รหัสบทความ SEITS 31

ผลกระทบด้านความต้องการพลังงานของอาคารที่ออกแบบตามเกณฑ์เป็นสุข

Impacts of Energy Demand on Buildings Complying with SOOK Standard.

จีรุฏฐ์ ตั้งมานะกิจ[1*], อรรจน์ เศรษฐบุตร[2]

[1*]สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2] ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลกระทบด้านพลังงานของอาคารที่ออกแบบตามเกณฑ์อาคารที่มีสุขภาวะที่ดีโดยสถาบันอาคารเขียวไทยที่มีชื่อเกณฑ์ “เป็นสุข” โดยการวิจัยนี้นำข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานทั้งอาคารกรณีศึกษาแบบปกติและอาคารกรณีศึกษาที่ปรับแบบให้สอดคล้องตามเกณฑ์เป็นสุข นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบตามมาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC) Web-based ผลการศึกษาพบว่า อาคารกรณีศึกษา ได้แก่ อาคารสำนักงานที่ใช้เป็นแบบอ้างอิงมีผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานผ่านเกณฑ์ตามข้อกำหนดของกฎกระทรวงฯทั้งแบบการประเมินรายระบบและการใช้พลังงานโดยรวม กรณีอาคารเป็นสุขระบบกรอบอาคารไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินรายระบบ โดยที่ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังในส่วนที่มีการปรับอากาศ (OTTV) เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 13.86 % เนื่องจากความต้องการของอาคารตามเกณฑ์เป็นสุข คือ การมีช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีกระจกหน้าต่างที่สว่างมากขึ้นเพื่อให้ได้รับแสงสว่างธรรมชาติที่มากขึ้น จึงนำความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารผ่านกระจกหน้าต่างด้านนอกมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากไม่ได้ใช้กระจกเปลือกอาคารประสิทธิภาพสูง แต่สำหรับค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารพบว่าอาคารเป็นสุขยังสามารถผ่านเกณฑ์ตามข้อกำหนดของกฎกระทรวงฯ เนื่องจากการประหยัดพลังงานจากการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง

คำสำคัญ : การประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงาน, Building Energy Code (BEC) Web-based, เกณฑ์เป็นสุข

Abstract

The purpose of this research to present Impacts of energy demand on buildings complying with sook standard. In this research, the energy efficiency assessment data were used for both the case study building and the SOOK building. It will be analyzed and compared with Thailand's Building Energy Code (BEC) Web-based. The results of the study revealed that in case of office reference building, were passed the criteria of the Ministerial Regulation for energy efficiency both the individual system assessment and the net energy consumption. In case of SOOK building, the building envelope system assessment was failed the criteria as per overall thermal transfer value (OTTV) increased by 13.86 %. Not only for the reason that the SOOK building's requirement is to have larger openings and brighter glass windows for more natural light. As a result heat radiation into the building through the outer glass windows especially if high performance building envelope glass is not used. But also the net energy consumption was passed the criteria of the Ministerial Regulation this is because energy saving for lighting system.

Keywords : Energy efficiency assessment, Building Energy Code (BEC) Web-based, SOOK standard

1. บทนำ (Introduction)

ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอาคารทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก จากข้อมูลพบว่ามีการใช้พลังงานในอาคารเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชนให้ความสนใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร โดยในปี พ.ศ. 2535 ได้ออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และล่าสุดได้ออกกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564 ทั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอาคาร (คู่มือแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2560)

ปัจจุบันสภาวการณ์ต่างๆ ของโลกได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว รวมทั้งมีวิกฤตโรคอุบัติใหม่เกิดขึ้นอย่างโรค COVID-19 ซึ่งส่งผลกระทบเป็นวงกว้างไปทั่วโลก การอนุรักษ์พลังงานในอาคารเพียงอย่างเดียวอาจจะยังไม่เพียงพอ สถาบันอาคารเขียวไทยได้เล็งเห็นความสำคัญในประเด็นสุขภาพ คุณภาพชีวิต ความเป็นดีอยู่ดี หรือ Well-Being จึงได้เริ่มพัฒนาเกณฑ์การออกแบบก่อสร้างอาคารที่เน้นสุขภาวะที่ดีของผู้อยู่อาศัยในอาคาร โดยเกณฑ์ดังกล่าวใช้ชื่อว่า "เป็นสุข" หรือ "SOOK" โดยนำเอามาตรฐานจากต่างประเทศมาปรับปรุง และออกแบบเพื่อให้เข้ากับบริบทของประเทศไทย

