

การศึกษาการตรวจพิสูจน์ผลประหยัดของโครงการอาคารที่มี การใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ในประเทศไทย

A STUDY OF MEASUREMENT AND VERIFICATION ON THE NET ZERO ENERGY BUILDING PROJECTS IN THAILAND

ครุณี ปัญญา¹
รศ.ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการประเมินผล โครงการอาคารที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Energy Building: NZEB) ในประเทศไทย โดยการตรวจพิสูจน์ทวนสอบ เพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหา และ อุปสรรค และ เสนอ แนวทาง การ พัฒนา NZEB ในการศึกษาครั้งนี้ได้นิยามความหมายของ NZEB หมายถึง อาคารที่สามารถจัดหาพลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนได้อย่างน้อยเท่ากับพลังงานที่ถูกใช้ในอาคารภายใน 1 ปี และมีการเชื่อมต่อบริเวณไฟฟ้าเข้ากับระบบสายส่งไฟฟ้า (On-Grid) ทั้งนี้ ในการประเมินใช้มาตรฐานการตรวจพิสูจน์ผลประหยัดในระดับสากล (International Performance Measurement and Verification Protocol: IPMVP) โดยมีอาคารกรณีศึกษาจำนวน 4 แห่ง ผลการศึกษาพบว่า (1) อาคารสำนักงานของกองสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ (2) อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาประมง บ่อสปีไร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทั้งสองแห่งสามารถจัดหาไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เองอย่างเพียงพอต่อการจึงเป็น NZEB ส่วน (3) อาคารโครงการบ้านฝั่เลื้อ จังหวัดเชียงใหม่ สามารถจัดหาไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เองได้อย่างเพียงพอ โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้าเลย เป็นไปตามนิยามการเป็นอาคารที่มีการใช้พลังงานเป็นศูนย์ (Zero Energy Building: ZEB) และ (4) อาคารธนพิพัฒน์ บริษัท ธนารักษ์พัฒนาสินทรัพย์ จำกัด จัดหาพลังงานใช้เองได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ยังต้องซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงมาใช้ จึงไม่เป็น NZEB ข้อเสนอแนะจากการศึกษานี้ คือ อาคารใดที่จะพัฒนาให้เป็น NZEB ควรประกอบไปด้วยอาคารหลาย ๆ หลัง และจะต้องติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง ถ้าเป็น

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

² ที่ปรึกษาการศึกษาารายบุคคลหลัก

ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จะต้องมีความที่ผลิตไฟฟ้าเพื่อไว้สำหรับที่จะใช้ตอนกลางวัน โดยไฟฟ้าที่ผลิตได้มากกว่าความต้องการใช้ในตอนกลางวัน ก็ส่งไปให้อาคารอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้เคียง หรือติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บพลังงานไว้ใช้ในตอนที่ไม่สามารถจัดหาพลังงานไฟฟ้าได้

ABSTRACT

This study aims to evaluate Net Zero Energy Building (NZEB) projects in Thailand by verification to analyze problems and obstacles. In this study, NZEB was defined as a building capable of supplying energy from renewable energy sources at least equal to the energy used in the building within one year and having electrical connections to the grid (On- Grid). In this regard, the assessment uses internationally accepted economic verification standards. (International Performance Measurement and Verification Protocol: IPMVP) with four case study buildings. The study found that (1) office buildings of the Corporate Communications Division, Khon Kaen University; and (2) Fisheries Natural Science Museum Building, Bo Sip Rai, Kasetsart University. Both sites can supply enough solar power for their own needs, hence the NZEB. (3) Phi Suea House Project, Chiang Mai Province able to supply enough electricity from solar energy for self-use without having to connect to the power grid at all. It complies with the definition of being a building with zero energy consumption (Zero Energy Building: ZEB) and (4) Thanapipat Building, Tanarak Development Asset Company Limited. The supply of energy for personal use is insufficient to meet the demand. You still have to buy electricity from the Metropolitan Electricity Authority, so it is not an NZEB The recommendation from this study is that any building to be developed into an NZEB should consist of multiple buildings, and a renewable power generation system must be installed to meet the 24-hour demand for electricity. If the system generates electricity from solar energy, there must be a size that produces electricity for use at night. The electricity produced is more than the demand for use during the day. It was sent to other buildings nearby. Or install energy storage devices for use when it is unable to produce electricity.

