

เกณฑ์ประเมินสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีสำหรับการออกแบบแสงสว่างภายในอาคาร

นิชากร เฮงรัมย์^{1*} และ สันต์ จันทร์สมศักดิ์²

Measurement for health and well-being for indoor lighting design

Nichakorn Hengrasme^{1*} and Sant Chansmsak²

¹⁻²คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

¹⁻²Faculty of architecture, Naresuan University

* Corresponding author. E-mail address: nhengrasmee@gmail.com

Received April 9, 2019

revised June 11, 2019

accepted June 14, 2019

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษารายละเอียดหลักเกณฑ์และตัวชี้วัดสำหรับการวัดประสิทธิภาพเชิงคุณภาพจาก WELL Building Standard ซึ่งเป็นเกณฑ์ประเมินอาคารเพื่อสุขภาพ และความเป็นอยู่ที่ดี สำหรับผู้ใช้อาคารซึ่งเป็นเกณฑ์แรกของโลก โดยการพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ประเมินอาคารสีเขียวมาตรฐานสากลอย่าง BREEAM และ LEED ร่วมกับเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวของไทย (TREES) ผลการเปรียบเทียบระหว่าง WELL กับเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวทั้ง 3 เกณฑ์ พบว่าเมื่อพิจารณาที่น้ำหนักคะแนนในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของผู้ใช้อาคาร หัวข้อทั้งหมดของ WELL จะมุ่งในประเด็นดังกล่าว ในขณะที่เกณฑ์อาคารเขียวอื่นให้ความสำคัญลดหลั่นกันไป โดย TREES จะมีลำดับสูงที่สุดตามด้วย BREEAM และ LEED ด้วยอัตราร้อยละ 20% 19% 16% ตามลำดับ แต่เป็นหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพมีเพียง 7% 6% และ 8% เท่านั้น ในขณะที่ WELL มีหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพ 16% มากกว่า LEED ที่มีหัวข้อด้านแสงสว่างสูงที่สุดเป็นอันดับที่หนึ่งของทั้ง 3 เกณฑ์ถึง 2 เท่า จากการศึกษาเปรียบเทียบรายละเอียดในแต่ละหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพของ WELL พบว่า LEED มีความสอดคล้องในรายละเอียด สูงถึง 75% ขณะที่เกณฑ์ประเมินอาคารของไทยหรือ TREES มีความสอดคล้องเพียง 31% เท่านั้น จากการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักในแต่ละหัวข้อยังพบอีกว่าหัวข้อด้านแสงสว่างที่สามารถพิจารณาเพิ่มเติมให้เป็นหัวข้อหลักในการประเมินอาคารเขียวของไทยมีทั้งหมด 4 หัวข้อคือ Glare control, Electric light, Circadian light และ visual balance โดยใน 4 หัวข้อหลักนี้ยังมี 6 หัวข้อย่อย ที่สามารถใช้เป็นทางเลือกในการใช้ประเมินอาคาร ซึ่งหัวข้อดังกล่าวล้วนเกี่ยวกับการออกแบบแสงสว่างในทางเทคนิค เพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้อาคารทั้งสิ้น ชุดข้อมูลสำหรับการอ้างอิงกับเกณฑ์ในระดับสากลที่ถูกพัฒนาขึ้นจากการศึกษาวิจัยชิ้นนี้ จะเป็นแนวทางสำคัญในการพิจารณาปรับใช้เพื่อกำหนดบรรทัดฐานและนำไปสู่การกำหนดเกณฑ์การออกแบบแสงสว่างเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของประเทศไทย

คำสำคัญ: การออกแบบแสงสว่าง สุขภาพ ความเป็นอยู่ที่ดี เกณฑ์การประเมินอาคาร จังหวะรอบวัน

ABSTRACT

This paper is a research study of the criteria and indicators for qualitative measurement from WELL Building Standard, which is a health building assessment criteria and well-being for building occupants. The research study evaluates criterion of quality indoor lighting for health and well-being in comparison with the international standard green building assessment criteria such as BREEAM and LEED together with the Thai Green Building Assessment criteria (TREES). The results of comparison between WELL and the assessment criteria of other 3 green building standards found that when considering the weight of the points in the topics related to the health and well-being, all topics of WELL focus on occupants' health issues. While 3 others green building criteria give priority to TREES, with the highest order, followed by BREEAM and LEED with 20%, 19%, 16% respectively. However, they were related to lighting only 7%, 6% and 8%. WELL has 16% of healthy lighting related topics, which is more than twice that of LEED, the highest lighting topic ranking first in all 3 criteria from the comparative study. In each of WELL's health and well-being lighting topics, it is found that LEED is the most consistent in the details as high as 75%, while TREES is only 31% consistent. Results from the study also point out the lighting topics that can be considered as the main topic to be further developed for Thai green buildings standard, which conclude of 4 topics: Glare control, Electric light, Circadian light and visual balance. The additional alternatives of six sub-topics related to technical lighting design can also be considered in development. A set of data is developed in this research for use as a reference to the international criteria, which Will be an important guideline for considering and applying to define the norms and lead to the determination of lighting design criteria for health and well-being of Thailand

keyword: Lighting design, Health, Well-being, Rating system, Circadian rhythm

บทนำ

แนวความคิดเรื่อง “อาคารเขียว” นั้นเกิดขึ้นจากการตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ทั้งการรุกรานพื้นที่ธรรมชาติหรือมลพิษทั้งระหว่างและหลังการก่อสร้าง รวมถึงปัญหาในการบริหารจัดการอาคาร ทั้งการใช้พลังงานโดยไม่คำนึงถึงความเสี่ยงสิ่งแวดล้อม และคุณภาพความเหมาะสมต่อผู้อยู่อาศัย โดยแนวคิดเรื่องอาคารเขียวนี้ถือกำเนิดขึ้นและถูกพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในทวีปยุโรปและอเมริกา โดยอาคารเขียวตามนิยามของ World Green Building Council หรือสภาอาคารเขียวโลกได้นิยามไว้คือ “อาคารที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ประหยัดพลังงาน ใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ตัวอาคารใช้ประโยชน์จากสถานะแวดล้อมให้มากที่สุด” (WGBC) สำหรับในไทยนั้น วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้นิยามความหมายของ “อาคารเขียว” ว่าหมายถึง อาคารที่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างรอบด้าน การจัดการด้านพลังงาน รวมทั้งสุขภาพที่ดีของผู้อยู่อาศัยในอาคาร (จิรภา.รักแก้ว, 2018). เกณฑ์การประเมินอาคารสีเขียวจึงเป็นหนึ่งในการกำหนดแนวทางการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากอาคารและสิ่งก่อสร้าง โดยองค์กรด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศต่าง ๆ ได้กำหนดมาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการประเมินอาคารขึ้นมาเพื่อใช้ในการประเมินอาคารสีเขียว เช่นในสหราชอาณาจักร มีมาตรฐานอาคารสีเขียวที่เรียกว่า BREEAM (Building Research Establishment's Environment Assessment Method) หรือในสหรัฐอเมริกา มีหน่วยงาน USGBC (The U.S. Green Building Council) ที่พัฒนาแบบประเมินอาคารที่เรียกว่า LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ได้รับความนิยมเชื่อถือและแพร่หลายมากที่สุดสำหรับอาคารสีเขียวในระดับโลก สำหรับประเทศไทย เกณฑ์ประเมินอาคารสีเขียวในชื่อ TREES (Thailand Rating Energy and Environmental System) ถูกพัฒนาจากความร่วมมือกันของทั้ง กระทรวงพลังงาน ที่วิจัยจากมหาวิทยาลัยชั้นนำ ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ และ สภาวิศวกรแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยเริ่มใช้พัฒนาการออกแบบอาคารในประเทศไทยมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2552 เพื่อจุดประสงค์หลักคือการออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน ลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและคำนึง ถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามมาตรการในการควบคุมสถานะแวดล้อมภายในอาคารเพื่อส่งเสริมสุขภาพของผู้ใช้อาคารกลับถูก

