงานในระดับที่เหมาะสมกับโหลดจริง และระบบ SCADA แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มในระยะยาวและคุ้มค่าต่อการลงทุนในแง่เศรษฐศาสตร์พลังงาน มีความคุ้มค่าทั้งการประหยัดพลังงาน ระยะเวลาคืนทุนเร็ว และผลตอบแทนทางการเงินที่เหมาะสม ทั้งนี้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการตัดสินใจในโครงการลักษณะเดียวกันในอนาคต

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง อินเวอร์เตอร์ ระบบ SCADA การจัดการพลังงาน

* Corresponding author, e-mail: Chanon.bun@rmutr.ac.th

Economic Evaluation of Energy Management in the Palm Oil Industry through the Installation of Inverter High Efficiency Motors with SCADA Systems

Kanitpong Chitsopon¹, Chanon Bunmephith^{1*}

¹ Energy and Environmental, Rattanakosin College for Sustainable Energy and Environment,
Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* E-mail: Chanon.bun@rmutr.ac.th

Abstract

This study aims to evaluate the economic viability of energy conservation in the palm oil industry through the integration of variable frequency drives (VFDs) for speed regulation and operational control of high efficiency motors, complemented by a supervisory control and data acquisition (SCADA) system. The analysis focuses on energy consumption patterns within the palm oil processing sector and assesses the impact of implementing energy-saving measures involving VFD installation on high efficiency motors integrated with a SCADA platform. The results indicate a reduction in the energy consumption index by 7–37%, leading to a substantial decrease in electricity expenditure ranging from 14,071,705.03 to 20,772,516.94 THB per year. The investment demonstrates a remarkably short payback period of 0.13 years, or approximately 1.5 months, with an internal rate of return (IRR) of 7.90%, which is considered economically attractive. The project also yields a high net present value (NPV) of 5,063,828.69 THB, further reinforcing its financial soundness, enabling high efficiency motors to operate in alignment with real-time load demands and the VFDs enhance overall system efficiency. Simultaneously, the SCADA system ensures optimized performance monitoring, control, and data analysis, thereby supporting long-term value creation. These findings confirm the project's strong potential for investment based on energy economics, characterized by significant energy savings, rapid cost recovery, and favorable financial returns. The insights derived from this study can serve as a reference model for decision-making in similar energy optimization projects across industrial settings.

Keywords: Palm oil, High efficiency motor, Inverter, SCADA systems, Energy management

* Corresponding author, e-mail: Chanon.bun@rmutr.ac.th

Received 18 06 2025 / Revised: 22 07 2025 / Accepted: 14 08 2025

1. ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยมีการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกภาคส่วน ในปี พ.ศ. 2566 การใช้พลังงานขั้นต้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2565 อยู่ที่ระดับ 2,007 พันบาร์เรลเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อวัน [1] โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นภาคที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงและมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ การใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น การสกัดน้ำมัน การอบแห้ง และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ต้องการพลังงานไฟฟ้าในการดำเนินงาน การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญในการลดต้นทุนการผลิตและส่งเสริมความยั่งยืนของอุตสาหกรรม สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของประเทศไทยมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยมีบทบาทในหลายด้าน ทั้งการผลิต การจ้างงาน การส่งออก และการพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ เนื่องจากน้ำมันปาล์มถูกใช้เป็นส่วนประกอบหลักในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท เช่น มาการีน ขนมหขบเคี้ยว และน้ำมันปรุงอาหาร นอกจากนี้ยังถูกแปรรูปเป็นสารเคมีต่าง ๆ เช่น กรดไขมันและเอสเทอร์ ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เครื่องสำอาง และพลาสติก รวมถึงถูกใช้ผลิตไบโอดีเซล ซึ่งเป็นพลังงานทดแทนที่ช่วยลดการพึ่งพาพลังงานฟอสซิลและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก [2-3] การส่งเสริมการผลิตอย่างยั่งยืนและการพัฒนาเกษตรกรรรายย่อยเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ประเทศไทยมีความสามารถในการแข่งขันและความยั่งยืนของอุตสาหกรรมในระยะยาว

การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมให้มีความยั่งยืนและตอบสนองต่อนโยบายการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ในอนาคตสามารถทำได้หลายวิธี มีทั้งมาตรการที่ต้องใช้การลงทุนและไม่ใช้เงินลงทุนในการดำเนินการ เช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร การใช้เทคโนโลยีที่ประหยัดพลังงาน และการฝึกอบรมบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ [4] โดยทั่วไปการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า คอมเพรสเซอร์ ระบบทำความเย็น เครื่องทำความร้อน และระบบไฟฟ้า 3 เฟส การบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอุปกรณ์เหล่านี้ สามารถช่วยลดต้นทุนพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้อย่างมาก Yongyut, S. et al., 2018. [5] ได้จัดทำแผนงานปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเน้นไปที่มอเตอร์ไฟฟ้า สามารถที่จะลดค่าพลังงานไฟฟ้าให้กับโรงงานได้ อุทัย 2558 [6] ได้ใช้เครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ในเครื่องอัดอากาศ (INVERTER) สามารถประหยัดพลังงานได้ 32.18% การนำระบบ SCADA ที่มาใช้ควบคุมเครื่องจักรในอุตสาหกรรมก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเครื่องจักร Setiawan, A. et. al., (2019) [7] แสดงให้เห็นว่าการนำระบบ SCADA ที่ใช้ PLC และ HMI สามารถลดการผลิตจาก 1.1% เพิ่มผลผลิต 6.1% ประหยัดเวลาการผลิตจาก 396 min เหลือ 352 min และลดต้นทุนได้ Tehseen, A. et al., (2020) [8] ทดสอบระบบตรวจวัดและบันทึกข้อมูลพลังงานในโรงงานประกอบรถยนต์ในประเทศปากีสถาน โดยระบบใช้เทคโนโลยี SCADA, Modbus และ Industrial Ethernet ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้ประมาณ 8% Ruchi, H. and Bindu, N. (2014) [9] ใช้ระบบ SCADA จัดการระบบผลิตในโรงงานปูนซีเมนต์ สามารถต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 15–20% ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์พลังงานการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มโดยการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วและควบคุมการทำงานของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงด้วยระบบ SCADA เพื่อเป็นการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันให้มีความยั่งยืนและตอบสนองต่อนโยบายการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการใช้พลังงานการผลิตน้ำมันปาล์ม ได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานที่ บริษัท ทองมงคลอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์ม จำกัด เพื่อนำมาสร้างมาตรการการจัดการพลังงานโดยใช้ข้อมูลในเดือนตุลาคม 2567 เปรียบเทียบกับปี 2564-2566 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มของบริษัท ทองมงคลอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด ประกอบด้วย 9 สถานี ซึ่งจะถูกริบายโดยใช้คำย่อต่อไปนี้:

- S1 คือ สถานีลานรับวัตถุดิบและนึ่งผลปาล์มน้ำมัน

S3 คือ สถานีบีบทะลายปาล์มเปล่า

S5 คือ สถานีสถานีแยกกะลาและเนื้อเมล็ด

S7 คือ สถานีถังเก็บน้ำมันปาล์มดิบ

ETC คือ สำนักงานและหม้อไอน้ำ
- S2 คือ สถานีนวดปาล์มน้ำมัน

S4 คือ สถานีแยกใยปาล์มและเม็ดปาล์ม

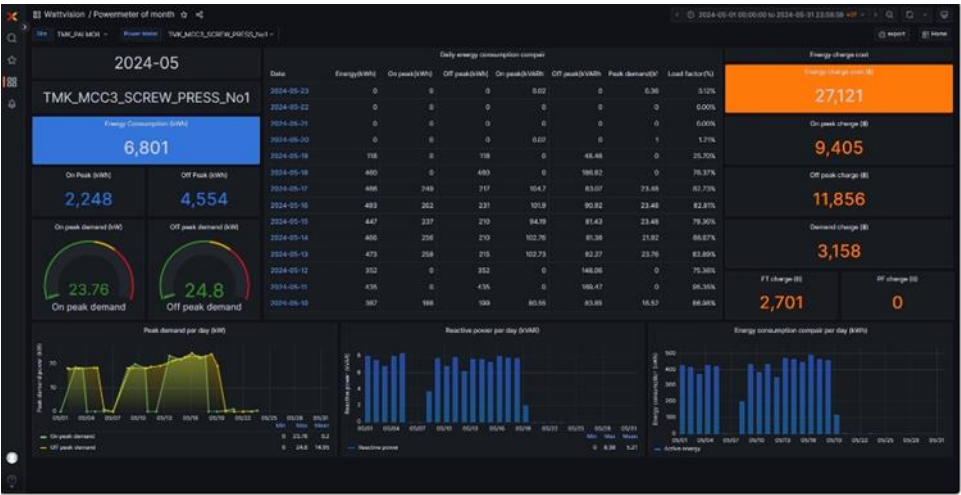
S6 คือ สถานีสถานีแยกน้ำมัน

S8 คือ สถานีบำบัดน้ำ

การติดตั้งระบบ SCADA ในการผลิตน้ำมันปาล์มตามมาตรการลดการใช้ไฟฟ้า ได้ทำการปรับเพิ่ม-ลดรอบหัวบีบ ปาล์มน้ำมันในสถานีบีบทะลายปาล์มเปล่า หรือ S3 โดยได้ปรับความเร็วรอบให้สอดคล้องกับปริมาณวัตถุดิบที่รับเข้ามาผลิต ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1

ตารางที่ 1 การปรับความเร็วรอบมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

จำนวนรอบ (RPM)	ความถี่ (Hz)
9	36
10	40
11	44
12	48



รูปที่ 1 การปรับลด-เพิ่มรอบการบีบในในสถานีบีบทะลายปาล์มเปล่า

2.1 การวิเคราะห์ดัชนีพลังงานจำเพาะ

การวิเคราะห์ข้อมูลได้ทำการวิเคราะห์การใช้พลังงาน ได้วิเคราะห์ดัชนีพลังงานจำเพาะ (Specific energy consumption, SEC) เป็นการวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยที่ใช้ในกระบวนการผลิตหรือบริการต่อหนึ่งหน่วยผลผลิตหรือบริการ ซึ่งหาได้จากกระบวนการผลิตหรือบริการนั้น ๆ [10] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$SEC (kWh / kg) = \frac{Energy\ used}{Amount\ of\ product} \quad (1)$$

2.2 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์พลังงาน

2.2.1 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period method) เป็นการวิเคราะห์ระยะเวลาในการดำเนินการที่ทำให้ผลตอบแทนสุทธิในแต่ละปีมีค่ารวมเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรก [11] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$PB(year) = \frac{IC}{CF} \quad (2)$$

เมื่อ IC คือ มูลค่าของทุนที่ลงทุน และ CF คือ กระแสเงินสดที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานของโครงการหรือการลงทุน

2.2.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลการประหยัดต้นทุน พลังงาน จากมาตรการในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี ตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไปภายใต้โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราลดค่า (discount rate) หรือค่าของทุน (cost of capital) [11] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$NPV = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

เมื่อ r คือ อัตราส่วนลด CF คือ กระแสเงินสด และ t คือ เวลาของโครงการ

2.2.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หมายถึง อัตราลดค่า (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดว่าจะต้องจ่ายในการลงทุน เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินการ ประหยัดพลังงาน ตลอดอายุโครงการ [11] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$0 = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+IRR_1)} + \frac{CF_2}{(1+IRR_2)} + \dots + \frac{CF_t}{(1+IRR_t)} \quad (4)$$

