

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เอง ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย

A Feasibility Study of Investment on Self Electricity Generation by Solar Rooftop System in Thailand

รสนันท์ หอสุธารังษี¹
ชนันทันท์ ทวีวัฒน์²
พิชญ์วัฒน์ ทวีวัฒน์²

บทคัดย่อ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพื้นที่ที่มีความเหมาะสม ศึกษารูปแบบและทางเลือกทางด้านเทคนิค และศึกษาความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้เองด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคครัวเรือน ซึ่งการศึกษาใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากวิศวกรและผู้บริหารของบริษัทที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านและข้อมูลทุติยภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ งานวิจัย หนังสือ บทความของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยอาศัยเครื่องมือทางการเงินมาใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้ว และดัชนีความสามารถทำกำไร การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของโครงการโดยการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน และการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ในประเทศไทยมีโอกาสได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งปี ซึ่งจะได้รับแสงอาทิตย์ครอบคลุมตั้งแต่เวลา 09.00 – 15.00 น. ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ (1) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที จะเลือกระบบการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบระบบต่อเชื่อมกับสายส่ง และ (2) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ จะเลือกระบบการ

¹ นิสิต สาขาเศรษฐศาสตร์ สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะเศรษฐศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ถนนสุขุมวิท ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230

² อาจารย์ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ถนนสุขุมวิท ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230

ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบระบบต่อเชื่อมกับสายส่ง ที่มีแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานสำรอง โดยชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกรวม ซึ่งแต่ละกรณีจะมีกำลังการผลิตอยู่ที่ 2,000 วัตต์ 2,500 วัตต์ 3,000 วัตต์ และ 3,500 วัตต์ จากการวิเคราะห์ทางการเงินโดยพิจารณาจาก NPV IRR MIRR และ PI พบว่า กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้พื้นที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนทุกกำลังการผลิต และกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้แบตเตอรี่มีความคุ้มค่าในการลงทุนที่กำลังการผลิต 2,000 วัตต์ 2,500 วัตต์ และ 3,000 วัตต์ ยกเว้นกำลังการผลิต 3,500 วัตต์

คำสำคัญ: การศึกษาความเป็นไปได้, ระบบการผลิตไฟฟ้า, เซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน

Abstract

The objectives of a feasibility study of investment on self electricity generation by solar rooftop system in Thailand were to 1) consider areas which are suitable for installing solar systems on the roofs' surfaces, 2) study technical aspects of installing solar systems 3) evaluate the worthiness of investing the solar system used in a household, and 4) estimate the ability in investment when the cost is changing. This study used the primary data obtained from in-depth interviews which interviewee is an engineer or a managing director supervising in the solar panel company. Financial tools were used in this study to analyze Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Modified internal rate of return (MIRR), Profitable Index (PI), Switching Value Test (SVT), and Sensitivity Analysis. The result of the study showed Thailand has a good opportunity to get sunlight almost all of the year from 09.00 A.M. to 03.00 P.M. Consequently, solar roof housing system would be suited to Thailand. Furthermore, the investment in solar roof housing system could be divided into 2 cases. To begin with the first one, on-grid inverter system that supplies the generated power to the grid and power to the load. The other one is grid interactive power system which has a backup battery to support the load even during a power failure. The solar panel which is the most suitable for home using was Poly Crystalline solar panel which its sizes of installation were 2,000 watt, 2,500 watt, 3,000 watt, and 3,500 watt. Furthermore, the result from using the financial analysis tools found that the direct electricity consumption method or On-grid inverter system was worth for investment in all

production capacity. Similarly, Grid interactive power system was worth for investment in all production capacity except production capacity which is 3,500 watt.

Keywords: Feasibility Study, Electricity Generating System, Solar Rooftop

บทนำ

พลังงานไฟฟ้า เป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน และการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านคมนาคม ด้านเศรษฐกิจ ด้านอุตสาหกรรม ด้านเกษตรกรรม ด้านบริการ และด้านคุณภาพชีวิต เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าพลังงานไฟฟ้าส่งผลให้เกิดการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ การกระจายรายได้ สร้างขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการผลิต และการเพิ่มผลผลิตทั้งภาคเกษตรและอุตสาหกรรมให้เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจากความสำคัญของพลังงานไฟฟ้าจึงก่อให้เกิดแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ

จากข้อมูลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2559) พบว่า สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้า จะเห็นได้ว่า ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด โดยมีสัดส่วนร้อยละ 67.33 ซึ่งก๊าซธรรมชาติเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยเกิดจากการสะสมและทับถมของซากสิ่งมีชีวิตตามชั้นหิน ดิน และในทะเลหลายร้อยล้านปี ระหว่างนั้นก็มีการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติซึ่งมีสาเหตุมาจากความร้อนและความกดดันของผิวโลก ก๊าซธรรมชาติมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในปริมาณมากๆ แต่ก็อาจจะทำให้เกิดมลภาวะในอากาศ และไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้ารองลงมา คือ ถ่านหิน โดยถ่านหินเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสัดส่วนร้อยละ 22.50 อุตสาหกรรมถ่านหินซึ่งรวมทั้งการสำรวจ การผลิตและการใช้นั้นได้มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในประเทศที่เป็นผู้นำทางด้านเศรษฐกิจอุตสาหกรรม เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และกลุ่มประเทศในยุโรปแต่อย่างไรก็ตาม ถ่านหินก็ก่อให้เกิดมลภาวะในอากาศในสัดส่วนที่สูงกว่าก๊าซธรรมชาติ ทำให้เกิดปัญหาสุขภาพของประชากรใกล้เคียงอย่างรวดเร็วจากเถ้าของถ่านหินที่มีการเผาไหม้ ซึ่งถ่านหินไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก และเป็นทรัพยากรที่มีจำนวนจำกัด เนื่องจากก๊าซธรรมชาติและถ่านหินเป็นพลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปในอนาคต พลังงานที่จะมาทดแทนสิ่งดังกล่าวได้ คือ พลังงานทดแทนที่ใช้แล้วหมุนเวียนมาใช้ได้อีก ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล เป็นต้น ซึ่งมีสัดส่วนร้อยละ 2.79 โดยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปัจจัยสำคัญของพลังงานหมุนเวียนที่เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาใดๆ ที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ แต่การ

นำมาใช้ประโยชน์นั้นจะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของแสงอาทิตย์ เนื่องจากแสงอาทิตย์มีเฉพาะตอนกลางวัน ตลอดจนความเข้มของแสงอาทิตย์นั้นไม่แน่นอนจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและฤดูกาลที่เปลี่ยนไป ซึ่งประโยชน์ของพลังงานแสงอาทิตย์ คือ การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และการผลิตพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์

เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ และความร้อนแสงอาทิตย์ โดยประเทศไทยได้เริ่มมีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์เมื่อ ปี พ.ศ. 2519 และได้มีการกำหนดนโยบายและแผนด้านเซลล์แสงอาทิตย์ลงในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ที่มีราคาถูกที่สุดและมีจำนวนมากที่สุดในโลก นำมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ เมื่อมีแสงตกมากระทบบนแผ่นเซลล์ก็จะทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าขึ้น เซลล์แสงอาทิตย์มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วด้วยการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูงกับระบบรวมแสง การพัฒนาเซลล์ชนิดโครงสร้างพิเศษและชนิดแผ่นราคาถูกรวมทั้งการพัฒนาเซลล์ที่สามารถดึงเอาพลังงานความร้อนออกมาใช้ได้ ปัจจุบันได้มีการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จากแว่นผลึกเดี่ยวของซิลิคอน และของแกลเลียมอาร์เซไนด์ (โลหะ สีขาวคล้ายเงิน) และมีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญ

ในปี พ.ศ. 2532 รัฐบาลมีนโยบายในการส่งเสริมให้เอกชนเข้ามามีบทบาทในการผลิตไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) สามารถรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็ก (SPP) ซึ่งผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานนอกกรอบแบบ แต่ในขณะนั้นเซลล์แสงอาทิตย์มีต้นทุนในการผลิตสูง และมีความก้าวหน้าเพียงเล็กน้อยจึงทำให้เอกชนสนใจนโยบายดังกล่าวเพียงเล็กน้อย แต่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้เกิดการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์มากยิ่งขึ้น และต้นทุนในการผลิตต่ำลง ส่งผลให้เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน โดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานได้ทำการเสนอนโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar PV Rooftop) ในรูปแบบของ Feed-in Tariff หรือ FiT ขึ้น เมื่อวันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ. 2556 โดย FiT คือ มาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภทหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งอัตรา FiT จะอยู่ในรูปแบบอัตรารับซื้อไฟฟ้าคงที่ตลอดอายุโครงการ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามค่าพลังงาน และค่า FiT ทำให้มีราคาที่ชัดเจนและเกิดความเป็นธรรม โดยราคาซื้อแบบ FiT ที่กำหนดไว้จะขึ้นอยู่กับสถานที่ติดตั้ง และขนาดกำลังการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ FIT ที่ประกาศใช้ในปี 2558 กลุ่มพลังงานแสงอาทิตย์

กำลังผลิต (MW)	FiT (บาท/หน่วย)	ระยะเวลาสนับสนุน (ปี)
บนหลังคา กำลังผลิตติดตั้ง 0-10 kWp	6.85	25 ปี
บนหลังคา กำลังผลิตติดตั้ง >10-250 kWp	6.40	25 ปี
บนหลังคา กำลังผลิตติดตั้ง >250-1,000 kWp	6.01	25 ปี
บนพื้นดิน ทุกขนาด	5.66	25 ปี