มองข้าม สอดคล้องกับรายงานขององค์การอนามัยโลก ที่แสดงให้เห็นถึงสถิติการเสียชีวิตและความเจ็บป่วยที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในปี 2012 สูงถึง 12.6 ล้านคน โดยสาเหตุของการเสียชีวิตที่มากจากการใช้ชีวิตในที่อยู่อันแออัด หรือที่ทำงานที่ไม่มีคุณภาพ คิดเป็น 23% ของการเสียชีวิตทั้งหมดจำนวน 2.9 ล้านคน และในจำนวนนี้ เป็นคนไทยถึง 150,000 คน (WHO, 2016) ซึ่งภายใต้ปัจจัยหลายอย่างจากปัญหาสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม แสงสว่างภายในอาคารเป็นหนึ่งในสาเหตุของความผิดปกติในกลุ่มโรคไม่ติดต่อ ทางประสาทวิทยา ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งด้านสุขภาพร่างกายและจิตใจ เช่น โรคนอนไม่หลับ โรคซึมเศร้า ความผิดปกติทางด้านอารมณ์ และ อาการปวดหัวไมเกรน (I.Friedman & Dye, 2009) จากการสำรวจด้วยแบบสอบถามขององค์การอนามัยโลกในปี 2015 พบว่าถึงแม้ว่าสถิติการเสียชีวิตของผู้ป่วยในกลุ่มโรคไม่ติดต่อนี้มีเพียง 3% แต่คิดเป็นสัดส่วนถึง 12% ของภาระโรคทั่วโลก (Global disease burden) (WHO, 2015)

แสงสว่างทั้งแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ ส่งผลกระทบต่อที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง นั่นคือการควบคุมจังหวะรอบวันของมนุษย์ (circadian rhythm) ซึ่งเป็นกระบวนการทางชีวภาพที่ถูกขับเคลื่อนด้วยนาฬิกาชีวภาพในร่างกายของมนุษย์ (Biological clock) ซึ่งตัวอย่างของการทำงานของนาฬิกาชีวภาพนี้ที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือการทำงานสอดคล้องของที่วัฏจักรกลางวัน-กลางคืนกับวงจรการนอนหลับของมนุษย์ ซึ่งถือเป็นกลไกสำคัญที่เป็นตัวกำหนดความสมดุลในการทำงานของร่างกาย เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดสุขภาพของมนุษย์ จากผลการศึกษาวิจัยมากมายที่สนับสนุนความสำคัญของแสงสว่างภายในอาคารรวมทั้งแสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อโดยตรงต่อมนุษย์ในกรณีที่นาฬิกาชีวภาพถูกรบกวนด้วยสภาวะแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมตามที่ควรจะเป็นในแต่ละช่วงเวลาตามธรรมชาติ จะเกิดความแปรปรวนในการสมดุลการทำงานของระบบในร่างกาย (Amundadottir et al., 2017; Cajochen et al., 2014; J.Aschoff, 1967; LeGates et al., 2014) และเกิดเป็นปัญหาสุขภาพซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดปกติทั้งทางชีวภาพ และกายภาพ ทั้งที่มองเห็น (visual) และมองไม่เห็น (non-visual) (Bommel & Beld, 2004) ซึ่งการที่ระบบในร่างกายถูกรบกวนสมดุลจากสภาพแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมนี้ สามารถแสดงให้เห็นได้ตั้งแต่อาการปวดหัว นอนไม่หลับ หรือ แม้แต่โรคอัลไซเมอร์ (Czeisler et al., 1986) ดังนั้นการออกแบบและควบคุมแสงสว่างภายในอาคารจึงเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีภายในอาคารสถาปัตยกรรม

เกณฑ์ประเมินอาคารเกณฑ์แรกของโลกที่ถูกพัฒนาโดยมุ่งเน้นด้านสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้อาคาร โดยเฉพาะชื่อว่า WELL Building standard เป็นเกณฑ์ที่ถูกพัฒนามาจากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และหลักฐานด้านการแพทย์เป็นเวลากว่า 7 ปีโดยองค์กร International Well Building Institute (IWBI) ของประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อเป็นมาตรฐานในการควบคุมสภาวะแวดล้อมภายในอาคารและปรับปรุงคุณภาพชีวิตมนุษย์ผ่านสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้น โดยได้รับการยอมรับจากอาคารชั้นนำทั่วโลกในปัจจุบัน มีโครงการกว่า 940 โครงการที่เข้าร่วมมาตรฐานใน 34 ประเทศ (Marketingoops, 2018) โดย WELL มีเกณฑ์การประเมินที่ให้คะแนนในกลุ่มอาคารที่มีคุณสมบัติด้านการบริหารจัดการอาคาร เพื่อสภาวะที่ดีของผู้ใช้อาคารผ่านเกณฑ์ประเมิน 7 ข้อด้วยกัน ได้แก่ อากาศ (Air) – ในอาคารมีอากาศที่บริสุทธิ์, น้ำ (Water) – น้ำดื่ม น้ำใช้มีคุณภาพ สะอาด ปลอดภัย, อาหารบำรุงร่างกาย (Nourishment) – มีอาหารที่สดใหม่ บำรุงสุขภาพ เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย, แสงสว่าง (Light) – มีการควบคุมแสงที่เหมาะสม ทั้งเพื่อการทำงานและพักผ่อน, สมรรถภาพทางกาย (Fitness) – มีพื้นที่ หรือกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพให้ร่างกายได้เคลื่อนไหวสม่ำเสมอ, ความสุขสบาย (Comfort) – สภาพแวดล้อมดี สงบปราศจากสิ่งรบกวน และ จิตใจ (Mind) – เป็นสถานที่ให้ความผ่อนคลายสบายใจ ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่ตอบรับกระแสของ WELL โดยโครงการศูนย์วิจัยและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน (RISC) เป็นแห่งแรกที่ลงทะเบียนเข้าร่วมการประเมินตามมาตรฐาน WELL (PostToday, 2018) และในปัจจุบันมีทั้งหมด 3 โครงการที่กำลังดำเนินการเพื่อได้รับการรับรองจาก WELL ซึ่งกินพื้นที่เกือบ 6 ล้านตารางฟุต ล้วนแล้วแต่เป็นอสังหาริมทรัพย์รายใหญ่ในไทยทั้งสิ้น เกณฑ์ประเมินในหัวข้อแสงสว่างของมาตรฐาน WELL ที่ให้ความสำคัญกับแนวคิดด้านการออกแบบแสงสว่างเพื่อรักษาสมดุลของร่างกาย เป็นนวัตกรรมของเกณฑ์การออกแบบแสงสว่างในปัจจุบันที่กำลังได้รับความสนใจจากทั่วโลก เนื่องจากความสำคัญของแสงสว่างที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์นั้นเริ่มมีการศึกษาวิจัยมาตั้งแต่มีการค้นพบเซลล์ประสาทพิเศษในจอประสาทตาในปี ค.ศ.2002 (Berson, 2003) แต่ยังไม่มีความรู้ในการปรับใช้เพื่อการออกแบบ จนกระทั่งมีการระบุวิธีการคำนวณผลกระทบต่อสุขภาพ และค่ามาตรฐานเบื้องต้นในมาตรฐาน WELL ทำให้นักออกแบบและผู้เชี่ยวชาญสามารถส่งเสริมและควบคุมแสงสว่างเพื่อให้เกิดผลกระทบเชิงบวกในอาคารได้

