การพัฒนาบล็อกปูพื้นทางเดินจากขยะถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง

Development of Pavement Block from High Density Polyethylene Plastic Bag Wastes

เกรียงไกร ชาคิม[1] และวิชชุดา ประสาทแก้ว[2*]

Kriangkri Chakim[1] and Witchuda Prasatkaew[2*]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาการจัดการขยะพลาสติกเป็นอย่างมาก ขยะพลาสติกเหล่านี้ย่อยสลายได้ยาก เกิดการตกค้างในสิ่งแวดล้อม และส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาบล็อกปูพื้นทางเดินจากขยะถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง โดยการผสมกับทรายละเอียด ในอัตราส่วนทรายต่อถุงพลาสติกเท่ากับ 50:20 50:25 และ 50:30 กรัม ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแรงมือ โดยใช้แม่พิมพ์ขนาด 4.5x4.5x4.5 เซนติเมตร จากนั้นนำมาทดสอบความแข็งแรงของบล็อกปูพื้นที่ได้ด้วยการทดสอบความสามารถในการดูดซึมน้ำ และความต้านแรงอัดเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม: มอก.827-2531) ผลการศึกษาพบว่าทุกอัตราส่วนสามารถขึ้นรูปได้ไม่แตกหัก แต่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน โดยความสามารถในการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มแปรผกผันกับปริมาณพลาสติก ขณะที่ความต้านแรงอัดในทุกอัตราส่วนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จึงไม่เหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุรับแรงอัดโดยตรง เช่น ปูพื้นถนน อย่างไรก็ตามสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุที่ไม่ได้รับแรงอัดมาก เช่น ปูพื้นทางเดินในสวน เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลการวิจัยครั้งนี้สามารถเป็นแนวทางในการรีไซเคิลถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่สามารถทำได้ในครัวเรือนหรือชุมชน โดยอาจปรับปรุงวิธีการขึ้นรูปเพื่อให้ได้บล็อกปูพื้นที่มีความต้านแรงอัดมากขึ้นตามมาตรฐาน รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลอื่นเพิ่มเติม เช่น ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่นแห้ง การนำความร้อน และโครงสร้างจุลภาค ซึ่งจะทำให้สามารถนำขยะพลาสติกไปใช้มากขึ้น และลดปัญหาการตกค้างของขยะพลาสติกในสิ่งแวดล้อมต่อไป

คำสำคัญ : บล็อกปูพื้น ขยะพลาสติก รีไซเคิล อัพไซเคิล เศรษฐกิจหมุนเวียน

[1,2] สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

[*] ผู้ประสานงานหลัก

Received: Sep 29, 2023 **Revised:** Nov 22, 2023 **Accepted:** Dec 20, 2023

ABSTRACT

Currently, there are many problems with the disposal of plastic waste in Thailand. This waste is difficult to decompose, remains in the environment and affects organisms in the ecosystem. This research aimed to study and developed the pavement block from high-density polyethylene (HDPE) plastic bag waste by partially mixed with river sand. The ratios of binder to sand and plastic bag to binder are 50:20, 50:25 and 50:30 gram, respectively. All materials were heated and mixed and then compressed using a hand molding machine (mold size 4.5x4.5x4.5 centimeter). The physical and mechanical properties of pavement block were evaluated. The tests of physical properties and mechanical properties, including compressive strength and water absorption, were evaluated. The results showed that every aspect ratio of binder can be formed into pavement block that does not fracture but has varying strength. The ability to absorb water tended to vary with the amount of plastic. The compressive strength was lower than the standard (Industrial Product Standard 827-2531) in all conditions. Therefore, this pavement block is not suitable as a compressive strength material, such as for paving a road. However, it can be used as a non-load bearing material, such as a garden path. The results of this study can be used as a guide for the use of HDPE plastic bag waste in households and communities. However, the molding method should be improved to achieve higher compressive strength according to the standards. In addition, other physical and mechanical properties of pavement block were tested, such as particle size distribution, specific gravity, thermal conductivity and microstructure, which could help to recycle more plastic waste utilized and further reduce the problem of plastic waste in the environment.

Keywords : Pavement block Recycle Plastic bag debris Upcycle Circular economy

บทนำ

ประเทศไทยถูกจัดอันดับให้เป็นประเทศที่มีปริมาณขยะพลาสติกมากที่สุดเป็นอันดับที่ 6 ของโลก เนื่องมาจากการขาดการบริหารจัดการที่ถูกต้อง (Jambeck et al., 2015) โดยในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีปริมาณขยะจำนวน 25.70 ล้านตัน หรือเท่ากับ 1.07 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2564 ที่มีอัตราการเกิดขยะมูลฝอย 1.03 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยมีขยะที่กำจัดไม่ถูกต้องถึงร้อยละ 26.7 ของจำนวนขยะทั้งหมด (กรมควบคุมมลพิษ, 2565) ซึ่งขยะเหล่านี้เป็นขยะพลาสติกถึง 2 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 12 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งการนำขยะพลาสติกกลับไปใช้ประโยชน์มีเพียงประมาณปีละ 0.5 ล้านตัน ส่วนที่เหลือ 1.5 ล้านตัน ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียว (single use plastics) ซึ่งมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์เข้าสู่ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน (circular economy) น้อยมาก เช่น ถุงร้อน ถุงเย็น ถุงหูหิ้ว หลอดพลาสติก เป็นต้น (ทัศนธร ภูมิยุทธิ์, 2565)

