แนวทางการพัฒนาเกณฑ์อาคารที่พักอาศัยเพื่อสุขภาวะในประเทศไทย
Guidelines to Developing a Healthy Design Assessment Tool for Residential Buildings in Thailand

ภาวดี ธุวางศ์[1], อรรจน์ เศรษฐบุตร[2] และ สฤกกา พงษ์สุวรรณ[3]

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวประเภทอาคารที่พักอาศัยในประเทศไทย โดยให้ความสำคัญกับสุขภาวะที่ดีของผู้อยู่อาศัยเพิ่มเติมจากศักยภาพในเชิงพลังงานและสิ่งแวดล้อม ศึกษาวิจัยด้วยการปริทัศน์เอกสาร ข้อมูล เกณฑ์การออกแบบสภาพแวดล้อมของอาคารที่พักอาศัยในต่างประเทศ ได้แก่ LEED, WELL, Living Building Challenge, BREEAM, Home Quality Mark, CASBEE และ Green Mark วิเคราะห์สรุปประเด็นและจัดทำแบบสอบถามแบบจับคู่เปรียบเทียบ (Pairwise Comparison) เพื่อหาค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของแต่ละประเด็นปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์ลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) โดยสอบถามผู้เชี่ยวชาญในสาขาการออกแบบและวิจัยด้านสุขภาวะในอาคาร จำนวน 30 ท่าน จากการศึกษาเกณฑ์การออกแบบสภาพแวดล้อมของอาคารที่พักอาศัยในต่างประเทศทั้ง 7 เกณฑ์ พบประเด็นที่มีความสนใจร่วมกันทั้งสิ้น 43 ประเด็น สามารถวิเคราะห์สรุปและจำแนกหัวข้อในการประเมินด้านสุขภาวะออกเป็น 6 หมวด ได้แก่ 1. คุณภาพอากาศ 2. แสงสว่าง 3. สภาวะน่าสบาย 4. สุนทรียภาพ 5.วัสดุ 6. ความปลอดภัย ผลการวิจัยโดยใช้แบบสอบถามจับคู่เปรียบเทียบพบว่าผู้เชี่ยวชาญให้น้ำหนักความสำคัญกับหมวดความปลอดภัยเป็นหลัก โดยมีค่าน้ำหนัก 31.6% รองลงมาคือ คุณภาพอากาศ 23.7% สภาวะน่าสบาย 19.3% แสงสว่าง 11.4% วัสดุ 7.7% และสุนทรียภาพ 6.4% ตามลำดับ ทั้งนี้ ประเด็นย่อยที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญ ได้แก่ การลดความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุและอุบัติภัย 7.6% การลดความเสี่ยงต่อการโจรกรรมและอาชญากรรม 6.5% คุณภาพน้ำประปาภายในอาคาร 6.3% ความน่าสบายด้านกลิ่น 5.2% สภาวะน่าสบายอุณหภาพ 5.0% การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล 4.6% และ การระบายอากาศ 3.5% ผลการวิจัยนี้จะนำไปใช้ประกอบการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบอาคารที่พักอาศัยในประเทศไทยเพื่อส่งเสริมให้การออกแบบอาคารให้ความสำคัญกับสุขภาวะของผู้พักอาศัยมากยิ่งขึ้น

ABSTRACT

This paper proposes guidelines for the development of green design assessment tool for residential buildings in Thailand with the aim to stimulate paradigm shift in sustainable design from the contemporary focus on energy and environment towards promoting occupants' well-being.

---

[1] นิสิตปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Email: p.thuvavong@gmail.com

[2] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและพัฒนา บริษัท แมกโนเลีย ควอลิตี้ ดีเวล็อปเม้นต์ คอร์ปอเรชั่น จากัด

(บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต เรื่อง การพัฒนาเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวเพื่อส่งเสริมสุขภาวะสาหรับอาคารที่พักอาศัยแบบยั่งยืนในประเทศไทย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2559)

The study is based on an analysis of data collected from related academic papers, documents and existing building assessment tools; LEED, WELL, Living Building Challenge, BREEAM, Home Quality Mark, CASBEE and Green Mark. A review of selected assessment tools for green residential buildings reveals 43 issues of mutual interest which can be further classified into 6 categories: 1. Air Quality 2. Light 3. Comfort 4. Aesthetics 5. Materials 6. Safety. Based on reviewed literature, a pairwise comparison questionnaire survey is developed and conducted with 30 experts in the fields of design and occupational well-being to determine relative weighting for each factor using Analytic Hierarchy Process (AHP). The result shows that experts gave significant weight to Safety & Security category with the weighting score of 31.6%, followed by Air Quality 23.7%, Comfort 19.3%, Light 11.4%, Materials 7.7% and Aesthetics 6.4% respectively. In the sub-categories, experts identified Safety 7.6%, Security 6.5%. Water Quality 6.3%, Thermal Comfort 5.0%, Universal Design 4.6%, and Ventilation 3.5% as the more significant issues for Thailand. A Sunburst Weighting chart is then proposed as a guideline in developing a green assessment tool for residential buildings in Thailand with stronger focus on occupants' health and well-being.

คำสำคัญ: สุขภาวะ การออกแบบเพื่อสุขภาพ อาคารที่พักอาศัย เกณฑ์การประเมินอาคาร
Keywords: well-being, healthy design, residential buildings, building assessment tools

บทนำ

ทุกวันนี้โลกกำลังเผชิญกับปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ จากปัญหาด้านพลังงานและการขาดแคลนทรัพยากรทำให้แนวคิดเรื่องอาคารเขียว (Green Building) และสถาปัตยกรรมยั่งยืน (Sustainable Architecture) เข้ามามีบทบาทอย่างมากในโครงการทางสถาปัตยกรรม หนึ่งในแนวทางการลดผลกระทบจากอาคารต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นที่ยอมรับและมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือการใช้เกณฑ์อาคารเขียว เพื่อกำหนดแนวทางในการออกแบบอาคารให้มีคุณสมบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน โดยอาคารต้องผ่านการประเมินโดยองค์กรหรือสถาบันที่เป็นที่ยอมรับเพื่อรับรองคุณสมบัติการเป็นอาคารเขียว

