

เกณฑ์การประเมินวัสดุก่อสร้างสีเขียวเบื้องต้น : ประเภทอิฐ

เลิศชาย สถิตยพนาวาศ^{1*} ศศิมา เจริญกิจ¹

Received : April 1, 2019

Revised : May 12, 2019

Accepted : June 11, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินวัสดุก่อสร้างสีเขียวเบื้องต้นสำหรับประเมินวัสดุก่อสร้างประเภทอิฐ และทดลองใช้เกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นกับโรงงาน 3 โรงงาน งานวิจัยมีการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาเกณฑ์การประเมินเบื้องต้น ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวชี้วัด และ ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับอิฐสีเขียว ผลการวิจัยพบว่าเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นควรแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ : ด้านวัตถุดิบมี 3 เกณฑ์ 7 ตัวชี้วัด เน้นการใช้แหล่งทรัพยากรที่อยู่ในท้องถิ่นได้รับอนุญาตถูกต้องและยั่งยืน ด้านคุณสมบัติมี 3 เกณฑ์ 3 ตัวชี้วัด เน้นในเรื่องผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานเฉพาะผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติด้านพลังงาน และปลอดภัยกับผู้ใช้ ด้านการผลิตและการขนส่งมี 2 เกณฑ์ 4 ตัวชี้วัด ที่เน้นกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ ประหยัดทรัพยากร และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้านการจัดมี 1 เกณฑ์ 2 ตัวชี้วัด ที่เน้นการบริหารจัดการขยะไม่ให้เกิดผลต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อนำแบบประเมินทดลองประเมินกับโรงงาน 3 โรงงาน พบว่าโรงงานที่ 1 (โรงงานยังไม่มีมาตรฐาน) โรงงานที่ 2 (โรงงานกำลังขอรับรองมาตรฐาน) และโรงงานที่ 3 (โรงงานได้รับมาตรฐานแล้ว) มีผลคะแนนรวมทุกด้านร้อยละ 31.25 ร้อยละ 68.75 และร้อยละ 71.87 ตามลำดับ โรงงานที่ 1 คะแนนประเมินทุกด้านน้อย โรงงานที่ 2 และโรงงานที่ 3 คะแนนในด้านวัตถุดิบ ด้านคุณสมบัติและด้านการการจัดได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม แต่คะแนนด้านการผลิตและการขนส่งมีคะแนนที่ต่ำ โรงงานควรมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการขนส่งตามตัวชี้วัด เพื่อให้โรงงานทั้ง 2 โรงงาน ผ่านการประเมินทุกด้านและพร้อมยื่นขอมาตรฐานขั้นสูงต่อไป

คำสำคัญ : เกณฑ์การประเมิน วัสดุก่อสร้างสีเขียว อิฐ

¹ สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

*ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: ta95559@yahoo.com

ASSESSMENT CRITERIA OF GREEN BUILDING MATERIAL : BRICK

Lerdchai Sathitpanawong^{1*} Sasima Charoenkit¹**Abstract**

Research was aimed to develop the basic green building materials assessment criteria regarding to the building materials: brick. The developed criteria was then examined within the three factories. The operations procedure was absolutely analyzed into three steps including the basic assessment criteria development, the 2nd step was the validity correcting of indicators followed by the green building bricks criteria assessment testing in the 3rd step. The result showed that the appropriate evaluation criteria should be proper by the follow: the focusing on the authorized and sustainable raw materials abundantly found in the local. The qualification criteria should be focus on the specific standard depending on the typical products, the other properties attended to energy and also safety features. The production and transportation were compromised based on the recovery process as well as the reduction of natural resources utilization and greenhouse gas emissions. Lastly, the removal criteria qualified based on waste management provide the non-affective to environmental impact. Moreover, the assessment was evaluated in 3 factories, that plant no.1 (non-standardized), plant no. 2 (standardize processing) and the last 3rd factory (standardized), processed the analytical score of 31.25%, 68.75% and 71.87 %, respectively. The overall score of plant no. 1 was less than half of all points. More than half scores of plant no. 2 and 3 were appeared within the term of raw materials, products properties and the removal criteria, while the lowest score was occurred through the production and transportation process. The production and transportation process of those plants should be improve according to the specific indicators leading to the most evaluated assessment passing and further standard certification submission.