1. บทนำ

ประเทศไทยเริ่มมีหลาย ๆ อาคารทำการออกแบบอาคารให้เป็น Net Zero Energy Building (NZEB) บางอาคารอยู่ในขั้นตอนการออกแบบ บางอาคารอยู่ระหว่างการก่อสร้าง ปัจจุบันมีอย่างน้อย 4 อาคารที่ปรับปรุงแล้วเสร็จและใช้งานแล้ว ซึ่งเป็นอาคารกรณีศึกษาในการศึกษาในครั้งนี้ คือ 1. อาคารสำนักงานของกองสื่อสารองค์กรมหาวิทยาลัยขอนแก่น 2. พิพิธภัณฑ์ประมง บ่อสิบไร่ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 3. โครงการบ้านผีเสื้อ จังหวัดเชียงใหม่ และ 4. อาคารธนพิพัฒน์ บริษัท ธนารักษ์พัฒนาสินทรัพย์ จำกัด แต่ยังไม่มีความชัดเจนใด ๆ ที่ทำการติดตามประเมินผลการใช้งานอาคารเหล่านี้ ว่าเป็น NZEB จริงหรือไม่ ผู้วิจัยจึงจะทำการศึกษาค้นคว้าพิสูจน์ผลประสิทธิผลของโครงการอาคารที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ในประเทศไทย โดยศึกษา 4 โครงการข้างต้น ว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ จากผลการจัดหาพลังงานได้เท่าใด เทียบกับพลังงานทั้งหมดที่ต้องการใช้เพียงพอหรือไม่ ในการศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการประเมินโครงการโดยใช้มาตรฐานการตรวจพิสูจน์ผลประสิทธิผลในระดับสากล International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP) รวมทั้ง ทำการวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่มีอยู่ และเสนอแนะแนวทางการพัฒนา NZEB ในประเทศไทย เพื่อความยั่งยืนต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

2.1 เพื่อทำการประเมินผลโดยการตรวจพิสูจน์และทวนสอบโครงการอาคารที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ในประเทศไทย

2.2 เพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรค และเสนอแนะแนวทางการพัฒนาอาคารที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

3. ขอบเขตของงานวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา งานวิจัยนี้ เน้นการศึกษาค้นคว้าพิสูจน์ผลประสิทธิผลของโครงการอาคารที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ในประเทศไทย ที่ดำเนินการออกแบบ ก่อสร้างหรือปรับปรุงแล้วเสร็จ และได้เปิดใช้งานมาระยะหนึ่งแล้วเท่านั้น

3.2 ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง จากการค้นคว้าข้อมูลพบว่ามีอาคารที่ระบุว่าเป็นอาคารที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ที่ทำการปรับปรุงแล้วเสร็จ และเริ่มใช้งานอาคารดังกล่าวแล้ว ซึ่งจะนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย ครั้งนี้ จำนวน 4 แห่ง ดังต่อไปนี้

- อาคารสำนักงานของกองสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- พิพิธภัณฑ์ประมง บ่อสิบไร่ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- โครงการบ้านผีเสื้อ จังหวัดเชียงใหม่
- อาคารธนพิพัฒน์ บริษัท ธนารักษ์พัฒนาสินทรัพย์ จำกัด

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ทำให้ทราบสถานภาพของ NZEB ของประเทศไทย

4.2 ทำให้ทราบผลการใช้งาน ผลการจัดหาพลังงานได้เท่าใด เทียบกับพลังงานทั้งหมดที่ต้องการใช้ เพียงพอหรือไม่

4.3 ทำให้ทราบผลการวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคของโครงการ และให้ข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อจะได้สามารถพัฒนาให้มี NZEB ในประเทศไทย เพิ่มมากขึ้น

5. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ความหมายของอาคารที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า Zero Energy Building (ZEB) คือ อาคารที่มีผลรวมการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานเทียบกับพลังงานที่จัดหาได้เองจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ทั้งในและนอกสถานที่ตั้ง และมีการปล่อยคาร์บอน รวมเป็นศูนย์ต่อปี โดย ZEB มักหมายถึงอาคารที่เป็นอิสระจากระบบพลังงาน (Off-Grid) โดยสามารถจัดหาพลังงานด้วยตนเองอย่างเพียงพอ ไม่ต้องพึ่งพิงการนำพลังงานจากภายนอกเข้าสู่ระบบของอาคาร สำหรับความหมายของ NZEB หมายถึง อาคารที่สามารถจัดหาพลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนได้อย่างน้อยเท่ากับพลังงานที่ถูกใช้ในอาคาร และมีการเชื่อมระบบด้านพลังงานเข้ากับกริดในระดับที่ใหญ่กว่า (On-Grid) โดยใช้พลังงานรวมทั้งหมดเป็นศูนย์ต่อหนึ่งช่วงเวลา ซึ่งโดยทั่วไปใช้ระยะเวลา 1 ปี เป็นเกณฑ์ในการคิด หรือสามารถจ่ายพลังงานกลับคืนสู่ระบบได้ ซึ่งอาคารประเภทนี้เป็นเป้าหมายที่องค์กรด้านพัฒนาอาคารเขียวพยายามมุ่งพัฒนาให้เกิดขึ้น ทั้ง Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) และ Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) เป็นต้น

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประพัทธ์ ชื่นชุมศรี (2560) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงอาคารที่ทำการสถานีไฟฟ้าแรงสูง อุบลราชธานี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยสู่การใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ ซึ่งพบว่าทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด คือ ใช้มาตรการเปลี่ยนวัสดุกระจก มาตรการลดขนาดหน้าต่างร้อยละ 25 มาตรการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร และมาตรการจัดหาพลังงานด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจากมาตรการทั้งหมดทำให้มีค่า OTTV ลดลงเป็น 30.168 W/m^2 RTTV เท่ากับ 6.018 W/m^2 Lighting Power Density เท่ากับ 6.697 W/m^2 และค่าพลังงานรวมที่ใช้ตลอดปี $82,195.43 \text{ kWh/year}$ ค่าพลังงานรวมที่จัดหาได้ $82,555.55 \text{ kWh/year}$ ซึ่งทำให้การใช้พลังงานเป็นบวก คือ สามารถจัดหาพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าที่ใช้ เท่ากับ 360.12 kWh/year งบประมาณลงทุนประมาณ 7,701,066.15 บาท และมีค่าระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลดที่ 28 ปี

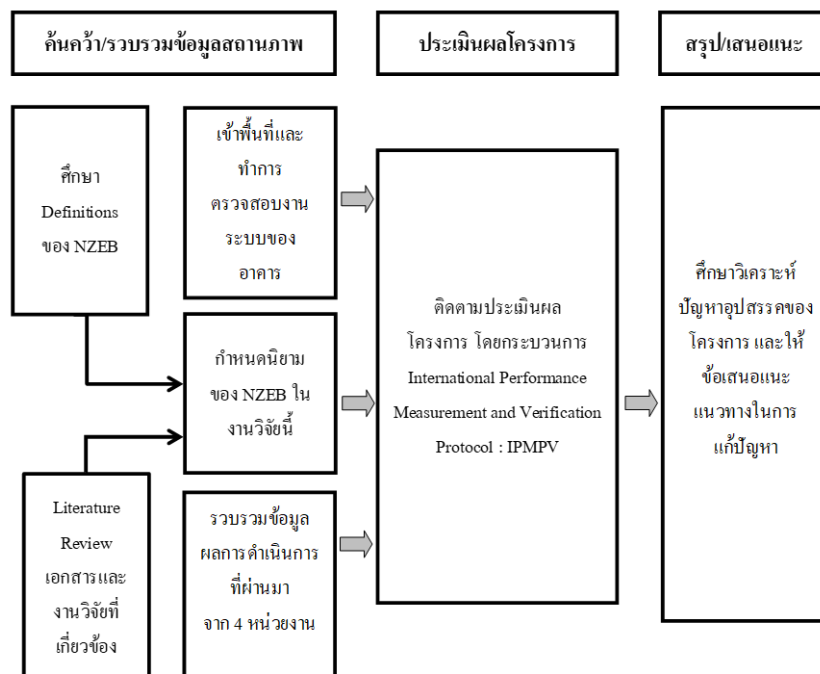
ชนิกานต์ ยิ้มประยูร (2559) ได้ศึกษา ZEB คือ อาคารที่ออกแบบให้ใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร มีการประหยัดพลังงานในระบบต่าง ๆ และมีการจัดหาพลังงานได้เท่ากับ หรือมากกว่าพลังงานที่ใช้ในอาคาร บทความนี้สำรวจแนวทางที่สามารถใช้ในการออกแบบอาคารใช้พลังงานเป็นศูนย์สำหรับประเทศไทยและแสดงให้เห็นว่า การออกแบบอาคารประเภทนี้มีความเป็นไปได้ใน อาคารขนาดใหญ่ทั่วไปด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันและมีความคุ้มค่าในการลงทุน พร้อมทั้งนำเสนอทิศทางการวิจัยที่ต้องการเพิ่มเติมสำหรับการออกแบบอาคารใช้พลังงานเป็นศูนย์ในภูมิภาคอื่นขึ้นในอนาคต

พันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์ (2562) ได้ศึกษาการกำหนดค่าประสิทธิภาพพลังงานของ ZEB กระทรวงพลังงานได้กำหนดประสิทธิภาพของอาคาร ZEB ใน 2 รูปแบบ คือ ในรูปแบบค่าประสิทธิภาพรวมของทั้ง อาคาร โดยใช้ค่า Energy Use Index (EUI) และในรูปแบบค่าประสิทธิภาพรายระบบ ประกอบด้วย 1. ระบบ กรอบอาคาร ใช้ค่า OTTV และ RTTV 2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ใช้ค่า LPD 3. ระบบปรับอากาศ ใช้ค่า COP การศึกษานี้ ทำการเปรียบเทียบค่า EUI ของอาคาร ZEB ระหว่างของประเทศไทยกับมาตรฐาน และอาคาร กรณีศึกษาในต่างประเทศ

วงศิยา อนุศักดิ์กุล และพันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์ (2559) ได้ศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคาร สำนักงานภาครัฐในประเทศไทยให้เป็น NZEB การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินว่า อาคารสำนักงาน ภาครัฐที่สร้างตามแบบมาตรฐานต่าง ๆ ในปัจจุบัน จะสามารถพัฒนาเป็นอาคาร NZEB ได้หรือไม่ หากยังคง รูปลักษณะและสัดส่วนอาคารแบบเดิม โดยการนำแบบมาตรฐานอาคารสำนักงานภาครัฐ 3 รูปแบบ ตั้งแต่ ขนาดน้อยกว่า 2,000 m² ขนาด 2,000-10,000 m² และขนาดมากกว่า 10,000 m² มาศึกษาการใช้พลังงานและ เสนอวิธีการลดการใช้พลังงาน เพื่อเปรียบเทียบระหว่างความต้องการใช้พลังงานรวมทั้งอาคารกับความสามารถ ในการผลิตพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนพื้นที่หลังคาที่มีอยู่อย่างจำกัด

กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข (2558) ได้ทำโครงการ การศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการสร้างอาคารสถานบริการสุขภาพภาครัฐต้นแบบที่ใช้พลังงานรวมเท่ากับ ศูนย์ ซึ่งการศึกษาเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อกำหนดแนวทางการสร้างอาคารสถานบริการสุขภาพ ภาครัฐต้นแบบที่ใช้พลังงานรวมเท่ากับศูนย์ในประเทศไทย ตามแนวคิด อาคารที่ใช้พลังงานรวมเท่ากับศูนย์

6. วิธีดำเนินงานวิจัย



1. ศึกษาคำจำกัดความของ ZEB และ NZEB

โดยทำการศึกษาค้นคว้าจากทั้งต่างประเทศและในประเทศ

2. Literature Review เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาค้นคว้าทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลงานศึกษาที่ผ่านมา นำมาใช้ประกอบงานศึกษาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. กำหนดนิยามของ ZEB และ NZEB ของงานวิจัยเล่มนี้

ทำการกำหนดนิยามของ ZEB และ NZEB ของงานวิจัยเล่มนี้

4. รวบรวมข้อมูลจากผลการดำเนินการโครงการที่ผ่านมา

โดยการเข้าพื้นที่และทำการตรวจสอบงานระบบของอาคาร จัดเก็บข้อมูลผลการจัดหาและใช้พลังงานของอาคาร เพื่อนำมาวิเคราะห์ประเมินโครงการ

5. ประเมินผลการดำเนินการโครงการ โดยใช้กระบวนการ IPMPV

นำข้อมูลผลการจัดหาและใช้พลังงานของอาคารทั้ง 4 แห่ง มาทำการวิเคราะห์และประเมินผลว่าอาคารแต่ละแห่งเป็น NZEB หรือไม่อย่างไร

6. วิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรค และเสนอแนวทางการพัฒนาต่อไป

ภายหลังทราบผลการประเมินโครงการว่าเป็น NZEB หรือไม่อย่างไรแล้ว จะทำการวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่มีอยู่ และเสนอแนวทางการพัฒนา NZEB ในประเทศไทย เพื่อขยายให้มากยิ่งขึ้นอย่างยั่งยืนต่อไป

7. ผลการศึกษา

7.1 อาคารสำนักงานของกองสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อาคารสำนักงานกองสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยขอนแก่น เดิมมีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 98.60 kWh/day หรือ 35,987.70 kWh/year หลังการปรับปรุง ทำการเก็บข้อมูล ระหว่างวันที่ 10 - 24 ธันวาคม 2556 พบว่าอาคารดังกล่าวมีการใช้พลังงานเฉลี่ยลดลงเหลือ 39.53 kWh/day หรือ 14,428.45 kWh/year อาคารได้ติดตั้งระบบผลิตพลังงานใช้เองจากแสงอาทิตย์ ขนาด 20 kWp ผลิตพลังงานเฉลี่ย 84.67 kWh/day หรือ 30,904.55 kWh/year ผลการผลิตพลังงานใช้เองจากแสงอาทิตย์ มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานของอาคาร และยังมีพลังงานส่วนที่เหลือ ส่งไปให้อาคารในบริเวณใกล้เคียงได้ใช้ด้วย การประเมินโครงการตามมาตรฐาน IPMVP ทางเลือกที่ 1 ติดตั้งเครื่องมือวัดในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แล้วประเมินการใช้พลังงานของอาคารสำนักงานกองสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าการใช้พลังงานหมุนเวียนจากระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ ตั้งแต่ปี 2557 ถึงปี 2564 พบว่ามีปริมาณการผลิตพลังงานเฉลี่ยปีละ 19,033 kWh ต่ำกว่าที่ออกแบบและประมาณการไว้แต่ยังมากกว่าความต้องการใช้พลังงานของอาคาร และยังมีพลังงานส่วนที่เหลือ ส่งไปให้อาคารในบริเวณใกล้เคียงได้ใช้ด้วย

7.2 พิพิธภัณฑสถานชาติวิทยาประมง บ่อสิบไร่ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร พิพิธภัณฑสถานชาติวิทยาประมง บ่อสิบไร่ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยวันละประมาณ 100 kWh คิดเป็นเดือนละประมาณ 3,150 kWh โดยจากสถิติมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนละ 4,694 kWh ต่ำสุด 2,324 kWh ทั้งนี้ จากการเก็บข้อมูลอาคารหลังนี้มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 37,782 kWh/year จากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนทุ่นลอยน้ำ ขนาด 39.6 kWp สามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยวันละ 126 kWh คิดเป็นเดือนละ 3,780 kWh หรือ 45,990 kWh/year ผลการจัดหาพลังงานใช้เองจากแสงอาทิตย์ มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานของอาคาร และยังมีพลังงานส่วนที่เหลือ ส่งไปให้อาคารในบริเวณใกล้เคียงได้ใช้ด้วย การประเมินโครงการตามมาตรฐาน IPMVP ทางเลือกที่ 3 ติดตั้งเครื่องมือวัดการใช้พลังงานของอาคารพิพิธภัณฑสถานชาติวิทยาประมง บ่อสิบไร่ พบว่ามีการใช้พลังงานเท่ากับ 37,782 kWh/year ในขณะที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 45,990/year ต่อปี สรุปผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารพิพิธภัณฑสถานชาติวิทยาประมง บ่อสิบไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อาคารหลังนี้สามารถผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ใช้เองเพียงพอต่อความต้องการ

