

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของบ้านพักอาศัยขนาด 300 ตารางเมตร : การเปรียบเทียบระหว่างวัสดุก่อสร้างทั่วไปกับวัสดุคาร์บอนต่ำ

Carbon Footprint Assessment of a 300-Square-Meter Residential House : A Comparison Between Conventional Building Materials and Low-Carbon Materials

วันฟาฏิล วันสุขเซนต์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จ.ปทุมธานี

*Corresponding author; E-mail address: Wanfadil.dew@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุหลักที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาด 300 ตารางเมตร โดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในรูปแบบ Cradle-to-Gate ซึ่งครอบคลุมกระบวนการตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบจนถึงการผลิตวัสดุก่อสร้าง โดยไม่รวมการขนส่งวัสดุไปยังสถานที่ก่อสร้าง การใช้งาน และการกำจัดวัสดุหลังสิ้นอายุการใช้งาน

การศึกษาครอบคลุมวัสดุก่อสร้างใน 4 หมวดงาน ได้แก่ งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม ระบบสุขาภิบาล และระบบไฟฟ้า โดยอ้างอิงข้อมูลจากโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแห่งหนึ่งในอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ผลการศึกษพบว่า วัสดุก่อสร้างทั่วไปมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งสิ้น 114,564.65 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO₂e) ขณะที่วัสดุคาร์บอนต่ำสามารถลดการปล่อยลงเหลือ 102,171.77 kgCO₂e หรือร้อยละ 10.82 โดยลดการปล่อยลง 12,392.88 kgCO₂e อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้วัสดุคาร์บอนต่ำส่งผลให้ต้นทุนการก่อสร้างเพิ่มขึ้นจาก 1,806,457.33 บาท เป็น 1,918,851.22 บาท หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.22 คิดเป็นเงิน 112,393.89 บาท

ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมก่อสร้าง และเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงสนับสนุนนโยบายภาครัฐด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก, มิตรต่อสิ่งแวดล้อม, คาร์บอนฟุตพริ้นท์

Abstract

This research aims to evaluate the greenhouse gas emissions associated with the primary materials used in constructing a 300 square meter residential house. The Life Cycle Assessment (LCA) methodology was employed, following the carbon footprint evaluation framework within a Cradle-to-Gate approach. This approach encompasses the entire process from raw material acquisition through construction material production, excluding the transportation of materials to the construction site, their usage, and disposal after the materials have completed their life cycle.

The research focused on four major construction categories: structural works, architectural works, plumbing systems, and electrical systems. Data were sourced from a residential construction project located in Khlong Luang District, Pathum Thani Province. The findings reveal that conventional construction materials emitted a total of 114,564.65 kilograms of CO₂ equivalent (kgCO₂e), while low-carbon materials reduced emissions to 102,171.77 kgCO₂e, representing a decrease of 12,392.88 kgCO₂e, or 10.82%. However, the use of low-carbon materials resulted in a rise in construction costs, from 1,806,457.33 THB to 1,918,851.22 THB, an increase of 112,393.89 THB, or 6.22%.

The results of this research provide valuable data for assessing the environmental impacts within the construction industry. It also serves as a guide to promote the adoption of environmentally friendly construction materials, supporting governmental policies on sustainable development, and encouraging the integration of more sustainable practices within the sector.

Keywords: greenhouse gas (GHG), mitigate global effects, carbon footprint

1. คำนำ

อุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นหนึ่งในภาคส่วนที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ เนื่องจากกระบวนการผลิตวัสดุก่อสร้าง ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ในปริมาณมาก แนวคิดเรื่อง คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) จึงได้รับความสนใจมากขึ้นในฐานะเครื่องมือสำคัญในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมนี้

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นแนวทางสำคัญในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในส่วนของวัสดุก่อสร้าง ซึ่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ช่วยให้สามารถทราบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอน สามารถหาแนวทางลดคาร์บอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปริมาณการคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัสดุหลักที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาด 300 ตารางเมตร สามารถนำค่า