Keywords : Assessment Criteria, Green Building Material, Brick

¹Faculty of Architecture Naresuan University, Phitsanulok, Thailand 65000

*Corresponding author, e-mail: ta95559@yahoo.com

บทนำ

ปัจจุบันการประเมินผลิตภัณฑ์เพื่อขอการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์สีเขียวมีเกณฑ์การประเมินที่แตกต่างกันในแต่ละประเทศ การตรวจประเมินมีกระบวนการ วิธีการที่ย่างยากซับซ้อน ก่อนการรับรองผลิตภัณฑ์ เกณฑ์การประเมินของแต่ละประเทศส่วนใหญ่ นำข้อกำหนดของระบบ ISO14000 มาพัฒนาเครื่องมือและเกณฑ์ประเมินเพื่อนำไปสู่การรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์สีเขียวของประเทศไทยนั้น ๆ เช่น แบบประเมินสหภาพยุโรปเรียกมาตรฐานการประเมินว่า EU-Eco Label หรือ EU-Flower สหราชอาณาจักรใช้การติดฉลาก Carbon Footprint และ Carbon label program ประเทศเยอรมนีเป็นประเทศแรกที่มีการพัฒนาโครงการฉลากสิ่งแวดล้อม โดยใช้ฉลากที่เรียกว่า “นางฟ้าสีฟ้า” (Blue Angel) สหรัฐอเมริกามีฉลากสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่า “Green Seal” ประเทศญี่ปุ่นมีฉลากสีเขียวของแต่ละผลิตภัณฑ์โดยกำหนดเกณฑ์บังคับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เฉพาะผลิตภัณฑ์เช่น ไอโคมาร์ค (Eco Mark) เป็นต้น (Green Future Solutions . 2011)

วัสดุอุปกรณ์ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก กระบวนการผลิตในประเทศไทยตั้งแต่กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ขนส่ง ส่งมอบให้ลูกค้า การกำจัดของเสีย ในหลายกิจกรรมเป็นสาเหตุในการทำลายสิ่งแวดล้อม การพัฒนากระบวนการผลิตเริ่มตั้งแต่วัตถุดิบ คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต การขนส่ง ตลอดจนการจัด จนผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานการรับรองสีเขียว สามารถช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้ ผู้บริโภคที่เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านมาตรฐานสีเขียวจะมีความเชื่อมั่นว่าช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้จากการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรับรองสีเขียว แต่ปัญหาของการขอรับรองมาตรฐานสีเขียวนั้นยังมีปัญหาในเรื่องความยุ่งยากของการขอการรับรองมาตรฐานสีเขียว การขอการรับรองมีค่าใช้จ่ายที่สูงเป็นปัญหาสำคัญสำหรับผู้ประกอบการรายย่อยที่ต้องการขอการรับรองมาตรฐาน การเตรียมความพร้อมเพื่อขอการรับรองมาตรฐานสีเขียวจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างความมั่นใจในผลการประเมินขอการรับรอง

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุก่อสร้างสีเขียว : ประเภทยูนิทบนพื้นฐานของการประเมินที่มีมาตรฐานทั้งในและต่างประเทศ ด้วยการสังเคราะห์ข้อมูลศึกษาเปรียบเทียบเกณฑ์ประเมินวัสดุสีเขียวและสร้างเกณฑ์เพื่อใช้พิจารณาคุณลักษณะของวัสดุก่อสร้างสีเขียวประเภทยูนิทสำหรับผู้ประกอบการรายย่อย ผู้สร้างอาคาร ผู้ผลิตวัสดุ ผลิตภัณฑ์สีเขียว ช่วยเตรียมความพร้อมในการขอมาตรฐานที่สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินวัสดุก่อสร้างสีเขียวเบื้องต้นสำหรับการประเมินวัสดุก่อสร้างประเภทยูนิท
2. เพื่อทดลองใช้เกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นกับวัสดุก่อสร้างประเภทยูนิท โดยการออกแบบประเมินสำหรับการประเมินเบื้องต้นจากเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียวมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียว โดยพัฒนาเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียวจาก

1) กรอบแนวคิดวัสดุสีเขียว เริ่มจากการรวบรวมเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนิยามวัสดุสีเขียว (K.N.Sheth .b .2016) (Asian Productivity Organization. 2010) (The Constructor- Civil Engineering Home. 2017) (Nguyen, et al. 2013) (โครงการฉลากเขียว .2555) เกณฑ์วัสดุก่อสร้างสีเขียว (Paresh H. Shah. 2010) จากกลุ่มตัวอย่างที่สามารถเข้าถึงได้ มีข้อมูลของเกณฑ์การประเมิน ตัวชี้วัด ที่เปิดเผยโดยวิเคราะห์จากการให้คำนิยามของ “วัสดุเชิงนิเวศและผลิตภัณฑ์สีเขียว”