อย่างไรก็ตาม การมุ่งเน้นประหยัดพลังงานและใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพยังไม่เพียงพอที่จะรับมือต่อความท้าทายในอนาคต เนื่องจากการออกแบบอาคารไม่ใช่เป็นเพียงเรื่องของการประหยัดทรัพยากรและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่เป็นเรื่องของสภาวะแวดล้อมการอยู่อาศัยภายในอาคารด้วย จึงเริ่มมีงานวิจัยที่ให้ความสนใจกับประเด็นด้านสุขภาวะที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยจำนวนมากบ่งชี้ว่าสภาพแวดล้อมสรรค์สร้างมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพทางร่างกาย จิตใจ สุขภาวะความเป็นอยู่ที่ดี ตลอดจนถึงประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ใช้อาคาร มีผลที่เกี่ยวเนื่องไปถึงอาการเจ็บป่วย อาทิ ภาวะโรคหอบหืดและโรคภูมิแพ้ (Mendell et al., 2011) โรคอ้วน (Bonnefoy et al., 2003) ความเจ็บป่วยทางจิต (Houtman, et al., 2008) โรคหัวใจและหลอดเลือด (Sandel et al, 2010; Wee et al, 2013) และโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง (Houtman et al., 2008; Mendell et al, 2011) ในทวีปยุโรป มีรายงานการเสียชีวิตจากสภาพแวดล้อมสรรค์สร้างที่ไม่ได้มาตรฐาน

ถึง 10 ล้านคนต่อปี และยังเป็นสาเหตที่นำไปสู่โรคและอุบัติเหตุที่หลีกเลี่ยงได้มากมาย (WHO, 2012) งานวิจัยที่พูดถึงชุมชนที่พักอาศัยและสิ่งแวดล้อมพบว่า ชุมชนและสิ่งแวดล้อมที่มีคุณภาพสูงทำให้คนมีสุขภาพที่ดียิ่งขึ้นจากสภาวะอากาศที่ดีและโอกาสในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมกีฬา (Fritschi et al., 2014) นอกจากนี้ยังพบความเชื่อมโยงระหว่างที่อยู่อาศัยคุณภาพสูง (High-quality housing) และสุขภาพจิตที่ดีของผู้อยู่อาศัย (Evans et al., 2003)

แนวคิดเรื่องอาคารเขียวและสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนจึงเริ่มให้น้ำหนักกับการสร้างเสริมคุณภาพการอยู่อาศัยภายในที่ดีเพิ่มเติมขึ้นจากประเด็นเรื่องการมีประสิทธิภาพที่ดีและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในเดือนตุลาคมปี 2014 สภาอาคารเขียวแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Green Building Council) ร่วมมือกับ International Well Building Institute ในการออกเกณฑ์การประเมินอาคารที่เน้นสุขภาวะของผู้ใช้อาคาร ที่เรียกว่า WELL Building Standard Version 1 ซึ่งเกณฑ์ WELL ระบุไว้ในหลักการอย่างชัดเจนในการมุ่งเน้นประเมินด้านสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้อาคารโดยเฉพาะ ล่าสุดในปี 2016 สถาบัน Building Research Establishment (BRE) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาเกณฑ์ BREEAM ในประเทศอังกฤษก็ได้ออกเกณฑ์ประเมิน Home Quality Mark (HQM) ซึ่งมุ่งประเด็นไปที่การส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารแบบองค์รวมสำหรับอาคารประเภทที่พักอาศัย โดยให้ค่าน้ำหนักกับปัจจัยด้านสุขภาวะมากขึ้น แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มและความตระหนักต่อความสำคัญต่อปัจจัยดังกล่าว

สำหรับสังคมไทยในปัจจุบันมีความตื่นตัวในการดูแลสุขภาพมากขึ้น ประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยกระทรวงสาธารณสุขคาดการณ์ว่าประเทศไทยจะกลายเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ในปีพ.ศ. 2568 ผู้คนหันมาใส่ใจต่อวิถีชีวิตและแนวทางการป้องกันปัญหาทางสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น ต่างจากเดิมที่การดูแลสุขภาพเป็นเพียงการแก้ไขปัญหาหลังจากอาการเจ็บป่วยเกิดขึ้นแล้วเท่านั้น ในวงการสถาปัตยกรรม ผู้ใช้อาคาร ผู้ออกแบบ ตลอดจนนักพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ เริ่มเล็งเห็นความสำคัญของประเด็นด้านสุขภาวะในการออกแบบอาคาร และมีความพยายามในการออกแบบให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานเกณฑ์อาคารเขียวในระดับสากลมากขึ้น อย่างไรก็ดี การนำเกณฑ์การออกแบบอาคารของต่างประเทศมาใช้ทันทีมักสร้างปัญหาให้แก่อาคารไม่เหมาะสมต่อประเภทการใช้งานหรือสภาพแวดล้อมของไทย จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการวิจัยเพื่อพัฒนาแนวทางที่เหมาะสมต่อบริบทแวดล้อมของที่พักอาศัยในประเทศไทย

บทความนี้มุ่งเน้นศึกษาแนวทางการออกแบบสภาพแวดล้อมของอาคารที่พักอาศัยที่ในประเทศไทยในประเด็นด้านสุขภาวะ เพื่อวิเคราะห์และพัฒนาให้เป็นเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวเพื่อส่งเสริมสุขภาวะของผู้พักอาศัยสำหรับอาคารที่พักอาศัยแบบยั่งยืนในบริบทของประเทศไทย ทั้งนี้มุ่งหวังให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารที่พักอาศัยที่ดีต่อสุขภาพ น่าอยู่น่าสบาย มีความสุนทรี และสอดคล้องกับแนวคิดเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของบทความ

เพื่อศึกษาเกณฑ์อาคารเขียวในต่างประเทศและงานวิจัยเชิงสถาปัตยกรรมที่ให้ความสนใจในประเด็นด้านสุขภาวะ และนำเสนอประเด็นสำคัญด้านสุขภาวะที่ควรพิจารณาในการออกแบบ สำหรับการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบอาคารพักอาศัยที่เน้นความน่าอยู่ น่าสบาย และส่งเสริมสุขภาวะที่ดีของผู้ใช้อาคารในประเทศไทย

ระเบียบวิธีวิจัย

ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้แบบสอบถามปลายปิดแบบจับคู่เปรียบเทียบ (Pairwise Comparison) เพื่อวิเคราะห์จัดลำดับประเด็นที่ให้ความสนใจและระบุปัจจัยด้านสุขภาวะที่เหมาะสมต่อบริบทของประเทศไทย กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

เป้าหมายในการวิจัยเป็นผู้เชี่ยวชาญและนักวิชาในสาขาการออกแบบและวิจัยด้านสุขภาวะในอาคาร อาทิ ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีอาคาร วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิศวกรรมงานระบบอาคาร และนักพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ด้านที่พักอาศัย จำนวน 30 ท่าน โดยประเด็นที่นำมาใช้ในการพิจารณามาจากการศึกษาทบทวนเกณฑ์ด้านการออกแบบสภาพแวดล้อมของอาคารที่พักอาศัยในต่างประเทศ ทั้งหมด 7 เกณฑ์ ดังนี้