การวิจัยนี้จะกล่าวถึงผลกระทบด้านความต้องการพลังงานของอาคารที่ออกแบบตามเกณฑ์เป็นสุข ซึ่งทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานอาคารกรณีศึกษาและอาคารเป็นสุข โดยการใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC) Web-based นำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบตามมาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน อีกทั้งได้ทำการศึกษาทฤษฎี เอกสารงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน อาทิ การศึกษากรอบอาคารชุดและแนวทางการประหยัดพลังงาน (ปรัชญา, 2556), การปรับปรุงอาคารสู่การใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ กรณีศึกษาแบบมาตรฐานอาคารสำนักงานราชการ (ศรัณย์, 2561), การเปรียบเทียบผลการคำนวณการใช้พลังงานจากโปรแกรม BEC กับการใช้พลังงานจริงที่เกิดขึ้นในอาคาร (อธิปัตย์, 2563) , การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน (พันธุดา, 2563) และเกณฑ์เป็นสุข (สถาบันอาคารเขียวไทย, 2563) อีกทั้งยังได้อ้างอิงเอกสารงานวิจัยจากต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารประหยัด

พลังงาน บทความด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของส่วนประกอบทึบแสงของเปลือกอาคาร ประเด็นด้านพลังงาน เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

จากผลการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบถึงหลักเกณฑ์ การประเมินในหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตามกฎกระทรวง ฯ ที่มีความสัมพันธ์กับเกณฑ์เป็นสุข ทั้งระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ซึ่งส่งผลโดยตรงกับการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

การวิจัยนี้อาศัยการจำลองผลการใช้พลังงานอาคารผ่านโปรแกรม Building Energy Code (BEC) Web-based เพื่อจะหาผลกระทบด้านความต้องการพลังงานของอาคารที่ได้ออกแบบตามเกณฑ์เป็นสุข โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานและหลักเกณฑ์การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน รวมถึงเกณฑ์เป็นสุข
2. เลือกประเภทและขนาดอาคารที่จะทำการวิจัยจากอาคารควบคุม 9 ประเภท ที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้กำหนดเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานไว้ คือ สำนักงาน
3. ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ทั้งอาคารกรณีศึกษาและอาคารเป็นสุข ประกอบด้วย ระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ รวมถึงการใช้พลังงานโดยรวม โดยใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC) Web-based
4. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานทั้งอาคารกรณีศึกษาและอาคารเป็นสุข วิเคราะห์เปรียบเทียบกับมาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน
5. สรุปผลรวมทั้งให้ข้อเสนอแนะ

3. ผลการวิจัย (Results)

ข้อมูลทั่วไปอาคารกรณีศึกษา

อาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแบบที่ 2 มีพื้นที่ใช้สอยรวม 2,022.20 ตร.ม. พื้นที่ใช้สอยปรับอากาศ 1,182 ตร.ม. พื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศ 840.20 ตร.ม. เป็นอาคาร 3 ชั้น กว้าง 16.50 ม. ยาว 60 ม. ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน ความหนาแน่น 620 กก.ต่อลบ.ม. กระจกสีเทา หนา 5 มม. ค่าสัดส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อกรอบอาคาร หรือ WWR ของพื้นที่ปรับอากาศ เฉลี่ย 0.34 หลังคากระเบื้องซีเมนต์ลอน หนา 5 มม. ติดตั้งฉนวนหลังคาใยแก้วติดอลูมิเนียมฟอยล์ หนา 15 ซม. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 24,000 บีทียู/ชั่วโมง จำนวน 35 เครื่อง ที่มีค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (SEER) เท่ากับ 12.85 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T5 2X28 วัตต์, T5 1X14 วัตต์ และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์ ขั้วเกลียว E27 กำลังไฟติดตั้งรวม 7,130 กิโลวัตต์ มีลักษณะการใช้งาน ดังนี้