2) ร่างเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียว ได้จากการนำกรอบแนวคิดวัสดุสีเขียวมาสังเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์วัสดุก่อสร้างสีเขียว (สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2561) เกณฑ์มาตรฐานการรับรองผลิตภัณฑ์สีเขียว 4 มาตรฐานประกอบด้วย ISO 14021 (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2560) ฉลากเขียวผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างของประเทศไทย (โครงการฉลากเขียว. 2554) Green Label ของประเทศอิสราเอล (The Standards Institution of Israel. 2017) และ Eco Mark ของประเทศญี่ปุ่น (Japan Environment Association Eco Mark Office. 2017) โดยใช้วิธีการของวัสดุ (แหล่งวัตถุดิบ คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต/ การขนส่ง และการกำจัด) นำมาสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกณฑ์การประเมินสำหรับใช้ในออกแบบร่างแบบเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียว

- ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวชี้วัด เมื่อผู้วิจัยได้ออกแบบร่างเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียวแล้ว ใช้วิธีการประเมินคุณภาพของเกณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญในด้านวัสดุศาสตร์ ด้านพลังงาน ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านสถิติ และด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด 15 ท่าน โดยศึกษาผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านดังนี้ 1) ความสัมพันธ์ของเกณฑ์กับวัสดุสีเขียว 2) รายละเอียดของเกณฑ์การประเมิน 3) ความเหมาะสมของน้ำหนักคะแนน เพื่อใช้ข้อมูลความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาสรุปหาค่า IOC (Index of item objective congruence) ในแต่ละตัวชี้วัดการหาค่า IOC (Index of item objective congruence) ของผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาค่าความเที่ยงตรงของเกณฑ์ ตัวชี้วัด จากการให้คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- 1) ถ้าเห็นด้วยกับข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ได้คะแนน +1
- 2) ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ได้คะแนน 0
- 3) ถ้าไม่เห็นด้วยกับข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ ได้คะแนน -1

นำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ตามสมการที่1

$$IOC = \text{ผลรวมทั้งหมด/จำนวนข้อมูลการนำตัวชี้วัด} \dots\dots\dots \text{สมการ 1}$$

นำเกณฑ์ ตัวชี้วัด ไปใช้ออกแบบเครื่องมือประเมินเบื้องต้นของวัสดุสีเขียว เลือกจาก 1) ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 เพราะมีค่าความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ได้ 2) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุงยังใช้ไม่ได้

- ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียว เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับแก้ไขเกณฑ์และจัดทำแบบประเมินการประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียวแล้ว ใช้แบบประเมินทดลองประเมินโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอิฐจำนวน 3 โรงงาน เพื่อสรุปผลการใช้เกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียว กลุ่มตัวอย่างโรงงานสำหรับทดลองใช้แบบประเมินเบื้องต้นวัสดุสีเขียวได้จากการสุ่มตัวอย่างโรงงานแบบเจาะจงจำนวน 3 โรงงานในเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และอ่างทอง ที่เป็นโรงงานจำพวกที่

1 ได้แก่ โรงงานประเภท ชนิดและขนาดที่สามารถประกอบกิจการโรงงานได้ทันทีตามความประสงค์ของผู้ประกอบกิจการโรงงาน โดยมีเครื่องจักรไม่เกิน 20 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 20 คน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2557) ประเมินผลจากคะแนนรวมที่ได้ 4 ด้านประกอบด้วยด้านวัตถุดิบ ด้านคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ด้านกระบวนการผลิต/ การขนส่ง และด้านการกำจัด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่ากรอบแนวคิดวัสดุสีเขียวควรประกอบด้วยด้านวัตถุดิบที่มีเกณฑ์เกี่ยวข้องกับแหล่งวัตถุดิบและทรัพยากรที่ใช้มีแหล่งในท้องถิ่น การใช้วัตถุดิบในส่วนผสมด้วยวัสดุรีไซเคิลและไม่มีพิษต่อสิ่งแวดล้อม แหล่งใช้วัตถุดิบที่ยั่งยืนทดแทนจากธรรมชาติได้รวดเร็ว ด้านคุณสมบัติควรมีเกณฑ์มาตรฐานของวัสดุเดิม และสามารถนำมารีไซเคิลได้ มีคุณสมบัติด้านประหยัดพลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงาน คุณสมบัติพิเศษ และปลอดภัยทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อม ด้านการผลิตและการขนส่งควรมีกระบวนการรีไซเคิลการนำกลับมาใช้ซ้ำ อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำ ประหยัดพลังงานในการขนส่ง ด้านการจัดควรมีเกณฑ์การจัดที่ไม่ก่อมลพิษในการกำจัด สามารถนำกลับมาใช้ใหม่และไม่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม จากการนำกรอบแนวคิดวัสดุสีเขียวมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์วัสดุก่อสร้างสีเขียว เกณฑ์ประเมินของ ISO14021 เกณฑ์ฉลากสีเขียว(ประเทศไทย) เกณฑ์ประเมินของ Green Mark (ประเทศอิสราเอล) และเกณฑ์การประเมินของ Eco Mark (ประเทศญี่ปุ่น) ดังผลการเปรียบเทียบตามตารางที่ 1