ประเทศไทยแม้จะเป็นประเทศในเขตศูนย์สูตรที่ความแตกต่างของช่วงกลางวัน-กลางคืนมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดปี แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำเนินชีวิตของคนเมืองในปัจจุบัน ที่การเข้าถึงการให้บริการในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งอาหาร เครื่องมือ เครื่องใช้ สามารถทำได้อย่างสะดวกสบายตลอด 24 ชม. ส่งผลให้การออกไปทำกิจกรรมภายใต้แสงอาทิตย์

น้อยลง และใช้ชีวิตส่วนใหญ่ภายในอาคารภายใต้แสงประดิษฐ์ ดังนั้นการออกแบบแสงสว่างให้เหมาะสม จึงมีความจำเป็นอย่างมากต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีสำหรับวิถีชีวิตในปัจจุบัน แต่ทั้งกฎหมายและเกณฑ์ในการออกแบบแสงสว่างที่บังคับใช้ในประเทศไทยนั้น คำนึงถึงแสงสว่างเพื่อการมองเห็น (visual) และประสิทธิภาพด้านพลังงานเป็นหลัก โดยระบุระดับความสว่างขั้นต่ำสำหรับการใช้งานสำหรับแต่ละพื้นที่อาคารไว้ในกฎกระทรวง 39 ซึ่งเป็นเพียงหนึ่งในปัจจัยของแสงสว่างที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเท่านั้น ปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิสีของแสงสว่าง ช่วงเวลาที่ได้รับแสงสว่าง และระยะเวลาของการรับแสงสว่าง ล้วนมีความสำคัญต่อสุขภาพผู้อยู่อาศัยทั้งสิ้น (Amundadottir et al., 2017) กลับยังไม่มียกกฎหมาย หรือเกณฑ์ใดในประเทศไทยที่คำนึงถึงในส่วนนี้ ดังนั้นการศึกษาเกณฑ์การออกแบบแสงสว่างจาก WELL จะช่วยให้เห็นถึงความสัมพันธ์และข้อจำกัดของแต่ละปัจจัยของแสง ซึ่งจะสามารถนำมาพิจารณาในการปรับใช้ในการออกแบบได้ และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวในบริบทของประเทศไทยหรือ TREES เพื่อให้การผ่านการประเมินเพื่อรับรองคุณสมบัติอาคารสีเขียวในปัจจุบันนั้นนอกจากจะสร้างภาพลักษณ์ ที่ดีให้กับองค์กรในด้านทรนศนะคติต่อสิ่งแวดล้อม หรือลดภาระค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติแล้วยังส่งเสริมสภาวะแวดล้อมภายในอาคารเพื่อสุขภาวะที่ดีของผู้ใช้อาคารหรือทรัพยากรมนุษย์ให้สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องการพัฒนาที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแสงสว่างเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี จากเกณฑ์ประเมินอาคารทั้งของประเทศไทยและในระดับสากล เพื่อวิเคราะห์ระดับความสำคัญต่อสุขภาพ และแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงเกณฑ์การออกแบบแสงสว่าง รวมทั้งเพื่อนำเสนอประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการออกแบบแสงสว่างที่ควรพิจารณาเพิ่มเติมในการพัฒนาเกณฑ์อาคารเขียวในบริบทของประเทศไทยหรือ TREES เพื่อเป็นการส่งเสริมสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้อาคารให้สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องการพัฒนาที่ยั่งยืน

ระเบียบวิธีวิจัย

บทความนี้เป็นการศึกษาเกณฑ์อาคารเขียวที่มีหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสุขภาวะในระดับสากลทั้งหมด 3 เกณฑ์และเกณฑ์อาคารเขียวของประเทศไทย 1 เกณฑ์ รวมทั้งหมด 4 เกณฑ์ได้แก่ WELL Building standard v.2, BREEAM, LEED และ TREES เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ทั้ง 4 ที่มีความแตกต่างกันของชื่อหมวดหมู่ จำนวน และน้ำหนักคะแนนในแต่ละหมวดหมู่ของทั้ง 4 เกณฑ์ ในขั้นต้นจึงทำการจัดหมวดหมู่ของเกณฑ์อาคารเขียวทั้ง 3 เกณฑ์ใหม่คือ BREEAM, LEED และ TREES โดยยึดตามความสอดคล้องในรายละเอียดและต้องมีความสอดคล้องกันตั้งแต่ 2 เกณฑ์ขึ้นไป เมื่อหมวดหมู่ของทั้ง 3 เกณฑ์ตรงกันแล้วจึงทำการเปรียบเทียบสัดส่วนเพื่อหาน้ำหนักเฉพาะหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพกับจำนวนหมวดหมู่ทั้งหมด เมื่อได้สัดส่วนของหัวข้อทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพแล้ว จึงจะสามารถนำสัดส่วนดังกล่าวของทั้ง 3 เกณฑ์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ WELL ที่มีหัวข้อทั้งหมดเป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพได้ โดยในการเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ทั้ง 4 จะเป็นการเปรียบเทียบเพื่อหาสัดส่วนของหัวข้อด้านแสงสว่างจากหัวข้อทั้งหมด เบื้องต้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงน้ำหนักการให้ความสำคัญด้านแสงสว่างและลำดับของแต่ละเกณฑ์ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์รายละเอียดของหัวข้อด้านแสงสว่างของแต่ละเกณฑ์เพื่อระบุน้ำหนักเปรียบเทียบและลำดับความสำคัญของหัวข้อด้านแสงสว่างนั้น ๆ โดยเกณฑ์ที่มีลำดับสูงสุดจะเป็นเกณฑ์ที่ถูกใช้ในการอ้างอิงทั้งในส่วนหัวข้อและค่าน้ำหนักคะแนนเพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกันในการวิเคราะห์ความเทียบเท่าและความสอดคล้อง ซึ่งการแทนค่าด้วยคะแนนในแต่ละหัวข้อ จะแสดงให้เห็นว่าแต่ละเกณฑ์ให้ความสำคัญกับหัวข้อใดในด้านแสงสว่าง เนื่องจากบางข้อที่เป็นข้อบังคับจะไม่มีคะแนน และในบางข้อก็เป็นข้อย่อยในหัวข้อใหญ่ซึ่งไม่มีการระบุคะแนน ดังนั้นในการแทนค่าคะแนนสามารถสรุปได้เป็น 4 กรณีตามการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายละเอียดของแต่ละหัวข้อดังนี้

