

การศึกษาการสร้างบ้านพึ่งพาตนเองกรณีศึกษากรุงเทพมหานคร
STUDY OF SELF-RELIANT HOUSE: A CASE STUDY OF BANGKOK AREA

พาสินี สุนากร กันติทัต ทับสุวรรณ* และชนิกานต์ ยิ้มประยูร
Pasinee Sunakorn, Kantitut Tubsuwan* and Chanikarn Yimprayoon
E-mail: Pasinee.s@ku.th, Kantitut.t@ku.th and arccks@ku.ac.th

ภาควิชานวัตกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900
Department of Building Innovation, Faculty of Architecture, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

*Corresponding author E-mail: Kantitut.t@ku.th

(Received: October 9, 2020; Revised: November 25, 2020; Accepted: December 18, 2020)

ABSTRACT

This research aims to demonstrate a self-reliant home based on the sufficiency economy concept that can be located within a city with limited space such as Bangkok. The demonstration house was located in Kasetsart University, which was constructed from a container module with wall insulation (sandwich panel) and use natural ventilation to reduce energy consumption. In addition, a 1.2 kW poly-crystalline silicon photovoltaic system connected to the Metropolitan Electricity Authority grid to produce electricity. Vegetables such as Chinese cabbage, morning glory, green lettuce, lettuce, and mushrooms were grown for consumption and sale. Preliminary data such as temperature, electric generated from renewable sources were collected and simulated for further development of a self-reliant house based on the sufficiency economy concept.

From data collection, electricity generated from photovoltaic system can accommodate all appliances without needs of electricity from the grid. Furthermore, agricultural products around the house were grown enough for daily consumption and can be sold with slight incomes. For the thermal comfort, the house was too hot in daytime. The temperature can reach maximum at 38°C due to the high solar radiation, which the lack of an air conditioning system was not installed in this house. However, this house was cooled down into the thermal comfort range at 25 °C in the evening, which a solar battery fan and exhaust fan can be used to improve nocturnal comfort and indoor air ventilation. Form every aspect studied in this research, it can be concluded that a self-reliant home is possible to build and live even in the confine space such as Bangkok area.

Keywords: Self-reliant house; Sustainable house; Sufficiency economy house; Urban agriculture

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ต้องการสาธิตบ้านพึ่งพาตนเองตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงที่สามารถปลูกอยู่ในเมืองซึ่งมีพื้นที่จำกัด และสามารถพิสูจน์ว่านำไปใช้งานได้จริง โดยได้ขอใช้พื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เพื่อปลูกบ้านจากตู้สินค้าที่มีฉนวนกันความร้อน มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติเพื่อลดการใช้พลังงาน ใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1.2 กิโลวัตต์ ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงเพื่อผลิตไฟฟ้าใช้เองบางส่วน มีการปลูกพืชได้แก่ผักสวนครัว เช่น ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ผักกาดขาว ผักกาดหอม และเห็ดนางฟ้า ไว้เพื่อขายและบริโภค โดยงานวิจัยนี้เก็บข้อมูลเบื้องต้นด้วยการวัดสภาพอากาศ การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานธรรมชาติ ผ่านการวัดในสถานที่จริง และจากแบบจำลอง รวมถึงการติดตามรายได้จากผลผลิตในบ้าน เพื่อนำไปพัฒนาบ้านต้นแบบพึ่งพาตนเองตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง

จากการเก็บข้อมูลพบว่า การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มีความเพียงพอต่อการใช้ไฟฟ้าในบ้านพึ่งพาตนเอง จึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง รวมทั้งผลผลิตที่ได้จากการแบ่งพื้นที่ทำการเกษตรยังเพียงพอต่อการบริโภค และยังเหลือสำหรับจำหน่ายสร้างรายได้เล็กน้อย อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิในอาคารช่วงกลางวันจะมีความสูงราว 38°C เนื่องจากไม่มีระบบปรับอากาศ แต่ในเวลากลางคืนอุณหภูมิจะกลับเข้ามาอยู่ในช่วงที่มีสภาวะความสบายที่ 25-27 °C และสามารถใช้พัดลมที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่เพิ่มเติมได้ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้เบื้องต้นว่า บ้านพึ่งพาตนเองที่ทำการวิจัยมีความเป็นไปได้ในการสร้างและอยู่อาศัยในบริบทที่พื้นที่จำกัดอย่างในกรุงเทพมหานคร

คำสำคัญ: บ้านพึ่งพาตนเอง; บ้านพอเพียง; บ้านเกษตรทฤษฎีใหม่; เกษตรในเมือง

1. บทนำ

องค์การสหประชาชาติได้บัญญัติศัพท์ “การพัฒนาที่ยั่งยืน” (Sustainable development) ครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1987 จาก Brundtland et al. [1] ซึ่งเป็นที่รู้จักในชื่อ “Our common future” เอกสารประกอบการประชุม UN commission on environment and development ครั้งที่ 1 อธิบายความหมายว่า “Sustainable development is a development that meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” ซึ่งแปลได้ว่า การพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นการพัฒนาที่สนองความต้องการในการบริโภคของประชาชนในยุคปัจจุบันได้โดยไม่ต้องไปประนีประนอมความต้องการของประชาชนในอนาคต หมายความว่า การพึ่งพาตนเองโดยสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด ซึ่งอุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรทางธรรมชาติมากที่สุดก็คือ “อาคารและอสังหาริมทรัพย์” โดยการก่อสร้างอาคารมีการใช้พลังงานไป 40% บริโภควัสดุไป 60% ใช้ป่าไม้ไป 25% ของป่าไม้ทั้งหมด และน้ำบริสุทธิ์ไป 17% ของโลก [2] อีกในเมืองใหญ่ ๆ มักเกิดขึ้นในภาวะ “เกาะความร้อนในเมือง” [3] ซึ่งอุณหภูมิของอากาศจะสูงกว่าในชนบท ทำให้การใช้พลังงานของอาคารยิ่งสูงมากขึ้น [4] ดังนั้นการออกแบบอาคารให้ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมและประหยัดพลังงานจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาอย่างยั่งยืน