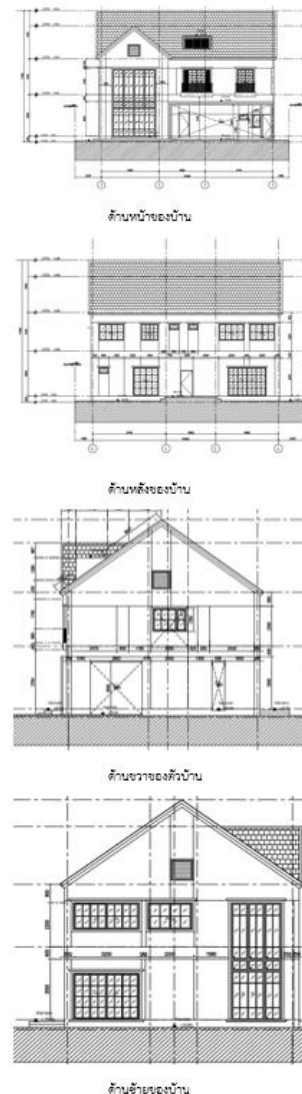
การปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไปประยุกต์ใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิตวัสดุก่อสร้าง เสนอแนวทางให้ผู้ออกแบบปรับเปลี่ยนวัสดุ รวมถึงต่อยอดสู่การจัดทำฉลากคาร์บอน ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับมาตรฐานอุตสาหกรรมก่อสร้างให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

ในปัจจุบัน มีการพัฒนาและนำวัสดุคาร์บอนต่ำมาใช้มากขึ้น เช่น คอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์, กรอบบานอะลูมิเนียม PremiAL R100 ที่ทำจากอะลูมิเนียมรีไซเคิล 100%, แผ่นหลังคาคอนกรีตคาร์บอนต่ำ, ทรายเพชรซึ่งลดการปล่อยคาร์บอนในกระบวนการผลิต และใช้พลังงานสะอาดทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล รวมถึงใช้ปูนคาร์บอนต่ำในกระบวนการผลิต, ฉนวนกันความร้อนเซลลูโลสที่ผลิตจากไม้หรือกระดาษใช้แล้วนำกลับมารีไซเคิล, เหล็กข้ออ้อย SD40T ที่ลดปริมาณธาตุคาร์บอนและแมงกานีส เป็นต้น ซึ่งเป็นวัสดุที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน ทั้งยังส่งเสริมให้อุตสาหกรรมก่อสร้างก้าวไปสู่แนวทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

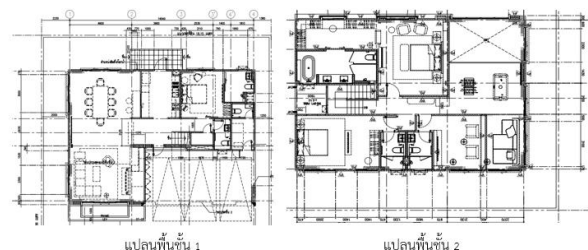
งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นการประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Products: CFP) ของวัสดุก่อสร้างหลักที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาด 300 ตาราง โดยวิเคราะห์การปล่อยคาร์บอนตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบจนถึงกระบวนการผลิตเป็นวัสดุก่อสร้าง และประยุกต์ใช้มาตรฐาน ISO 14067, ISO 14040 และ ISO 14044 ในการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ พร้อมทั้งเสนอแนวทางเลือกใช้วัสดุคาร์บอนต่ำ เพื่อส่งเสริมการก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยศึกษาประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้างบ้านพักอาศัย (รูปที่1) มีขนาดพื้นที่ใช้สอยเท่ากับ 300 ตารางเมตร (รูปที่2) ภายในโครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี การเก็บข้อมูลดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2567 จนถึงวันที่ 31 มกราคม 2568 ครอบคลุมตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการก่อสร้างจนถึงแล้วเสร็จ



รูปที่ 1 แบบลักษณะของภาพภายนอกทั้ง 4 ด้านของบ้านในงานวิจัย



รูปที่ 2 แบบแปลนพื้นชั้น 1 และพื้นชั้น 2 ของบ้านในงานวิจัย

2.1 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย

วิเคราะห์ปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์หลักตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ และการนำวัตถุดิบมาผลิตเป็นวัสดุก่อสร้าง โดยได้ประยุกต์ใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) ในการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และเสนอวัสดุคาร์บอนต่ำเพื่อการเลือกใช้วัสดุที่ช่วยลดการสะสมของคาร์บอน สำหรับการก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ใช้ขอบเขตแบบธุรกิจสู่ธุรกิจ Business - to - Business: B2B (Cradle - to - Gate)