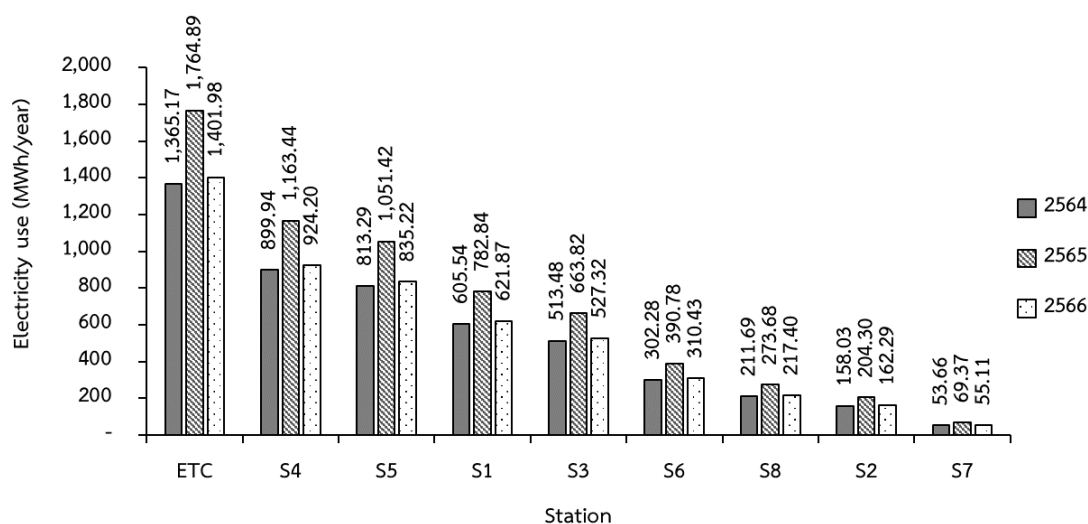
เมื่อ r คือ อัตราส่วนลด CF คือ กระแสเงินสด และ t คือ เวลาของโครงการ

3. ผลและวิจารณ์

3.1 การวิเคราะห์การใช้พลังงานของการผลิตปาล์มน้ำมัน

การใช้พลังงานไฟฟ้าของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละปีแสดงดังรูปที่ 2 พบว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2564-2566 โดยรวมอยู่ที่ 3,557.91-4,599.65 MWh/year เฉลี่ยอยู่ที่ 3,937.14 MWh สถานที่ที่มีการใช้พลังงานสูงสุด คือ สถานี ETC มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดในทั้งสามปี โดยเพิ่มขึ้นจาก 1,365.17 MWh (ปี 2564) เป็น 1,764.89 MWh (ปี 2566) หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 29.2% แสดงถึงกิจกรรมการผลิตหรือการแปรรูปที่มีความเข้มข้นด้านพลังงานสูง จากงานวิจัยของ Ghulan K.A. et al., (2021) [12] ได้ศึกษาพลังงานที่ใช้ในการผลิตน้ำมันปาล์มในมาเลเซีย พบว่า