ปัจจุบันทั่วโลกประสบกับวิกฤตขยะพลาสติกที่มีจำนวนมหาศาล เนื่องจากมีการนำพลาสติกมาใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์อื่นมากขึ้น เพราะคุณสมบัติของพลาสติกที่มีความยืดหยุ่นสามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบ ซึ่งแม้พลาสติกจะมีความคงทน แต่ส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานสั้นมาก เมื่อถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ ขยะพลาสติกเหล่านี้จะมีความคงทนและสามารถทนต่อแรงอัดได้สูงจึงใช้พื้นที่ในการฝังกลบมากกว่าขยะประเภทอื่น อีกทั้งยังใช้เวลาในการย่อยสลายหลายร้อยปี นอกจากนี้การทิ้งขยะพลาสติกอย่างไม่ถูกต้องยังก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันตามท่อระบายน้ำเกิดน้ำท่วมเมื่อฝนตกหนัก ปัญหาขยะในแม่น้ำลำคลองซึ่งบางส่วนหลุดลอดลงสู่ทะเล ก่อให้เกิดปัญหาขยะทะเลและไมโครพลาสติกตกค้างในสัตว์น้ำ ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล ห่วงโซ่อาหารและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต อีกทั้งยังแพร่กระจายอยู่ในหลายส่วนของสิ่งแวดล้อม เช่น ชายหาดตะกอนดินในปากแม่น้ำตลอดจนการเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารของมนุษย์ (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561) เนื่องจากขยะพลาสติกส่วนมากมักมีน้ำหนักเบาจึงถูกพัดพาลงสู่ทะเลได้ง่าย ก่อให้เกิดปัญหาขยะทะเลที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำโดยตรง โดยการสำรวจชนิดของขยะทะเลบริเวณสถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ พบว่าขยะทะเลที่สะสมส่วนใหญ่เป็นขยะพลาสติกถึงร้อยละ 75.40-90.30 (วิชชุดา ประสาทแก้ว, 2565)

ปัญหาขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นทำให้มีการนำขยะพลาสติกไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ทั้งการนำกลับมาใช้ใหม่และการแปรสภาพ เช่น การรีไซเคิลขยะถุงพลาสติกเป็นบล็อกปูพื้นเพื่อนำมาใช้ในการปูพื้นผิวต่าง ๆ หรือนำมารีไซเคิลหรือขึ้นรูปใหม่ด้วยการหลอมด้วยความร้อนเป็นวัสดุทดแทน เช่น การทำถนนรีไซเคิล โดยการนำถุงพลาสติกผสมกับหินเกล็ด และยางมะตอยด้วยความร้อน (เวชสวรรค์ หล้ากาศ, วรจิตต์ เศรษฐพรรค์, และไกรสร ลักษณ์ศิริ, 2560) หรือการนำขยะพลาสติก

มาเป็นส่วนผสมของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต โดยพบว่าการใช้ขยะพลาสติกผสมลงไปกับมวลรวมเพื่อลดปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ลงในปริมาณไม่เกินร้อยละ 10 ยังคงคุณสมบัติให้เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดในมาตรฐานได้และค่าสมรรถนะของผิวทางยังมีแนวโน้มที่ดีขึ้น ซึ่งสามารถลดปริมาณการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ลงและยังช่วยในการกำจัดขยะที่ไม่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ โดยมีคุณสมบัติทางวิศวกรรมเทียบเท่ากับผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตทั่วไป (ทวี แสงสุวรรณโณ, ณัฐวิทย์ เวียงยา, สกนธ์ พิทักษ์วินัย และพิทยุตม์ เจริญพันธุ์, 2564) และยังมีแนวทางในการนำขยะพลาสติกเหลือใช้มาผสมกับวัสดุต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น เช่น การขึ้นรูปละลายขยะถุงพลาสติกโดยใช้ความร้อนผสมกับทรายเพื่อขึ้นรูป การใช้ถุงขยะพลาสติกเป็นส่วนผสมคอนกรีต และการขึ้นรูปโดยใช้ขยะถุงพลาสติกซ้อนทับเป็นชั้นกลางของแผ่นพื้น (วสิทธ์เทวา เจียมแสงนิล และชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์, 2564) อย่างไรก็ตามกระบวนการใช้ประโยชน์จากพลาสติกในงานวิจัยต่าง ๆ ยังมีข้อจำกัด ทั้งในด้านปริมาณของอัตราส่วนการทดแทนพลาสติก ซึ่งพบว่ามีการนำไปใช้ทดแทนในอัตราส่วนที่น้อยมากโดยไม่เกิน 1 ใน 3 หรือร้อยละ 33.33 รวมทั้งข้อจำกัดในด้านความแข็งแรงของชิ้นงาน ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดและอัตราส่วนของวัสดุทดแทนและวิธีการขึ้นรูป ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำขยะถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene, HDPE) มาใช้ประโยชน์ ด้วยการรีไซเคิลถุงพลาสติกเพื่อผลิตเป็นบล็อกปูพื้น ในอัตราส่วนต่าง ๆ ที่สามารถนำมาผลิตและใช้ประโยชน์ได้จริงโดยมุ่งเน้นการผลิตแผ่นพื้นทางเท้าที่สามารถทำเองได้ง่ายด้วยข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์เครื่องมือในการผลิต ซึ่งใช้การขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแบบใช้แรงมือ เพื่อเป็นแนวทางในการลดปริมาณขยะก่อนเข้ากระบวนการกำจัดมูลฝอย นำไปสู่การลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะพลาสติก และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