การเลือกเกณฑ์และตัวชี้วัด สำหรับนำไปออกแบบแบบประเมินเบื้องต้นของวัสดุสีเขียว พิจารณาการเลือกใช้หรือไม่เลือกใช้ หรือนำมาพัฒนาต่อจาก 1) ความต้องการทางด้านเทคนิคที่สูง หมายถึงเกณฑ์การประเมินที่ต้องมีการทำผลของห้องปฏิบัติการมาใช้ในการให้คะแนนหรือวิธีการได้มาของข้อมูลที่มีความยุ่งยากใช้เวลาในการทดสอบ 2) ค่าใช้จ่ายในการทดสอบที่สูง หมายถึงงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้ในขั้นตอนการนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไปทดสอบเพื่อขอการรับรองมาตรฐานการรับรองสีเขียว 3) ความสอดคล้องกับวัสดุอื่น หมายถึงเกณฑ์นั้นเกี่ยวข้องกับวัฏจักรชีวิตของวัสดุประกอบด้วย แหล่งวัตถุดิบ คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต/การขนส่ง การกำจัด และอื่น ๆ

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคุณลักษณะวัสดุสีเขียวกับมาตรฐานการรับรอง

เกณฑ์	คุณลักษณะวัสดุสีเขียว	มาตรฐานการรับรองสีเขียว				
		1	2	3	4	5
ด้านแหล่งวัตถุดิบ (Source Material)						
GC1.1	แหล่งวัตถุดิบและทรัพยากรที่ใช้มีแหล่งในท้องถิ่น	●	●		●	
GC1.2	การใช้วัตถุดิบมีส่วนผสมวัสดุรีไซเคิล / ร้อยละของวัสดุรีไซเคิล/ของเสีย/ เป็นวัตถุดิบที่ไม่มีพิษต่อสิ่งแวดล้อม	●	●	●	●	●
GC1.3	แหล่งวัตถุดิบที่ยังยืนได้จากการทดแทนจากธรรมชาติที่สามารถทดแทนได้รวดเร็ว/ทรัพยากรหมุนเวียน	●		●		
ด้านคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ (Property of Product)						
GC2.1	มีคุณสมบัติพื้นฐานมาตรฐานของวัสดุเดิม และสามารถนำมารีไซเคิลได้	●		●		●
GC2.2	มีคุณสมบัติประหยัดพลังงาน/เพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงาน/คุณสมบัติพิเศษ	●		●	●	
GC2.3	ปลอดภัยทางชีวภาพ/สุขภาพและสิ่งแวดล้อม/ไม่มีสารอันตราย/ไม่เป็นพิษ/ไม่ปล่อยมลพิษ	●	●		●	●

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เกณฑ์	คุณลักษณะวัสดุสีเขียว	มาตรฐานการรับรองสีเขียว				
		1	2	3	4	5
ด้านกระบวนการผลิต / การขนส่ง (Process / Transportation)						
GC3.1	กระบวนการรีไซเคิล/นำกลับมาใช้ซ้ำ	◎	◎	◎		
GC3.2	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิต/อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำ/ประหยัดพลังงาน/การขนส่ง /ไม่ปล่อยมลพิษ/ลดมลพิษ และบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	◎	◎	◎	◎	◎
ด้านการกำจัด (Removal)						
GC4.1	การไม่ก่อมลพิษในการกำจัด สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	◎	◎	◎	◎	◎