การผลิตน้ำมันปาล์มใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 20–25 kWh ต่อตันของผลปาล์มสด ซึ่งหมายความว่า การใช้พลังงานจะแปรผันตรงกับปริมาณผลผลิต และสอดคล้องกับงานวิจัยของศิวพล และคณะ (2557) [13] ได้รายงานว่าการผลิตน้ำมันปาล์มในภาคใต้ของไทยใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณ 3,500–4,600 MWh/ปี โดยการใช้พลังงานมากที่สุดจะอยู่ในกระบวนการบีบอัด หรือสถานี S3 ซึ่งคิดเป็นประมาณ 15–20% ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ที่ผ่านมา บริษัท ทองมงคลอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด ได้มีการดำเนินการในด้านการอนุรักษ์พลังงานมาโดยตลอด แต่ก็ยังคงมีการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงจึงต้องหามาตรการอื่น ๆ ในการดำเนินการ เมื่อทำการสำรวจการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าพบว่า อุปกรณ์ที่มีความสำคัญในกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมันมากที่สุด พบว่า มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุด บริษัท ทองมงคลอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด มีมอเตอร์ทั้งสิ้น 177 เครื่อง ผลรวมกำลังมอเตอร์อยู่ที่ 2,574.14 kW และกำลังมอเตอร์เฉลี่ยรวม 92.36 kW โดยสถานี S3 มีการใช้กำลังของมอเตอร์สูงสุดที่กำลังเฉลี่ยมอเตอร์อยู่ที่ 25.31 ดังตารางที่ 2 ดังนั้น บริษัท ทองมงคลอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด จึงได้จัดทำมาตรการจัดการพลังงานโดยการใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง เพื่อลดลดการทำงานของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้เหมาะสมจึงใช้โปรแกรม SCADA ในการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงให้ทำงานในเวลาที่ต้องการใช้งานและให้หยุดทำงานในเวลาที่ไม่ใช้งาน



รูปที่ 2 การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มตั้งแต่ปี 2564-2566

ตารางที่ 2 จำนวนมอเตอร์ของแต่ละสถานีของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน

ลำดับ	สถานี	จำนวนมอเตอร์(เครื่อง)	ผลรวมกำลังมอเตอร์ (kW)	กำลังมอเตอร์เฉลี่ย (kW)
1	S3	16	540.50	25.31
2	S6	35	602.30	12.84
3	S2	14	234.20	12.41
4	S4	14	218.50	11.64
5	S1	29	342.38	8.74
6	S7	5	53.00	7.70

ลำดับ	สถานี	จำนวนมอเตอร์(เครื่อง)	ผลรวมกำลังมอเตอร์ (kW)	กำลังมอเตอร์เฉลี่ย (kW)
7	S8	27	275.26	7.57
8	S5	37	308.00	6.14
รวม		177.00	2,574.14	92.36

3.2 การวิเคราะห์การควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงร่วมกับระบบ SCADA

การดำเนินงานของกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ปัจจัยสำคัญหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดน้ำมัน คือ ความเร็วรอบของสกรูเอ็กซ์ตรักเตอร์ซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำมันที่หลงเหลือในเส้นใย และอัตราการผลิต จากตารางที่ 3 พบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วยรอบจาก 9 เป็น 12 RPM ส่งผลให้ปริมาณน้ำมันที่หลงเหลือในเส้นใยเพิ่มขึ้นจาก 3.01% เป็น 3.69% แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ระหว่างความเร็วรอบกับปริมาณน้ำมันสูญเสีย เมื่อความเร็วเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เวลาในการกดอัดลดลงทำให้ลดประสิทธิภาพในการรีดน้ำมันออกจากเส้นใย และสูญเสียน้ำมันดิบไปกับเส้นใยมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อผลผลิตและต้นทุนรวมในภาพรวมของกระบวนการผลิต เพื่อให้การผลิตมีความสมดุลระหว่างปริมาณและประสิทธิภาพควรเลือกความเร็วรอบที่เหมาะสม โดยหากวัตถุดิบมีปริมาณไม่มากหรืออยู่ในช่วงที่ต้องการควรตั้งความเร็วที่ 9 รอบ (36 Hz) เพื่อให้ได้น้ำมันออกมามากที่สุดและสูญเสียน้อยที่สุด หากมีวัตถุดิบเข้ามามาก และต้องการเร่งอัตราการผลิตเพื่อไม่ให้วัตถุดิบเน่าเสีย ควรตั้งความเร็วที่ 12 รอบแม้จะสูญเสียน้ำมันเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 ความเร็วรอบของสกรูเอ็กซ์ตรักเตอร์ต่อปริมาณน้ำมันที่หลงเหลือในเส้นใย

ความเร็วรอบ (RPM)	ความถี่ VSD (Hz)	ปริมาณน้ำมันที่หลงเหลือในเส้นใย (%)
9	36	3.01
10.5	42	3.38
12	48	3.69