ชั้นที่ 1 - ห้องผู้บริหาร, สำนักงาน, ห้องน้ำชาย/หญิง, ห้องเก็บของ
ชั้นที่ 2 - สำนักงาน, ห้องน้ำชาย/หญิง
ชั้นที่ 3 – สำนักงาน, ห้องประชุมใหญ่

ภาพที่1 ตัวอย่างอาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแบบที่ 2
ที่มา : http://www.sp2.go.th/sp2/images/nayoby-pan/3/2.pdf

ผลการประเมินแบบอาคาร

ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วยโปรแกรม Building Energy Code (BEC) Web-based อาคารกรณีศึกษาและอาคารเป็นสุข แสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการประเมินแบบอาคารกรณีศึกษา
ที่มา : โปรแกรม Building Energy Code (BEC) Web-based

รายละเอียด	เกณฑ์มาตรฐาน	อาคารตามที่ออกแบบ
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV,วัตต์/ตร.ม.)	≤ 50	47.12
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV, วัตต์/ตร.ม.)	≤ 10	5.96
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์/ตร.ม.)	≤ 10	3.94
ค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (SEER)	≥ 12.85	12.85
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)	≤ 103,993,907.41	77,665,059.62

การพิจารณาตามเกณฑ์การใช้พลังงานแต่ละระบบอาคารกรณีศึกษา

- ระบบกรอบอาคาร : ผลจากการตรวจประเมินแบบอาคารกรณีศึกษา พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ (OTTV) เท่ากับ47.12 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎกระทรวงกำหนด (หมวด 2 ส่วนที่ 1) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ (RTTV) เท่ากับ 5.96 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎกระทรวงกำหนด (หมวด 2 ส่วนที่ 1) **- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง :** ผลจากการตรวจประเมินแบบอาคารกรณีศึกษา พบว่าใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T5 2X28 วัตต์, T5 1X14 วัตต์ และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์ ขั้วเกลียว E27 มีกำลังไฟฟ้าติดตั้งรวม 7.968 กิโลวัตต์ และมีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเท่ากับ 3.94 วัตต์/ตร.ม.ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ (หมวด 2 ส่วนที่ 2) **- ระบบปรับอากาศ :** ผลจากการตรวจประเมินแบบอาคารพบว่าอาคารมีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 24,000 บีทียู/ชั่วโมง จำนวน 35 เครื่อง ที่มีค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (SEER) เท่ากับ 12.85 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ (หมวด 2 ส่วนที่ 3)

การพิจารณาตามเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารกรณีศึกษา

จากการประเมินพบว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมต่อปีของอาคารมีค่าเท่ากับ 77,665,059.62 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ซึ่งต่ำกว่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิง จึงผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ (หมวด 2 ส่วนที่ 5)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินแบบอาคารเป็นสุข
ที่มา : โปรแกรม Building Energy Code (BEC) Web-based

รายละเอียด	เกณฑ์มาตรฐาน	อาคารตามที่ออกแบบ
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV, วัตต์/ตร.ม.)	≤ 50	53.65
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV, วัตต์/ตร.ม.)	≤ 10	5.81
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์/ตร.ม.)	≤ 10	1.75
ค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (SEER)	≥ 12.85	12.85
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)	≤ 106,162,230.25	72,085,038.79

การพิจารณาตามเกณฑ์การใช้พลังงานแต่ละระบบอาคารเป็นสุข

- **ระบบกรอบอาคาร :** ผลจากการตรวจประเมินแบบอาคาร พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ (OTTV) เท่ากับ53.65 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎกระทรวงกำหนด (หมวด 2 ส่วนที่ 1) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา

อาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ (RTTV) เท่ากับ 5.81 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การใช้พลังงานทั้งระบบกรอบอาคาร พบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎกระทรวงกำหนด (หมวด 2 ส่วนที่ 1) **- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง :** ผลจากการตรวจประเมินแบบอาคารพบว่าใช้หลอดไฟ LED A60 Stepless Dimmable bulb (EVE) ขั้วเกลียว E27 ขนาด 9 วัตต์ ในส่วนพื้นที่ใช้งานประจำ ส่วนบริเวณอื่นยังคงใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าตามเดิม มีกำลังไฟฟ้าติดตั้งรวม 3.531 กิโลวัตต์ และมีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเท่ากับ 1.75 วัตต์/ตร.ม.ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ (หมวด 2 ส่วนที่ 2) **- ระบบปรับอากาศ :** ผลจากการตรวจประเมินแบบอาคารพบว่าอาคารมีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 24,000 บีทียู/ชั่วโมง จำนวน 35 เครื่อง ที่มีค่าประสิทธิภาพตามฤดูกาล (SEER) เท่ากับ 12.85 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ (หมวด 2 ส่วนที่ 3)

การพิจารณาตามเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารเป็นสุข

จากการประเมินพบว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมต่อปีของอาคารมีค่าเท่ากับ 72,085,038.79 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ซึ่งต่ำกว่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิง จึงผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ (หมวด 2 ส่วนที่ 5)

4. การอภิปราย (Discussion)

อาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแบบที่ 2 วัสดุผนังทึบที่ใช้คือ อิฐมวลเบา ความหนาแน่น 620 กก./ลบ.ม. ผนังโปร่งแสงที่ใช้คือ กระจกสีเทา หนา 5 มม. ที่มีค่าส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น เท่ากับ 0.22 และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) เท่ากับ 0.49 หลังคาติดตั้งฉนวนใยแก้วติดอลูมิเนียมฟอยล์ หนา 15 ซม.

ข้อมูลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานอาคารกรณีศึกษา : อาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแบบที่ 2 ด้วยการใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC) Web-based พบว่าเกณฑ์การประเมินแต่ละระบบ ได้แก่ ระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกใช้วัสดุสำหรับกรอบอาคาร ผนังทึบ ผนังโปร่งแสง รวมถึงหลังคาเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ดี นอกจากนี้ระบบไฟฟ้าและระบบปรับอากาศยังเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้งานอยู่ในระดับที่ดี ทำให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ ทั้งแบบการประเมินรายระบบและการใช้พลังงานโดยรวม

อาคารเป็นสุข มีการปรับคุณสมบัติอาคารด้านต่างๆ จากอาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแบบที่ 2 ให้เป็นอาคารเป็นสุข โดยระบบกรอบอาคารมีการปรับเปลี่ยนกระจกจากเดิมที่เป็นกระจกสีเทา หนา 5 มม. ที่มีค่าส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น เท่ากับ 0.22 และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) เท่ากับ 0.49 เปลี่ยนไปใช้กระจกเขียวใส หนา 5 มม. ที่มีค่าส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น เท่ากับ 0.78 และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) เท่ากับ 0.64 ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังในส่วนที่มีการปรับอากาศ(OTTV) เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 13.86% จากเดิม 47.12 วัตต์/ตร.ม. เพิ่มขึ้นเป็น 53.65 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎกระทรวงกำหนด (หมวด 2 ส่วนที่ 1) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ (RTTV) เปลี่ยนแปลงลดลง 2.52 % จากเดิม 5.96 วัตต์/ตร.ม. ลดลงเป็น 5.81 วัตต์/ตร.ม. ระบบไฟฟ้ามีการปรับเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T8 1x18 วัตต์ , 1x32 วัตต์, 1x36 วัตต์ และ 2x36 วัตต์ เปลี่ยนไปใช้หลอดไฟ LED A60 Stepless Dimmable bulb (EVE) ขั้วเกลียว E27 ขนาด 9 วัตต์ มีค่า Color Rendering Index (CRI) เท่ากับ 85 พร้อมควบคุมการหรี่แสงเฉพาะบริเวณที่มีการใช้งานประจำ ส่วนบริเวณอื่นยังคงใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าตามเดิมโดยทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (LPD) เปลี่ยนแปลงลดลง55.58 %จากเดิม3.94วัตต์/ตร.ม ลดลงเป็น 1.75 วัตต์/ตร.ม. ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ (หมวด 2 ส่วนที่ 2) สำหรับระบบปรับอากาศเลือกใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ขนาด 24,000 บีทียู/ชั่วโมง มีค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (SEER) เท่ากับ 12.85ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ (หมวด 2 ส่วนที่ 3) อีกทั้งยังติดตั้งเครื่อง Energy Recovery Ventilator (ERV) ที่สามารถเติมอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารมากกว่า