- 1.1. แทนค่าด้วย 3 คะแนน สำหรับข้อกำหนดที่เป็นข้อบังคับ ในกรณีที่แต่ละเกณฑ์ระบุให้ข้อนั้น ๆ เป็นข้อบังคับ
- 1.2. แทนค่าด้วยคะแนนเท่ากับเกณฑ์ที่มีลำดับสูงสุด สำหรับข้อกำหนดเทียบเท่า ในกรณีที่วิเคราะห์แล้วว่าเป็นรายละเอียดเทียบเท่ากับหัวข้อของเกณฑ์ที่มีลำดับสูงสุด
- 1.3. แทนค่าด้วยคะแนนเท่ากับครึ่งหนึ่งของเกณฑ์ที่มีลำดับสูงสุด สำหรับข้อกำหนดที่มีรายละเอียดสอดคล้องกัน ในกรณีที่วิเคราะห์แล้วว่าเป็นรายละเอียดที่มีบางส่วนสอดคล้องกับหัวข้อของเกณฑ์ที่มีลำดับสูงสุด
- 1.4. แทนค่าด้วย 0 คะแนน สำหรับข้อกำหนดไม่สอดคล้อง ในกรณีที่วิเคราะห์แล้วว่ารายละเอียดไม่มีความสอดคล้องใด ๆ กับหัวข้อของเกณฑ์ที่มีลำดับสูงสุด

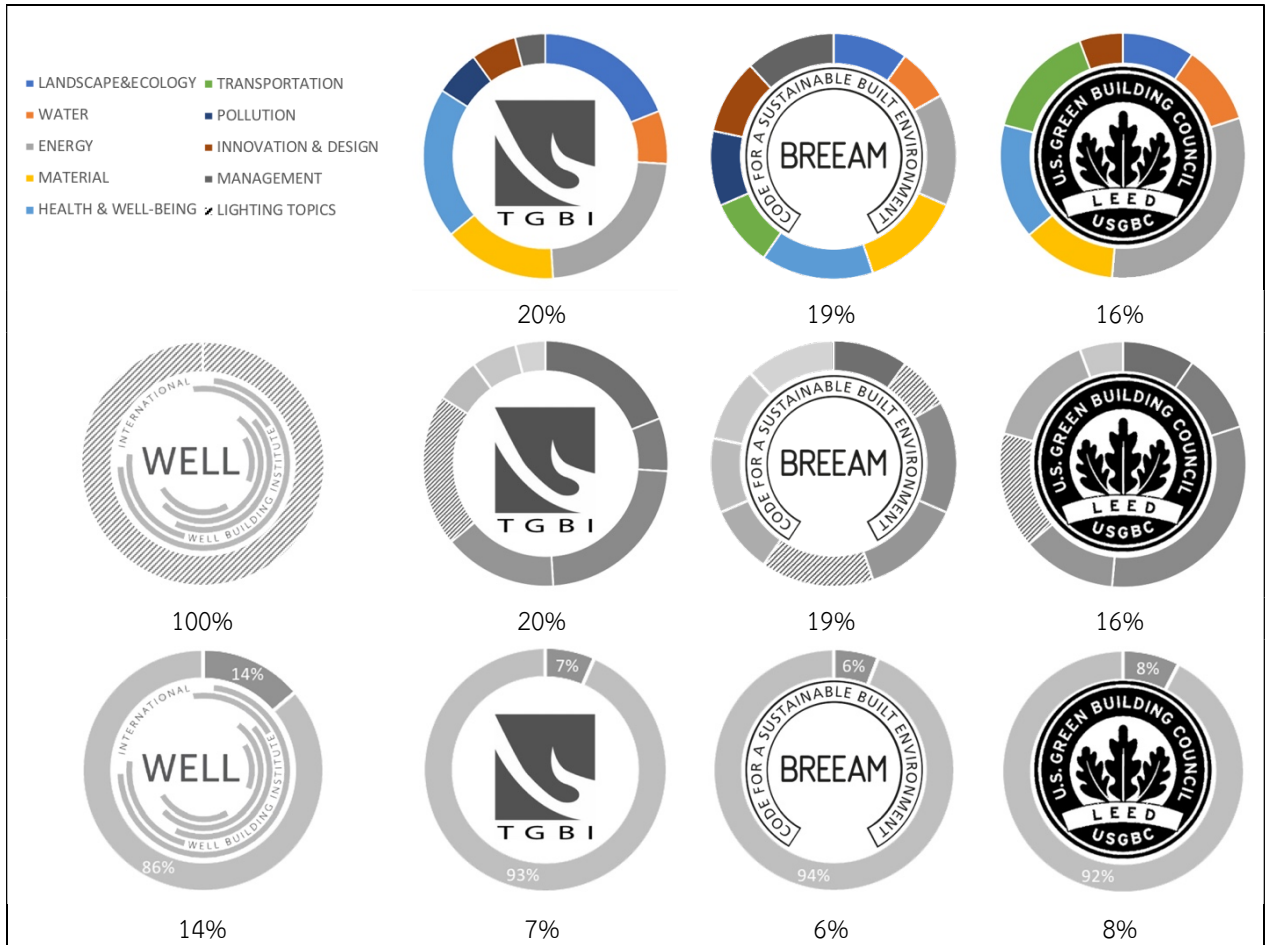
โดยจะแสดงผลลัพธ์เป็นตารางสรุปที่แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละหัวข้อระหว่างเกณฑ์ทั้ง 4 รวมทั้งแสดงผลคะแนนเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของแต่ละหัวข้อ โดยเครื่องหมาย ✓ หมายถึงมีข้อกำหนดเทียบเท่ากันและมีคะแนนกำหนดไว้แล้ว เครื่องหมาย ○ หมายถึงข้อกำหนดมีความสอดคล้องไปในแนวทางเดียวกัน และเครื่องหมาย - หมายถึงไม่ปรากฏว่ามีข้อกำหนดนี้ในเกณฑ์นั้น ๆ

ผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบรายละเอียดของหมวดหมู่ระหว่างเกณฑ์ทั้ง 3 คือ BREEAM, LEED และ TREES แล้วพบว่าสามารถจัดหมวดหมู่ของหัวข้อออกได้เป็น 9 หมวดที่มีรายละเอียดสอดคล้องกันคือ ที่ตั้งโครงการ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ พลังงานและบรรยากาศ วัสดุและแหล่งที่มา คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร การคำนึงถึงการสัญจร การลดมลภาวะ นวัตกรรมการออกแบบ และระบบการจัดการอาคาร โดยมีสัดส่วนของแต่ละหมวดหมู่ที่สอดคล้องกันดังแสดงในแถบบนของ