การใช้อาคารประหยัดพลังงานหรืออาคารที่ยั่งยืน (Sustainable house) จำเป็นต้องพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร ทั้งการเลือกตำแหน่งการวางตัวของอาคารเพื่อการระบายอากาศแบบธรรมชาติ [5] การตกกระทบของแสงแดดโดยตรงและการใช้ร่มเงา [6] ซึ่งในปัจจุบันอาจเลือกให้ฉนวนกันความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของอาคาร [7] เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใช้อุปกรณ์ปรับอากาศ หรือในบางครั้งอาจลดการใช้พลังงานในอาคารจนเป็นศูนย์ [8] ซึ่งอาคารอาจต้องมีการผลิตพลังงานได้ส่วนหนึ่งเพื่อความสะดวกสบายของผู้อยู่อาศัย

ในส่วนของหลักการ “เศรษฐกิจพอเพียง” และ “เกษตรทฤษฎีใหม่” เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร (รัชกาลที่ 9) พระราชทานพระราชดำริชี้แนะแนวทาง การดำเนินชีวิตแก่พสกนิกรชาวไทยมาโดยตลอดนานกว่า 25 ปี ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยการพึ่งพาตนเอง สามารถนำมาประกอบในส่วนของบริเวณอาคารได้ โดยการแบ่งพื้นที่โดยรอบอาคารเป็นสัดส่วน เพื่อทำการเพาะปลูก และเลี้ยงสัตว์

ซึ่งจากการระบาดของโรค COVID-19 ในปัจจุบัน ส่งผลกระทบในด้านเศรษฐกิจและสังคมในวงกว้าง คือ รายได้ของประชากรลดลง และการดำเนินชีวิตของประชากรมีแนวโน้มในการทำงานในบ้านมากขึ้นจากนโยบายการรักษาระยะห่างทางสังคม [9], [10] ทำให้งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษา “การพึ่งพาตนเอง” ในบริบทของที่พักอาศัย คือ บ้านพึ่งพาตนเอง (Self-reliant house หรือ Sustainable house) ที่ใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติ ผสมผสานกับหลักการ “เศรษฐกิจทฤษฎีใหม่” ในพื้นที่โดยรอบที่พักอาศัย เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการสร้าง “บ้านพึ่งพาตนเองผสมผสานกับหลักการเกษตรทฤษฎีใหม่” ในเมือง เช่น กรุงเทพมหานคร

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอยู่อาศัยในบ้านพึ่งพาตนเองโดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้

1. เพื่อศึกษาบ้านพึ่งพาตนเองในด้านการผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติ
2. เพื่อศึกษาสภาพอากาศภายในอาคารจากการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติด้วยแบบจำลอง และการวัดจริง
3. เพื่อประเมินรายได้จากการปลูกพืชจากการแบ่งพื้นที่เพาะปลูกในบริเวณบ้านพึ่งพาตนเอง

3. ขอบเขตการวิจัย

1. ด้านพื้นที่ การระบายอากาศแบบธรรมชาติ ศึกษาโดยใช้ที่ตั้ง สิ่งกีดขวางจากอาคารข้างเคียง และแนวการวางตัวของอาคารที่ตั้งอยู่บริเวณ ศูนย์เกษตรรวมใจ ในซอยพลโยธิน 45 ซึ่งได้รับการอนุญาตในการใช้สถานที่จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสภาพการเคลื่อนตัวของอากาศรอบอาคารจะถูกคำนวณด้วยแบบจำลอง
2. ด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิต ผลผลิตจากการปลูกในพื้นที่จะเริ่มเก็บเกี่ยว และขายตั้งแต่ เดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2562 โดยทำการจำหน่ายให้กับร้านอาหารในโรงอาหารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และผู้ที่สนใจทั้งในและนอกคณะ
3. บ้านพึ่งพาตนเองยังไม่มีโรงอยู่อาศัยอย่างถาวรตลอด 24 ชั่วโมง แต่มีผู้พักอาศัยระหว่างเวลา 18:00–6:00 น. โดยการติดตามสภาพอากาศจะใช้วิธีการติดตามอุณหภูมิในอาคารระหว่างวันที่ 31 สิงหาคม ถึง 8 กันยายน เทียบกับผลจากการคำนวณด้วยโปรแกรมจำลองพลังงานในอาคาร และมีการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบตั้งเวลาเพื่อจำกัดการใช้พลังงานให้สอดคล้องกับการผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติ

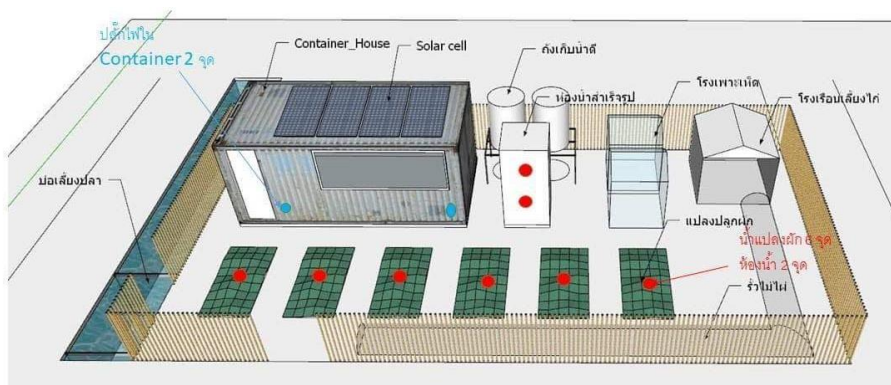
4. เครื่องมือที่ใช้ทำวิจัย

1. บ้านสำเร็จรูปจากตู้สินค้าขนาด 3.00 x 6.00 x 2.50 (กว้าง x ยาว x สูง) พร้อมห้องน้ำสำเร็จรูป ติดตั้งที่ ซอยพลโยธิน 45 ถนนพลโยธิน (ภายในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน) พร้อมระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1.2 กิโลวัตต์
2. โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร Designbuilder
3. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ และความชื้น (HOBO UX100) 2 ชุด เพื่อตรวจวัดภายใน และภายนอกอาคาร โดยทำการเทียบสอบก่อนการวัดจริงโดยศูนย์วัดกรรมและเทคโนโลยีทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