2.2 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตวัสดุก่อสร้าง

กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบสำหรับการก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาด 300 ตารางเมตร ภายในโครงการก่อสร้างในอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ครอบคลุมทั้งขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบและการนำมาผลิตเป็นวัสดุก่อสร้าง โดยมีการรวบรวมข้อมูลปริมาณและข้อมูลหัตถกรรม แบ่งออกเป็น 4 หมวดงานหลัก ได้แก่ หมวดงานโครงสร้าง(รูปที่3) หมวดงานสถาปัตยกรรม(รูปที่4) หมวดงานระบบสุขาภิบาล(รูปที่5) และหมวดงานไฟฟ้า(รูปที่6) ซึ่งแต่ละหมวดงานมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกัน สำหรับ หมวดงานโครงสร้าง วัสดุที่ใช้ ได้แก่ เสาเข็มไอล เหล็กเส้น เหล็กรูปพรรณ คอนกรีต แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ตะแกรงไวร์เมช กระเบื้องหลังคา ฉนวนกันความร้อน พลังงานไฟฟ้า และพลังงานเชื้อเพลิง ในส่วนของหมวดงานสถาปัตยกรรม วัสดุที่ใช้ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนก่อทั่วไป ปูนก่ออิฐมวลเบา อิฐมวลเบา ปูนฉาบ ปูนปรับระดับพื้น ปูนกวาด แผ่นฝ้าเพดาน สกิมโค้ท สีทาบ้าน กระเบื้อง ประตุน้ำต่างบานอลูมิเนียม ไม้บันไดสุญญัต และพลังงานไฟฟ้า สำหรับ หมวดงานระบบสุขาภิบาล วัสดุหลักที่ใช้คือ ท่อ PVC และ หมวดงานไฟฟ้า ใช้วัสดุหลัก ประกอบด้วย ท่อ PVC ร้อยสายไฟ และสายไฟ ข้อมูลทั้งหมดนี้จะถูกนำไปใช้ในการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอน เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและพิจารณาทางเลือกวัสดุที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการก่อสร้าง

วัสดุก่อสร้างหลักคาร์บอนต่ำที่นำมาใช้เป็นข้อเสนอแนะและสามารถคำนวณการลดการปล่อยคาร์บอนได้ ได้แก่ เสาเข็มไอลูตริสซิเมนต์ไฮดรอลิก ซึ่งช่วยลดการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ส่งผลให้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิต เหล็กข้ออ้อย SD40T ที่มีการลดปริมาณธาตุคาร์บอนและแมงกานีส กระเบื้องหลังคาคาร์บอนต่ำตราเพชร ที่มีเทคโนโลยีลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต ฉนวนกันความร้อนใต้หลังคาเซลล์สุริยะ ซึ่งผลิตจากวัสดุรีไซเคิล ช่วยลดการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ รวมถึงวัสดุอื่นๆ ที่ช่วยลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการก่อสร้าง ได้แก่ ปูนฉาบอิฐมวลเบาตราเสือ และ ปูนสกิมโค้ทสีมอร์ตาร์ ที่มีสูตรลดการใช้ปูนซีเมนต์ ลดพลังงานในกระบวนการผลิต สีทาบ้านสูตรคาร์บอนต่ำที่มีการลดการปล่อยสารระเหยอินทรีย์ (VOC) และ ประตูหน้าต่างบานจากอลูมิเนียมรีไซเคิล ซึ่งช่วยลดปริมาณของเสียจากอุตสาหกรรมและลดพลังงานที่ใช้ในการผลิตอลูมิเนียมใหม่ วัสดุเหล่านี้เป็นทางเลือกที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมการก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.3 รายการวัสดุหลักที่ใช้ในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ในการศึกษานี้ ได้ทำการรวบรวมรายการวัสดุหลักที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 300 ตารางเมตร โดยใช้รูปแบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิม (Conventional Construction Method) ซึ่งเป็นแนวทางที่นิยมใช้ในประเทศไทยในปัจจุบัน