วิธีดำเนินการวิจัย

การผลิตบล็อกปูพื้น

1. การเตรียมถุงพลาสติก

เก็บรวบรวมขยะถุงพลาสติกชนิด HDPE นำมาทำความสะอาดด้วยน้ำยาซักล้าง จากนั้นล้างออกด้วยน้ำสะอาด นำมาตากให้แห้ง จากนั้นทำการตัดย่อยให้มีขนาดประมาณ 0.5 - 1 เซนติเมตร (ดังรูปที่ 1)

2. ขั้นตอนการผสมวัตถุดิบ

เตรียมทรายละเอียดและขยะถุงพลาสติกที่ทำการตัดย่อยแล้ว โดยชั่งให้มีปริมาณตามอัตราส่วนดังนี้ อัตราส่วนที่ 1 ทรายต่อพลาสติกเท่ากับ 50 ต่อ 20, อัตราส่วนที่ 2 ทรายต่อพลาสติกเท่ากับ 50 ต่อ 25 และอัตราส่วนที่ 3 ทรายต่อพลาสติกเท่ากับ 50 ต่อ 30 กรัม โดยให้ความร้อน

ทรายด้วยเตาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 180 – 200 องศาเซลเซียสก่อนผสมเป็นเวลา 5 นาที ในตู้ดูดควัน จากนั้นค่อย ๆ ผสมพลาสติกลงในภาชนะผสมไปเรื่อย ๆ จนพลาสติกหมด โดยใช้เวลาผสมทั้งหมดประมาณ 10 นาที เมื่อครบเวลาเทส่วนผสมทั้งหมดลงไปในแม่พิมพ์ จากนั้นทำการบดอัดส่วนผสมให้แน่นด้วยเครื่องอัดแรงมือ (ดังรูปที่ 2) ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วถอดออกจากแม่พิมพ์ นำบล็อกปูพื้นที่ได้มาบันทึกข้อมูลชั่งน้ำหนัก และปริมาตร

รูปที่ 1 ถุงพลาสติก HDPE ที่ผ่านการทำความสะอาดและตัดย่อย

รูปที่ 2 การขึ้นรูปบล็อกปูพื้นด้วยเครื่องอัดแรงมือ

การทดสอบความแข็งแรงของบล็อกปูพื้น

หลังจากขึ้นรูปบล็อกปูพื้นด้วยความร้อนโดยใช้ส่วนผสมทรายต่อพลาสติกในอัตราส่วนต่าง ๆ แล้ว จึงนำบล็อกปูพื้นที่ผลิตได้มาทำการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำและค่าความต้านแรงอัดของบล็อกปูพื้น โดยแต่ละอัตราส่วนจะทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ตามวิธีดังต่อไปนี้

1. การหาค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกปูพื้น

การหาค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกปูพื้นทำได้โดยการบ่มตัวอย่างบล็อกปูพื้นทั้ง 3 อัตราส่วน แช่ในน้ำสะอาดโดยให้น้ำท่วมตัวอย่างเป็นเวลา 14 วัน จากนั้นนำตัวอย่างบล็อกปูพื้นตากไว้ให้แห้งอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตั้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทำการวัดน้ำหนักและขนาดของบล็อกปูพื้น จากนั้นนำมาแช่ในน้ำให้ท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำออก ใช้ผ้าซับน้ำส่วนเกินที่ผิวบล็อกปูพื้นแต่ละก้อน แล้วทำการชั่งบล็อกปูพื้นใหม่ภายในเวลา 3 นาที (วรนุช ดีละมัน, กัลทิมา เชาว์ชาญชัยกุล และกิติยศ ตั้งสัจจวงศ์, 2559) จากนั้นคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำโดยใช้สูตรตามสมการ 1 โดยค่า WA คือ เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ ค่า MW คือมวลของวัสดุที่เปียก มีหน่วยเป็นกิโลกรัม และค่า MD คือ มวลของวัสดุที่แห้ง มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