1. WELL Building Standard v.1 และ WELL Multi-Family Residential (Pilot) (สหรัฐอเมริกา)
2. LEED for New Construction v.4 (สหรัฐอเมริกา)
3. Living Building Challenge 3.0 (สหรัฐอเมริกา)
4. BREEAM v.2016 (อังกฤษ)
5. Home Quality Mark (อังกฤษ)
6. CASBEE for New Construction v.2014 และ CASBEE for Home (Detached House) v.2007 (ญี่ปุ่น)
7. BCA Green Mark for New Residential New Buildings RB/4.1 (สิงคโปร์)

ในการวิเคราะห์จัดลำดับประเด็นที่ให้ความสนใจและระบุปัจจัยด้านสุขภาวะที่เหมาะสมต่อบริบทของประเทศไทย มีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนเป็นตัวเลข 1-9 ซึ่งดัดแปลงมาจาก Saaty Scale (Saaty, 1980) ดังแสดงในตารางที่ 1 คะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 30 ท่านจะนำมาวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) แบบกลุ่ม เพื่อให้ได้มาซึ่ง ค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละปัจจัย และ ปัจจัยที่มีการกล่าวถึงมากที่สุด สำหรับเสนอใช้เป็นข้อบังคับ (precondition) โดยพิจารณาประกอบกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์

ตารางที่ 1 แสดงหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนโดยแบ่งออกเป็นระดับความสำคัญ

ระดับ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 เกณฑ์ส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่าๆ กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับสูงสุด

อนึ่ง “อาคารที่พักอาศัย” ในบทความนี้ หมายความถึง บ้านเดี่ยว อาคารพาณิชย์พักอาศัย คอนโดมิเนียม หรือโครงการอสังหาริมทรัพย์ประเภทที่อยู่อาศัย ที่เป็นลักษณะการอยู่อาศัยแบบถาวรเท่านั้น ทั้งนี้ไม่รวมถึงอาคารหอพัก เซอร์วิสอพาร์ทเมนท์ โรงแรม สถานที่พักตากอากาศ และสถานพยาบาล

ผลการวิจัย

จากการทบทวนเกณฑ์อาคารเขียวสำหรับอาคารพักอาศัยที่ให้ความสนใจในประเด็นเรื่องสุขภาวะทั้ง 7 เกณฑ์ สามารถวิเคราะห์สรุปประเด็นที่แต่ละเกณฑ์มีความสนใจร่วมกันเป็นจำนวนทั้งสิ้น 43 ประเด็น จำแนกออกได้เป็น 6 หมวดหัวข้อ ได้แก่ หมวดคุณภาพอากาศ 11 ประเด็น หมวดแสงสว่าง 8 ประเด็น หมวดสภาวะน่าสบาย 6 ประเด็น หมวดสุนทรียภาพ 5 ประเด็น หมวดวัสดุ 7 ประเด็น และหมวดความปลอดภัย 6 ประเด็น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการสรุปประเด็นด้านสุขภาวะที่เกณฑ์อาคารเขียวประเภทที่พักอาศัยทั้ง 7 เกณฑ์ให้ความสนใจ

เกณฑ์ในการประเมิน	US WELL	US WELL MFR Pilot	US LEED NC V4	US LBC 3.0	UK BREEAM 2016	UK HQM Beta	JP CASBEE NC	JP CASBEE H(De)	SG GREEN MARK
หมวดที่ 1 คุณภาพอากาศ (Air Quality)									
Indoor Air Quality standard	P	P	Pilot	O	O	-	O	O	O
Smoking control	P	P	P	O	O	-	-	-	-
Ventilation	P	P	O	O	O	O	O	O	O
Air flush	O	O	O	-	O	-	-	-	-
Air filtration	P	P	O	-	O	-	-	-	-
Air infiltration	O	O	O	-	-	O	-	-	-
Operable windows	O	P	-	O	O	-	O	O	-
Direct source ventilation	O	-	O	O	O	-	O	-	-
Outdoor air systems	O	O	-	-	-	-	O	-	-
Increased ventilation	O	O	O	-	-	O	O	-	-
Air purification	O	O	-	-	-	-	-	-	-
หมวดที่ 2 แสงสว่าง (Light)									
Visual lighting	P	O	O	-	O	-	-	O	-
Glare control	P	P	O	-	O	-	O	-	-
Right to light	P	-	O	-	O	-	O	-	-
Circadian lighting	P	O	-	-	-	-	-	-	-
Color quality	O	O	O	-	-	-	-	-	-
Surface design	O	O	O	-	-	-	-	-	-
Shading & dimming	O	O	-	-	-	-	O	-	-
หมวดที่ 3 สภาวะน่าสบาย (Comfort)									
Acoustic comfort	P	O	O	-	O	O	O	O	O
Noise reduction	P	O	O	-	O	O	O	O	O
Sound insulation & absorption	O	O	O	-	O	O	O	O	-
Sound barriers	O	O	-	-	-	-	-	-	-
Thermal comfort	P	P	O	-	O	O	O	O	-
Olfactory comfort	O	-	-	-	-	-	O	-	-
หมวดที่ 4 สุนทรียภาพ (Aesthetic)									
Beauty & design	P	P	-	O	-	-	O	-	-
Biophillia	P	P	-	O	-	-	O	O	-
Sense of Place	-	-	-	-	-	-	O	O	-
Access to View	-	-	-	-	O	-	O	-	-
Private space	-	-	-	-	O	-	-	-	-
หมวดที่ 5 วัสดุ (Material)									
Asbestos & Heavy Metal	P	P	-	-	O	O	O	-	-
VOC reduction	O	O	O	-	O	-	O	-	-
Toxic material reduction	O	O	O	O	O	O	O	-	O
Enhanced material safety	O	O	Pilot	-	-	-	-	-	-
Moisture management	P	P	-	-	-	-	-	-	-
Antimicrobial	O	O	-	-	-	-	-	O	-
Cleanable environment	O	O	-	-	-	-	-	O	-