วัสดุที่นำมาพิจารณาในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แบ่งออกเป็น 4 หมวดงานหลัก ได้แก่ หมวดงานโครงสร้าง, หมวดงานสถาปัตยกรรม, หมวดงานสุขาภิบาล, และ หมวดงานไฟฟ้า โดยได้รวบรวมจากแบบก่อสร้างจริงของโครงการบ้านพักอาศัยแห่งหนึ่งในอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี และจัดกลุ่มวัสดุในแต่ละหมวดงานดังนี้:

1. หมวดงานโครงสร้าง

เป็นกระบวนการก่อสร้างที่มีการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงที่สุด โดยมีวัสดุหลักส่วนใหญ่เป็นคอนกรีตและเหล็ก โดยจากกระบวนการก่อสร้างที่นำมาคำนวณได้แก่: เสาเข็ม, ฐานราก, คานคอดิน, พื้นชั้น1, เสาชั้น1, คานชั้น2, พื้นชั้น2, เสาชั้น2, บันได, คานรับหลังคา, หลังคา, โรงจอดรถ

2. หมวดงานสถาปัตยกรรม

เป็นกระบวนการที่ใช้วัสดุเกี่ยวข้องกับผิวตกแต่งและองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม ได้แก่: ผนังก่อ(อิฐมอญ,อิฐมวลเบา), แผ่นฝ้าเพดาน, สีทาผนัง, วัสดุปิดผิวพื้นและผนัง (เช่น กระเบื้อง, SPC), ไม้บันได, หน้าต่างและบานประตู, สุขภัณฑ์

3. หมวดงานสุขาภิบาล

วัสดุหลักในหมวดนี้ ได้แก่: ท่อพีวีซีน้ำดี, ท่อพีวีซีน้ำทิ้ง

4. หมวดงานไฟฟ้า

วัสดุที่ใช้ในระบบไฟฟ้าภายในอาคาร ได้แก่: ท่อพีวีซีสำหรับร้อยสายไฟ, สายไฟฟ้าขนาดต่าง ๆ ได้แก่: สายไฟขนาด 2.5 ตร.มม., สายไฟขนาด 4.0 ตร.มม., สายไฟขนาด 10.0 ตร.มม.

ข้อมูลวัสดุในแต่ละหมวดงานข้างต้นจะถูกนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยอ้างอิงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น Thai Carbon Label, ICE Database หรือฐานข้อมูล LCA ที่ได้รับการรับรอง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้วัสดุในแต่ละส่วนของอาคาร

2.4 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้วัสดุก่อสร้างในโครงการนี้ ใช้วิธีการคำนวณจากใช้สมการที่ (1) ผลคูณของปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง (Activity Data) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัสดุ (Emission Factor) โดยอ้างอิงสมการจากคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะแสดงในหน่วย คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e)

$$CO_2e = Activity\ data \times Emission\ Factor \quad (1)$$

โดยที่

Activity Data = ปริมาณของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้าง ซึ่งก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Emission Factor = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัสดุ นั้น ๆ ซึ่งได้จากฐานข้อมูลที่ได้รับการรับรอง

จากนั้นนำไปคำนวณเป็นตารางเพื่อนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและต้นทุนของวัสดุก่อสร้างในแต่ละกระบวนการ โดยใช้ Emission Factor เป็นตัวชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงต้นทุนของวัสดุแต่ละประเภทได้อย่างชัดเจน ความสำคัญของตารางนี้คือช่วยให้วิศวกร ผู้รับเหมา และเจ้าของโครงการสามารถเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและบริหารต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสนับสนุนแนวทางการก่อสร้างที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยสามารถนำไปใช้ในมาตรฐานอาคารเขียวหรือโครงการที่ต้องการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2,3

2.5 การสร้างบ้านที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

การนำผลที่ได้จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์เพื่อให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์บ้านพักอาศัยขนาด 300 ตารางเมตร เพื่อให้ลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์และ