5. วิธีการทำวิจัย

ในบริเวณพื้นที่ขนาด 200 ตารางเมตร แบ่งเป็น อาคารที่ใช้เป็นต้นแบบในการวิจัยเป็นบ้านสำเร็จรูปที่มีพื้นที่ใช้สอยขนาด 18 ตารางเมตร ห้องน้ำสำเร็จรูปขนาด 1 ตารางเมตร และถังเก็บน้ำดี โดยแบ่งพื้นที่ที่เหลือ (ร้อยละ 10) 180 ตารางเมตรสำหรับการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ (ร้อยละ 90) คือ แปลงปลูกผักจำนวน 5 แปลงปลูก ค่ะน้า ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ผักกาดหอม และผักกาดขาว โรงเพาะชำขนาด 3.75 ตารางเมตร โรงเรือนเพาะเห็ดเพาะเห็ดนางฟ้า และโรงเลี้ยงไก่ โดยเริ่มเพาะปลูกเดือน เมษายน พ.ศ. 2562 ดังรูปที่ 1 และ

รูปที่ 2



รูปที่ 1 องค์ประกอบของบ้านพึ่งพาตนเอง



รูปที่ 2 บ้านพึ่งพาตนเองในสถานที่จริง

โดยวิธีการวิจัยและประมวลผลจะแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

5.1 การผลิตและใช้พลังงานจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์

บ้านพึ่งพาตนเองนี้ติดตั้งระบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar panel) จำนวน 4 แผง โดยมีกำลังการผลิตขนาด 1.2 kW พร้อมแบตเตอรี่สำหรับการประจุไฟไว้ใช้ในเวลากลางคืน โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพึ่งพาตนเอง

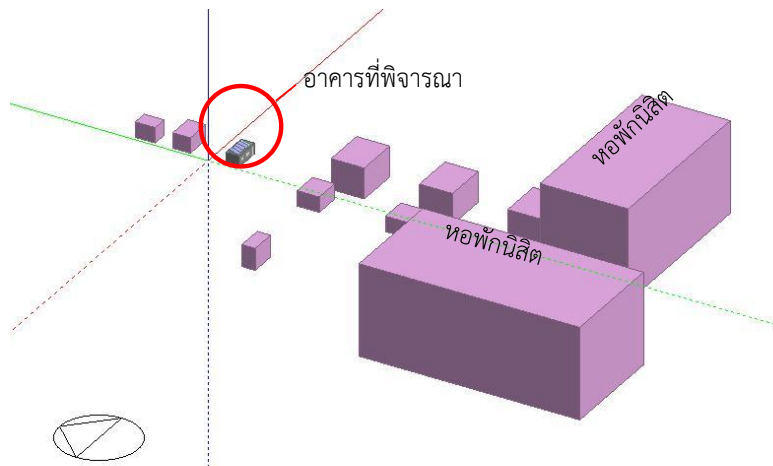
เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน (ชิ้น)	การใช้พลังงาน (watt)	ระยะเวลาเปิด (ชั่วโมง)	รวม (kWh)
พัดลมตั้งพื้นขนาด 18 นิ้ว	1	75	12 (18.00 น. - 6.00 น.)	0.9
พัดลมระบายอากาศ	1	25	12 (18.00 น. - 6.00 น.)	0.3
หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	2	18	8 (16.00 น. - 0.00 น.)	0.29
รวม		136		1.5

การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดมีค่าการใช้พลังงานรวมประมาณ 1.5 kWh (1.5 หน่วยต่อวัน) ซึ่งคาดการณ์ว่าต่ำกว่ากำลังการผลิตของแผงพลังงานแสงอาทิตย์แม้ในวันที่มีแสงแดดน้อยที่สุด โดยพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดจะถูกแปลงผ่าน Pure sine wave inverter ขนาด 1000 W/24V ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในบ้านพร้อมกัน (136 W) แต่หากไม่มีการใช้ไฟฟ้าในเวลากลางวัน พลังงานจะถูกเก็บไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 200 Ah จำนวน 2 ก้อน ซึ่งสามารถเก็บพลังงานได้ประมาณ 9.4 kWh ต่อวัน (คำนวณจากแรงดันไฟฟ้า 12 V, ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ 0.6 และประสิทธิภาพของ Inverter 0.85) [11]

โดยการเก็บข้อมูลของพลังงานจากแผง solar cell จะทำโดยการใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม Designbuilder ซึ่งคำนวณกำลังไฟฟ้าจากข้อมูลสภาพอากาศในประเทศไทย ทิศทาง (หันแผง Solar cell ไปทางทิศใต้) และองศาการเอียงของแผง Solar cell (14 องศา) โดยคำนวณพลังงานที่ได้ต่อวัน

5.2 สภาพอากาศภายในอาคาร

สำหรับการตรวจวัดสภาพอากาศภายในบ้านพึ่งพาตนเอง จะทำด้วยแบบจำลองทางพลังงานของอาคาร (Building energy model) ด้วยโปรแกรม Designbuilder และคำนวณกระแสลมรอบอาคาร เมื่อมีสิ่งกีดขวางเป็นอาคารโดยรอบด้วยวิธีพลศาสตร์การไหลเชิงคำนวณภายนอกอาคาร (Computational fluid dynamic) จากโปรแกรมเดียวกัน (รูปที่ 3) โดยข้อมูลส่วนประกอบของกรอบอาคารที่ใช้ประกอบการคำนวณในอาคารนี้แสดงในตารางที่ 2



รูปที่ 3 แบบจำลองอาคารที่พิจารณาและอาคารข้างเคียง

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร

กรอบอาคาร	ส่วนประกอบ	u-value (W/m ² K)
ผนัง	1. Lightweight metal cladding 0.40 mm 2. EPS (Expanded polystyrene) 50 mm 3. Lightweight metal cladding 0.40 mm	0.624
หลังคา	1. Lightweight metal cladding 0.40 mm 2. EPS (Expanded polystyrene) 50 mm 3. Lightweight metal cladding 0.40 mm	0.636
พื้น	1. Fiber-cement board 2. Rubber tile	2.466
หน้าต่าง	กระจกใส หนา 6 mm	5.778