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2558

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานได้มีการกำหนดระยะเวลาในการเข้าร่วมนโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar PV Rooftop) ในรูปแบบของ Feed-in Tariff และมีการจำกัดสิทธิ์ในการรับใบอนุญาตในการขายไฟฟ้า โดยในปี 2557 มติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติได้มีการนำเสนอความก้าวหน้าการรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีเป้าหมายในการรับซื้อรวม 2,000 เมกะวัตต์ และเมื่อวันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ. 2557 คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติได้มีมติให้เพิ่มปริมาณการรับซื้อไฟฟ้าอีก 800 เมกะวัตต์ โดยสรุปสถานการณ์โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งเป็น (1) ขายไฟฟ้าเข้าระบบแล้ว 488 ราย กำลังผลิตติดตั้ง 1,354 เมกะวัตต์ (2) ลงนามในสัญญาแล้วแต่ยังไม่ขายไฟฟ้าเข้าระบบ 2,608 ราย กำลังผลิตติดตั้ง 384 เมกะวัตต์ (3) ตอรับซื้อไฟฟ้าแล้วแต่ยังไม่ลงนามในสัญญาแบ่งเป็นแบบติดตั้งบนพื้นดิน 1 ราย กำลังผลิตติดตั้ง 1.5 เมกะวัตต์ และแบบติดตั้งบนหลังคา 1,346 ราย กำลังผลิตติดตั้ง 11 เมกะวัตต์ และ (4) ยื่นคำขอเสนอขายไฟฟ้าแต่ยังไม่ได้ออกรับซื้อ 178 ราย กำลังผลิตติดตั้ง 1,013 เมกะวัตต์ รวมทั้ง 4 ส่วน มีผู้สนใจในการรับใบอนุญาตในการขายไฟฟ้าถึง 4,261 ราย กำลังผลิตติดตั้ง 2,764 เมกะวัตต์ ในขณะที่จำนวนครัวเรือนในประเทศไทยมีประมาณ 20.6 ล้านครัวเรือน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2557) ทำให้ประชากรที่ได้รับใบอนุญาตในการขายไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 0.002 ของจำนวนครัวเรือนในประเทศไทย ทำให้ประชากรที่สนใจไม่ได้เข้าร่วมในนโยบายดังกล่าวเป็นจำนวนมาก และไม่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล

แม้ว่าผลจากการวิเคราะห์จากหลายองค์กรมีผลออกมาในทิศทางเดียวกันว่า การรับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ Feed-in Tariff จะเป็นทิศทางการสนับสนุนที่เหมาะสมในการพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืนในระยะยาว แต่วิธีการในการขอรับสิทธิ์การรับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ Feed-in Tariff มีความยุ่งยากและการประชาสัมพันธ์ข่าวสารให้กับประชาชนรับทราบทั่วทุกครัวเรือนนั้นเป็นไปได้ยาก จึงทำให้ประชาชนที่รับรู้ข่าวสารดังกล่าวมีจำนวนน้อย แต่ในขณะเดียวกันผู้ประกอบการรายใหญ่ที่มีข้อมูลและได้รับข่าวสาร

ดังกล่าวมีความสนใจในการรับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ Feed-in Tariff เพื่อผลประโยชน์ทางธุรกิจเป็นจำนวนมาก

ผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย ซึ่งจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำพลังงานทดแทนที่ไม่มีวันหมดมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อมาทดแทนพลังงานที่ไม่สามารถนำมาหมุนเวียนได้ ตลอดจนนำทรัพยากรมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และหลังคาบ้านเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการใช้สอยให้เกิดประโยชน์ ถ้าหากมีการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านจะทำให้พื้นที่เกิดการใช้สอย และยังช่วยให้อุณหภูมิในบ้านลดลงอีกด้วย หากผลการศึกษความเป็นไปได้ในการลงทุน พบว่า ปัจจุบันการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทยในภาคครัวเรือนยังไม่คุ้มค่ากับการลงทุน รัฐบาลก็สามารถนำผลการศึกษาดังกล่าวไปใช้ในการพิจารณาเพื่อเพิ่มเงินสนับสนุนนโยบาย เพื่อเป็นแรงผลักดันให้ภาคครัวเรือนหันมาสนใจในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

การศึกษความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทยมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้ (1) เพื่อศึกษาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้เองด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (2) เพื่อศึกษารูปแบบและทางเลือกทางด้านเทคนิคที่เหมาะสมของการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้เองด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน (3) เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางด้านการเงินในการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้เองด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคครัวเรือน

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษครั้งนี้เป็นการศึกษความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย โดยมีขอบเขตการศึกษาดังนี้ (1) การศึกษาทางด้านเทคนิค โดยทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่และเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะลงทุนติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ 1) ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที 2) ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ โดยแบ่งขนาดกำลังการผลิตออกเป็น 4 กำลังผลิต ได้แก่ 2,000 วัตต์ 2,500 วัตต์ 3,000 วัตต์ และ 3,500 วัตต์ (2) เครื่องมือในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงิน โดยใช้เฉพาะเครื่องมือที่มีการปรับมูลค่าเงินตามเวลา ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ดัชนีความสามารถทำกำไร อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้ว และการ

ทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน และการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (3) ระยะเวลาในการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลของการศึกษาค้นคว้านี้ ดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ถึง มกราคม พ.ศ. 2560

วิธีการศึกษา

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้านี้ สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยมีข้อมูลดังต่อไปนี้ (1) การสัมภาษณ์เชิงลึกจากวิศวกรผู้ติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน เพื่อให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ รูปแบบและทางเลือกทางด้านเทคนิคที่เหมาะสม เช่น เทคโนโลยีในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ วิธีการติดตั้งระบบการผลิต (2) การสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้บริหารบริษัทที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับด้านการเงินในการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในครัวเรือน และสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ งานวิจัย หนังสือบทความของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเป็นข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มและปริมาณแสงอาทิตย์ สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ระบบการผลิตและติดตั้งพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน และระบบการจำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย มีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ (1) การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เป็นการบรรยายถึงกระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เทคนิคในการติดตั้ง ความเข้มแสงที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ ระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้าต่อวัน การประมาณการต้นทุนและรายได้ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาออกแบบการติดตั้งระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยมีการแบ่งเนื้อหาที่จะทำการอธิบายประกอบไปด้วยสภาพทั่วไปของพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเทคนิคเกี่ยวกับกระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน โดยประกอบด้วยขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า สถานที่ตั้งที่เหมาะสมต่อการผลิตไฟฟ้า เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตกระแสไฟฟ้า วิธีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และในด้านการดำเนินการและการบำรุงรักษา (2) การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ซึ่งอาศัยเครื่องมือทางด้านการเงินมาใช้ในการวิเคราะห์โดยทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากวารสารเศรษฐศาสตร์และกลยุทธ์การจัดการ (JEMS) และวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย ของสงกรานต์ สังข์รัตน์ (2558) โดยเครื่องมือทางด้านการเงินที่นำมาใช้

ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้ว และดัชนีความสามารถทำกำไร การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของโครงการโดยการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน และการวิเคราะห์ความอ่อนไหว การประเมินค่าโครงการลงทุนจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง และการตัดสินใจลงทุนในการวิเคราะห์ทางการเงินจะเป็นเกณฑ์การตัดสินใจว่าการลงทุนติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านใน 2 กรณี คือ 1) ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที 2) ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่มีความคุ้มค่าในการลงทุนหรือไม่

ผลการศึกษา

การศึกษาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการลงทุนติดตั้ง

จากการศึกษาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ประเทศไทยมีโอกาสได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งปี และทุกส่วนของประเทศไทยจะได้รับแสงตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี อุตรดิตถ์ และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อัญญา และลพบุรี ซึ่งความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าอยู่ระหว่าง 18 – 19 เมกะจูล/ตารางเมตร/วัน และค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนมกราคมและสูงสุดในเดือนเมษายน แล้วค่อยลดลงต่ำสุดในเดือนธันวาคม โดยจะได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 5 – 6 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน ครอบคลุมช่วงเวลาตั้งแต่ 09.00 – 15.00 น. โดยระยะเวลาดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยรวมในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวแล้ว ผู้ศึกษาจึงเลือกใช้ระยะเวลาที่สามารถผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้ที่ 5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน ตั้งแต่เวลา 10.00 – 15.00 น.

การศึกษารูปแบบและทางเลือกทางด้านเทคนิค

จากการศึกษารูปแบบและทางเลือกทางด้านเทคนิคที่เหมาะสมของการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้เองด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน พบว่า ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ให้เอียงทำมุมกับพื้นระนาบ 15 องศา และให้แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์หันหน้าไปทางทิศใต้ซึ่งเป็นตำแหน่งที่จะทำให้เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดเฉลี่ยต่อวันมากที่สุด แผงเซลล์แสงอาทิตย์ควรติดตั้งในที่โล่ง ไม่ถูกบดบังจากเงาของต้นไม้หรือสิ่งก่อสร้างใดๆ เมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกแสงอาทิตย์ก็จะทำการผลิตไฟฟ้าทันที จะผลิตได้มากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับปริมาณและความเข้มของแสง

ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ (1) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที และ (2) กรณีที่ผู้ติดตั้งมี

ความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกรวม (Poly Crystalline) เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกรวมมีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึงใช้ประมาณซิลิคอนในการผลิตน้อยกว่าชนิดอื่น มีประสิทธิภาพในการใช้งานในที่อุณหภูมิสูงและมีราคาถูกลงกว่าซึ่งดีกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยว และมีความเหมาะสมในการติดตั้งบนหลังคาบ้านมากกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง

โดยระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย สำหรับกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที จะเลือกกระบวนการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบระบบต่อเชื่อมกับสายส่ง (Grid-connected หรือ On Grid) เนื่องจากการติดตั้งมีราคาถูก และสามารถใช้ไฟฟ้าร่วมกันระหว่างไฟฟ้าจากการไฟฟ้าและเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งในส่วนกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ จะเลือกกระบวนการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบระบบต่อเชื่อมกับสายส่ง ที่มีแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานสำรอง (Grid-connected & Battery Back Up หรือ Hybrid System) เนื่องจากสามารถทำงานได้ทั้งสองระบบ โดยสามารถเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้าได้ตามสถานการณ์ ถ้าหากไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเกิดความขัดข้องก็ยังสามารถใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ได้ และระบบ Hybrid สามารถเป็นได้ทั้งระบบประหยัดพลังงาน และสำรองไฟ

การศึกษาความคุ้มค่าทางการเงิน

จากการศึกษาความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุนติดตั้งระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้เอง ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน เป็นการประมาณการผลตอบแทนที่เกิดจากการประหยัดต้นทุนในการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อทดแทนการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมาใช้ ซึ่งคำนวณจากอัตราค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 เป็นต้นไป โดยการศึกษาในครั้งนี้คำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่อัตรา 4.4217 บาทต่อหน่วย และใช้อัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) เท่ากับ 0.33 บาทต่อหน่วย โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยของอัตราค่าใช้ไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) ตั้งแต่ปี 2556 ถึงปี 2559 โดยโครงการมีระยะเวลา 25 ปี โดยมีผลตอบแทนของโครงการตามขนาดกำลังการผลิตต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลตอบแทนของโครงการตามขนาดกำลังการผลิตต่างๆ

หน่วย: บาท

ขนาดการติดตั้ง	ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที		สำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่	
	รายได้ปีที่ 1	รายได้ปีที่ 2-25	รายได้ปีที่ 1	รายได้ปีที่ 2-25
2,000 watt	13,588	14,849	13,588	14,849
2,500 watt	16,985	18,562	16,985	18,562
3,000 watt	20,382	22,274	20,382	22,274
3,500 watt	23,779	25,986	23,779	25,986

ที่มา: จากการคำนวณ

สำหรับการประมาณการต้นทุน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ต้นทุนในการลงทุน และต้นทุนในการดำเนินงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ (1) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที และ (2) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ ซึ่งขนาดกำลังการผลิต 2,000 วัตต์ ในกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันทีมีต้นทุนในการดำเนินงานมากกว่ากรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ เนื่องจากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีราคาที่สูงกว่า แต่ขนาดกำลังการผลิต 3,500 วัตต์ ในกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันทีมีต้นทุนในการดำเนินงานน้อยกว่ากรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ เนื่องจากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีราคาที่ต่ำกว่า ซึ่งสามารถแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ต้นทุนในการลงทุนและต้นทุนในการดำเนินงานของโครงการตามขนาดกำลังการผลิต

หน่วย: บาท

ขนาดการติดตั้ง	ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที		สำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่	
	ต้นทุนในการลงทุน	ต้นทุนในการดำเนินงาน	ต้นทุนในการลงทุน	ต้นทุนในการดำเนินงาน
2,000 watt	100,000	85,833	130,000	81,633
2,500 watt	120,000	99,833	180,000	99,833
3,000 watt	140,000	99,833	230,000	99,833
3,500 watt	140,000	117,833	280,000	143,833

ที่มา: จากการคำนวณ

การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดคือ อายุโครงการ 25 ปี โดยต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นไปตามข้อกำหนดในแต่ละขนาดของการติดตั้ง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ (1) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที ขนาดกำลังการผลิต 2,000 วัตต์ 2,500 วัตต์ 3,000 วัตต์ และ 3,500 วัตต์ โดยผลการศึกษาพบว่า มีความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่ามากกว่าศูนย์ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้วมีค่ามากกว่าต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และดัชนีความสามารถทำกำไรมีค่ามากกว่าหนึ่ง และ (2) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในอนาคต ขนาดกำลังการผลิต 2,000 วัตต์ 2,500 วัตต์ และ 3,000 วัตต์ โดยผลการศึกษาพบว่า มีความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่ามากกว่าศูนย์ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้วมีค่ามากกว่าต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และดัชนีความสามารถทำกำไรมีค่ามากกว่าหนึ่งซึ่งในขณะที่ผลการศึกษาพบว่า ขนาดกำลังการผลิต 3,500 วัตต์ ไม่คุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่าศูนย์ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้วมีค่าน้อยกว่าต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และดัชนีความสามารถทำกำไรมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปผลการศึกษาของขนาดการติดตั้งต่างๆ