$$WA = (\frac{MW-MD}{MD}) \cdot 100 \quad (1)$$

2. การหาค่าความต้านแรงอัดของบล็อกปูพื้น

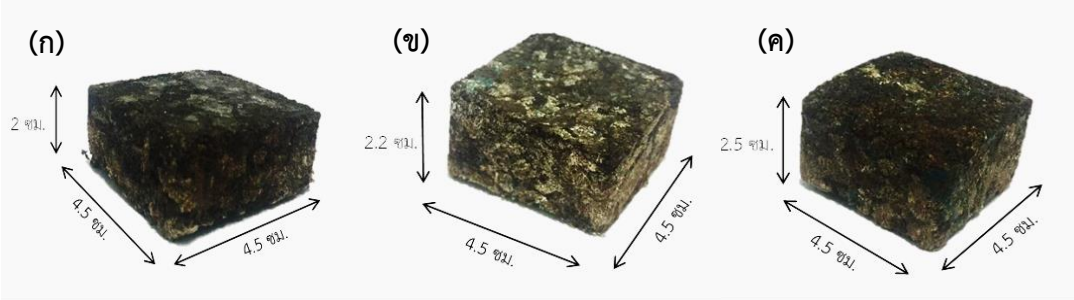
การทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดด้วยเครื่องทดสอบความต้านแรงอัดของคอนกรีตทำได้โดยนำตัวอย่างบล็อกปูพื้นวางไว้ระหว่างแท่นเครื่อง หลังจากนั้นเริ่มเดินเครื่องเพื่อให้กดชิ้นทดสอบในแนวตั้งฉากกับด้านยาวของชิ้นทดสอบ ด้วยกำลังแรงอัด 50 กิโลนิวตัน ซึ่งจะได้ค่าแรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตก (วรนุช ดีละมัน และคณะ, 2559) โดยแต่ละอัตราส่วนจะใช้ตัวอย่างทดสอบจำนวน 3 ตัวอย่าง ทำการคำนวณหาค่าความต้านการอัด ดังสมการที่ 2

$$\text{ค่าความต้านการอัด} = \frac{\text{แรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตก}}{\text{พื้นที่หน้าตัดชิ้นทดสอบ}} \text{ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร} \quad (2)$$

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การผลิตบล็อกปูพื้น

การผลิตบล็อกปูพื้นจากขยะพลาสติกทั้ง 3 อัตราส่วน คือ ทรายต่อพลาสติก 50 ต่อ 20, 50 ต่อ 25 และ 50 ต่อ 30 กรัม (ดังรูปที่ 3) พบว่าทั้ง 3 อัตราส่วนสามารถขึ้นรูปได้ โดยได้ชิ้นงานที่มีลักษณะผิวหยาบ สีดำ และไม่มีการแตกหักเมื่อตัวอย่างบล็อกปูพื้นมีอุณหภูมิลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vasudevan, Sekar, Sundarakannan and Velkennedy (2012) ที่ได้ทำการทดสอบการผลิตบล็อกปูพื้นโดยใช้พลาสติกชนิดต่าง ๆ เป็นส่วนผสม ด้วยอัตราส่วนการผสมของวัสดุมวลรวม (พลาสติก) คิดเป็นร้อยละ 25 ของส่วนผสมทั้งหมดพบว่าอัตราส่วนดังกล่าวสามารถขึ้นรูปบล็อกปูพื้นจากพลาสติกได้ โดยอัตราส่วนที่ผสมในการศึกษาครั้งนี้ คือ ทรายต่อพลาสติก คือ 50 ต่อ 20, 50 ต่อ 25 และ 50 ต่อ 30 กรัม คิดเป็นร้อยละ 28.6, 33.3 และ 37.5 ตามลำดับ โดยน้ำหนักและขนาดความสูงของบล็อกปูพื้นจะเพิ่มมากขึ้นตามอัตราส่วนของพลาสติกที่ใช้ในการผสม โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 65.98 ± 24.59, 71.67 ± 26.34 และ 77.15 ± 28.04 กรัม ตามลำดับ



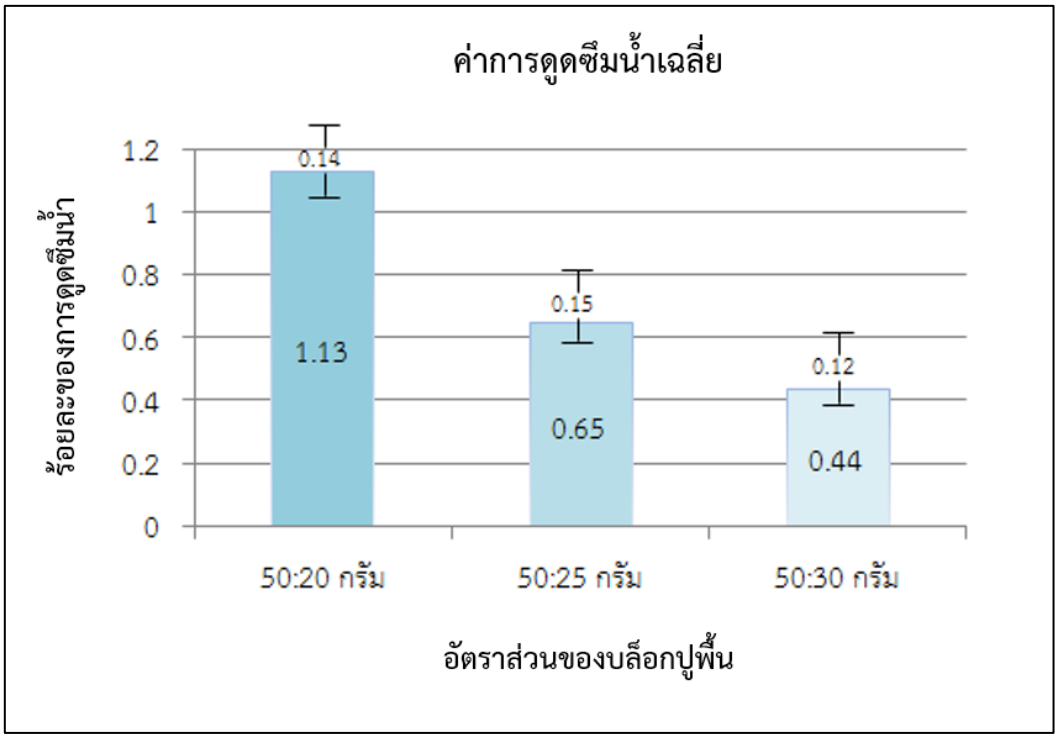
รูปที่ 3 บล็อกปูพื้นที่ได้จากส่วนผสมทรายต่อพลาสติก (ก) อัตราส่วน 50:20 กรัม (ข) 50:25 กรัม และ (ค) 50:30 กรัม