โดยสภาพอากาศภายในอาคารทดลองจริงได้ทำการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง อุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร และ ความชื้นที่เกิดขึ้นภายในและนอกอาคาร เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ (ระหว่างวันที่ 31 สิงหาคม ถึง 8 กันยายน) เพื่อเปรียบเทียบ แนวโน้มของอุณหภูมิในอาคารจริง และอุณหภูมิจากการคำนวณด้วยแบบจำลองในเวลาเดียวกัน จากนั้นนำข้อมูลจากการคำนวณ ทั้งหมด คือ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิพื้นผิวภายในกรอบอาคาร และการไหลของอากาศเข้า-ออก มาทำการคำนวณการกระจาย ของอุณหภูมิอากาศ ความเร็วลมภายในอาคาร และอายุของอากาศภายในอาคาร ด้วยการจำลองพลศาสตร์การไหลเชิงคำนวณ ภายในอาคารอีกครั้งหนึ่ง

5.3 ผลิตผลจากการเพาะปลูก

พืชที่ใช้ในการเพาะปลูกจะเริ่มปลูกตั้งแต่การปลูกกล้าพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดในโรงเรือน โดยเริ่มปลูกตั้งแต่เดือนเมษายน 2562 จากนั้นเมื่อต้นกล้าพร้อมลงปลูกจึงย้ายลงแปลงปลูกจำนวน 4 แปลง โดยพืชที่เก็บเกี่ยวได้จะนำมาจำหน่ายให้ร้านอาหาร และบุคลากรในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ด้วยราคาดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ราคต่อหน่วยของพืชที่ปลูกในบ้านพึ่งพาตนเอง

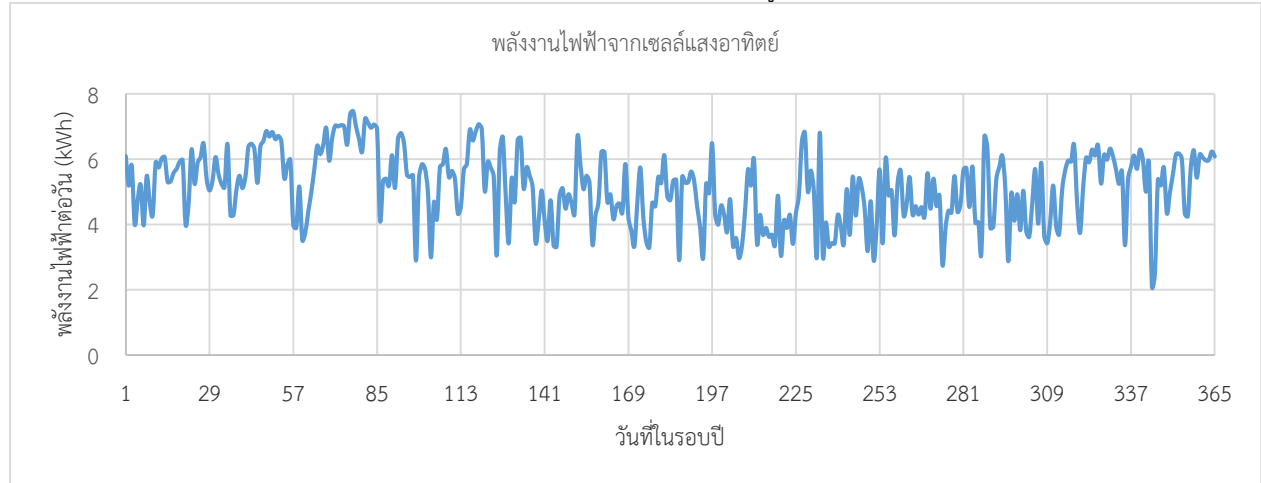
ชนิดพืช	ราคา
ผักกวางตุ้ง, ผักบุ้ง, คื่นช่าย, ผักกาดขาว, ผักกาดหอม	กิโล 20 บาท
เห็ดนางฟ้า	ขีดละ 20 บาท

โดยผลผลิตสามารถเก็บเกี่ยวได้ช่วงเดือนกันยายน 2562 แต่ช่วงเดือนตุลาคมมีฝนตกชุก ทำให้โรงเพาะเห็ดนางฟ้ามีความชื้น สูง ส่งผลให้เห็ดนางฟ้าที่ปลูกเกิดการขึ้นรา โดยผลผลิตจะถูกเก็บข้อมูลเป็นรายได้อีกเดือน

6. ผลการทดลอง

6.1 ผลการจำลองการผลิตไฟฟ้าจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์

ไฟฟ้าที่ได้จากการจำลองผ่านโปรแกรม Designbuilder โดยการใช้สภาพอากาศจำลอง พบว่า การผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อวันจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1200 W บนบ้านพึ่งพาตนเองดังแสดงในรูปที่ 4



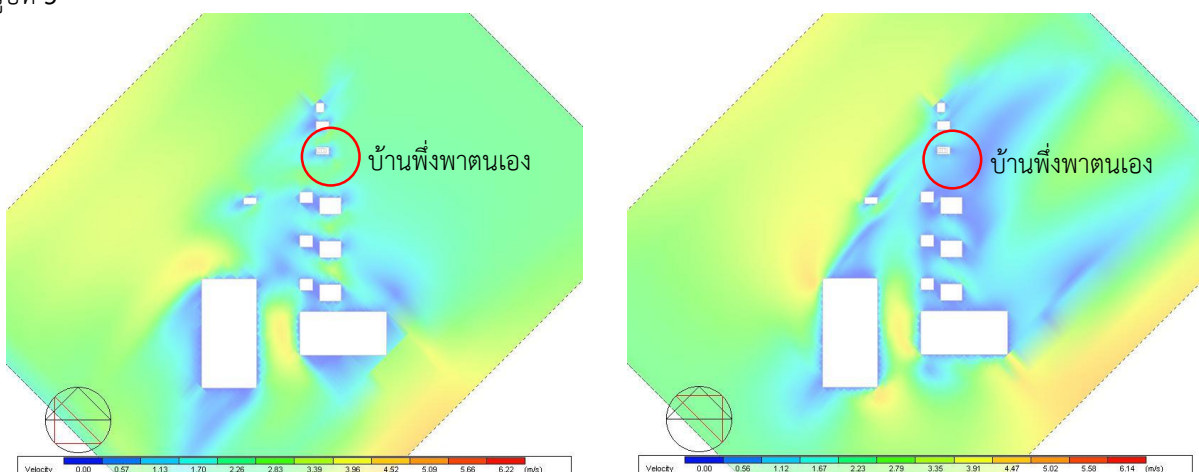
รูปที่ 4 พลังงานไฟฟ้าจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้รายวันใน 1 ปี (มกราคม - ธันวาคม)