	2,000 watt	2,500 watt	3,000 watt	3,500 watt
ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที				
NPV	48,327	69,706	96,824	136,563
IRR	10.93%	11.89%	12.85%	15.52%
MIRR	7.64%	7.88%	8.21%	8.81%
PI	1.48	1.48	1.69	1.98
ผลการตัดสินใจ	ลงทุน	ลงทุน	ลงทุน	ลงทุน
สำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่				
NPV	20,049	9,706	6,824	-14,096
IRR	7.64%	6.60%	6.33%	5.44%
MIRR	6.61%	6.22%	6.13%	5.80%
PI	1.15	1.05	1.03	0.95
ผลการตัดสินใจ	ลงทุน	ลงทุน	ลงทุน	ไม่ลงทุน

ที่มา: จากการคำนวณ

การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของโครงการ

การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนเป็นการพิจารณาว่าตัวแปรที่สำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อโครงการลงทุน จะสามารถเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ไม่พึงประสงค์ได้มากน้อยเพียงใด โดยการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงาน (SVT OC) จะเป็นการทดสอบว่าต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นมากที่สุดได้เท่ากับร้อยละเท่าไรก่อนที่จะทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ และการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านผลตอบแทน (SVT B) จะเป็นการทดสอบว่าผลตอบแทนสามารถลดลงมากที่สุดได้เท่ากับร้อยละเท่าไรก่อนที่จะทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ (1) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที และ (2) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปผลการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน

ขนาดการติดตั้ง	ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที		สำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่	
	SVT B	SVT OC	SVT B	SVT OC
2,000 watt	25.64%	120.38%	10.64%	52.18%
2,500 watt	29.59%	151.91%	4.12%	21.15%
3,000 watt	34.25%	211.01%	2.41%	14.87%
3,500 watt	41.40%	256.38%	-4.27%	-22.05%

ที่มา: จากการคำนวณ

โดยผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนกรณีของผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที ขนาดกำลังการผลิต 2,000 วัตต์ ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงาน เท่ากับ ร้อยละ 120.38 หมายความว่า ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นจาก 2,000 บาทต่อปี เป็น 4407.55 บาทต่อปี ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านผลตอบแทนเท่ากับ ร้อยละ 25.64 หมายความว่า ผลตอบแทนสามารถลดลงจาก 14,849 บาทต่อปี เป็น 11,041.52 บาทต่อปี โดยที่โครงการนี้ก็ยังจะมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ ของโครงการมีค่าคงที่ขนาดกำลังการผลิต 2,500 วัตต์ ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงานเท่ากับ ร้อยละ 151.91 หมายความว่า ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นจาก 2,000 บาทต่อปี เป็น 5,038.24 บาทต่อปี ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านผลตอบแทนเท่ากับ ร้อยละ 29.59 หมายความว่า ผลตอบแทนสามารถลดลงจาก 18,562 บาทต่อปี เป็น 13,069.72 บาทต่อปี โดยที่โครงการนี้ก็ยังจะมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ ของโครงการมีค่าคงที่ขนาดกำลังการผลิต 3,000 วัตต์ ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงานเท่ากับ ร้อยละ 211.01 หมายความว่า ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นจาก 2,000 บาทต่อปี เป็น 6,220.23 บาทต่อปี ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านผลตอบแทนเท่ากับ ร้อยละ 34.25 หมายความว่า ผลตอบแทนสามารถลดลงจาก 22,274 บาทต่อปี เป็น 14,645.47 บาทต่อปี โดยที่โครงการนี้ก็ยังจะมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ ของโครงการมีค่าคงที่และขนาดกำลังการผลิต 3,500 วัตต์ ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงานเท่ากับ ร้อยละ 256.38 หมายความว่า ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นจาก 2,000 บาทต่อปี เป็น 7,127.67 บาทต่อปี ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านผลตอบแทนเท่ากับ ร้อยละ 41.40 หมายความว่า ผลตอบแทน

สามารถลดลงจาก 25,986 บาทต่อปี เป็น 15,226.87 บาทต่อปี โดยที่โครงการนี้ก็ยังคงมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ ของโครงการมีค่าคงที่