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิต ซึ่งในกระบวนการนี้ผู้วิจัยจึงเสนอปรับเปลี่ยนวัสดุก่อสร้างหลักในการก่อสร้างบ้านเพื่อให้การปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลดลง แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เสนอวัสดุก่อสร้างหลักสำหรับก่อสร้างบ้านที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วัสดุสร้างบ้านทั่วไป	วัสดุสร้างบ้านแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
คอนกรีตโครงสร้าง	คอนกรีตซีเมนต์สูตรไฮดรอลิก
เหล็กเส้นข้ออ้อย	เหล็กข้ออ้อย SD40T
ฉนวนกันความร้อน	ฉนวนเส้นใยเซลลูโลส
ประตูและหน้าต่าง อลูมิเนียม	Tostem รุ่น PremiAL R100
สีทาบ้าน	สูตรคาร์บอนต่ำ
กระเบื้องหลังคา	กระเบื้อง CT เพชร ตราเพชร

วัสดุสร้างบ้านทั่วไปและวัสดุสร้างบ้านแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่กล่าวถึงนั้น มีความแตกต่างกันในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับ วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจะเน้นไปที่การใช้วัสดุที่ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ ในกระบวนการผลิต เพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และลดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ดังนี้:

คอนกรีตโครงสร้าง

ทั่วไป: ใช้คอนกรีตซีเมนต์ที่มาจากส่วนผสมของซีเมนต์ทั่วไป ซึ่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต
เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม: ใช้คอนกรีตซีเมนต์สูตรไฮดรอลิก ซึ่งเป็นสูตรที่มีการใช้วัสดุทางเลือก เช่น เศษวัสดุที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมหรือการรีไซเคิล เพื่อลดการปล่อยคาร์บอน

เหล็กเส้นข้ออ้อย

ทั่วไป: เหล็กเส้นข้ออ้อยใช้เหล็กคุณภาพมาตรฐาน ซึ่งเป็นวัสดุที่ผลิตจากกระบวนการที่ใช้พลังงานสูง
เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม: เหล็กข้ออ้อย SD40T คาร์บอนต่ำกว่า SD40 ทำให้กระบวนการผลิตมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า ส่งผลให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

ฉนวนกันความร้อน

ทั่วไป: ฉนวนกันความร้อนทั่วไป อาจส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการผลิตปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสารเคมีที่ทำลายโอโซน และเมื่อทิ้งอาจกลายเป็นขยะที่ย่อยสลายได้ยาก
เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม: ใช้ฉนวนเส้นใยเซลลูโลส ซึ่งทำมาจากวัสดุธรรมชาติ เช่น เส้นใยไม้ที่สามารถย่อยสลายได้และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

ประตูและหน้าต่าง

ทั่วไป: ทำจากอลูมิเนียมมาตรฐาน ซึ่งการผลิตอลูมิเนียมต้องใช้พลังงานสูง และปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม: Tostem รุ่น PremiAL R100 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้วัสดุอลูมิเนียมรีไซเคิล ซึ่งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สีทาบ้าน

ทั่วไป: สีทาบ้านในปัจจุบันมักมีสารเคมีที่ปล่อยสารพิษในระหว่างกระบวนการทำ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม
เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม: สีทาบ้านสูตรคาร์บอนต่ำใช้ส่วนผสมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดการปล่อยสารพิษและช่วยลดผลกระทบต่อสุขภาพและธรรมชาติ

กระเบื้องหลังคา

ทั่วไป: ใช้กระเบื้องที่ผลิตจากวัสดุทั่วไป ซึ่งอาจมีการใช้พลังงานสูงในการผลิต
เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม: กระเบื้อง CT เพชร ตราเพชรที่ได้รับการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทนทานกว่า

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกข้อมูลเปรียบเทียบค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและค่าวัสดุก่อสร้าง ระหว่างวัสดุก่อสร้างทั่วไปกับวัสดุก่อสร้างคาร์บอนต่ำ
หมวดโครงสร้าง 2 กระบวนการก่อสร้างจากทั้งหมด 12 กระบวนการก่อสร้าง