7.3 โครงการบ้านผีเสื้อ จังหวัดเชียงใหม่

ผลการใช้ไฟฟ้าของโครงการบ้านผีเสื้อ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเดือนละประมาณ 6,000 kWh หรือวันละ 200 kWh โดยไฟฟ้าที่ใช้มาจากระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแบบ Off-Grid ไม่มีการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้า มีกำลังการผลิตติดตั้งรวม 86.07 kWp สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้วันละ 326.8 kWh ทั้งนี้ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าเฉพาะในเวลากลางวัน ดังนั้นในช่วงเวลากลางวันพลังงานไฟฟ้าที่เหลือจึงถูกนำไปประจุแบตเตอรี่เก็บไว้ รวมทั้งนำไปจ่ายให้กับเครื่อง อิเล็กทรอนิกส์เซอร์ ทำการแยกไฮโดรเจนจากน้ำเพื่อเก็บไฮโดรเจนไว้ใช้กับเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 4 kW ในเวลากลางคืน หากเซลล์เชื้อเพลิงจ่ายโหลดไม่เพียงพอระบบควบคุมจะสั่งการให้จ่ายกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ออกมาช่วยเซลล์เชื้อเพลิง การประเมินโครงการตามมาตรฐาน IPMVP ทางเลือกที่ 1 ของอาคารโครงการบ้านผีเสื้อ สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ในเวลากลางวันอย่างเพียงพอและเหลือนำไปประจุแบตเตอรี่และจ่ายให้กับเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ ทำการแยกไฮโดรเจนจากน้ำเพื่อเก็บไฮโดรเจนไว้ใช้กับเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 4 kW ในเวลากลางคืน ได้อย่างเพียงพอ

7.4 อาคารธนพิพัฒน์ บริษัท ธนารักษ์พัฒนาสินทรัพย์ จำกัด

ผลการใช้พลังงานของอาคารธนพิพัฒน์ ซึ่งเป็นอาคารที่ตั้งอยู่ในศูนย์ราชการฯ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสองแหล่ง ได้แก่ พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง (MEA) และใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ โดยได้ใช้ระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางของโครงการเพื่อทำความเย็นให้แก่อาคาร มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบปี 55 kW การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 371,000 kWh/year ประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า 48,084 kWh และพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ขนาด 125 kW จำนวน 175,540 kWh ซึ่งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์คิดเป็น 78% ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่อาคารต้องการ และสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ได้ 102.2 ton CO₂/year และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับระบบทำน้ำเย็นจากส่วนกลางจ่ายน้ำเย็นให้แก่อาคารด้วยปริมาณน้ำเย็น 204,974 ton/year ซึ่งสามารถคำนวณเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เพื่อผลิตน้ำเย็นดังกล่าวได้เป็น 147,377 kWh อ้างอิงจากประสิทธิภาพระบบทำน้ำเย็นของโครงการ 0.719 kW/Ton ตามการออกแบบ อาคารธนพิพัฒน์มีการใช้พลังงานหมุนเวียนจากแสงอาทิตย์ 47.1% ของพลังงานรวมทั้งหมดในอาคาร การประเมินโครงการ ตามมาตรฐาน IPMVP ทางเลือกที่ 1 ติดตั้งเครื่องมือวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารธนพิพัฒน์และประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าที่จะต้องใช้ในการปรับอากาศเนื่องจากการใช้ระบบทำน้ำเย็นจากส่วนกลาง ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วมีการใช้พลังงานเท่ากับ 371,000 kWh/year ในขณะที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 175,540 kWh/ปี

8. สรุปผลการวิจัย

8.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่า (1) อาคารสำนักงานของกองสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ (2) อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาประมง บ่อสืบไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทั้งสองแห่งสามารถจัดหาไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เองอย่างเพียงพอกับความต้องการจึงเป็น NZEB ส่วน (3) อาคารโครงการบ้านผีเสื้อ จังหวัดเชียงใหม่ สามารถจัดหาไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เองได้อย่างเพียงพอ โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้าเลย เป็น ZEB และ (4) อาคารธนพิพัฒน์ บริษัท ธารักษ์พัฒนาสินทรัพย์ จำกัด จัดหาพลังงานใช้เองได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ยังต้องซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงมาใช้ จึงไม่เป็น NZEB

8.2 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

ปัญหาอุปสรรคจากระเบียบข้อกำหนดการใช้ไฟฟ้า

เนื่องจากปัจจุบันมีการเปิดรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เฉพาะจากผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย และรับซื้อไม่เกินขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 10 kWp ในอัตรารับซื้อ 2.20 บาท/kWh ดังนั้น บ้านอยู่อาศัยที่จะเข้าข่ายเป็น NZEB จะต้องมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยวันละไม่เกิน 36 kWh หรือเดือนละ 1,080 kWh และต้องมีพื้นที่ติดตั้งระบบขนาดประมาณ 100 m² ซึ่งค่อนข้างจะหาได้ยากสำหรับบ้านอยู่อาศัยทั่วไป