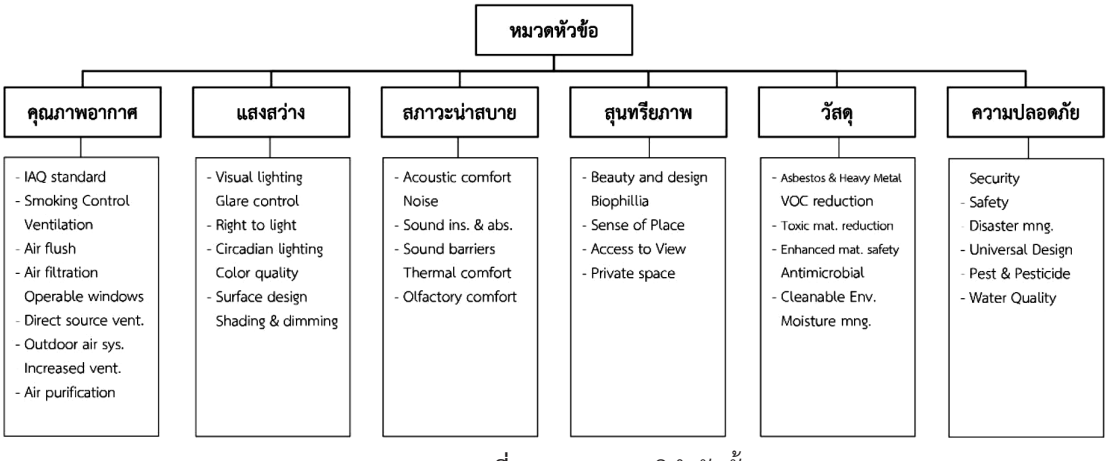
ตารางที่ 2 แสดงผลการสรุปประเด็นด้านสุขภาวะที่เกณฑ์อาคารเขียวประเภทที่พักอาศัยทั้ง 7 เกณฑ์ให้ความสนใจ (ต่อ)

เกณฑ์ในการประเมิน	US WELL	US WELL MFR Pilot	US LEED NC V4	US LBC 3.0	UK BREEAM 2016	UK HQM Beta	JP CASBEE NC	JP CASBEE H(De)	SG GREEN MARK
หมวดที่ 6 ความปลอดภัย (Safety & Security)									
Security	-	-	-	-	O	-	O	O	-
Safety	-	-	-	-	O	-	O	O	-
Disaster management	-	-	-	-	O	-	O	O	-
Universal design	P	-	-	-	O	O	O	O	-
Pest & Pesticide	P	P	-	-	-	-	-	-	-
Water quality	P	P	-	-	O	-	-	-	-

หมายเหตุ : P หมายถึง ข้อบังคับ (Prerequisite/ Precondition)
O หมายถึง ข้อเลือกปฏิบัติ (Optimization)
Pilot หมายถึง อยู่ในระหว่างศึกษาทดลองก่อนประกาศใช้จริง

ในภาพรวมพบว่า คุณภาพอากาศ เป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจอย่างครอบคลุมในการประเมินอาคารที่มากที่สุด รองลงมาคือ วัสดุ สภาวะน่าสบาย แสงสว่าง ความปลอดภัย และสุนทรียภาพ ตามลำดับ ทั้งนี้ การให้น้ำหนักต่อแต่ละประเด็นมีความแตกต่างออกไปตามบริบท ตัวอย่างเช่น ความปลอดภัย เป็นประเด็นที่มีน้ำหนักความสำคัญในประเทศที่มีเหตุการณ์ภัยพิบัติที่ไม่คาดฝัน เช่น ญี่ปุ่น และประเทศที่ให้ความสำคัญต่อการรักษาปลอดภัยและเป็นความส่วนตัว เช่น อังกฤษ เป็นต้น

จากผลวิจัยในตารางที่ 1 ผู้วิจัยจึงพัฒนาแบบสอบถามเพื่อประเมินค่าน้ำหนักเปรียบเทียบระหว่างสองทางเลือกในลักษณะการจับคู่เปรียบเทียบ (Pairwise Comparison) สำหรับใช้ในวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ลำดับขั้น ดังแผนภูมิลำดับชั้นที่แสดงไว้ในภาพที่ 1 แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการเปรียบเทียบความสำคัญของหมวดหัวข้อหลัก (Categories) และส่วนที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบความสำคัญของประเด็นหัวข้อย่อย (Sub-categories) แยกพิจารณาตามหมวดหัวข้อ โดยตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยแสดงไว้ในภาพที่ 2



ภาพที่ 1 แสดงแผนภูมิลำดับชั้น

ส่วนที่ 1 เปรียบเทียบความสำคัญของหมวดหัวข้อหลัก

เปรียบเทียบระหว่างแต่ละคู่ปัจจัย หัวข้อใดมีความสำคัญและส่งผลต่อคุณภาพชีวิตด้านสุขภาวะของผู้พักอาศัย **มากกว่า**

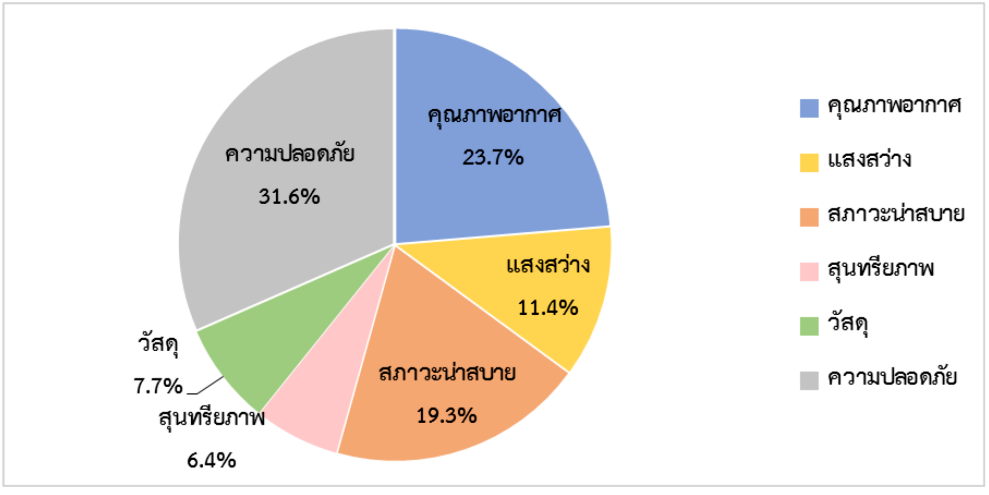
		เปรียบเทียบลำดับความสำคัญ									
		สำคัญกว่าสูงสุด		สำคัญกว่ามาก		เท่ากัน		สำคัญกว่ามาก		สำคัญกว่าสูงสุด	
คู่ที่	ปัจจัย	9	7	5	3	1	3	5	7	9	ปัจจัย
1	คุณภาพอากาศ										แสงสว่าง
2	คุณภาพอากาศ										สภาวะน่าสบาย
3	คุณภาพอากาศ										สุนทรียภาพ
4	คุณภาพอากาศ										วัสดุ
5	คุณภาพอากาศ										ความปลอดภัย
6	แสงสว่าง										สภาวะน่าสบาย
7	แสงสว่าง										สุนทรียภาพ
8	แสงสว่าง										วัสดุ
9	แสงสว่าง										ความปลอดภัย
10	สภาวะน่าสบาย										สุนทรียภาพ
11	สภาวะน่าสบาย										วัสดุ
12	สภาวะน่าสบาย										ความปลอดภัย
13	สุนทรียภาพ										วัสดุ
14	สุนทรียภาพ										ความปลอดภัย
15	วัสดุ										ความปลอดภัย