ภาพ 1 รายละเอียดของหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและคุณภาพชีวิตจะอยู่ในหมวดคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของหัวข้อด้านสุขภาพต่อจำนวนหัวข้อทั้งหมดของเกณฑ์ทั้ง 3 คือ BREEAM, LEED และ TREES แล้วพบว่าอัตราส่วนของจำนวนหัวข้อด้านสุขภาพต่อจำนวนหัวข้อทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 18% โดย TREES มีจำนวนหัวข้อมากที่สุดจากทั้ง 3 เกณฑ์คือ 20% รองลงมาเป็น BREEAM และ LEED เป็น 19% และ 16% ตามลำดับดังแสดงในแถบกลางของ

ภาพ 1 ซึ่งหากเปรียบเทียบเฉพาะจำนวนของหัวข้อด้านสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีโดยนำเกณฑ์ WELL มาร่วมพิจารณาด้วย WELL จะมีลำดับสูงสุดโดยมีอัตราส่วน 100% เนื่องจากทุกหมวดของ WELL เกี่ยวกับสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีทั้งสิ้น เมื่อพิจารณาเฉพาะหัวข้อด้านแสงสว่างโดยเฉพาะ จากอัตราส่วนของหัวข้อด้านแสงสว่างกับหัวข้อทั้งหมด WELL มีอัตราร้อยละสูงสุดคือ 14% ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่เหลือถึง 2 เท่า โดย LEED TREES และ BREEAM มีอัตราร้อยละ 8, 7 และ 6% ตามลำดับ จากการจัดลำดับดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นอกจาก WELL จะให้น้ำหนักในหัวข้อด้านสุขภาพถึง 100% แล้วยังให้น้ำหนักกับหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพสูงสุดอีกด้วย



ภาพ 1 กราฟวงกลมแสดงความสัมพันธ์ของหมวดหมู่และหัวข้อ ระหว่างเกณฑ์ทั้ง 4 เกณฑ์คือ WELL, TREES, BREEAM และ LEED

หมายเหตุ: (แถวบน) กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนตามความสอดคล้องของหมวดหมู่ระหว่างเกณฑ์อาคารเขียวทั้ง 3 เกณฑ์คือ TREES, BREEAM และ LEED (แถวกลาง) แสดงสัดส่วนของหัวข้อด้านสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของทั้ง 4 เกณฑ์คือ WELL, TREES, BREEAM และ LEED เปรียบเทียบกับหัวข้อทั้งหมด (แถวล่าง) แสดงสัดส่วนของหัวข้อเฉพาะด้านแสงสว่างในหมวดด้านสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของทั้ง 4 เกณฑ์ เปรียบเทียบกับหัวข้อทั้งหมด

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์รายละเอียดเฉพาะของหัวข้อด้านแสงสว่าง ด้านความสอดคล้อง และความแตกต่างระหว่างเกณฑ์ทั้ง 4 โดยใช้พื้นฐานหัวข้อจาก WELL จะสามารถจำแนกหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพ ออกได้เป็น 9 หัวข้อหลัก คือ การได้รับแสงอย่างเพียงพอ (Light Exposure and education) แสงสว่างเพื่อการมองเห็น (Visual Lighting Design) แสงเพื่อสมดุลจังหวะรอบวัน (Circadian Lighting Design) การควบคุมแสงแยงตา (Glare control) สนับสนุนการเข้าถึงของแสงธรรมชาติ (Enhance daylight access) การสมดุลแสงให้มีความสม่ำเสมอ (Visual Balance) การควบคุมคุณภาพของแสงประดิษฐ์ (Electric glare quality) การไม่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีส่วนผสมของสารปรอทและตะกั่ว (Materials) และความสามารถในการควบคุมสถานะแสงตามความต้องการของผู้ใช้อาคาร (Occupant control of lighting environment) โดยในแต่ละหัวข้อหลัก จะมีหัวข้อย่อยตั้งแต่ 1-3 ข้อ รวมทั้งหมด 16 ข้อ และมีการระบุคะแนนตามมาตรฐานของ WELL ในทุกหัวข้อ ดังแสดงใน ตาราง 1

ตาราง 1 แสดงความสัมพันธ์ของหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพระหว่างเกณฑ์ประเมินทั้ง เกณฑ์ 4 และค่าคะแนนที่กำหนดโดยแต่ละเกณฑ์

	WELL V.2 (2018)		BREEAM IRFO 2015		LEED V.4 (2018)		TREES NC (2017)				
Light Exposure and education	P 3	Part1-Ensure indoor light exposure	✓	3	HEA01-Visual Comfort-Daylighting	✓	3	Eqc IL-Lighting quality	P 3	IEP1-Illuminance in the building	
	P 3	Part2-Promote lighting education	-	-		-	-		-	-	
Visual Lighting Design	P 3	Part1-Light Levels for Visual Acuity	○	1.5	HEA01-Visual Comfort-Internal and external lighting levels, zoning and control	✓	1	Eqc IL-Lighting quality	P 3	IEP1-Illuminance in the building	
Circadian Lighting Design	3	Part1-Lighting for the Circadian System	-	-		-	-		-	-	
Glare control	2	Part1-Control solar glare	✓	2	HEA01-Visual Comfort - Glare Control	P 3	Provided glare control device	-	-		
	2	Part2-Manage glare from electric lighting	○	1	HEA01-Visual comfort - Internal and external lighting	○	1	Eqc IL-Lighting quality	-	-	
Enhance daylight access	1	Part1-Implement enhanced daylight plan	✓	2	HEA01-Visual comfort - View out	✓	1	Eqc Daylight-Spatial autonomy	✓	4	IE4-Use Natural light in the building
	2	Part2-Implement enhanced daylight simulation	-	-		✓	3	Eqc Daylight- Simulation	○	1	IE4-Use Natural light in the building
	1	Part3-Ensure view	✓	1	HEA01-Visual comfort - View out	✓	1	Eqc Quality view	-	-	
Visual Balance	1	Part1-Manage Brightness	✓	1	HEA01-Visual comfort - Internal and external lighting	○	1	Eqc IL- Lighting quality	-	-	
Electric light quality	1	Part1-Ensure color rendering quality	-	-		○	1	Eqc IL- Lighting quality	-	-	
	1	Part2-Manage flicker	P 3		All fluorescent lamps are fitted with high frequency ballasts	-	-		-	-	
Occupant control of lighting environment	1	Part1-Enhance occupant controllability	✓	1	HEA01-Visual Comfort-Internal and external lighting	✓	1	Eqc IL-Lighting control	○	1	IE3-Indoor lighting system control
	1	Part2-Provide supplemental lighting	○	0.5		-	-		-	-	