จากรูปที่ 4 พบว่ากำลังการผลิตไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยใน 1 ปีอยู่ที่ 5.11 kWh/วัน ค่าต่ำสุดที่ 2.1 kWh/วัน และค่าสูงสุดที่ 7.47 kWh/วัน ซึ่งพบว่าพลังงานไฟฟ้าจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้น้อยที่สุด (หลังหักลบค่าประสิทธิภาพของ Solar cell และ Inverter แล้ว) ยังคงเพียงพอต่อความต้องการใช้ไฟฟ้า (ตารางที่ 1) ในบ้านหลังนี้ที่ 1.5 kWh ได้

6.2 ผลการวัดค่าสภาพอากาศภายในอาคาร

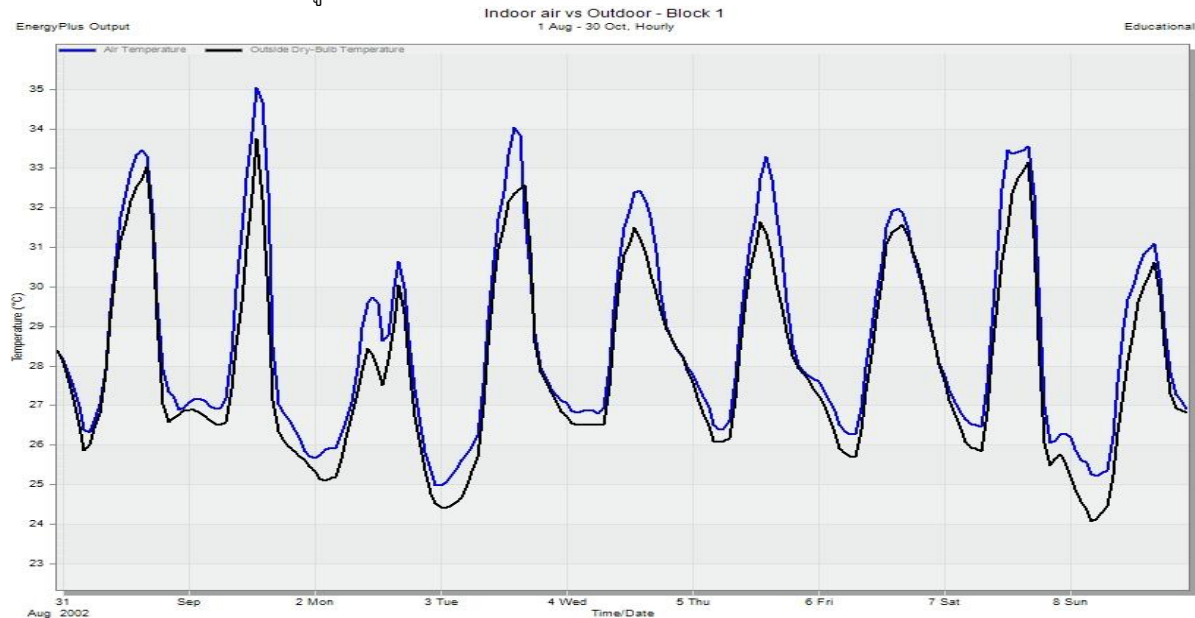
ผลจากการจำลองกระแสลมรอบ ๆ อาคาร พบว่า เมื่อเกิดกระแสลมในทิศตะวันตกเฉียงใต้ (225 องศา) อาคารที่พิจารณาจะถูกกีดขวางแนวลมจากหอพักนิสิต ทำให้กระแสลมรอบ ๆ อาคารในระดับความสูงจากพื้นดิน 0.6 เมตรมีค่าประมาณ 0.56 เมตรต่อวินาที หรือ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนกระแสลมในทิศตะวันออกเฉียงใต้ (45 องศา) อาคารที่พิจารณาสามารถได้รับกระแสลมอย่างอิสระ เนื่องจากไม่มีอาคารขนาดใหญ่กีดขวางแนวลม ทำให้กระแสลมรอบ ๆ อาคารในระดับความสูงเดียวกันมีค่าประมาณ 1.13 ถึง 1.70 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 6.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงใน

รูปที่ 5

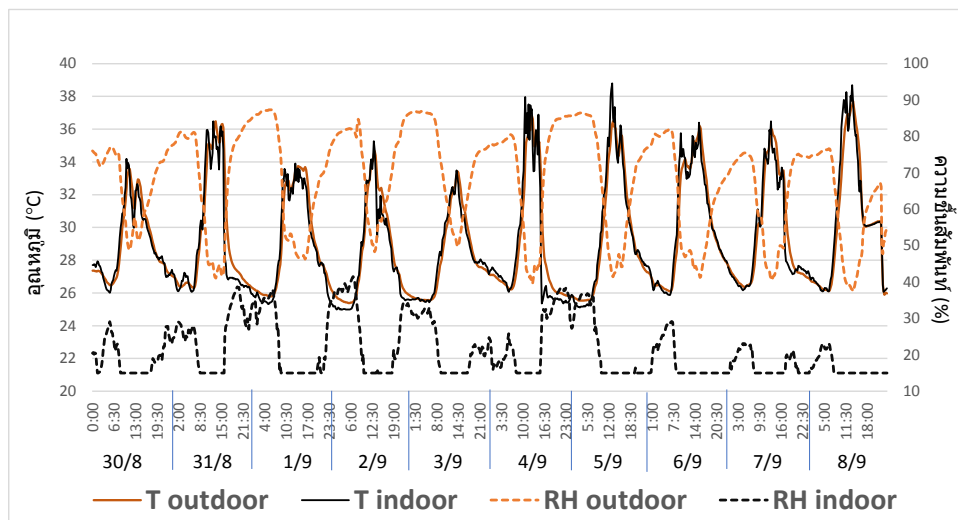


รูปที่ 5 ความเร็วลมรอบ ๆ อาคาร ลมตะวันออกเฉียงเหนือ (ซ้าย) ลมตะวันตกเฉียงใต้ (ขวา)