3.3 การปรับปรุงการใช้พลังงานกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมัน

การดำเนินการปรับปรุงการใช้พลังงานกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมัน ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงร่วมกับระบบ SCADA แสดงดังภาพก่อนและหลังการติดตั้งดังรูปที่ 3 การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วรอบให้กับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ส่งผลให้เดือนตุลาคม พ.ศ. 2567 มีการใช้ไฟฟ้าลดลงเมื่อเทียบกับเดือนตุลาคม ในปี พ.ศ. 2564-2566 โดยมีการใช้ไฟฟ้าเพียง 22,907.00 kWh ส่งผลให้ดัชนีการใช้พลังงานลดลงเหลือ 0.0451 MJ/kg จากเดิมอยู่ที่ 0.0489-0.0722 MJ/kg ซึ่งลดลง 7% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2564 ลดลง 17% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2565 และ ลดลง 37% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2566 ดังตารางที่ 4 จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การปรับความเร็วรอบให้กับมอเตอร์สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ย 20–35% ต่อปี และเมื่อใช้ระบบ SCADA ร่วมกับอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบทำให้ลดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า 30% [14-15]



ก่อนการติดตั้งอินเวอร์เตอร์



หลังการติดตั้งอินเวอร์เตอร์

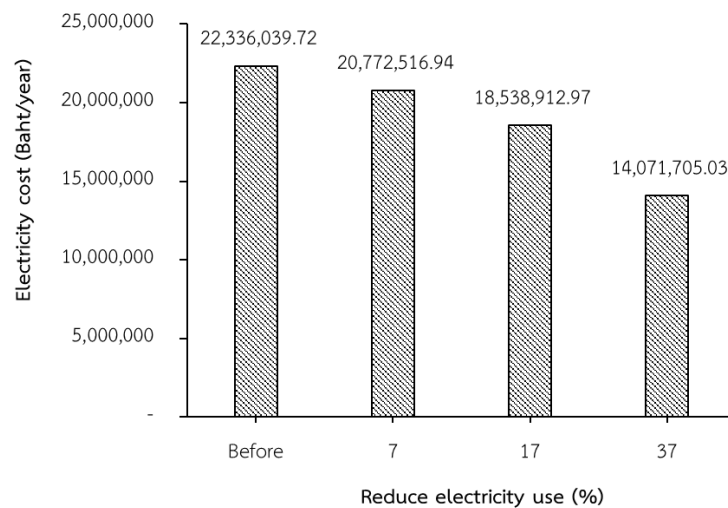
รูปที่ 3 ก่อนและหลังการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วรอบให้กับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ตารางที่ 4 ผลการปรับปรุงการใช้พลังงานกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมัน

เดือน	การใช้ไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณน้ำมันปาล์ม (kg)	SEC (MJ/kg)
ต.ค. 64	52,584.31	2,621,720.00	0.0722
ต.ค. 65	54,488.61	3,575,000.00	0.0549
ต.ค. 66	39,352.39	2,894,459.00	0.0489
ต.ค. 67	22,907.00	1,829,468.00	0.0451

3.4 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์พลังงาน

การติดตั้งอินเวอร์เตอร์มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ส่งผลให้สามารถลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเหลือเพียง 93,918.70 บาท/เดือน หรือลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเหลือเพียง 20,772,516.94 18,538,912.97 และ 14,071,705.03 บาท บาท/ปี ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าให้กับทางบริษัท ทองมั่งคณอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด ได้ 56.44% 57.96% และ 41.79% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2564 พ.ศ. 2565 และ พ.ศ. 2566 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่า เมื่อการประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น จะช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในระดับ 37% ที่สามารถประหยัดต้นทุนได้ถึงกว่า 8 ล้านบาท/ปี เมื่อเทียบกับการดำเนินงานแบบเดิม การติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบทำให้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทำงานในระดับที่เหมาะสมกับโหลดจริง และระบบ SCADA ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ให้ใช้พลังงานเฉพาะเวลาที่จำเป็นทำให้สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากงานวิจัยที่ผ่านมาการใช้เทคโนโลยีมอเตอร์ควบคุมอัจฉริยะสามารถลดต้นทุนพลังงานได้ 12–38% [16]