วัสดุทั่วไป	รายการวัสดุ	จำนวน	หน่วย	Emission Factor (หน่วย)	ค่าการปล่อยการเรือนกระจก (KgCO ₂ e)	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
ฐานราก	RB9 SR24	2.00	กก.	0.670	1.337	31.26	62.39
	DB12 SD40	322.70	กก.	1.060	342.061	31.87	10,284.42
	DB16 SD40	86.79	กก.	1.010	87.658	31.68	2,749.51
	Concrete 320 ksc	11349.60	กก.	0.115	1300.475	0.99	11,236.10
	พลังงานเชื้อเพลิง	24.00	ลิตร	2.708	64.992		
	รวมค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก				1796.523	รวมยอด	24,332.43
วัสดุคาร์บอนต่ำ	รายการวัสดุ	จำนวน	หน่วย	Emission Factor (หน่วย)	ค่าการปล่อยการเรือนกระจก (KgCO ₂ e)	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
ฐานราก	RB9 SR24	2.00	กก.	0.670	1.337	31.26	62.39
	DB12 SD40T	322.70	กก.	0.918	296.238	30.07	9,703.56
	DB16 SD40T	86.79	กก.	0.911	79.066	29.91	2,595.89
	Concrete 320 ksc ซีเมนต์ไฮดร	11349.60	กก.	0.113	1282.505	0.99	11,236.10
	พลังงานเชื้อเพลิง	24.00	ลิตร				
	รวมค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก				1659.146	รวมยอด	23,597.95
วัสดุทั่วไป	รายการวัสดุ	จำนวน	หน่วย	Emission Factor (หน่วย)	ค่าการปล่อยการเรือนกระจก (KgCO ₂ e)	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
หลังคา	โครง Smart Truss	2127.00	กก.	2.81	5976.870	6.34	13,485.18
	กระเบื้องหลังคาคอนกรีต	7000	กก.	3.05	21350.000	5.89	41,230.00
	ฉนวนกันความร้อน	212.00	ตร.ม.	1.31	277.720	189.58	40,190.96
	พลังงานเชื้อเพลิง	35.00	ลิตร	2.708	94.780		
	รวมค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก				27699.370	รวมยอด	94,906.14
วัสดุคาร์บอนต่ำ	รายการวัสดุ	จำนวน	หน่วย	Emission Factor (หน่วย)	ค่าการปล่อยการเรือนกระจก (KgCO ₂ e)	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
หลังคา	โครง Smart Truss	2127.00	กก.	2.81	5976.870	6.34	13,485.18
	กระเบื้อง CT เพชร ตราเพชร	5000.00	กก.	2.925	14625.000	4.75	23,750.00
	ฉนวนเซลล์โลส เยื่อกระดาษ	212.00	ตร.ม.	0.6677	141.552	400.00	84,800.00
	พลังงานเชื้อเพลิง	35.00	ลิตร	2.708	94.780		
	รวมค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก				20838.202	รวมยอด	122,035.18

ตารางที่ 3 ตารางบันทึกข้อมูลเปรียบเทียบค่าการปล่อยคาร์บอนและค่าวัสดุก่อสร้าง ระหว่างวัสดุก่อสร้างทั่วไปกับวัสดุก่อสร้างคาร์บอนต่ำ
หมวดสถาปัตยกรรม 1 กระบวนการก่อสร้างจากทั้งหมด 7 กระบวนการก่อสร้าง

วัสดุทั่วไป	รายการวัสดุ	จำนวน	หน่วย	Emission Factor (หน่วย)	ค่าการปล่อยการเรือนกระจก (KgCO ₂ e)	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
ช่องเปิด	หน้าต่าง Aluminium	236.00	กก.	14.697	3468.374	77.44	363,571.41
	กระจก	4459.00	กก.	1.271	5667.389		
	ประตู UPVC	17.40	ตร.ม.	39.700	690.780	1442.52	25,099.85
	ประตู Aluminium	17.22	กก.	14.690	252.962	2755.17	47,444.03
	พลังงานไฟฟ้า	2.64	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	0.599	1.580		
	รวมค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก				10081.085	รวมยอด	436,115.29
วัสดุคาร์บอนต่ำ	รายการวัสดุ	จำนวน	หน่วย	Emission Factor (หน่วย)	ค่าการปล่อยการเรือนกระจก (KgCO ₂ e)	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
ช่องเปิด	หน้าต่าง Aluminium รุ่น PremiAL R100	236.00	กก.	2.680	632.480	100.66	472,598.70
	กระจก	4459.00	กก.	1.271	5667.389		
	ประตู UPVC	17.40	ตร.ม.	39.700	690.780	1442.52	25,099.85
	ประตู Aluminium	17.22	กก.	14.690	252.962	2755.17	47,444.03
	พลังงานไฟฟ้า	2.64	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	0.599	1.580		
	รวมค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก				7245.191	รวมยอด	545,142.58