หมายเหตุ : มาตรฐานที่ 1 คือเกณฑ์วัสดุก่อสร้างสีเขียว มาตรฐานที่ 2 คือเกณฑ์ฉลากสีเขียว (ประเทศไทย) มาตรฐานที่ 3 คือเกณฑ์ประเมินของ ISO14021 มาตรฐานที่ 4 คือเกณฑ์ประเมินของ Green Mark (ประเทศอิสราเอล) มาตรฐานที่ 5 คือเกณฑ์การประเมินของ Eco Mark (ประเทศญี่ปุ่น)

: ◎ หมายถึงคุณลักษณะวัสดุสีเขียวที่เหมือนกับเกณฑ์มาตรฐานการรับรอง

จากตารางที่ 1 สามารถนำเกณฑ์และตัวชี้วัดมาออกแบบร่างเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับอฐิสีเขียวได้ดังนี้ ด้านวัตถุดิบมีเกณฑ์การประเมิน 3 เกณฑ์ 7 ตัวชี้วัด ด้านคุณสมบัติ/ผลิตภัณฑ์มีเกณฑ์การประเมิน 3 เกณฑ์ 3 ตัวชี้วัด ด้านกระบวนการผลิต/การขนส่งมีเกณฑ์การประเมิน 2 เกณฑ์ 4 ตัวชี้วัด และด้านการกำจัดมีเกณฑ์การประเมิน 1 เกณฑ์ 2 ตัวชี้วัด นำแบบร่างเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับอฐิสีเขียวเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านรวม 15 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์ที่พัฒนาด้วยแบบสอบถามความเห็นในหัวข้อ 1) ความสัมพันธ์ของเกณฑ์กับวัสดุสีเขียว 2) รายละเอียดของเกณฑ์การประเมิน 3) ความเหมาะสมของน้ำหนักคะแนน มีผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวชี้วัดจากผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวชี้วัดจากผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์	ตัวชี้วัด	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		เงื่อนไข1	เงื่อนไข2	เงื่อนไข3
ด้านแหล่งวัตถุดิบ (Source Material)				
GC1.1 (4 คะแนน)	1) ระยะทางจากแหล่งของการผลิตของวัสดุ 1-200 กม.	1.00	1.00	1.00
	2) มีใบรับรองแหล่งวัตถุดิบ	0.93	0.93	1.00
GC1.2 (4 คะแนน)	1) ปริมาณและสัดส่วนโดยน้ำหนักของวัสดุที่มาจาก การแปรสภาพใช้ใหม่	1.00	1.00	1.00
	2) วัตถุดิบไม่มีพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	0.86	0.86	0.73
GC1.3 (6 คะแนน)	1) วัสดุที่ประกอบด้วยชีวมวลมาจากสิ่งมีชีวิตและสามารถสร้างทดแทนได้อย่างต่อเนื่อง	1.00	1.00	0.86
	2) ข้อมูลการใช้วัสดุหมุนเวียน	0.93	0.93	0.86
	3) ปริมาณและสัดส่วนโดยน้ำหนักของวัสดุที่เป็นวัสดุหมุนเวียน	1.00	1.00	1.00
ด้านคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ (Property of Product)				
GC2.1(2คะแนน)	1) ผลิตภัณฑ์ต้องผ่านเกณฑ์เฉพาะมาตรฐานผลิตภัณฑ์นั้น	1.00	1.00	1.00
GC2.2(2คะแนน)	1) คุณสมบัติด้านประหยัดพลังงาน /ลดการใช้พลังงาน	1.00	1.00	1.00
GC2.3(2คะแนน)	1) ไม่มีส่วนผสมของสารเคมีอันตราย	0.86	0.86	0.73
ด้านกระบวนการผลิต / การขนส่ง (Process / Transportation)				
GC3.1 (6คะแนน)	1) ปริมาณและเปอร์เซ็นต์ของการลดการใช้ทรัพยากรน้ำในช่วงการผลิต	1.00	1.00	1.00
	2) ปริมาณและสัดส่วนของการลดการใช้พลังงาน	0.86	0.86	1.00
	3) สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนเทียบกับพลังงานที่ใช้ทั้งหมด	1.00	1.00	1.00

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เกณฑ์	ตัวชี้วัด	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		เงื่อนไข1	เงื่อนไข2	เงื่อนไข3
GC3.2 (2 คะแนน)	1) อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำ/ประหยัดพลังงาน/การขนส่ง/ไม่ปล่อยมลพิษ	0.86	0.86	1.00
ด้านการกำจัด (Removal)				
GC4.1 (4 คะแนน)	1) สามารถนำกลับมาใช้ใหม่	0.86	0.86	0.93
	2) ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	0.93	0.93	1.00