การทดสอบความแข็งแรงของบล็อกปูพื้น

1. การหาค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกปูพื้น พบว่าบล็อกปูพื้นจากขยะพลาสติกที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด คือ อัตราส่วนที่ 3 (ทรายต่อพลาสติก 50 ต่อ 30) โดยมีค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 0.44 รองลงมาคือ อัตราส่วนที่ 2 (ทรายต่อพลาสติก 50 ต่อ 25) เท่ากับร้อยละ 0.65 และอัตราส่วนที่ 1 (ทรายต่อพลาสติก 50 ต่อ 20) มีค่าการดูดซึมน้ำที่มากที่สุดคือ ร้อยละ 1.13 (รูปที่ 4) โดยค่าการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มของร้อยละการดูดซึมแปรผกผันกับปริมาณพลาสติกที่เพิ่มมากขึ้น กล่าวคือค่าการดูดซึมน้ำจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณพลาสติกในส่วนผสม ซึ่งแสดงถึงความแข็งแรงของชิ้นงานที่มากขึ้น โดยการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกปูพื้นจากพลาสติกเป็นการวิเคราะห์ความแข็งแรง

ของชิ้นงาน หากบล็อกปูพื้นมีอัตราการดูดซึมน้ำมาก น้ำจะซึมเข้าไปอยู่ในตัวบล็อกปูพื้นได้มาก ซึ่งในการใช้งานเมื่อได้รับน้ำฝน ความชื้น หรือน้ำจากการฉีดพ่น อาจสร้างความเสียหายให้กับบล็อกปูพื้นได้ และหากบล็อกปูพื้นมีอัตราการดูดซึมน้ำมากกว่าร้อยละ 20 จะทำให้บล็อกปูพื้นเกิดช่วงว่างของอากาศภายในทำให้มีการดูดซึมน้ำมาก และมีผลต่อการแตกร้าวของบล็อก หรือกล่าวได้ว่าหากอัตราการดูดซึมน้ำมากจะทำให้ความแข็งแรงของบล็อกปูพื้นลดลง (บริษัท เค บล็อค เทคโนโลยี จำกัด, 2559) ซึ่งค่าการดูดซึมน้ำที่ได้จากการผลิตบล็อกปูพื้นจากพลาสติกที่ได้จากงานวิจัยนี้ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 827-2531 ที่ต้องได้ค่าการดูดซึมน้ำต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 แตกต่างกับงานวิจัยของภัทรภณ บูรณากาญจน์ (2560) ที่ทำการผลิตคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรฟทอลเลต (Polyethylene terephthalate; PET) เป็นส่วนประกอบ โดยการทดสอบการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกซึ่งมีการจัดวางในแต่ละรูปแบบจะมีค่าการดูดซึมน้ำมากขึ้นตามลักษณะของขวดพลาสติก PET เนื่องจากผิวสัมผัสของขวดพลาสติก PET และคอนกรีตมีพื้นที่ทำให้น้ำเข้าไปอยู่ระหว่างช่องว่างของขวดพลาสติก PET และคอนกรีต พบว่าคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ แบบที่ 2 โดยจัดเรียงขวดแนวตั้งในคอนกรีตบล็อกจำนวน 3 ขวด มีการดูดซึมน้ำมากที่สุด โดยมีค่าประมาณร้อยละ 16.55 และคอนกรีตบล็อกควบคุมที่ไม่มีขวด PET มีการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวพบว่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ มีค่าต่ำกว่าอิฐมอญ อิฐบล็อก และอิฐมวลเบา สอดคล้องกับงานวิจัยของวรนุช ดีละมัน และคณะ (2559) ทำการศึกษาสมบัติเชิงกลและสมบัติทางกายภาพของอิฐบล็อกมวลเบาที่ผสมเส้นใยกล้วยเพื่อเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์และลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ พบว่าการใช้เส้นใยกล้วยเป็นส่วนผสมในอิฐบล็อกในปริมาณมากทำให้แนวโน้มค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการผสมเส้นใยกล้วยลงในอิฐบล็อกเป็นการเพิ่มรูพรุนในก้อนอิฐให้มีมากขึ้น ลักษณะทางกายภาพนี้ทำให้ก้อนอิฐสามารถดูดซึมน้ำมากขึ้น และการศึกษาของ ประชุม คำพุฒ, เกียรติสุดา สมนา, ธีรพงษ์ โถชัย, และรัฐพล สมนา (2565) ที่นำขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากโรงงานอุปกรณ์ประกอบผ้าม่านมาเป็นส่วนผสมในคอนกรีต โดยใช้วัสดุประสานเป็นปูนซีเมนต์ผสมกับยิปซัมปลาสเตอร์ในอัตราส่วน 0.5:0.5 ร่วมกับเศษขยะพลาสติก 3 ชนิด คือ HDPE ABS และ POM นำมาบดย่อยรวมกันในอัตราส่วนที่เท่ากัน ผลการทดสอบพบว่าการผสมเศษขยะพลาสติกในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ความชื้นและการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มมากขึ้น โดยค่าการดูดซึมน้ำมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 43.83 - 69.68 ในขณะที่การศึกษาการผลิตบล็อกปูพื้นจากขยะพลาสติกในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าเมื่อปริมาณพลาสติกเพิ่มมากขึ้นการดูดซึมน้ำจะมีค่าน้อยลง เนื่องมาจากพลาสติกที่ได้รับความร้อนจะหลอมละลายประสานเป็นเนื้อเดียวกับทรายละเอียด ทำให้รูพรุนลดลง โดยเมื่อใช้ปริมาณพลาสติกเพิ่มมากขึ้น