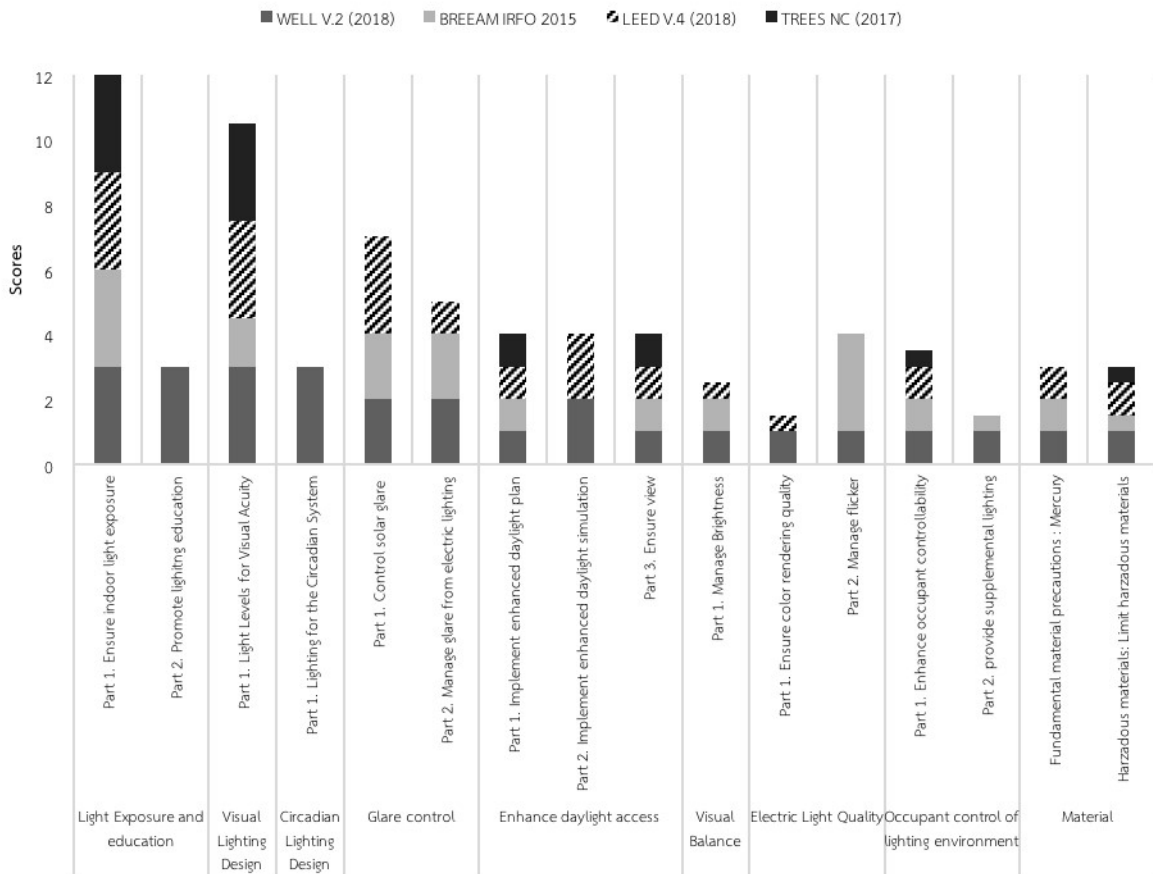
Materials	1	Fundamental material precautions: Limit mercury	✓	1	HEA07-Hazardous	✓	1	PBT-Source reduction-Mercury	-
	1	hazardous material reduction: Limit hazardous materials	○	0.5	HEA07-Hazardous	✓	2	PBT-Source Reduction-Lead, Cadmium, Copper	○ 1 MR-6 Use publicized low environmental impact

หมายเหตุ. P หมายถึง ข้อบังคับ ✓ หมายถึง ข้อกำหนดเทียบเท่าและมีคะแนนกำหนด ○□ หมายถึง ข้อกำหนดสอดคล้องกัน - หมายถึง ไม่ปรากฏข้อกำหนดนี้

ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบรายละเอียดในหัวข้อย่อยของเกณฑ์ BREEM, LEED และ TREES ว่าสอดคล้องกับหัวข้อด้านแสงสว่างข้อใดของ WELL พบว่ารายละเอียดในบางหัวข้อตามเกณฑ์ของ BREEM, LEED และ TREES ครอบคลุมหัวข้อย่อยของ WELL มากกว่า 1 หัวข้อ ดังนั้นจึงมีบางหัวข้อที่มีชื่อซ้ำกัน โดยจากการการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของแต่ละหัวข้อย่อยระหว่างเกณฑ์ประเมินอาคารทั้ง 4 พบว่าแม้ LEED จะมีอัตราส่วนของหัวข้อด้านสุขภาพน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์อื่น ๆ จาก

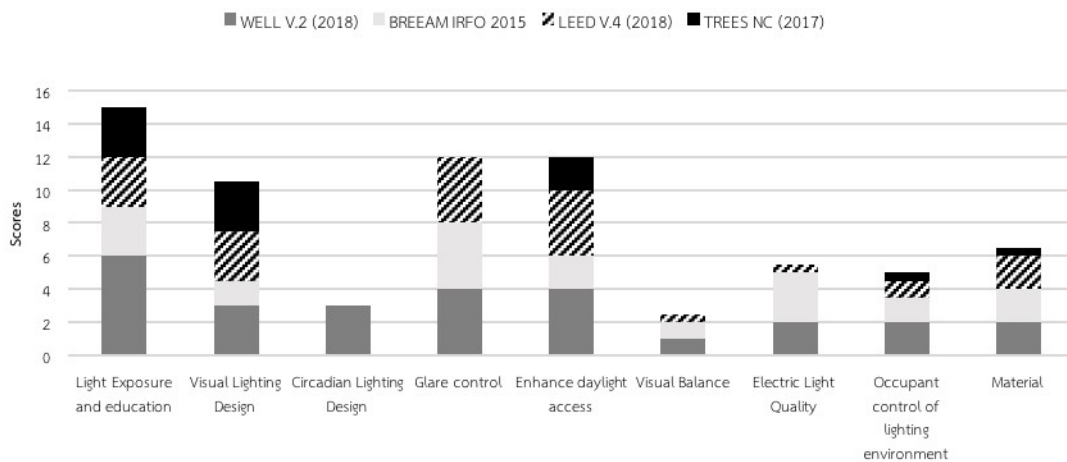
ภาพ 1 แต่มีความสอดคล้องในรายละเอียดของหัวข้อด้านแสงสว่างกับ WELL มากที่สุดถึง 75% ตามด้วย BREEM ที่ 63% และ TREES ที่ 31% โดยสามารถจัดลำดับจากการอ้างอิงจากคะแนนของหัวข้อย่อยดังแสดงใน

ภาพ 2



ภาพ 2 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบเกณฑ์ทั้ง 4 ด้วยค่าน้ำหนักจากคะแนนของหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีในแกนนตั้ง และ ลำดับหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพทั้งหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยในแกนนอน

ในภาพ 3 เป็นการจัดลำดับโดยการอ้างอิงจากหัวข้อหลักตามค่าน้ำหนัก ซึ่งจะเห็นว่าหัวข้อที่ทั้ง 4 เกณฑ์ ให้ค่าน้ำหนักสูงสุด คือ การยกระดับการเข้าถึงของแสงธรรมชาติในอาคาร (Enhance daylight access) โดย TREES ให้น้ำหนักกับการใช้แสงธรรมชาติในอาคารสูงสุด คิดเป็น 67% ของคะแนนด้านสุขภาพทั้งหมดของ TREE ส่วนหัวข้อที่ปรากฏเฉพาะใน WELL คือ แสงเพื่อสมดุลจังหวะรอบวัน (Lighting for circadian system) และ การยกระดับความรู้เรื่องแสงสว่างต่อสุขภาพ (Promote lighting education) ซึ่งทั้งสองหัวข้อ เป็นหัวข้อที่เกี่ยวกับแสงสว่างเพื่อสุขภาพโดยตรง ซึ่งค่าน้ำหนักจากการจัดลำดับทั้งโดยการอ้างอิงหัวข้อหลักหรือหัวข้อย่อยนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับข้อเสนอแนะในการพิจารณาปรับปรุงเกณฑ์ในการออกแบบแสงสว่างเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีสำหรับประเทศไทย



ภาพ 3 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักคะแนนรวมของหัวข้อหลักด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีระหว่างเกณฑ์ประเมินอาคารทั้ง 4 เกณฑ์ โดยในแกนตั้งแสดงคะแนนรวม แกนนอนแสดงหัวข้อหลัก

สรุปผลการศึกษา การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยสามารถสรุปข้อกำหนดด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพทั้งหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยที่สอดคล้องและแตกต่างระหว่างทั้ง 4 เกณฑ์ออกได้เป็น 6 หัวข้อดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงความสอดคล้องและแตกต่างของหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพ ระหว่างเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวทั้ง 4

ลำดับที่	ความสอดคล้องและแตกต่างระหว่างเกณฑ์ประเมินอาคาร ทั้ง 4 เกณฑ์	หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย		
1	หัวข้อที่มีเฉพาะใน WELL v.2	Light exposure and education	Promote lighting education		
		Circadian lighting design	Lighting for the circadian design		
2	หัวข้อที่เกณฑ์ของ WELL, LEED และ BREEAM ทั้ง 3 เกณฑ์สอดคล้องกัน แต่ไม่มีใน TREES	Glare control	Control solar glare Manage glare from electric light		
		Visual balance	Manage brightness		
		Electric light quality	Ensure color rendering quality Manage flicker		
		Materials	Fundamental material precaution Limit Mercury		
		3	หัวข้อที่เกณฑ์ของ WELL สอดคล้องกับ LEED หรือ BREEAM แต่ไม่สอดคล้องกับ TREES	Enhance daylight access	Implement enhance daylight simulation
				Occupant control of lighting environment	Provide supplemental lighting
4	หัวข้อที่ WELL สอดคล้องกับ LEED เท่านั้น	Visual lighting design	Light level for actual acuity		
		Enhance daylight access	Implement enhance daylight simulation		
5	หัวข้อที่ WELL สอดคล้องกับ BREEAM เท่านั้น	Electric light quality	Endure color rendering quality		
		Occupant control of lighting environment	Provide supplemental lighting		
6	หัวข้อที่ WELL สอดคล้องกับ TREES เท่านั้น	Electric light quality	Manage flicker		
		Visual lighting design	Light level for actual acuity		

จากตาราง 2 2 แสดงให้เห็นว่าในภาพรวมของเกณฑ์อาคารเขียวทั้ง 3 เกณฑ์เมื่อเปรียบเทียบในหัวข้อด้านแสงสว่างกับเกณฑ์ WELL แล้ว TREES ครอบคลุมเพียง 56% เท่านั้น ในขณะที่เกณฑ์ LEED และ BREEAM มีหัวข้อครอบคลุมถึง 89% ดังนั้นแนวทางเบื้องต้นในการพัฒนาเกณฑ์ประเมินอาคารในประเทศไทยให้เทียบเท่ากับเกณฑ์ประเมินอาคารในระดับสากล จึงควรพิจารณาเพิ่มเติมเกณฑ์โดยเฉพาะในลำดับที่ 2 และ 3 ก่อนซึ่งหัวข้อดังกล่าวเป็นหัวข้อที่ปรากฏในเกณฑ์อื่นยกเว้นใน TREES ซึ่งประเด็นในลำดับที่ 2 นั้นเป็นประเด็นเกี่ยวกับคุณภาพของความส่องสว่างและสภาวะน่าสบายของการมองเห็น ส่งผลต่อสุขภาพและสายตาของผู้ใช้อาคารโดยตรง ส่วนในประเด็นลำดับที่ 3 นั้นเป็นการเพิ่มการใช้แสงธรรมชาติในอาคารและความสามารถในการควบคุมแสงสว่างตามความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งการใช้แสงธรรมชาตินั้นนอกจากจะส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานแล้ว ยังเป็นการเพิ่มโอกาสในการรับแสงในแนวตั้งที่ซึ่งเป็นหนึ่งในข้อกำหนดของประเด็นเรื่อง Circadian lighting ที่ส่งผลให้จังหวะรอบวันเป็นปกติเสริมสร้างความเป็นอยู่ที่ดีให้แก่ผู้ใช้อาคาร อย่างไรก็ตามเนื่องจากประเด็นของผลกระทบจากแสงสว่างต่อสุขภาพนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือผลกระทบที่มองเห็นเช่นเรื่องความเพียงพอ ความเหมาะสมหรือความถูกต้องในการมองเห็น และผลกระทบที่มองไม่เห็นเช่นการไม่รบกวนการทำงานของจังหวะรอบวัน คุณภาพในการนอน หรือประสิทธิภาพใน

การเรียนรู้ หากพิจารณาจากเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวของไทยนั้นยังขาดการคำนึงถึงประเด็นจากผลกระทบทั้ง 2 ประเภท แต่เนื่องจากข้อกำหนดในการเพิ่มประเด็นที่คำนึงถึงผลกระทบที่มองไม่เห็นนั้นมีความซับซ้อนกว่าและยังต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อความเหมาะสมในการปรับใช้ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลการศึกษาประเด็นดังกล่าวในประเทศไทย ดังนั้นในการพิจารณาเพิ่มเติมประเด็นด้านแสงสว่างที่คำนึงถึงผลกระทบที่มองเห็นสำหรับเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวหรือ TREES จึงมีความเหมาะสมกว่า

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการพิจารณาเพิ่มเติมหัวข้อด้านแสงสว่างเพื่อสุขภาพจากการพิจารณาผลสรุปของความสอดคล้องของหัวข้อระหว่างเกณฑ์ใน ตาราง 2 ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ

- 1.5. พิจารณาเพิ่มเติมข้อกำหนดหลัก จากหัวข้อหลักที่ไม่มีรายละเอียดในหัวข้อย่อยใดสอดคล้องกับเกณฑ์อื่นเลย โดยสามารถเรียงลำดับตามค่าน้ำหนักของหัวข้อหลัก ได้ดังนี้
 1. Glare control; Control solar glare และ Manage glare from electric light ซึ่งเป็นหัวข้อที่เกี่ยวกับการออกแบบจัดการแสงแยงตา ทั้งแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ ซึ่งส่งผลต่อภาวะเมื่อยตาในการมองเห็น
 2. Electric light; Endure color rendering quality และ Manage flicker เป็นหัวข้อที่เกี่ยวกับการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์หลอดไฟที่มีความถูกต้องในการแสดงค่าสีของแสง และการเลือกใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือหลอดไฟที่มีมาตรฐาน ไม่มีการกระพริบของแสง (flickering) ที่ส่งผลกระทบต่อดวงตา ซึ่งพัฒนาเป็นโรคทางสายตาในอนาคต
 3. Circadian; Lighting for circadian design เป็นการออกแบบ circadian light เพื่อสมดุลระบบในร่างกายของมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี ซึ่งเป็นหัวข้อที่ควรจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมว่าเกณฑ์ในการประเมินแสงประเภทนี้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของไทยอย่างไร หรือมีรายละเอียดใดที่ควรปรับเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแสงในประเทศไทย
 4. Visual balance; Manage brightness เป็นการออกแบบจัดการระดับความมืด-สว่าง และความสม่ำเสมอของแสงสว่าง ทั้งบนพื้นที่ใช้งาน และส่วนประกอบของอาคารเช่น ผืนผนังหรือฝ้าเพดาน เพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย
- 1.6. พิจารณาเพิ่มเติมข้อกำหนดย่อย เพื่อเป็นทางเลือกในการคิดคะแนนของเกณฑ์ประเมินอาคาร จากหัวข้อหลักที่ TREES มีความสอดคล้องกับเกณฑ์อื่นอยู่แล้ว โดยสามารถพิจารณาเพิ่มเติมหัวข้อย่อยที่ปรากฏในเกณฑ์ของ WELL โดยสามารถเรียงลำดับตามค่าน้ำหนักของหัวข้อหลัก ได้ดังนี้
 5. Enhance daylight access; Implement enhance daylight simulation คือการประเมินและแสดงผลของความสว่างจากแสงธรรมชาติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าพื้นที่ใช้งานในอาคารนั้นๆ มีความสว่าง 300 ลักซ์ และมีอัตราส่วนระหว่าง 50-75% โดยแบ่งเป็นสัดส่วนตามเวลาใช้งาน ตลอดระยะเวลา 1 ปี ตามเกณฑ์ Spatial Daylight Autonomy (sDA) ซึ่งการสัมผัสแสงแดดได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความเสี่ยงต่อบริการสุขภาพและเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดนาฬิกาชีวภาพในร่างกายมนุษย์ (L. & P., 2002)
 6. Light exposure and education; Promote lighting education เป็นการสนับสนุนการให้ความรู้เรื่องการออกแบบแสงสว่างเพื่อสุขภาพ ความเป็นอยู่ที่ดี
 7. Materials; Fundamental material precaution, limit Mercury เป็นการจำกัดการใช้หลอดไฟ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีส่วนผสมของสารปรอท เพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
 8. Occupant control of lighting environment; Provide supplemental lighting เป็นการกำหนดนโยบายเพื่อสิทธิในการเรียกร้องการเพิ่มเติมอุปกรณ์ให้ความสว่างเพื่อประสิทธิภาพในการทำงาน

การศึกษาวิจัยเกณฑ์ประเมินคุณภาพของแสงสว่างภายในอาคารเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดข้อมูลสำหรับใช้ในการอ้างอิงกับเกณฑ์ในระดับสากล รวมถึงชี้ให้เห็นแนวทางในการพัฒนาเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยเพื่อส่งเสริมสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีสำหรับผู้ใช้อาคารให้สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนอย่างแท้จริง ทั้งนี้เนื่องจากเกณฑ์การออกแบบแสงสว่างเพื่อสุขภาพนี้ มีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น ๆ นอกเหนือไปจากสถาปัตยกรรมศาสตร์ เช่น วิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาศาสตร์ และแพทยศาสตร์ เป็นต้น การส่งเสริมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้เกิดผลลัพธ์ที่สามารถพัฒนาเป็นตัวชี้วัดในการประเมินด้านคุณภาพของอาคารให้เหมาะสมกับสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Amundadottir, M. L., Rockcastle, S., Khanie, M. S., & Andersen, M. (2017). A human-centric approach to assess daylight in buildings for non-visual health potential, visual interest and gaze behavior. *Building and Environment*, 113, 5-21. doi:10.1016/j.buildenv.2016.09.033
- Berson, D. M. (2003). Strange vision: ganglion cells as circadian photoreceptors. *Trends in Neurosciences*, 26(6), 314-320. doi:[https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(03\)00130-9](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(03)00130-9)
- Bommel, W. v., & Beld, G. J. v. d. (2004). *Lighting for work: A review of visual and biological effects* (Vol. 36).
- BREEAM. (2016). *Technical Manual SD233 2.0*. BREEAM International New Construction 2016, (SD233). United Kingdom.
- Cajochen, C., L.Chellappa, S., & Schmidt, C. (2014). Circadian and Light Effects on Human Sleepiness–Alertness. 9-22. doi:10.1007/978-88-470-5388-5_2
- Czeisler, C. A., Allan, J. S., Strogatz, S. H., Ronda, J. M., R.Sanchez, Rios, C. D., . . . Kronauer, R. E. (1986). Bright light resets the human circadian pacemaker independent of the timing of the sleep-wake cycle. *Science*, 233(4764), 667-671.
- I.Friedman, D., & Dye, T. D. V. (2009). Migraine and the Environment. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 49(6), 941-952. doi:10.1111/j.1526-4610.2009.01443.x
- J.Aschoff. (1967). Human circadian rhythms in activity, body temperature and other functions. *Life Sci Space Res*, 5, 159-173.
- L., E., & P., T. (2002). *A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants*. National Technical Information Service U.S. Department of Commerce: National Renewable Energy Laboratory.
- LeGates, T. A., Fernandez, D. C., & Hattar, S. (2014). Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nature reviews. Neuroscience*, 15(7), 443-454. doi:10.1038/nrn3743

- LLC, D. L. (2014). *WELL Building Standard*. Delos Living LLC. Marketingoops (Producer). (2018, 31 July). Knowing LEED and WELL V.2, the concept of building standards for the world ... This era must have. Retrieved from <https://www.marketingoops.com/news/brand-move/the-parq-leed-well/>
- PostToday. (2018, July, 11). RISC in collaboration with International WELL Building Institute (IWBI) pushes the building concept for good health in Thailand., online. *Post today*. Retrieved from <https://www.posttoday.com/pr/563899>
- TGBI. (2017). *TREES – NC Version 1.1*. Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for New Construction and Major Renovation.
- USGBC. (2018). *LEED v.4 BD-C*. Building design and construction.
- WGBC. What is green building. Retrieved from <https://www.worldgbc.org/>
- WHO. (2016). *Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*.
- จีรภา.รักแก้ว. (2018, June, 21). Mega Trend in Green Building changed the world. *Green network*, 86, 22-23.