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า ที่ตั้งอาคารดังกล่าวอาจได้รับประโยชน์จากลมธรรมชาติเพียงเล็กน้อยเมื่อกระแสลมพัดมาในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ดังนั้น อาจจำเป็นต้องติดตั้งระบบปรับอากาศเชิงกล เช่น พัดลม หรือเครื่องปรับอากาศ แต่สำหรับกระแสลมในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อาคารได้รับกระแสลมมาก ทำให้เกิดสภาวะความสบายโดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน ถึง มกราคม) และการจำลองอุณหภูมิในอาคารนี้จะตั้งสมมติฐานให้ใช้วิธีการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ (Natural ventilation) โดยการเปิดหน้าต่างเพื่อให้อากาศเข้าประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่หน้าต่างทั้งหมด พบว่า อุณหภูมิภายในและภายนอกอาคารมีค่าดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอกอาคาร (ดำ) และอุณหภูมิภายในอาคาร (น้ำเงิน)
โดยแบบจำลองระหว่างวันที่ 31 สิงหาคม-8 กันยายน



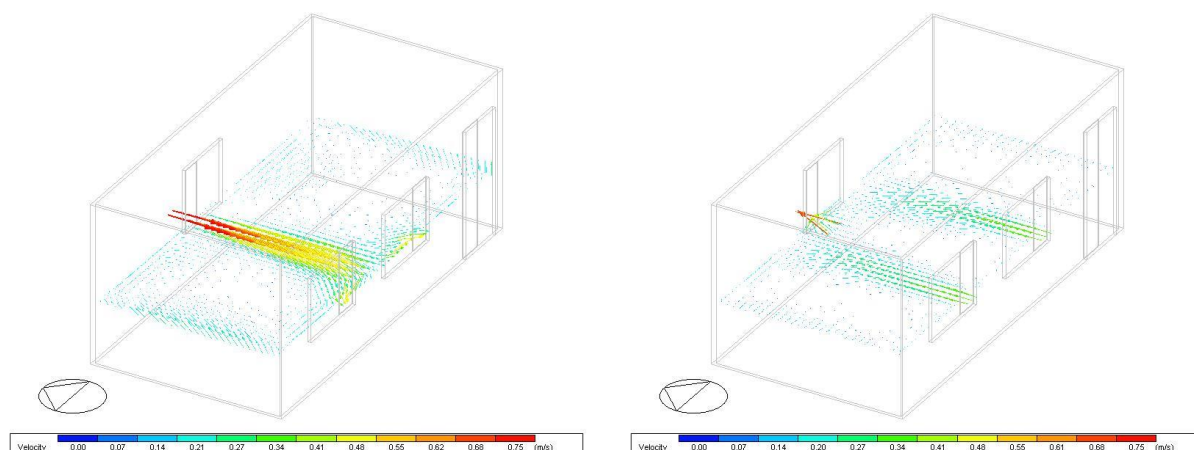
รูปที่ 7 เปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในอาคารจากการวัดจริง ระหว่างวันที่ 31 สิงหาคม-8 กันยายน

จากข้อมูลอุณหภูมิภายในอาคาร และอุณหภูมิภายนอกอาคาร พบว่า ภายในอาคารมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอกตลอดเวลา เนื่องจากอาคารนี้ไม่ใช้การปรับอากาศ รวมถึงการนำอากาศภายนอกเข้าสู่ตัวอาคารอย่างอิสระและการถ่ายเทความร้อนจากกรอบอาคาร และหน้าต่าง โดยเฉพาะในเวลา 11.00–13.00 ที่แสงอาทิตย์ตกกระทบกับบริเวณหลังคาโดยตรง อาคารจึงได้รับ Solar heat gain ปริมาณมากผ่านทางหลังคา ทำให้อุณหภูมิของอากาศในอาคารสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกประมาณ 1.5 องศาเซลเซียส

และจากการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นเปรียบเทียบภายใน (T indoor และ Rh indoor) และภายนอกอาคาร (T outdoor และ Rh outdoor) ใน

รูปที่ 7 พบว่าภายในอาคารมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับภายนอกอาคารเช่นเดียวกันกับแบบจำลอง แต่อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจะไม่เท่ากันเนื่องจากสภาพอากาศจริงและในแบบจำลองจะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งข้อมูลของอุณหภูมิพื้นผิว อุณหภูมิอากาศ และปริมาณอากาศเข้า-ออกที่คำนวณได้ถูกนำไปคำนวณเพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์ความเร็วลมภายในอาคาร และการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติของอาคารนี้ เมื่อทิศทางลมมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (45 องศา) และทิศตะวันตกเฉียงใต้ (225 องศา) ดัง

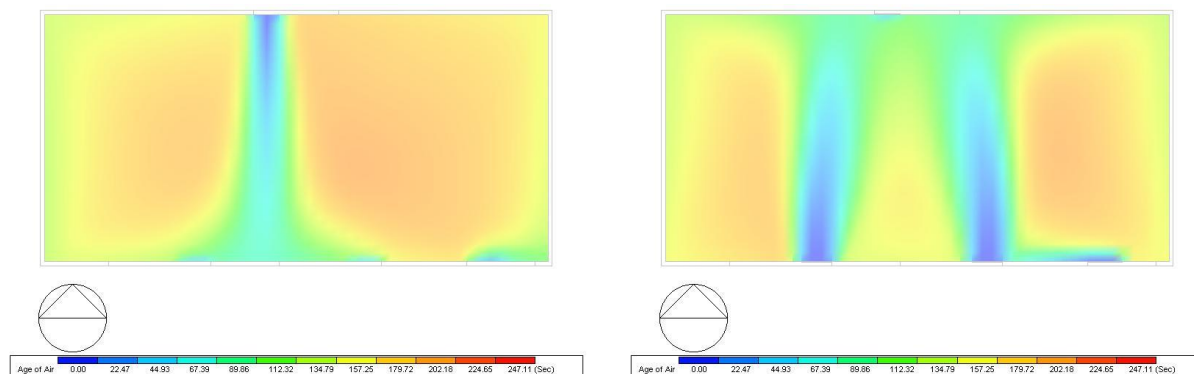
รูปที่ 8



รูปที่ 8 การกระจายของลมภายในอาคารเมื่อมีลมในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ซ้าย) และตะวันตกเฉียงใต้ (ขวา)

ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสลมจะไม่ถูกกีดขวางจากอาคารข้างเคียง โดยอากาศจะเข้าสู่ตัวอาคารผ่านหน้าต่างในทิศเหนือด้วยความเร็วประมาณ 0.75 เมตรต่อวินาที และจะออกจากตัวอาคารผ่านหน้าต่างในทางทิศเหนือด้วยความเร็วประมาณ 0.48 เมตรต่อวินาที ทำให้พื้นที่ระหว่างหน้าต่างมีการไหลเวียนของลมประมาณ 0.41–0.68 เมตรต่อวินาที แต่บริเวณที่ห่างจากหน้าต่างจะมีการไหลเวียนของลมเล็กน้อยในช่วง 0–0.07 เมตรต่อวินาที แต่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่มีการกีดขวางของอาคารข้างเคียงมาก อากาศจะเข้าสู่ตัวอาคารผ่านหน้าต่างในทิศใต้ด้วยความเร็วประมาณ 0.34 เมตรต่อวินาที และจะออกจากตัวอาคารผ่านหน้าต่างในทางทิศเหนือด้วยความเร็วประมาณ 0.75 เมตรต่อวินาที ทำให้พื้นที่ระหว่างหน้าต่างมีการไหลเวียนของลมประมาณ 0.20–0.41 เมตรต่อวินาที แต่บริเวณที่ห่างจากหน้าต่างจะมีการไหลเวียนของลมต่ำมาก โดยอัตราไหลเวียนของลมนี้สามารถนำไปคำนวณเป็นอายุของอากาศที่อยู่ภายในอาคารดัง

รูปที่ 9



รูปที่ 9 อายุอากาศภายในอาคารเมื่อมีลมในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ซ้าย) และตะวันตกเฉียงใต้ (ขวา)

ในรูปที่ 9 อายุของอากาศภายในอาคารจากลมทั้งสองทิศทาง พบว่า ในแนวหน้าต่าง อากาศจะมีการหมุนเวียนที่ดี ทำให้อากาศอยู่ในอาคารบริเวณนี้ในช่วง 0–112 วินาที แตกต่างจากบริเวณที่ไม่มีหน้าต่าง อากาศจะอยู่ในอาคารนานกว่า คือ ประมาณ 220 วินาที โดยในช่วงที่ลมพัดเข้าอาคารในทิศตะวันตกเฉียงใต้ อาคารมีแนวโน้มในการระบายอากาศที่ดีกว่าในช่วงที่ลมพัดเข้าอาคารในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ แม้ว่าความเร็วลมที่เข้าสู่ตัวอาคารจะน้อยกว่า แต่เนื่องจากมีหน้าต่างในทิศใต้จำนวน 2 บาน มากกว่าในด้านทิศเหนือที่มีเพียง 1 บาน

6.3 รายได้จากผลผลิตจากการเพาะปลูก

ผลผลิตจากการปลูกพืชในบริเวณบ้านพึ่งพาตนเองได้ถูกจำหน่ายที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และสร้างรายได้รายเดือนดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลผลิตและรายได้จากการปลูกพืชในบ้านพึ่งพาตนเอง

เดือน	ผลผลิตที่ขายได้	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	รายได้
กันยายน	ผักกวางตุ้ง	14 กำ	20 บาท	280 บาท
	ผักบุ้ง	2 กำ	20 บาท	40 บาท
	รวมรายได้			320 บาท
ตุลาคม	เห็ดนางฟ้า	33 ซีด	12 บาท	396 บาท
	ผักกวางตุ้ง	2 กำ	20 บาท	40 บาท
	ผักบุ้ง	4 กำ	20 บาท	80 บาท
	คะน้า	2 กำ	20 บาท	40 บาท
	รวมรายได้			556 บาท
พฤศจิกายน	ผักกวางตุ้ง	5 กำ	20 บาท	100 บาท
	ผักบุ้ง	2 กำ	20 บาท	40 บาท
	คะน้า	1 กำ	20 บาท	20 บาท
	ผักกาดหอม	6 กำ	20 บาท	120 บาท
	ผักกาดขาว	4 กำ	20 บาท	80 บาท
	รวมรายได้			360 บาท

7. สรุปและอภิปรายผล

บ้านพึ่งพาตนเองที่สร้างเพื่อการทดสอบนี้ได้สร้างขึ้นด้วยวัสดุที่มีการลงทุนต่ำ คือ โครงสร้างจากตู้สินค้าเหลือใช้ และมีกรอบอาคารที่เสริมฉนวนกันความร้อน ซึ่งในปัจจุบันได้นำมาใช้ในลักษณะของสำนักงานเคลื่อนที่ ซึ่งงานวิจัยนี้จึงได้นำอาคารประเภทนี้มาทำการทดสอบในบริเวณพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร เนื่องจากมีความรวดเร็วในการก่อสร้าง โดยเพิ่มแผงผลิตพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มเติมเพื่อผลิตไฟฟ้าไว้ใช้ในบ้าน จึงไม่ต้องพึ่งพาไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง และปลูกผลผลิตทางการเกษตรเพื่อเพิ่มรายได้เพิ่มเติม

จากการเก็บข้อมูลภาคสนามและจากแบบจำลองพลังงานทางอาคารพบว่า หากอาคารหลังนี้ได้รับการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ [5] อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในอาคารจะมีอุณหภูมิสูงในเวลากลางวัน (38 องศาเซลเซียส) แต่ในเวลากลางคืนอุณหภูมิจะลดต่ำลงมาในช่วง 25-27 องศาเซลเซียส ส่วนการระบายอากาศจะมีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อกระแสลมมาในทิศทางตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากอากาศสามารถเข้ามาในอาคารทางด้านหน้าต่าง 2 บานในทิศใต้ได้มากกว่าหน้าต่างเพียง 1 บานในทิศเหนือ จากข้อมูลทั้งหมดสามารถประเมินได้ว่า การอยู่อาศัยในบ้านพึ่งพาตนเองอาจไม่มีสภาวะความสบาย เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงถึง 30 – 38 องศาเซลเซียส แต่ในเวลากลางคืน อุณหภูมิจะลดลงมาอยู่ในช่วงที่เกิดสภาวะน่าสบายและสามารถอยู่อาศัยได้ [12] โดยอาจเพิ่มการเปิดพัดลมและพัดลมระบายอากาศเพื่อเพิ่มคุณภาพของอากาศภายในบ้าน อุณหภูมิในอาคารและเวลาในการใช้อาคารจะมีความสอดคล้องกัน คือ ในช่วงเวลากลางวัน ผู้อยู่อาศัยสามารถออกไปทำงานภายนอก แต่ในเวลากลางคืนก็สามารถเข้ามาใช้อาคารสำหรับการพักผ่อนได้