ทำให้พลาสติกละลายแทรกปนเข้ากับทรายและผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จึงทำให้บล็อกปูพื้นมีความแข็งแรงมากขึ้นนั่นเอง

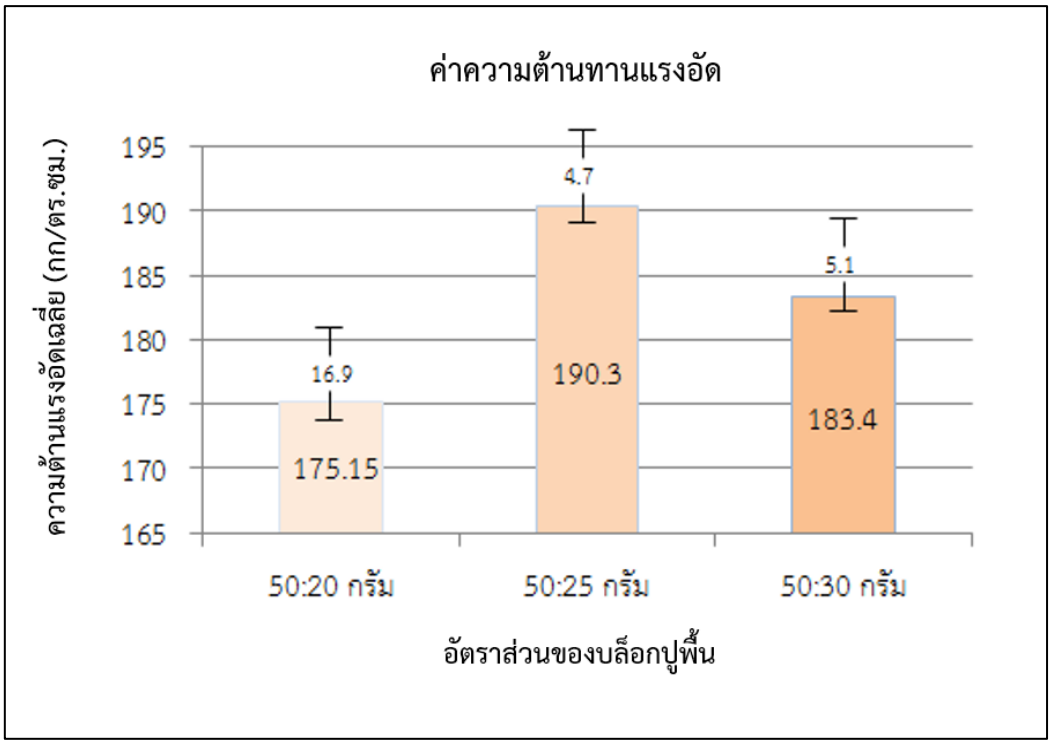


รูปที่ 4 ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยของบล็อกปูพื้นทั้ง 3 อัตราส่วน