หมายเหตุ

ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 เกณฑ์ส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่าๆกัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับสูงสุด

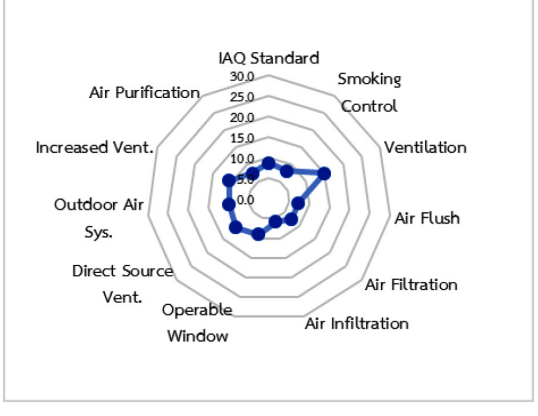
ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย

ผลการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักระหว่างสองทางเลือกโดยใช้แบบสอบถามจับคู่เปรียบเทียบในหมวดหัวข้อหลัก (Categories) พบว่า ผู้เชี่ยวชาญในประเทศไทยให้น้ำหนักความสำคัญกับหมวด ความปลอดภัย เป็นหลัก โดยมีค่าน้ำหนัก 31.6% รองลงมาคือ คุณภาพอากาศ 23.7% สภาวะน่าสบาย 19.3% แสงสว่าง 11.4% วัสดุ 7.7% และสุนทรียภาพ 6.4% ตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 3

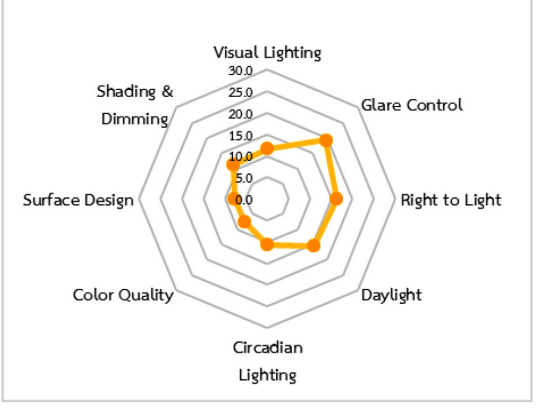


ภาพที่ 3 แสดงแผนภูมิอัตราส่วนค่าน้ำหนักเปรียบเทียบระหว่าง 6 หมวดหัวข้อหลัก

ในหมวดคุณภาพอากาศ (Air Quality) หัวข้อย่อยที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดได้แก่ ประเด็นเรื่องการระบายอากาศ (Ventilation) โดยมีสัดส่วนค่าน้ำหนัก 15.0% ของคะแนนรวมภายในหมวด รองลงมาคือ การเติมอากาศ (Increased Ventilation) 10.7% การควบคุมแหล่งมลภาวะภายในอาคาร (Direct Source Ventilation) 10.6% และระบบควบคุมอากาศภายนอกอาคาร (Outdoor Air System) 9.9% โดยประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญน้อยที่สุด ได้แก่ การรั่วซึมของอากาศ (Air Infiltration) 5.9% การกรองอากาศ (Air Filtration) 7.4% การล้างอากาศก่อนการเข้าใช้งานอาคาร (Air Flush) 7.4% และการฟอกอากาศ (Air purification) 7.4% (ภาพที่ 4.1) ในหมวดแสงสว่าง (Light) ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดได้แก่ ประเด็นเรื่อง การควบคุมแสงบาดตา (Glare Control) โดยมีสัดส่วนค่าน้ำหนัก 19.3% ของคะแนนรวมภายในหมวด รองลงมาคือ การได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอ (Right to Light) 16.2% และการได้รับแสงธรรมชาติ (Daylight) 15.5% ตามลำดับ ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญน้อยที่สุด ได้แก่ การออกแบบพื้นผิวผนังและเพดาน (Surface Design) 7.5% และ คุณภาพสีของแสง (Color Quality) 7.8% (ภาพที่ 4.2)

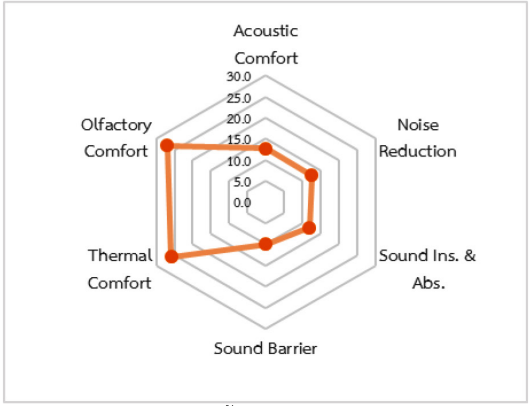


ภาพที่ 4.1 แสดงสัดส่วนน้ำหนักหมวดคุณภาพอากาศ (%)

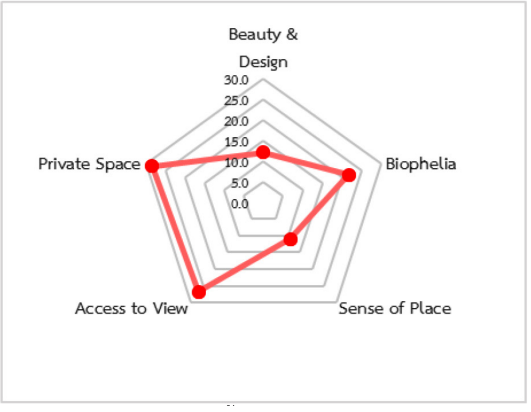


ภาพที่ 4.2 แสดงสัดส่วนน้ำหนักหมวดแสงสว่าง (%)

ในหมวดสภาวะน่าสบาย (Comfort) ผู้เชี่ยวชาญให้ความสนใจกับประเด็น ความน่าสบายด้านกลิ่น (Olfactory Comfort) มากที่สุด โดยมีสัดส่วนค่าน้ำหนัก 26.9% ของคะแนนรวมภายในหมวด และ ความน่าสบายอุณหภาพ (Thermal Comfort) ที่มีสัดส่วน 25.8% ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญน้อยที่สุด ได้แก่ การกั้นเสียง (Sound Barrier) 10.0% (ภาพที่ 4.3) ในขณะที่หมวดสุนทรียภาพ (Aesthetics) ผู้เชี่ยวชาญให้ความสนใจกับประเด็นความเป็นส่วนตัว (Private Space) มากที่สุด โดยมีสัดส่วนค่าน้ำหนัก 28.4% รองลงมาคือ การเห็นวิวทิวทัศน์ (Access to view) 26.8% (ภาพที่ 4.4)