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์มอเตอร์ตามการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

หลังจากดำเนินการปรับปรุงเทคโนโลยี พบว่า เกิดผลประหยัดพลังงานอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีผลประหยัดพลังงานเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 106,195.89 บาท หรือเท่ากับ 1,274,350.68 บาทต่อปี แสดงให้เห็นว่าการดำเนินการมีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานที่ชัดเจน การลงทุนในโครงการนี้มีมูลค่า 161,260.70 บาท โดยมี IRR เท่ากับ 7.90% ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ และอัตราส่วนลดที่ใช้ในการวิเคราะห์คิดเป็น 7.00% สะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมในการตัดสินใจลงทุนภายใต้ความเสี่ยงทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม [17] โครงการมีระยะเวลาดำเนินการ 5 ปี และสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาเพียง 0.13 ปี หรือประมาณ 1.5 เดือน ซึ่งถือว่าเป็นระยะเวลาคืนทุนที่สั้นมาก แสดงถึงความคุ้มค่าและความสามารถในการคืนทุนอย่างรวดเร็ว จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบทำให้มอเตอร์ในโรงงานปาล์มน้ำมันภาคใต้ สามารถลดต้นทุนไฟฟ้าได้เฉลี่ย 20–35% และมีระยะคืนทุนเพียง 2–3 ปี [18] และจากมูลค่า NPV ที่สูงถึง 5,063,828.69 บาท ดังตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มในระยะยาวและคุ้มค่าต่อการลงทุนในแง่เศรษฐศาสตร์พลังงาน

ตารางที่ 5 เศรษฐศาสตร์ของการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบทำให้มอเตอร์ร่วมกับการทำงานของระบบ SCADA

รายละเอียด	ผลการวิเคราะห์
ผลการประหยัดพลังงาน (Baht/month)	106,195.89
ผลการประหยัดพลังงาน (Baht/y)	1,274,350.68
มูลค่าการลงทุน (Baht)	161,260.70
อัตราส่วนลด (%)	7.00
ระยะเวลาโครงการ (y)	5
ระยะเวลาคืนทุน (y)	0.13 (1 เดือน 13 วัน)
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Baht)	5,063,828.69
อัตราผลตอบแทนภายใน (%)	7.9

4. สรุปผล

การดำเนินการปรับปรุงการใช้พลังงานกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมันด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงร่วมกับระบบ SACDA ส่งผลให้มีดัชนีการใช้พลังงานลดลงลดลง 7%-37% ลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเหลือเพียง 14,071,705.03-20,772,516.94 บาท/ปี สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาเพียง 0.13 ปี หรือประมาณ 1.5 เดือน IRR เท่ากับ 7.90% ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ และมูลค่า NPV ที่สูงถึง 5,063,828.69 บาท การติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบทำให้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทำงานในระดับที่เหมาะสมกับโหลดจริง และระบบ SCADA แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มในระยะยาวและคุ้มค่าต่อการลงทุนในแง่เศรษฐศาสตร์พลังงาน มีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์พลังงาน ทั้งการประหยัดพลังงาน การคืนทุนที่รวดเร็ว และผลตอบแทนทางการเงินที่เหมาะสม ทั้งนี้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการตัดสินใจในโครงการลักษณะเดียวกันในอนาคตได้