หมายเหตุ : เงื่อนไข 1 คือความสัมพันธ์ของตัวชี้วัดกับวัสดุสีเขียว เงื่อนไข 2 คือความสัมพันธ์ของตัวชี้วัดกับรายละเอียดของตัวชี้วัด เงื่อนไข 3 คือความสัมพันธ์ของตัวชี้วัดกับความเหมาะสมของน้ำหนักคะแนน น้ำหนักคะแนนของตัวชี้วัด (2 คะแนน)

นำเกณฑ์และตัวชี้วัดที่ผ่านการเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มาใช้ออกแบบประเมินวัสดุก่อสร้างสีเขียวเบื้องต้นสำหรับอิฐ สำหรับทดลองใช้ประเมินโรงงาน 3 โรงงาน โดยมีรายละเอียดของแบบประเมิน แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลสถานประกอบการ ประกอบด้วย ที่ตั้ง จำนวนพนักงาน ลักษณะของผลิตภัณฑ์ และมาตรฐานที่ได้รับ

ส่วนที่ 2 เกณฑ์การประเมินและตัวชี้วัด ด้านวัตถุดิบมีเกณฑ์การประเมิน 3 เกณฑ์ 7 ตัวชี้วัด น้ำหนักคะแนน 14 คะแนน ด้านคุณสมบัติ/ผลิตภัณฑ์มีเกณฑ์การประเมิน 3 เกณฑ์ 3 ตัวชี้วัด น้ำหนักคะแนน 6 คะแนน ด้านกระบวนการผลิต/การขนส่งมีเกณฑ์การประเมิน 2 เกณฑ์ 4 ตัวชี้วัดน้ำหนักคะแนน 8 คะแนน และด้านการกำจัดมีเกณฑ์การประเมิน 1 เกณฑ์ 2 ตัวชี้วัดน้ำหนักคะแนน 4 คะแนน การให้คะแนนตัวชี้วัดเป็นระดับคะแนน มีระดับคะแนน 0, 1 และ 2 คะแนน มีผลการทดลองนำแบบประเมินไปใช้กับโรงงานดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการนำแบบประเมินทดลองใช้กับโรงงาน

เกณฑ์การประเมิน		ผลการทดลองประเมิน (คะแนน)		
เกณฑ์	ตัวชี้วัด	โรงงานที่1	โรงงานที่2	โรงงานที่3
ด้านแหล่งวัตถุดิบ (Source Material)				
GC1.1 แหล่งวัตถุดิบและทรัพยากรที่ใช้มีแหล่งในท้องถิ่น (4 คะแนน)	1) ระยะทางจากแหล่งของการผลิตของวัสดุ 1-200 กม.	2	2	2
	2) มีใบรับรองแหล่งวัตถุดิบ	0	2	2
GC1.2 การใช้วัตถุดิบมีส่วนผสมวัสดุรีไซเคิล / ร้อยละของวัสดุรีไซเคิล/ของเสีย/ เป็นวัตถุดิบที่ไม่มีพิษต่อสิ่งแวดล้อม (4 คะแนน)	1) ปริมาณและสัดส่วนโดยน้ำหนักของวัสดุที่มาจาก การแปรสภาพใช้ใหม่	1	2	2
	2) วัตถุดิบไม่มีพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	0	2	2
GC1.3 แหล่งวัตถุดิบที่ยั่งยืนได้จากการทดแทนจากธรรมชาติที่สามารถทดแทนได้รวดเร็ว/ทรัพยากรหมุนเวียน (6 คะแนน)	1) วัสดุที่ประกอบด้วยชีวมวลมาจากสิ่งมีชีวิต และสามารถสร้างทดแทนได้อย่างต่อเนื่อง	2	2	2
	2) ข้อมูลการใช้วัสดุหมุนเวียน	0	1	1
	3) ปริมาณและสัดส่วนโดยน้ำหนักของวัสดุที่เป็นวัสดุหมุนเวียน	1	1	1
คะแนนรวม (14 คะแนน)		6	12	12
ด้านคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ (Property of Product)				
GC2.1 มีคุณสมบัติพื้นฐานมาตรฐานของวัสดุเดิมสามารถนำมารีไซเคิลได้ (2 คะแนน)	1) ผลิตภัณฑ์ต้องผ่านเกณฑ์เฉพาะมาตรฐานผลิตภัณฑ์นั้น	0	1	2