2. การหาค่าความต้านแรงอัดของบล็อกปูพื้น ผลการทดสอบพบว่า ค่าต้านทานแรงอัดของบล็อกปูพื้นจากขยะพลาสติกที่มีค่าสูงสุด คืออัตราส่วนที่ 2 (ทรายต่อพลาสติก 50 ต่อ 25) มีค่า 190.30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ อัตราส่วนที่ 3 (ทรายต่อพลาสติก 50 ต่อ 30) มีค่า 183.40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่าความต้านทานที่น้อยที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 1 (ทรายต่อพลาสติก 50 ต่อ 20) มีค่า 175.15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (รูปที่ 5) โดยการที่ค่าความต้านแรงอัดของบล็อกปูพื้นจากอัตราส่วนที่ 2 อัตราส่วนการผสมทรายต่อพลาสติก 50 ต่อ 25 กรัม มีความสามารถในการต้านทางแรงอัดได้มากที่สุด โดยค่าความต้านแรงอัด คิดเป็น 19.03 เมกะพาสคัล และอัตราส่วนที่มีค่าความต้านแรงอัดน้อยที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 1 เท่ากับ 17.51 เมกะพาสคัล ซึ่งค่าความต้านแรงอัดที่ได้จากการผลิตบล็อกปูพื้นจากพลาสติกในงานวิจัยนี้ต่ำกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม 827-2531 ที่ต้องได้ค่าความต้านแรงอัดของบล็อกมากกว่าหรือเท่ากับ 35 เมกะพาสคัล เช่นเดียวกับการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานด้วยเศษพลาสติกจากแก้วพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียว โดยผสมกับทรายและปูนซีเมนต์อย่างละ 1 ส่วน

และดินลูกรัง 7 ส่วน การศึกษาการแทนที่ดินลูกรังด้วยเศษพลาสติกในอัตราส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่ 0.05 - 0.45 โดยน้ำหนัก พบว่าการเพิ่มปริมาณพลาสติก ทำให้อิฐบล็อกมีค่าการรับกำลังอัดลดลง และค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น โดยเปรียบเทียบกับข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน 602/2547 พบว่าอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก จัดเป็นบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก โดยมีค่าความต้านทานแรงอัดอยู่ระหว่าง 4.70 - 7.53 เมกะพาสคัล (ภัทระ เกิดอินทร์, สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา, ธนกฤต นิสดล, และอนุวัฒน์ พลหนุ่ย, 2565) ต่างจากการนำขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากโรงงานอุปกรณ์ประกอบผ้าม่านมาเป็นส่วนผสมในคอนกรีต โดยใช้วัสดุประสานเป็นปูนซีเมนต์ผสมกับยิปซัมปลาสเตอร์ร่วมกับเศษขยะพลาสติก 3 ชนิด คือ HDPE ABS และ POM ซึ่งพบว่าการผสมเศษขยะพลาสติกบดย่อยในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นและความต้านทานแรงอัดมีแนวโน้มลดลง โดยความต้านทานแรงอัดที่อายุการบ่ม 14 วัน อยู่ระหว่าง 21.00 – 52.10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 2.10 – 5.21 เมกะพาสคัล (ประชุม คำพุฒ, เกียรติสุดา สมนา, ธีรพงษ์ โถชัย, และรัฐพล สมนา, 2565)

ในขณะที่งานวิจัยของเวชสวรรค์ หล้ากาศ, ไกรสร ลักษณ์ศิริ, พราวพรรณ อาสาสรรพกิจ, ศิริกันยา เลาสุวรรณ์ และศีลวัตร สาธร (2561) ที่ได้ทำการทดสอบการผลิตบล็อกปูพื้นจากพลาสติกด้วยอัตราส่วนของพลาสติกร้อยละ 33 วัสดุมวลรวมทั้งหมด มีค่าความต้านแรงอัดโดยเฉลี่ยประมาณ 364 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนบล็อกปูถนนที่มีขายตามท้องตลาดจะมีความต้านทานแรงอัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 357 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยการใช้วิธีในการอัดขึ้นรูปบล็อกปูพื้นจากพลาสติกใช้แรงกดชิ้นงานขณะนำส่วนผสมลงในพิมพ์และอัดกระทุ้งให้แน่น จึงทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงและมีค่าการทดสอบค่าความต้านแรงอัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งแตกต่างการวิจัยครั้งนี้ที่ใช้วิธีการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแรงมือจึงอาจทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงต่ำกว่ามาตรฐาน อย่างไรก็ตามบล็อกปูพื้นที่มีค่าความต้านทานแรงอัดต่ำกว่ามาตรฐาน สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้เช่นกัน โดยอาจนำไปใช้ทำบล็อกปูทางเดิน หรือบล็อกปูพื้นในสวน ตกแต่งสนาม หรือประยุกต์ใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ที่รับแรงกดน้อยลง (สมคเณ เกียรติก้อง, 2556)



รูปที่ 5 ค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยของบล็อกปูพื้นทั้ง 3 อัตราส่วน

สรุปผล

การผลิตบล็อกปูพื้นจากขยะพลาสติกโดยใช้ถุงพลาสติกชนิด HDPE โดยอัตราส่วนที่ผสมในการศึกษาครั้งนี้ คือ ทรายต่อพลาสติก คือ 50 ต่อ 20 (ร้อยละ 28.6), 50 ต่อ 25 (ร้อยละ 33.3) และ 50 ต่อ 30 กรัม (ร้อยละ 37.5) ตามลำดับ สามารถขึ้นรูปได้ทุกอัตราส่วน โดยการทดสอบความแข็งแรงพบว่า ค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกปูพื้นทั้ง 3 อัตราส่วน เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 827-2531 (น้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10) โดยบล็อกปูพื้นที่ในอัตราส่วนที่ 3 มีค่าการดูดซึมน้ำได้น้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 0.44 โดยเมื่อปริมาณพลาสติกเพิ่มมากขึ้นค่าการดูดซึมน้ำจะมีค่าน้อยลง เนื่องมาจากพลาสติกที่ได้รับความร้อนจะหลอมละลายประสานเป็นเนื้อเดียวกับทรายละเอียด ทำให้รูพรุนลดลงเมื่อพลาสติกเพิ่มมากขึ้น โดยจะละลายแทรกปนเข้ากับทรายและผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จึงทำให้บล็อกปูพื้นมีความแข็งแรงมากขึ้น ส่วนการทดสอบความสามารถในการต้านทางแรงอัด พบว่าอัตราส่วนที่ 2 มีความสามารถในการต้านทางแรงอัดได้มากที่สุด เท่ากับ 190.30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร คิดเป็น 19.03 เมกะพาสคัล ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 827-2531 (35 เมกะพาสคัล) อย่างไรก็ตามบล็อกปูพื้นที่มีค่าความต้านทานแรงอัดต่ำกว่ามาตรฐาน สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้เช่นกัน โดยอาจนำไปใช้ทำ