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ทองมั่งคณอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด และวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่สนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.). (18 มีนาคม 2567). สรุปสถานการณ์การใช้พลังงานปี 2566. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน. สืบค้นจาก <https://www.eppo.go.th/>
- [2] บริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน). (20 มีนาคม 2567). ความรู้เกี่ยวกับปาล์ม. บริษัท ชุมพร อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน). สืบค้นจาก <https://www.cpi-th.com/th/>
- [3] ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน). (21 มีนาคม 2568). ความรู้เกี่ยวกับปาล์ม. *แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2568-2570: อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม*. ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน). สืบค้นจาก <https://www.krungsri.com/th/>
- [4] บุญญรัตน์ แสงปิติ จันทรา จันทรโร และ ไชยะ. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควบคุม. *วารสารวิจัยพลังงาน*, 8(2554/2), 20-34.
- [5] Yongyut, S., Sansanee, S. and Patcharaporn, Y. (2018). Feasibility analysis for technical and economic aspects on selection of efficiency improvement for high voltage motor: a case study of bangkhen water treatment plant, metropolitan waterworks authority. *Kasem Bundit Engineering Journa*, 8(2), 287-302.
- [6] อุทัย วงศ์เชื่อนแก้ว (2558). *ความเหมาะสมในการนำเครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์มาใช้ในเครื่องอัดอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [7] Setiawan, A., Sugeng, Koesoema, K. I., Bakhri, S. and Aditya, J. (2019). The SCADA system using PLC and HMI to improve the effectiveness and efficiency of production processes. *Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng*, 550, 012008, <https://doi:10.1088/1757-899X/550/1/012008>

- [8] Tehseen, A., Asif, U. R., Mohsin, J. and Syed, O. G. (2020). Impact of an energy monitoring system on the energy efficiency of an automobile factory: A case study. *Energies*, 13(2577)
- [9] Ruchi, H. and Bindu, R. (2014). Automation of Kiln Mill Drive in Cement Industry using PLC and SCADA, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 3(1), 626-630.
- [10] Akvile, L., Patrik, T., Mariana, A. and Magnus, K. (2019). Specific energy consumption/use (sec) in energy management for improving energy efficiency in industry: meaning, usage and differences. *Energies*, 12(247), <https://doi:10.3390/en12020247>
- [11] Lai, M., (2024). Analyze and improvement of NPV and IRR methods. *Highlights in Business, Economics and Management*, 42, 204-208.
- [12] Ghulam, K. A., Azmil, H. A., Shamala, S., Soh, K. L., Meilina, O., Kosheela, D. P., Kamalrudin, M. S., Sheilyza, M. I. and Zainab, I. (2021). Oil palm economic performance in Malaysia and R&D progress in 2020. *Journal of Oil Palm Research*, 33(2), 181-214.
- [13] ศิวพล ตั้งมโนเทียนชัย, วารุณี เตีย และสมชาติ และ โสภณรณฤทธิ์. (2557). “การศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ทางไบโपाล์มน้ำมันและทางไบมะพร้าวสำหรับผลิตไฟฟ้า”. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 37(2), 199-213.
- [14] Sean, K., Chunxu, W., Megan, M., Xiabo, R. and Jun-Ki, C. (2024). A comprehensive analysis of the energy, economic, and environmental impacts of industrial variable frequency drives. *Journal of Cleaner Production*, 434, 140474.
- [15] ณัฐพล เพิ่มพวงศาเจริญ. (2562). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลในภาคอุตสาหกรรมการผลิต: กรณีศึกษา ระบบ SCADA software*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [16] Hashnayne, A., Cristián, C. and S. A. Sherif (2025). Energy optimization of motor-driven systems using variable frequency control, soft starters, and machine learning forecasting. *Energies*, 18(19), 5135.
- [17] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (ม.ป.ป.). การวิเคราะห์การลงทุนการอนุรักษ์พลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน. สืบค้นจาก https://image.makewebeasy.net/makeweb/0/mqk9PemK3/Document/Part_1_Chapter_5ปี_2567_ความร้อน.pdf?v=202405291424
- [18] Kanitpong, C. and Chanon, B. (2025). Energy conservation in palm oil mill by installing inverters for motors. *Journal of Renewable Energy and Smart Grid Technology*, 20(1), 8–12.