ข้อเสนอแนะ

จะเห็นว่าจากผลการศึกษา 2 อาคารที่เป็น NZEB คือ อาคารสำนักงานของกองสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยขอนแก่น และอาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาประมง บ่อสืบไร่ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นอาคารที่ผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวันได้มากเกินความต้องการและได้ส่งกระแสไฟฟ้าไปใช้กับอาคารที่อยู่ใกล้เคียงที่เป็นของมหาวิทยาลัยเช่นกัน และถึงแม้ว่าในช่วงกลางคืนยังมีการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้า แต่เมื่อมาดูการใช้พลังงานสุทธิโดยดูจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เทียบกับที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ ก็ยังสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าที่ใช้ จึงถือว่าเป็น NZEB

ดังนั้น จึงมีข้อเสนอแนะว่าอาคารใดที่จะพัฒนาให้เป็น NZEB ควรประกอบไปด้วยอาคารหลายๆ หลัง ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน และจะต้องติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนให้เพียงพอ กับความต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งวัน หมายถึงทั้งกลางวันและกลางคืนรวมกัน แต่ถ้าเป็นระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉพาะในเวลากลางวัน จะต้องติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าที่ผลิตเพื่อไว้สำหรับที่จะใช้ตอนกลางคืน โดยไฟฟ้าที่ผลิตได้มากกว่าที่จะใช้ในตอนกลางวันก็ส่งไปให้อาคารอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงใช้ หรือในอีกกรณีหนึ่งจะต้องติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บพลังงานเพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินในตอนกลางวัน และนำออกมาใช้ในตอนกลางคืนที่ไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เอง แต่ในกรณีนี้มีความจำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเติม ในส่วนของอุปกรณ์กักเก็บพลังงาน ซึ่งการลงทุน ณ ปัจจุบันยังมีราคาค่อนข้างแพงยังไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองแบบแผน. (2558). *โครงการการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทาง
สร้างอาคารสถานบริการสุขภาพภาครัฐต้นแบบที่ใช้พลังงานรวมเท่ากับศูนย์*. ผู้แต่ง.
โครงการบ้านสีเขียว เอกสารและภาพเพื่อการประชาสัมพันธ์. สืบค้น 23 ตุลาคม 2564, จาก
https://www.phisueahouse.com/th_index.php
- ชนิกานต์ ยิ้มประยูร. (2559). อาคารใช้พลังงานเป็นศูนย์. *บทความปริทรรศน์*, 13(2), 1-30.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประพัทธ์ ชื่นชุมศรี. (2561). *การปรับปรุงอาคารที่ทำการสถานีไฟฟ้าแรงสูงอุบลราชธานีการ
ไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยสู่การใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์* [สารนิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต]. <https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/308537>
- พันธุ์ดา พุฒิปาโรจน์. (2562). การกำหนดค่าประสิทธิภาพพลังงานของอาคารที่ใช้พลังงานเป็น
ศูนย์. ใน *การจัดประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย
ครั้งที่ 21* (น. 126). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พันธุ์ดา พุฒิปาโรจน์, และวงศิยา อนุศักดิ์กุล. (2559). แนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงาน
ภาครัฐในประเทศไทยให้เป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์. ใน *การประชุม
วิชาการเทคโนโลยีอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 3* (น. 231). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บริษัท ธารักษ์พัฒนาสินทรัพย์ จำกัด. (2564). *แบบฟอร์มการจัดทำเอกสารการประกวด
Thailand Energy Awards 2021 ด้านอนุรักษ์พลังงาน ประเภทอาคาร Zero Energy Building*.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาประมง. (2562). *คู่มือการใช้งานและ
บำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนทุ่นลอยน้ำ*. ผู้แต่ง.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาประมง. (2562). *Floating Solar for
NZEB แห่งแรกของโลก*. ผู้แต่ง.
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2557). *โครงการพัฒนาเทคโนโลยีอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์
(Net Zero Energy Building) ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย*. ผู้แต่ง.
- อรรถน์ เศรษฐบุตร. (2559, 11 มีนาคม). ระเบียบวิธีตรวจพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานตาม
IMPVP. *Energy saving*, 8 (88), 32-33.