ในขณะที่ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ ขนาดกำลังการผลิต 2,000 วัตต์ ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงานเท่ากับ ร้อยละ 52.18 หมายความว่า ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นจาก 2,000 บาทต่อปี เป็น 3043.56 บาทต่อปี ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านผลตอบแทนเท่ากับ ร้อยละ 10.64 หมายความว่า ผลตอบแทนสามารถลดลงจาก 14,849 บาทต่อปี เป็น 13,269.73 บาทต่อปี โดยที่โครงการนี้ก็ยังคงมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ ของโครงการมีค่าคงที่ ขนาดกำลังการผลิต 2,500 วัตต์ ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงานเท่ากับ ร้อยละ 21.15 หมายความว่า ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นจาก 2,000 บาทต่อปี เป็น 2,423.05 บาทต่อปี ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านผลตอบแทนเท่ากับ ร้อยละ 4.12 หมายความว่า ผลตอบแทนสามารถลดลงจาก 18,562 บาทต่อปี เป็น 17,769.96 บาทต่อปี โดยที่โครงการนี้ก็ยังคงมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ ของโครงการมีค่าคงที่ ขนาดกำลังการผลิต 3,000 วัตต์ ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงานเท่ากับ ร้อยละ 14.87 หมายความว่า ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นจาก 2,000 บาทต่อปี เป็น 2,297.45 บาทต่อปี ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านผลตอบแทนเท่ากับ ร้อยละ 2.41 หมายความว่า ผลตอบแทนสามารถลดลงจาก 22,274 บาทต่อปี เป็น 21,736.34 บาทต่อปี โดยที่โครงการนี้ก็ยังคงมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ ของโครงการมีค่าคงที่ และขนาดกำลังการผลิต 3,500 วัตต์ ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงานเท่ากับ ร้อยละ -22.05 หมายความว่า ต้นทุนในการดำเนินงานไม่สามารถมีค่ามากกว่า 1,558.98 บาทต่อปีได้ ถ้าหากต้องการให้โครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ ของโครงการมีค่าคงที่ ผลจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านผลตอบแทนเท่ากับ ร้อยละ -4.27 หมายความว่า ผลตอบแทนไม่สามารถมีค่าน้อยกว่า 27,096.92 บาทต่อปีได้ ถ้าหากต้องการให้โครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ ของโครงการมีค่าคงที่

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวเป็นการพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของโครงการ โดยการกำหนดตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความไวของ NPV หรือ IRR มากที่สุด โดยการทดสอบว่าถ้าตัวแปรเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลกระทบต่อ NPV หรือ IRR อย่างไรบ้าง จะทำให้ผู้วิเคราะห์โครงการไม่หวังผลความสำเร็จของโครงการสูงไป และลดความเสี่ยงของโครงการที่อาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรบางตัว ซึ่งในการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ (1) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที และ (2) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ขนาดกำลังการผลิต ที่ติดตั้ง	การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (จะลงทุนก็ต่อเมื่อมีการใช้ไฟไม่ต่ำกว่า)	
	ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที	สำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่
2,000 watt	1,500 watt	1,800 watt
2,500 watt	1,800 watt	2,400 watt
3,000 watt	2,000 watt	3,000 watt
3,500 watt	2,100 watt	ไม่ลงทุน

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหว พบว่า กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที ขนาดกำลังการผลิต 2,000 วัตต์ ผู้ติดตั้งจะลงทุนก็ต่อเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 1,500 วัตต์ ขนาดกำลังการผลิต 2,500 วัตต์ ผู้ติดตั้งจะลงทุนก็ต่อเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 1,800 วัตต์ ขนาดกำลังการผลิต 3,000 วัตต์ ผู้ติดตั้งจะลงทุนก็ต่อเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 2,000 วัตต์ และขนาดกำลังการผลิต 3,500 วัตต์ ผู้ติดตั้งจะลงทุนก็ต่อเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 2,100 วัตต์ ในขณะที่กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ ขนาดกำลังการผลิต 2,000 วัตต์ ผู้ติดตั้งจะลงทุนก็ต่อเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 1,800 วัตต์ ขนาดกำลังการผลิต 2,500 วัตต์ ผู้ติดตั้งจะลงทุนก็ต่อเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 2,400 วัตต์ ขนาดกำลังการผลิต 3,000 วัตต์ ผู้ติดตั้งจะลงทุนก็ต่อเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 3,000 วัตต์ และขนาดกำลังการผลิต 3,500 วัตต์ จะไม่ลงทุนเนื่องจากไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาคือความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย ซึ่งในการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ (1) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที และ (2) กรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ ถ้าหากพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่าในแต่ละกรณีจะแบ่งตามพฤติกรรมของผู้บริโภค ซึ่งในกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที จะแสดงถึงพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีเวลาส่วนใหญ่อยู่บ้านในเวลากลางวัน แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ จะแสดงถึงพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีเวลาส่วนน้อยในการอยู่บ้านช่วงเวลากลางวัน

ในกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที จะต้องทำการพิจารณาถึงพฤติกรรมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อวันว่ามีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดบ้าง ใช้เป็นระยะเวลาเท่าไร ซึ่งจะใช้ไฟฟ้าทั้งหมดก็