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เกณฑ์การประเมิน		ผลการทดลองประเมิน (คะแนน)		
เกณฑ์	ตัวชี้วัด	โรงงานที่1	โรงงานที่2	โรงงานที่3
GC2.2 มีคุณสมบัติประหยัดพลังงาน/เพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงาน/คุณสมบัติพิเศษ (2 คะแนน)	1) คุณสมบัติด้านประหยัดพลังงาน/ลดการใช้พลังงาน	0	0	0
GC2.3 ปลดภัยทางชีวภาพ/สุขภาพและสิ่งแวดล้อม/ไม่มีสารอันตราย/ไม่เป็นพิษ/ไม่ปล่อยมลพิษ(2 คะแนน)	1) ไม่มีส่วนผสมของสารเคมีอันตราย	2	2	2
คะแนนรวม (6 คะแนน)		2	3	4
ด้านกระบวนการผลิต / การขนส่ง (Process / Transportation)				
GC3.1 กระบวนการรีไซเคิล/นำกลับมาใช้ซ้ำ (6 คะแนน)	1) ปริมาณและเปอร์เซ็นต์ของการลดการใช้ทรัพยากรน้ำในช่วงการผลิต	0	1	1
	2) ปริมาณและสัดส่วนของการลดการใช้พลังงาน	0	1	1
	3) สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนเทียบกับพลังงานที่ใช้ทั้งหมด	0	0	0
GC3.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิต/อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำ/ประหยัดพลังงาน/การขนส่ง /ไม่ปล่อยมลพิษ (2 คะแนน)	1) อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำ/ประหยัดพลังงาน/การขนส่ง /ไม่ปล่อยมลพิษ	0	1	1
คะแนนรวม (8 คะแนน)		0	3	3
ด้านการกำจัด (Removal)				
GC4.1 การไม่ก่อกมลพิษในการกำจัด สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม(4 คะแนน)	1) สามารถนำกลับมาใช้ใหม่	1	2	2
	2) ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	1	2	2
คะแนนรวม(4 คะแนน)		2	4	4
คะแนนรวมทั้ง 4 ด้าน (32 คะแนน)		10	22	23

สรุป

แบบประเมินวัสดุก่อสร้างสีเขียวเบื้องต้นสำหรับอัฐิ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน ส่วนที่1 ถามข้อมูลพื้นฐานของสถานประกอบการ ประกอบด้วย ที่ตั้ง จำนวนพนักงาน ลักษณะของผลิตภัณฑ์ และมาตรฐานที่ได้รับ ส่วนที่ 2 คือเกณฑ์การประเมินและตัวชี้วัดสำหรับประเมินโรงงานประกอบด้วยเกณฑ์ประเมิน 4 ด้านได้แก่ ด้านวัตถุดิบมีเกณฑ์การประเมิน 3 เกณฑ์ 7 ตัวชี้วัด น้ำหนักคะแนน 14 คะแนน ด้านคุณสมบัติ/ผลิตภัณฑ์มีเกณฑ์การประเมิน 3 เกณฑ์ 3 ตัวชี้วัด น้ำหนักคะแนน 6 คะแนน ด้านกระบวนการผลิต/การขนส่งมีเกณฑ์การประเมิน 2 เกณฑ์ 4 ตัวชี้วัดน้ำหนักคะแนน 8 คะแนน และด้านการกำจัดมีเกณฑ์การประเมิน 1 เกณฑ์ 2 ตัวชี้วัดน้ำหนักคะแนน 4 คะแนน การให้คะแนนตัวชี้วัดเป็นแบบระดับคะแนน มีระดับคะแนน 0, 1 และ 2 คะแนน ด้านวัตถุดิบมีเกณฑ์ที่เน้นการใช้แหล่งทรัพยากรที่อยู่ในท้องถิ่นได้รับอนุญาตถูกต้อง และยั่งยืน ด้านคุณสมบัติมีเกณฑ์เน้นในเรื่องผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานเฉพาะผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติด้านพลังงาน และปลอดภัยกับผู้ใช้งาน ด้านการผลิตและการขนส่งมีเกณฑ์ที่เน้นกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ ประหยัดทรัพยากร และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้านการกำจัดมีเกณฑ์ที่เน้นการบริหารจัดการขยะไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลการประเมินทดลองประเมินกับโรงงาน 3 โรงงาน พบว่าโรงงานที่ยังไม่มีมาตรฐานได้คะแนนไม่ถึงร้อยละ 50 โรงงานที่โรงงานกำลังขอรับรองมาตรฐาน และโรงงานที่ 3 โรงงานได้รับมาตรฐานแล้ว มีคะแนนรวมทุกเกณฑ์เกินร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม แต่ด้านกระบวนการผลิตและการขนส่งคะแนนยังน้อย จึงควรมีการปรับปรุงกิจกรรมที่ยัง

ขาดตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อพัฒนาให้ผ่านเกณฑ์ประเมินเบื้องต้น อันทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นผ่านเกณฑ์วัสดุสีเขียวในขั้นสูงได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การนำเกณฑ์ประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียวประเภทอิฐไปใช้ประเมินควรนำไปใช้ประเมินเฉพาะวัสดุก่อประเภทอิฐเท่านั้น เนื่องจากแบบประเมินได้ออกแบบมาเฉพาะการประเมินวัสดุก่อประเภทอิฐ

2. เกณฑ์การประเมินเป็นเพียงการประเมินเบื้องต้นเพื่อช่วยให้ประเมินได้ง่าย สะดวกสำหรับผู้ประกอบการรายย่อยใช้เตรียมความพร้อมก่อนจะเข้ารับการประเมินในขั้นสูง การขอการรับรองขั้นสูงบางตัวชี้วัดอาจต้องมีการประเมินอย่างละเอียดอีกครั้ง จึงเป็นข้อจำกัดในแบบประเมินเบื้องต้นนี้

ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยครั้งต่อไป มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การพัฒนาเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นสำหรับวัสดุสีเขียวในอนาคตควรพัฒนาเกณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ก่อสร้างชนิดอื่น ๆ เพื่อให้มีเกณฑ์บ่งชี้ว่าวัสดุชนิดนั้นได้มาตรฐานสีเขียวหรือไม่

2. การทดลองใช้เครื่องมือประเมินผลิตภัณฑ์ควรใช้กับโรงงานเป็นมีขนาดใหญ่มีมาตรฐานสีเขียวแล้ว เพื่อตรวจสอบเปรียบเทียบตัวชี้วัดของเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่ให้เทียบเท่ามาตรฐานที่มีอยู่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร สาขาสีงแวดล้อม สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และสาขาวิศวกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ช่วยเสนอแนะข้อมูลต่าง ๆ อนุเคราะห์ทรัพยากรในการดำเนินงานวิจัยให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยดี ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้สละเวลาประเมินเกณฑ์ และขอขอบคุณผู้จัดการโรงงานทั้ง 3 โรงงานที่ให้โอกาสนำเครื่องมือไปทดลองใช้ และขอขอบคุณทุกภาคส่วนที่ไม่ได้กล่าวนามมาที่ทำงานวิจัยสำเร็จไปด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

โครงการฉลากเขียว. (2554). **ข้อกำหนดฉลากเขียวผลิตภัณฑ์วัสดุก่อผนัง**. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

โครงการฉลากเขียว . (2555). **ฉลากเขียว**. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2560). **ฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 2 ตามมาตรฐาน ISO 14021**.

<http://www2.mtec.or.th/website/backend/app/filemn/uploads/280812/องค์ความรู้.pdf>

สำนักงานเลขาธิการโครงการฉลากเขียว มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2561). **ฉลากเขียว**. จังหวัดนนทบุรี.

<http://www.tei.or.th/greenlabel/download/3-2.pdf>.

Asian Productivity Organization. (2010). **Eco-products Directory**. <http://www.apo-tokyo.org>.

The Constructor- Civil Engineering Home. (2017). **Building Construction Materials**.

<https://theconstructor.org/>.

The Standards Institution of Israel. (2017). **Green Mark**. http://www.sii.org.il/896-en/SII_EN.aspx.

Japan Environment Association Eco Mark Office. (2017). **Eco mark japan**. Tile-blockVersion2.8”Certification Criteria. Japan.

K.N.Sheth.b. (2016). **Environmental Awareness on Green Buildings among Builders and Civil Contractors in the State of Gujarat**. Journal of Management & Research. V.6

Nguyen, et al. (2013). **MODULE- H : Eco Materials, University of Tokyo**. <http://www.d4s-sbs.org/MH.pdf>.

Paresh H. Shah. (2010). **Evaluation-criteria-for-green-materials**. Civil Engineering Department, Institute of Technology, Nirma University, Ahmedabad.