ส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ บ้านพึ่งพาตนเองนี้สามารถผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยในรอบปี ได้เท่ากับ 5.1 kWh/วัน โดยมีการผลิตไฟฟ้าต่อวันต่ำสุดในรอบปีคือ 2.1 kWh ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านนี้ ประกอบด้วย พัดลมตั้งพื้น พัดลมระบายอากาศ และไฟส่องสว่าง มีการใช้ไฟฟ้ารวมเพียง 1.5 kWh/วัน ดังนั้น บ้านพึ่งพาตนเองนี้สามารถพึ่งพาอาศัยเพียงพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยไม่ต้องเชื่อมต่อการไฟฟ้านครหลวง (Off-grid) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของอาคารที่ใช้พลังงานเป็นศูนย์ [8] แต่อย่างไรก็

ตาม หากต้องการเพิ่มสภาวะน่าสบายด้วยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ อาจจำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้านครหลวง เนื่องจากมีการใช้พลังงานที่สูงกว่ากำลังการผลิตของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ หรือการใช้การบังเงาของพืชพรรณหรือแผงบังแดด เพื่อลดอุณหภูมิของตัวอาคารในเวลากลางวัน [13] เป็นต้น

ในด้านการสร้างรายได้จากการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ บ้านพึ่งพาตนเองได้แบ่งพื้นที่ที่เหลือ 180 ตารางเมตร (ร้อยละ 90 ของพื้นที่ทั้งหมด) ในการสร้างโรงเพาะชำ โรงเพาะเห็ด แปลงปลูกพืช และโรงเลี้ยงไก่ ตามหลักการของการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ [14] โดยรายได้จากการขายผลผลิตทางการเกษตรในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์อยู่ระหว่าง 300–500 บาทต่อเดือน เนื่องจากผลผลิตได้รับความเสียหายจากสภาพอากาศและการดูแลที่ไม่เพียงพอ จึงทำให้การปลูกพืชเพื่อจำหน่ายไม่ได้สร้างรายได้อย่างมีนัยยะสำคัญ แต่ผลผลิตที่ได้ก็เพียงพอต่อการบริโภคภายในครัวเรือน ทำให้ลดรายจ่ายจากการซื้ออาหารและผลผลิตมีความปลอดภัย ซึ่งสอดคล้องกับสภาวะการณ์การแพร่กระจายของโรคระบาด COVID-19 ในปัจจุบัน [9], [10] ที่มีการชะลอตัวทางด้านเศรษฐกิจ และต้องการการรักษาระยะห่างทางสังคม

ดังนั้น จากข้อมูลทั้งหมดประกอบกัน สามารถสรุปได้ว่า การสร้างบ้านพึ่งพาตนเองตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงในกรุงเทพมหานครมีความเป็นไปได้ แม้ว่าจะอยู่บริบทที่มีพื้นที่จำกัด และสอดคล้องกับสถานการณ์โรคระบาด COVID-19 ในปี พ.ศ. 2563 อีกเช่นกัน

8. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยโครงการบ้านพึ่งพาตนเอง ตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก ทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] Brundtland, G.H., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S. & Chidzero, B.J.N.Y. (1987). **Our common future**. New York, 8.
- [2] Lenssen, N. and Roodman, D.M. (1995). **Making better buildings**. *State of the World*, 6.
- [3] Oke, T.R., Johnson, G.T., Steyn, D.G. & Watson, I.D. (1991). Simulation of surface urban heat islands under 'ideal' conditions at night part 2: Diagnosis of causation. *Boundary-Layer Meteorology*, 56(4), 339-358.
- [4] Santamouris, M., Papanikolaou, N., Livada, I., Koronakis, I., Georgakis, C., Argiriou, A. ... Assimakopoulos, D.N. (2001). On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. *Solar energy*, 70(3), 201-216.
- [5] Olgyay, V. (2015). **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism-new and expanded edition**. Princeton university press, 14-23.
- [6] Zaki, W.M., Nawawi, A.H. & Ahmad, S.S. (2008). Energy savings benefit from passive architecture. *Journal of Sustainable Development, Canada Centre of Science and Education*, 1(3), 51-63.
- [7] Dylewski, R. & Adamczyk, J. (2011). Economic and environmental benefits of thermal insulation of building external walls. *Building and Environment*, 46(12), 2615-2623.
- [8] Marszał, A.J., Heiselberg, P., Bourrelle, J.S., Musall, E., Voss, K., Sartori, I., ... Napolitano, A. (2011). Zero Energy Building—A review of definitions and calculation methodologies. *Energy and buildings*, 43(4), 971-979.
- [9] Chaiwat, T., Mai-Ngam, N., Dumchuen, N., Amesbutr, J., Thana, P., ... Chaisrilak, C. (2020). Behavioral Economics on Life journey and Collective Action of Thai Household under COVID-19 Situation. **Health Systems Research Institute (HSRI)**. [Online]. Available <https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5233> Retrieved Nov 25, 2020. (in Thai)

- [10] Chumtakob, D. (2020). The Sufficiency economy alternatives Survival in the Crisis of Covid-19. **Journal of Multidisciplinary Academic Research and Development (JMARD)**. 2, 3 (Sep. 2020), 11-22. (in Thai)
- [11] Panyakaew, S. & Yimproyoon, C. (2015). **Professional Practice guideline: The design of electrical system from solar energy for buildings in Thailand**. Vol. 1. The Association of Siamese Architects under the Royal Patronage, 1-207. (in Thai)
- [12] Rangsiraksa, P. (2006). September. Thermal comfort in Bangkok residential buildings, Thailand. **In Proceedings of the PLEA2006 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture**, Geneva, Switzerland, 6-8.
- [13] Bhikhoo, N., Hashemi, A. & Cruickshank, H. (2017). Improving thermal comfort of low-income housing in Thailand through passive design strategies. **Sustainability**, 9(8), 1440.
- [14] Naipinit, A., Sakolnakorn, T.P.N. & Kroeksakul, P. (2014). Sufficiency economy for social and environmental sustainability: A case study of four villages in rural Thailand. **Asian Social Science**, 10(2), 102. (in Thai)