มาตรฐานทั่วไปตามเกณฑ์เป็นสุข ผลการประเมินค่าการใช้พลังงาน พบว่า ค่าการใช้พลังงานโดยรวมต่อปีของอาคารลดลง 7.18% จากเดิม 77,665,059.62 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ลดลงเป็น 72,085,038.79 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ซึ่งต่ำกว่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิง จึงผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ (หมวด 2 ส่วนที่ 5)

จากข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากอาคารเดิมไปเป็นอาคารเป็นสุข กล่าวได้ว่า มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในส่วนของระบบกรอบอาคารและมีการใช้พลังงานลดลงในส่วนของระบบไฟฟ้าและมีคุณภาพอากาศภายในระบบปรับอากาศที่ดีมากกว่าเดิม ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติตามที่เกณฑ์เป็นสุขได้กำหนดไว้นั่นเอง สำหรับการวิจัยนี้อาคารเป็นสุข ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวง โดยเลือกใช้กระจกเขียวใส ขนาดหนา 5 มม. ที่มีค่าส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น เท่ากับ 0.78 และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) เท่ากับ 0.64 ดังนั้นหากต้องการให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวง สามารถทำได้โดยเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร และตรงตามข้อกำหนดเกณฑ์เป็นสุขใช้ทำระบบกรอบอาคาร ในที่นี้ถ้าหากเลือกใช้กระจก Energy Green Float Glass หนา 5 มม. ที่มีค่าส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น เท่ากับ 0.65 และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) เท่ากับ 0.53 ซึ่งสามารถลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้มากกว่าเดิมทำให้ค่าการใช้พลังงานโดยรวมต่อปีของอาคารลดลงและจะทำให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ สำหรับอาคารที่ต้องการให้มีคุณสมบัติการใช้งานตามมาตรฐานและหลักเกณฑ์การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานและเกณฑ์เป็นสุข กล่าวคือ เป็นอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานและเน้นไปที่สุขภาวะของผู้ใช้งานอาคารด้วยสามารถทำได้ ในกรณีอาคารที่จะทำการก่อสร้างใหม่สามารถทำการออกแบบอาคารให้เข้ากับหลักเกณฑ์ดังกล่าวได้ พร้อมทั้งควบคุมรายละเอียดต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นให้อยู่ในงบประมาณการก่อสร้างได้ เพราะว่ารับรู้ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่จะเกิดจากการก่อสร้างอยู่ก่อนแล้ว ส่วนกรณีการปรับปรุงอาคารเพื่อให้เข้ากับหลักเกณฑ์ข้างต้นนั้น ต้องคำนึงถึงความจำเป็นและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วย เพราะว่าค่าใช้จ่ายสำหรับการปรับปรุงอาคารนั้นอาจจะสูงขึ้นเนื่องมาจากราคาของวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงค่าแรงในการก่อสร้างด้วย

5. สรุปผล (Conclusion)

จากการศึกษาทฤษฎี เอกสารต่างๆ และผลการวิจัยทำให้สามารถสรุปปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการช่วยลดความร้อนและสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้ใช้งานภายในอาคาร พร้อมกับพิจารณาควบคู่ไปกับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมและที่ตั้งของอาคาร รวมถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานอาคาร (ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2560) ดังนี้

ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

1. **สภาพภูมิอากาศ** การสร้างอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศสามารถช่วยลดการใช้พลังงานลงได้ เช่น การวางตัวอาคารและช่องเปิดให้ขวางทิศทางลม เป็นการใช้ประโยชน์จากลมประจำถิ่น

2. **ทิศทางแสงแดด** ควรให้พื้นที่ผนังส่วนน้อยรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ โดยเฉพาะในช่วงบ่ายที่มีแสงแดดร้อนจัด ซึ่งจะส่งผลทำให้ความร้อนเข้าสู่อาคารลดลงและสามารถลดการสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าระบบปรับอากาศได้ ดังนั้นควรออกแบบให้ด้านแคบของอาคารหันไปทางทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก

3. **สภาพภูมิประเทศ** การปรับสภาพภูมิประเทศให้เหมาะกับการก่อสร้างสามารถช่วยประหยัดการใช้พลังงานของอาคารได้ เช่น การสร้างบ่อน้ำขนาดใหญ่เพื่อให้ลมพัดผ่านสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม หรือการปรับพื้นดินให้ลาดเอียงไปทางทิศเหนือเพื่อให้รับแสงแดดน้อยลง เป็นต้น

4. **พืชพันธุ์ธรรมชาติ** การปลูกไม้พุ่มและการสร้างบ่อน้ำเพื่อสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม การปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีทรงแผ่กว้างและพุ่มใบโปร่งบริเวณรอบๆ อาคารเพื่อให้ร่มเงาช่วยลดความร้อนที่เกิดจากรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ หรือการปลูกหญ้าและพืชคลุมดินเพื่อป้องกันความร้อนให้กับพื้นดิน ถือว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากพืชพันธุ์ธรรมชาติในการลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้

ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

1. รูปทรงอาคาร ควรออกแบบให้กรอบอาคารมีเส้นรอบรูปน้อย มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำสุด และควรมีการรั่วซึมของอากาศต่ำ แต่ยอมให้มีการไหลเวียนอากาศผ่านผิวอาคาร ในกรณีที่อาคารมีรูปทรงเรียวยาว ควรวางอาคารในแนวทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก

2. ผนังทึบ การเลือกใช้ผนังทึบที่เหมาะสมจะเป็นส่วนสำคัญในการลดภาระการใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศภายในตัวอาคารลงได้ เนื่องจากพลังงานส่วนใหญ่ในอาคารใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิในอาคารให้มีสภาพที่เหมาะสมกับการทำกิจกรรมต่างๆของผู้ใช้อาคาร

3. ผนังโปร่งแสง หรือกระจก เป็นส่วนที่รับความร้อนและถ่ายเทความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าสู่ในอาคารได้มากกว่าผนังทึบ 5-10 เท่า และยังเป็นส่วนประกอบสำคัญของอาคารที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร การเลือกกระจกและเทคนิคการติดตั้งจึงเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยลดการใช้พลังงานในอาคารได้

4. หลังคา เพื่อทำให้ตัวอาคารมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานที่ดีขึ้น ควรมีการติดตั้งฉนวนกันความร้อน เช่น ฉนวนโฟม ฉนวนใยแก้ว แผ่นสะท้อนความร้อน แผ่นยิปซั่มบอร์ด อลูมิเนียมฟอยล์ เป็นต้น

5. อุปกรณ์บังแดดภายนอก การออกแบบช่องเปิดของอาคารควรจะต้องมีอุปกรณ์บังแดดภายนอกติดตั้งด้วยเสมอ เนื่องจากอุปกรณ์บังแดดภายนอกเป็นอุปกรณ์ที่สามารถลดปริมาณความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารดีกว่าแบบภายใน และการออกแบบอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารที่ดีควรคำนึงถึงหลายปัจจัยประกอบกัน เช่น การวางทิศทางตัวอาคาร ขนาดช่องเปิด และช่องว่างระหว่างอุปกรณ์บังแดดกับผนังอาคาร

6. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ควรลดการใช้ไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์หรือหลอดไฟต่างๆ ให้น้อยที่สุด แต่ความสว่างต้องเพียงพอกับการใช้งาน แนวทางการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ได้แก่ การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติในเวลากลางวันด้วยเทคนิคการติดตั้งสวิตช์เปิด-ปิดแบบแยกสำหรับพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารด้านที่มีแสงสว่างจากภายนอก การเลือกใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูง หรือหลอดไฟ LED เป็นต้น วิธีการเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นการลดการใช้พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

7. ระบบปรับอากาศ การใช้ระบบปรับอากาศควรเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีกำลังทำความเย็นเหมาะสมกับภาระการทำความเย็น และมีประสิทธิภาพสูงหรือเป็นรุ่นประหยัดไฟเบอร์ 5 เป็นต้น