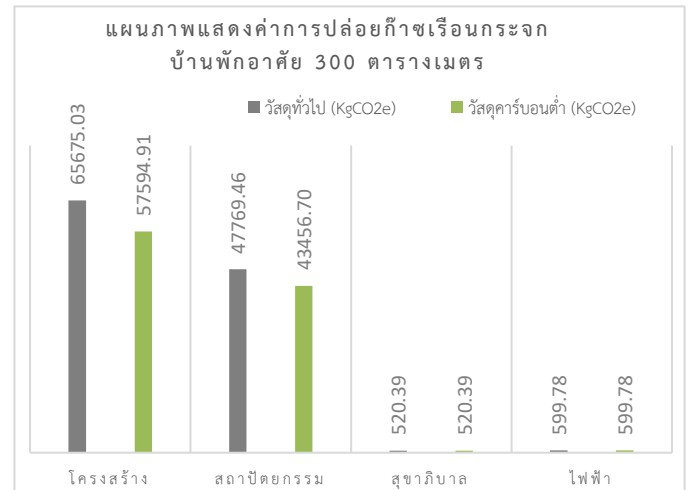
3. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของบ้านพักอาศัยขนาด 300 ตารางเมตร โดยการเปรียบเทียบระหว่างวัสดุก่อสร้างทั่วไปกับวัสดุก่อสร้างคาร์บอนต่ำ ได้คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและต้นทุนของวัสดุก่อสร้างทั่วไปเทียบกับวัสดุคาร์บอนต่ำในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาด 300 ตารางเมตร โดยการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัสดุหลัก 4 หมวดงาน ได้แก่ งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานสุขาภิบาล และงานไฟฟ้า

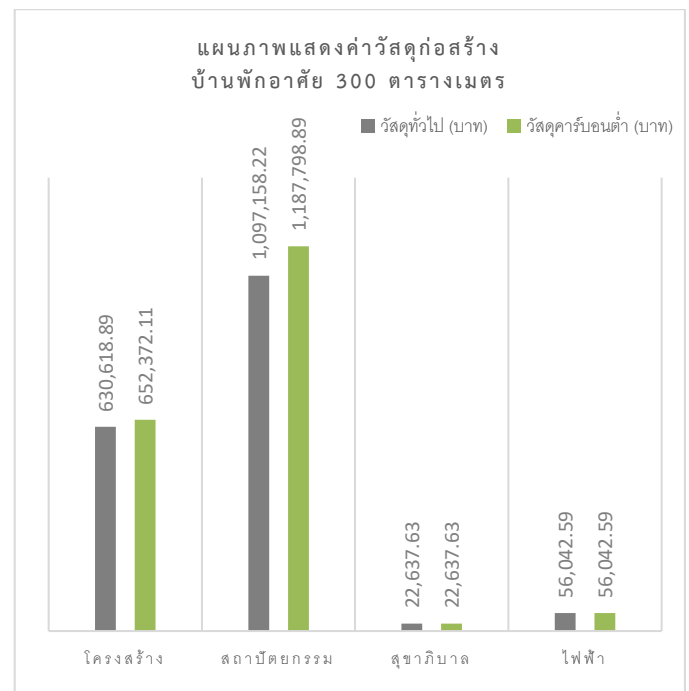
ผลการศึกษาพบว่า วัสดุคาร์บอนต่ำสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้รวมทั้งสิ้น 12,392.88 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO_2e) หรือคิดเป็น 10.82% ของการปล่อยทั้งหมดจากวัสดุทั่วไป โดยหมวดงานที่มีการลดการปล่อยได้สูงสุด คือ งานโครงสร้าง (8,080.12 kgCO_2e) และ งานสถาปัตยกรรม (4,312.76 kgCO_2e) ส่วนงานสุขาภิบาลและงานไฟฟ้าพบว่าค่าการปล่อยคาร์บอนไม่แตกต่างกันมากนัก ระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อพื้นที่ลดลงจาก 381.88 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ เมื่อใช้วัสดุคาร์บอนต่ำ เหลือ 340.573 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ ดังแสดงในรูปที่ 7