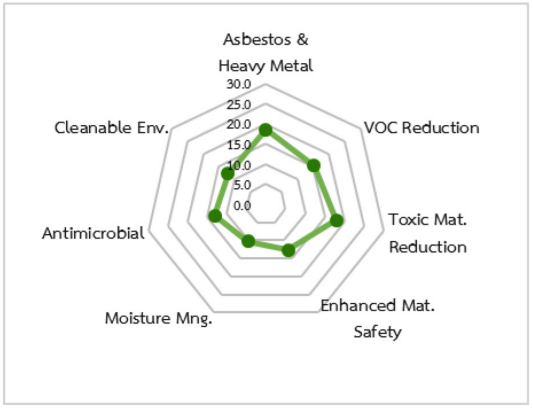


ภาพที่ 4.3 แสดงสัดส่วนน้ำหนักหมวดสภาวะน่าสบาย (%)

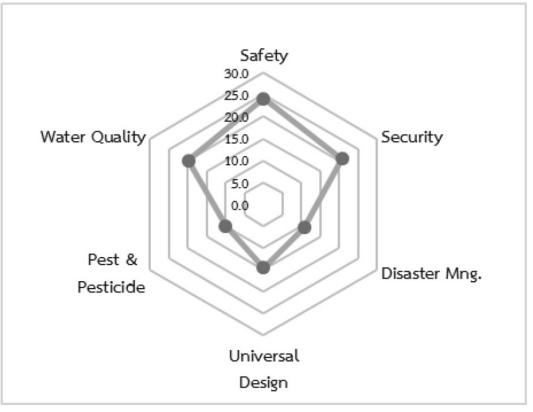


ภาพที่ 4.4 แสดงสัดส่วนน้ำหนักหมวดสุนทรียภาพ (%)

สำหรับหมวดวัสดุ (Materials) ผู้เชี่ยวชาญให้ความสนใจกับประเด็น การควบคุมวัสดุที่สามารถสะสมในร่างกาย มากที่สุด (Asbestos & Heavy Metal) โดยมีสัดส่วนค่าน้ำหนัก 18.6% รองลงมาคือ การลดการใช้วัสดุที่ปล่อยสารพิษเมื่อติดไฟ (Toxic Material Reduction) 18.0% และ การลดการใช้วัสดุที่มีสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC Reduction) 15.3% โดย การควบคุมความชื้น (Moisture Management) เป็นประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญน้อยที่สุด 10.3% (ภาพที่ 4.5) และในหมวดความปลอดภัย (Safety & Security) ผู้เชี่ยวชาญลงคะแนนให้ การลดความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุและอุบัติภัย (Safety) เป็นประเด็นที่มีความสำคัญมากที่สุด โดยมีสัดส่วนค่าน้ำหนัก 24.1% ของคะแนนรวมภายในหมวด การลดความเสี่ยงต่อการโจรกรรมและอาชญากรรม (Security) 20.6% และคุณภาพน้ำประปาภายในอาคาร (Water Quality) 19.9% โดยมี การควบคุมสัตว์รบกวนและการใช้ยาฆ่าแมลง (Pest & Pesticide) 10.0% และการป้องกันภัยธรรมชาติ (Disaster Management) 10.7% เป็นประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.5 แสดงสัดส่วนน้ำหนักหมวดวัสดุ (%)



ภาพที่ 4.6 แสดงสัดส่วนน้ำหนักหมวดความปลอดภัย (%)

เมื่อนำสัดส่วนคะแนนที่ได้ในแต่ละหมวดหัวข้อย่อยมาคำนวณรวมกับค่าน้ำหนักที่ได้จากหมวดหัวข้อหลัก เพื่อหาแนวทางในการพิจารณาให้ค่าน้ำหนักประเด็นต่างๆ สำหรับประเทศไทย สามารถสรุปได้เป็นตารางค่าน้ำหนักค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านสุขภาวะในการออกแบบอาคารเขียวประเภทอาคารที่พักอาศัย ดังแสดงในตารางที่ 3

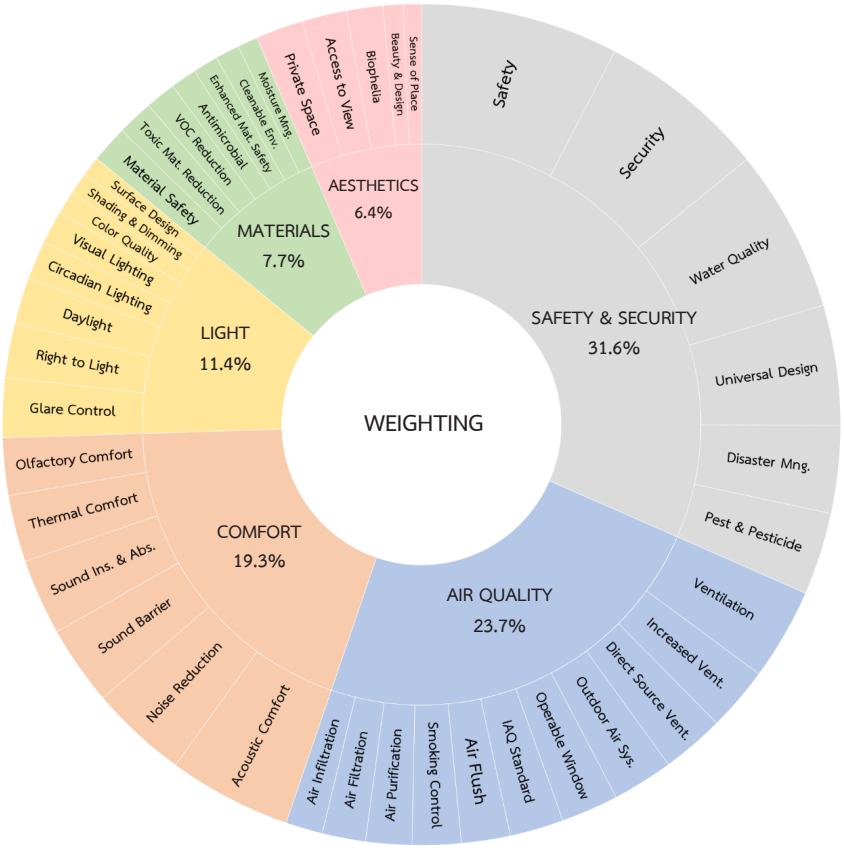
ตารางที่ 3 แสดงค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านสุขภาวะในการออกแบบอาคารเขียวประเภทอาคารที่พักอาศัย