สำหรับเกณฑ์เป็นสุขนั้นมีต้นแบบมาจากเกณฑ์มาตรฐาน WELL Building Standard ซึ่งเป็นมาตรฐานแรกของโลกที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัย และผู้ใช้อาคาร โดยมุ่งเน้นไปที่สุขภาวะ (Health and Well-Being) ของผู้ใช้อาคาร เกณฑ์เป็นสุขนี้แบ่งได้เป็น 5 หมวด (สถาบันอาคารเขียวไทย, 2563) ได้แก่

- พื้นที่ภายนอกและชุมชนแวดล้อม (Outdoor & Neighborhood - ON)
- การออกแบบสถาปัตยกรรม (Architectural Design - AD)
- การออกแบบภายใน และการใช้วัสดุ (Interior Design & Materials - IM)
- ระบบสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรม (Environmental System & Engineering – EE)
- นวัตกรรมสุขภาวะ (SOOK Innovation – SI)

เกณฑ์เป็นสุขได้ถูกออกแบบให้เข้ากับบริบทของประเทศไทย อีกทั้งยังสามารถนำมาปรับใช้ร่วมกับมาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานได้ในอาคารเดียวกัน โดยจากการศึกษาเกณฑ์เป็นสุขทำให้ทราบว่าหมวดการออกแบบสถาปัตยกรรม หมวดการออกแบบภายในและการใช้วัสดุ รวมถึงหมวดระบบสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรม มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมาตรฐานและเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ประกอบด้วย ระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ ทั้งนี้เมื่อได้นำเอาหลักเกณฑ์ทั้งคู่ข้างต้นมาปรับใช้ในการออกแบบและปรับปรุงอาคาร อาจกล่าวได้ว่า อาคารจะมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานและส่งเสริมสุขภาวะของผู้ใช้งานอาคารควบคู่กัน

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] กระทรวงพลังงาน. “ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564” 24 ธันวาคม 2564.

[2] กระทรวงพลังงาน. “ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณ และการรับรองการผลตรวจประเมินในการออกแบบอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียน ในระบบต่าง ๆ ของอาคาร พ.ศ. 2564” 24 ธันวาคม 2564.

[3] คณะทำงานพัฒนาเกณฑ์เป็นสุข สถาบันอาคารเขียวไทย. (2563). ร่างเกณฑ์มาตรฐานอาคารเป็นสุข. กรุงเทพมหานคร.

[4] ปรัชญา ปัตถาวงศ์. (2556). การศึกษากรอบอาคารชุดและแนวทางการประหยัดพลังงาน. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] พันธุดา พุฒิไพโรจน์. (2563). การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน.พิมพ์ครั้งที่ 1.สำนักพิมพ์อีเล็ฟแว่นคัลเลอร์. กรุงเทพมหานคร.

[6] ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2560). คู่มือแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพมหานคร.

[7] ศรัณย์ ตันรัตนาวงศ์. (2561). การปรับปรุงอาคารสู่การใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ กรณีศึกษาแบบมาตรฐานอาคารสำนักงานราชการ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[8] อธิปัตย์ ศรีใสคำ. (2563). การเปรียบเทียบผลการคำนวณการใช้พลังงานจากโปรแกรม BEC กับการใช้พลังงานจริงที่เกิดขึ้นในอาคาร. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

[9] Elasfouri, A. S.,Maraqa, R., Tabbalat, R. (1991). Shading control by neighbouring buildings: application to buildings in Amman, Jordan. International Journal of Refrigeration, 14(2), 112-116.

[10] Feng, Y. (2004). Thermal design standards for energy efficiency of residential buildings in hot summer/cold winter zones. Energy and Buildings, 36(12), 1309-1312.

[11] Lollini, Barozzi, Fasano, Meroni, Zinzi. (2006). Optimisation of opaque components of the building envelope. Energy, economic and environmental issues. Building and Environment, 41(8), 1001-1013.

[12] Nelson, D. (2014, August 25). Energy Efficient Lighting. Retrieved from Whole Building Design Guide:https://www.wbdg.org/resources/efficientlighting.php

[13] Omer, A. M. (2008a). Energy, environment and sustainable development. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12(9), 2265-2300.

[14] Pacheco, R.,Ordóñez, J., Martínez, G. (2012). Energy efficient design of building: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(6), 3559-3573.