ด้านต้นทุน พบว่าการใช้วัสดุคาร์บอนต่ำมีค่าใช้จ่ายรวม 1,918,851.22 บาท เพิ่มขึ้นจากวัสดุทั่วไปที่มีค่าใช้จ่าย 1,806,457.33 บาท หรือเพิ่มขึ้น 112,393.89 บาท หรือคิดเป็น 6.2% โดยหมวดงานที่ส่งผลต่อต้นทุนเพิ่มมากที่สุดคือ งานสถาปัตยกรรม ที่มีต้นทุนสูงขึ้นถึง 190,640.67 บาท ขณะที่หมวดงานสุขาภิบาลและไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างด้านต้นทุนเฉลี่ย โดยค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ก่อสร้างเพิ่มขึ้นจาก 6,021.52 บาท/ตร.ม. เป็น 6,396.17 บาท/ตร.ม. ดังแสดงในรูปที่ 8

ทั้งนี้เพื่อให้การใช้วัสดุคาร์บอนต่ำได้รับความนิยมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจมากขึ้น ควรมีมาตรการสนับสนุนเพิ่มเติม เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อลดต้นทุนของวัสดุคาร์บอนต่ำให้สามารถแข่งขันกับวัสดุทั่วไปได้ มาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การลดภาษี เงินอุดหนุน หรือสิทธิประโยชน์สำหรับโครงการที่เลือกใช้วัสดุคาร์บอนต่ำ การออกมาตรฐานและข้อกำหนดที่ชัดเจนเพื่อสร้างความมั่นใจในคุณภาพและเพิ่มแรงจูงใจให้ภาคธุรกิจหันมาใช้งานมากขึ้น และการสร้างความตระหนักรู้และการให้ข้อมูลแก่ผู้ประกอบการและผู้บริโภคเกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุคาร์บอนต่ำทั้งในแง่สิ่งแวดล้อมและความคุ้มค่าในระยะยาว ซึ่งหากมีการดำเนินมาตรการเหล่านี้อย่างจริงจัง จะช่วยให้วัสดุคาร์บอนต่ำเป็นตัวเลือกที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในอุตสาหกรรมก่อสร้าง และมีส่วนสำคัญต่อการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต



รูปที่ 7 แผนภาพแสดงค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก



รูปที่ 8 แผนภาพแสดงค่าเปรียบเทียบราคาวัสดุก่อสร้าง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณต่อบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ตลอดจนบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้าง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านองค์ความรู้และข้อมูล อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ทั้งนี้ ความร่วมมือและการสนับสนุนดังกล่าวมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของงานวิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะอาจารย์และผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ให้เกียรติพิจารณาบทความ พร้อมทั้งให้คำแนะนำอันทรงคุณค่า ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนางานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2554). แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, หน้า 50.
- [2] ซลิตา สุวรรณ และ ธณัญญ์ศ สมใจ (2563). การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการก่อสร้างบ้านพักอาศัย: เปรียบเทียบระหว่างบ้านแบบทั่วไปกับบ้านบล็อกประสาน. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 30, ฉบับที่ 4, หน้า 570-577.
- [3] เนติยา กริธาชาติ, (2566). แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อความยั่งยืน. จาก https://coe.or.th/wpcontent/uploads/2023/09/Carbon-Footprint-for-Organization_NK-080966.pdf
- [4] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2563). ข้อกำหนดและแนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, จาก https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/files/ts_2b2d2f642b.pdf
- [5] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. บริษัทและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรับรอง. จาก <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpVmpkSE5mWVhCd2NtOTJZV3c9&status=industry&keyword=%E0%B8%81%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%87>
- [6] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2565). ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) รวบรวมมาจากข้อมูลทุติยภูมิสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. จาก <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/tools/files.php?mod=YjNKblXNXBlbUYwYVc5dVgyVnRhWE56YVc5dQ&type=WDBaSlRfVlQ&files=TXc9PQ>
- [7] BRICK DEVELOPMENT ASSOCIATION (2022). Clay brick-v-Concrete brick; A Comparative guide. 3 p.