หมวดหัวข้อหลัก (Categories)	ค่าน้ำหนัก (%)	ประเด็นหัวข้อย่อย (Sub-categories)	ค่าน้ำหนัก (%)
คุณภาพอากาศ (Air Quality)	23.7	Indoor Air Quality (IAQ) Standard	2.1
		Smoking Control	1.9
		Ventilation	3.5
		Air Flush	1.7
		Air Filtration	1.8
		Air Infiltration	1.4
		Operable Window	2.1
		Direct Source Ventilation	2.5
		Outdoor Air System	2.3
		Increased Ventilation	2.5
		Air Purification	1.8
แสงสว่าง (Light)	11.4	Visual Lighting	1.3
		Glare Control	2.2
		Right to Light	1.8
		Daylight	1.8
		Circadian Lighting	1.2
		Color Quality	0.9
		Surface Design	0.9
		Shading & Dimming	1.3

ตารางที่ 3 แสดงค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านสุขภาวะในการออกแบบอาคารเขียวประเภทอาคารที่พักอาศัย (ต่อ)

หมวดหัวข้อหลัก (Categories)	ค่าน้ำหนัก (%)	ประเด็นหัวข้อย่อย (Sub-categories)	ค่าน้ำหนัก (%)
สภาวะน่าสบาย (Comfort)	19.3	Acoustic Comfort	2.4
		Noise Reduction	2.4
		Sound Insulation & Absorption	2.3
		Sound Barrier	1.9
		Thermal Comfort	5.0
		Olfactory Comfort	5.2
สุนทรียภาพ (Aesthetics)	6.4	Beauty & Design	0.8
		Biophelia	1.4
		Sense of Place	0.7
		Access to View	1.7
		Private Space	1.8
วัสดุ (Materials)	7.7	Material Safety	1.4
		Volatile Organic Compound (VOC) Reduction	1.2
		Toxic Material Reduction	1.4
		Enhanced Material Safety	1.0
		Moisture Management	0.8
		Antimicrobial	1.0
		Cleanable Environment	0.9
ความปลอดภัย (Saffety & Security)	31.6	Safety	7.6
		Security	6.5
		Disaster Management	3.4
		Universal Design	4.6
		Pest & Pesticide	3.2
		Water Quality	6.3
รวม	100.0		100.0

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักในภาพรวมพบว่า ประเด็นหัวข้อย่อยที่ผู้เชี่ยวชาญในประเทศไทยให้น้ำหนักความสำคัญ ได้แก่ การลดความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุและอุบัติภัย (Safety) 7.6%, การลดความเสี่ยงต่อการโจรกรรมและอาชญากรรม (Security) 6.5%, คุณภาพน้ำประปาภายในอาคาร (Water Quality) 6.3% ความน่าสบายด้านกลิ่น (Olfactory Comfort) 5.2%, สภาวะน่าสบายอุณหภาพ (Thermal Comfort) 5.0% การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) 4.6% และ การระบายอากาศ (Ventilation) 3.5% โดยข้อมูลจากตารางที่ 3 สามารถประมวลผลออกเป็นแบบจำลองกราฟวงแหวน (Sunburst Chart) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเกณฑ์ในการออกแบบอาคารที่พักอาศัยเพื่อสุขภาวะในประเทศไทย ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงแบบจำลองกราฟวงแหวน (Sunburst Chart)
สำหรับใช้เป็นต้นแบบเกณฑ์การออกแบบอาคารที่พักอาศัยเพื่อสุขภาวะในประเทศไทย

การอภิปรายผล

ในภาพรวมพบว่าผู้เชี่ยวชาญในประเทศไทยให้น้ำหนักความสำคัญกับประเด็นด้านความปลอดภัยเป็นหลัก เนื่องด้วยความปลอดภัยเป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบและมีผลต่อชีวิตของผู้อยู่อาศัย ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านลงความเห็นว่าประเด็นด้านความปลอดภัยมีความคาบเกี่ยวกับกฎหมายควบคุมอาคาร ในการเสนอใช้เป็นข้อจึงควรพิจารณาร่วมกับกฎหมายที่ใช้ในปัจจุบันเพื่อให้มีความสอดคล้อง รองลงมาคือประเด็นด้านคุณภาพอากาศ สภาวะน่าสบาย และแสงสว่าง ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่ทำให้อาคารมีสภาพแวดล้อมในการอยู่อาศัยที่ดี

ผลการศึกษาผลการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักปัจจัยด้านสุขภาวะ พบว่า มี 7 ประเด็นที่ ผู้เชี่ยวชาญในประเทศไทยให้น้ำหนักความสำคัญที่ ได้แก่ การลดความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุและอุบัติภัย การลดความเสี่ยงต่อการโจรกรรมและอาชญากรรม คุณภาพน้ำประปาภายในอาคาร ความน่าสบายด้านกลิ่น สภาวะน่าสบายอุณหภาพ การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล และ การระบายอากาศ ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญในประเทศไทยให้ความสำคัญเป็นพิเศษที่แตกต่างจากเกณฑ์ที่พบในต่างประเทศอย่างชัดเจน ได้แก่ ประเด็นด้าน ความน่าสบายด้านกลิ่น เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น มีโอกาสเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จากการอับชื้นและการทำกิจกรรมต่างๆ ภายในครัวเรือนได้ง่าย ทั้งนี้อาจพิจารณาให้บางส่วนเป็นข้อบังคับใช้ โดยควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในลำดับต่อไป

ในการศึกษาวิจัยแนวทางการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวประเภทอาคารที่พักอาศัยในประเทศไทย ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดข้อมูลขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงเป็นค่าน้ำหนักของเกณฑ์การประเมินโครงการที่พักอาศัยเพื่อสุขภาวะ อย่างไรก็ตามเนื่องจากเป็นการศึกษาในภาพรวมทำให้ไม่สามารถเจาะลึกในส่วนของรายละเอียดการกำหนดเกณฑ์ต่างๆ ได้ ในการนำไปบังคับใช้ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อกำหนดหลักเกณฑ์และดัชนีชี้วัดสำหรับการวัดประสิทธิผลเชิงคุณภาพ จึงเสนอให้ในการศึกษาขั้นต่อไปควรเจาะประเด็นลงไปในแต่ละหัวข้อ เพื่อพิจารณาเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละหัวข้อย่อยต่อไป