หน่วยต่อวัน เพื่อที่จะทำให้ผู้ติดตั้งสามารถเลือกได้ว่า ถ้าหากมีการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เองด้วย เซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านนั้นควรจะเลือกติดตั้งที่ขนาดกำลังการผลิตใดเพื่อให้เพียงพอกับความ ต้องการของผู้บริโภค โดยพิจารณาถึงต้นทุนและผลตอบแทนจากการติดตั้งดังกล่าว ซึ่งถ้าหากพิจารณา ขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมในกรณีผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันทีเมื่อเปรียบเทียบกับ พลังงานที่ผลิตได้ และพลังงานไฟฟ้าที่ควรใช้แล้วก็จะสามารถหาขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมในการ ลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านได้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมในกรณีผู้ติดตั้งมีความต้องการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ทันที

ขนาดกำลังการผลิต	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (หน่วย/เดือน)	จะลงทุนกี่ต่อเมื่อ ใช้ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	พลังงานไฟฟ้าควรใช้ ไม่ต่ำกว่า (หน่วย/เดือน)
2,000 watt	243	1,500 watt	183
2,500 watt	304	1,800 watt	219
3,000 watt	365	2,000 watt	243
3,500 watt	426	2,100 watt	256

ที่มา: จากการคำนวณ

ในกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ จะต้องทำการพิจารณาถึง พฤติกรรมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อวันว่ามีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดบ้าง ใช้เป็นระยะเวลาเท่าไร ซึ่งจะใช้ ไฟฟ้าทั้งหมดกี่หน่วยต่อวัน เพื่อที่จะทำให้ผู้ติดตั้งสามารถเลือกได้ว่า ถ้าหากมีการติดตั้งระบบการผลิต ไฟฟ้าใช้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านนั้นควรจะเลือกติดตั้งที่ขนาดกำลังการผลิตใดเพื่อให้ เพียงพอกับความ ต้องการของผู้บริโภค โดยพิจารณาถึงต้นทุนและผลตอบแทนจากการติดตั้งดังกล่าว ซึ่ง ถ้าหากพิจารณาขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมในกรณีที่ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ใน แบตเตอรี่เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานที่ผลิตได้ และพลังงานไฟฟ้าที่ควรใช้แล้วก็จะสามารถหาขนาดกำลัง การผลิตที่เหมาะสมในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าใช้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านได้ ซึ่ง สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมในกรณีนี้ผู้ติดตั้งมีความต้องการในการสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่

ขนาดกำลังการผลิต	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (หน่วย/เดือน)	จะลงทุนกี่ต่อเมื่อ ใช้ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	พลังงานไฟฟ้าควรใช้ ไม่ต่ำกว่า (หน่วย/เดือน)
2,000 watt	243	1,800 watt	219
2,500 watt	304	2,400 watt	243
3,000 watt	365	3,000 watt	365
3,500 watt	426	ไม่ลงทุน	ไม่ลงทุน

ที่มา: จากการคำนวณ

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2555). *สถานภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2559, จาก http://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=42060
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2557). *เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2559, จาก http://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=804
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2559). *การผลิตและซื้อพลังงานไฟฟ้า*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2559, จาก http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=81&Itemid=116
- ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ. (2544). *การวิเคราะห์โครงการและตัดสินใจลงทุน*. นนทบุรี: เอพ พี เอ็ม คอนซัลแตนท์.
- ดวงใจ จินานุรักษ์ และ พิษณุวัฒน์ ทวีวัฒน์. (2557). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลจากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี*. *วารสารเศรษฐศาสตร์และกลยุทธ์การจัดการ*, 1(2), 43-51.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2560). *อัตราดอกเบี้ยในตลาดเงิน (2548-ปัจจุบัน)*. สืบค้นเมื่อ 6 มกราคม 2560, จาก <http://www2.bot.or.th/statistics/ReportPage.aspx?reportID=223>
- สงกรานต์ สังขรัตน์. (2558). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านในประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2557). *จุดเปลี่ยนอุตสาหกรรมในวิกฤตพลังงาน: Feed in Tariff*. สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2559, จาก <http://www.iie.or.th/iie2014/images/postdoc/files/>
- สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2557). *Feed-in tariff หรือ FIT คือ?* สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2559, จาก http://portal2.erc.or.th/faqs/index.php?solution_id=1081
- _____. (2560). *อัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Fi)*. สืบค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2560, จาก <http://www.erc.or.th/ERCWeb2/Front/StatisticPage>
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558). *นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ Feed-in Tariff*. สืบค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2559, จาก http://www2.eppo.go.th/power/fit-seminar/FIT_2558.pdf
- สุพัตรา ชัยไธสง. (2549). *รอบรู้เรื่องเซลล์แสงอาทิตย์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์.
- _____. (2549). *เซลล์แสงอาทิตย์ไทย*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์.
- หฤทัย มีนะพันธุ์. (2550). *หลักการวิเคราะห์โครงการ: ทฤษฎีและวิธีปฏิบัติเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ*. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.
- Brigham, E.F. and Ehrhardt, M.C. (2014). *Financial Management: Theory and Practice* (Asia 14th ed.). Singapore: South-Western
- Lin, S.A. (1976). The Modified Rate of Return and Investment Criterion. *The Engineering Economist*, 21(4), 237-247.