อนึ่ง อาคารและสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างมีผลอย่างมากต่อสุขภาพและสุขภาวะของคนในปัจจุบัน แม้ว่าแนวคิดเรื่องสุขภาวะอาจเป็นเรื่องที่ยากต่อการวัดประสิทธิผลในเชิงปริมาณ แต่หากพิจารณาในแง่ผลลัพท์เชิงคุณภาพที่เกิดต่อผู้ใช้อาคาร ตลอดจนผู้พัฒนาโครงการ ผู้ประกอบการ หรือเจ้าของกิจการ การลงทุนในสถาปัตยกรรมที่ดีต่อสุขภาพ มีการออกแบบสภาพแวดล้อมที่ดี ย่อมเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า อาคารที่ดีต่อสุขภาพ น่าอยู่น่าสบาย มีความยั่งยืนและมีความสุนทรี จึงควรถูกบรรจุเป็นส่วนหนึ่งของนิยามความเป็นอาคารเขียว เพื่อให้บรรลุซึ่งเป้าหมายในการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน ทั้งนี้ การส่งเสริมการวิจัยในแนวทางดังกล่าว ควรศึกษาแนวทางของศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย อาทิ วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และแพทยศาสตร์ ทั้งนี้ กระบวนการในการออกแบบและการก่อสร้างควรมีจุดมุ่งหมายแรกในการทำให้อาคารดีต่อสุขภาพทั้งในแง่ของการทำงานและการอยู่อาศัย โดยผู้มีส่วนได้เสีย อันได้แก่ สถาปนิก วิศวกร นักบริหารทรัพยากรอาคาร ผู้เชียวชาญด้านเทคโนโลยีอาคาร อุตสาหกรรมก่อสร้าง ตลอดจนผู้บังคับใช้กฎหมาย ควรทำงานร่วมกันเพื่อกำหนดแนวทางที่มีความเป็นไปได้และมีประสิทธิผล

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการตอบแบบสอบถามและสัมภาษณ์ อนึ่ง ขอขอบพระคุณ คุณคมกฤช ชูเกียรติมั่น และคุณชมพูนุท แสงกาญจนวนิช คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และผู้เชี่ยวชาญจากกรมควบคุมมลพิษทุกท่าน สำหรับความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงาน มา ณ ที่นี้

ประวัติผู้เขียนบทความ

ภาวดี ธุววงศ์. สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยม) 2558. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมายเลขโทรศัพท์ 086-733-3889 Email : p.thuvavong@gmail.com

เอกสารอ้างอิง

BCA. (2012) **BCA Green Mark for New Residential Buildings Version RB/4.1**. [e-book] Retrieved November 22, 2016, from https://www.bca.gov.sg/greenmark/others/gm_resi_v4.1_R.pdf

Bonnefoy, X. R., M. Braubach, B. Moissonnier, K. Monolbaev, and N. Röbbel. (2003) “Housing and Health in Europe: Preliminary Results of a Pan-European Study.” **American Journal of Public Health**. 93 (9): 1559-1563.

BRE. 2015. **Home Quality Mark: Technical Manual SD232:1.0 (Beta England) - 2015**. [e-book] Retrieved October 21, 2016, from http://www.homequalitymark.com/filelibrary/HQM--December-2015-.pdf

BRE. 2016. **BREEAM International New Construction 2016.** Retrieved October 21, 2016, from http://www.breeam.com/uk-new-construction

Evans, G. W., N. M. Wells, and A. Moch. (2003) "Housing and Mental Health: A Review of the Evidence and a Methodological and Conceptual Critique." **Journal of Social Issues**. 59 (3): 475-500.

Fritschi, J. O., W. J. Brown, and J. G. Z. van Uffelen. (2014) "On Your Feet: Protocol for a Randomized Controlled Trial to Compare the Effects of Pole Walking and Regular Walking on Physical and Psychosocial Health in Older Adults." **BMC Public Health**. 14 (1): 1-8.

Houtman, I., M. Douwes, T. de Jong, J. M. Meeuwsen, M. Jongen, F. Brekelmans, M. Nieboer-Op de Weegh et al. (2008) "New Forms of Physical and Psychosocial Health Risks at Work. Brussels: European Parliament." Retrieved November 9, 2016, from https://www.researchgate.net/publication/ 236023823_New_Forms_of_Physical_and_Psychosocial_Health_Risks_at_Work

International Living Future Institute. (2014) **Living Building Challenge 3.0.** Seattle. [e-book] Retrieved October 21, 2016, from https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/12/Living-Building- Challenge-3.0-Standard.pdf

International Well Building Institute. (2016) **The WELL Building Standard v1.** Delos Living LLC. New York. [e-book] Retrieved September 11, 2016, from https://www.wellcertified.com/sites/default/files/resources/WELL%20Building%20Standard%20-%20Oct%202014.pdf

JSBC. (2008) **Comprehensive assessment system for building environmental efficiency CASBEE for Home (Detached House): technical manual 2007 edition.** Institute for Building Environment and Energy Conservation. [e-book] Retrieved October 21, 2016, from http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download/CASBEE-H(DH)e_2007manual.pdf

JSBC. (2014) **Comprehensive assessment system for building environmental efficiency CASBEE for Building (New Construction): technical manual 2014 edition.** [e-book] Institute for Building Environment and Energy Conservation. Retrieved October 21, 2016, from http://www.ibec.or.jp/ CASBEE/english/download/CASBEE-BD(NC)e_2014manual.pdf

Mendell, M. J., A. G. Mirer, K. Cheung, M. Tong, and J. Douwes. (2011) "Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence." **Environ Health Perspect.** 119 (6): 748-756.

Sandel, M., A. Baeder, A. Bradman, J. Hughes, C. Mitchell, R. Shaughnessy, T. K. Takaro, and D. E. Jacobs. (2010) "Housing Interventions and Control of Health-Related Chemical Agents: A Review of the Evidence." **Journal of Public Health Management and Practice**. 16 (5): S24-S33.

Saaty, T.L. (1980) **The Analytic Hierarchy Process.** McGraw-Hill, New York.

USGBC. (2016) **LEED v4: Reference guide for building design and construction.** Washington D.C. [e-book] Retrieved October 21, 2016, from http://www.usgbc.org/resources/leed-reference-guide- building-design-and-construction

Wee, L. E., G. C. H. Koh, W. X. Yeo, R. T. Chin, J. Wong, and B. Seow. (2013) "Screening for Cardiovascular Disease Risk Factors in an Urban Low-Income Setting at Baseline and Post Intervention: A Prospective Intervention Study." **European Journal of Preventive Cardiology**. 20 (1): 176-188.

WHO. 2012. **Environmental health inequalities in Europe: Assessment report.** [e-book] Retrieved October 21, 2016, from http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-health- inequalities-in-europe.-assessment-report

Xie H., Clements-Cromme D. & Wang Q. (2016) "Move beyond green building: A focus on healthy, comfortable, sustainable and aesthetical architecture" Intelligent Buildings International, 2016. Retrieved November 9, 2016, from http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17508975.2016.1139536