บล็อกปูทางเดิน หรือบล็อกปูพื้นในสวน ตกแต่งสนาม หรือประยุกต์ใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ที่รับแรงกดน้อยลงได้

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เน้นการผลิตที่ง่ายต่อชุมชน โดยที่ชุมชนสามารถผลิตเองได้ หรือสามารถพัฒนาผลิตเป็นมาตรฐานในระบบอุตสาหกรรมได้ รวมไปถึงการสร้างกิจกรรมในชุมชนเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งนี้ในการผลิตเมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พบว่าค่าทดสอบความต้านแรงอัดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จึงไม่เหมาะกับการใช้เป็นวัสดุรับแรงอัดโดยตรง เช่น บล็อกปูพื้นถนน แต่สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุที่ไม่ได้รับแรงอัดได้โดยอาจพัฒนารูปทรงให้มีความเหลากหลาย หรือเหมาะสมต่อการใช้งานมากขึ้น ร่วมกับการทดสอบความแข็งแรงเพิ่มเติมในด้านอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นของบล็อก หรือสมบัติเชิงกล นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตควรมีการป้องกันการระเหยของสารเคมีเมื่อพลาสติกละลายในความร้อน เพื่อความปลอดภัยในการผลิตและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี สมุทรปราการ เพื่อใช้ในการทำวิจัยและสนับสนุนทุนวิจัยในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2566). **สถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2565**. ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย. กรมควบคุมมลพิษ.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). **(ราง) Roadmap การจัดการขยะพลาสติก พ.ศ. ๒๕๖๑-๒๕๗๓**. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2565, จาก https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/05/pcdnew-2020-05-27_06-47-53_174751.pdf

ทวี แสงสุวรรณโณ, ณัฐวิทย์ เวียงยา, สกนธ์ พิทักษ์วินัย และพิทยุตม์ เจริญพันธุ์. (2564). การศึกษาถนนทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะพลาสติก. ใน **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26**. (หน้า INF-14-1 -INF-14-9). การประชุมรูปแบบออนไลน์.

ทัศนธร ภูมิยุทธิ์. (2565). **ขยะพลาสติก**. ค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2565, จาก https://www.onep.go.th/ขยะพลาสติก.

บริษัท เค บล็อค เทคโนโลยี จำกัด. (2559). **เพราะเหตุใดการดูดซึมน้ำของบล็อกจึงสำคัญ.** ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2565, จาก https://www.k-block.com

ประชุม คำพุฒ, เกียรติสุดา สมนา, ธีรพงษ์ โถชัย, และรัฐพล สมนา. (2565). การใช้ขยะพลาสติกจากโรงงานอุปกรณ์ประกอบผ้าม่านเป็นส่วนผสมในคอนกรีตสำหรับทำกระถางต้นไม้. ใน **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27**. (หน้า MAT47-1- MAT47-7). เชียงราย: มหาวิทยาลัยพะเยา.

ภัทรภณ บูรณากาณจน์. (2562). สมบัติของคอนกรีตบล็อกที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบสำหรับการประยุกต์ใช้งานในงานอาคาร. **Thai Journal of Science and Technology**, 9(1), หน้า 181-196.

ภัทระ เกิดอินทร์, สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา, ธนกฤต นิสดล, และอนุวัฒน์ พลหนุ่ย. (2565). อิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์**, 7(2), หน้า 137-148.

วรนุช ดีละมัน, กัลทิมา เชาว์ชาญชัยกุล และกิติยศ ตั้งสัจจวงศ์. (2559). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาและผลิตอิฐบล็อกมวลเบาโดยการผสมเส้นใยธรรมชาติ**. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

วสิทฐ์เทวา เจียมแสงนิล และชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์. (2564). แผ่นพื้นทางเท้าจากขยะถุงพลาสติก. **วารสารสถาปัตยกรรม การออกแบบและการก่อสร้าง**, 3(2), หน้า 157-168.

วิชชุดา ประสาทแก้ว. (2565). การศึกษาชนิดและปริมาณของขยะทะเลบริเวณสถานตากอากาศบางปู อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**, 23(2), หน้า 65-73.

เวชสวรรค์ หล้ากาศ, ไกรสร ลักษณ์ศิริ, พราวพรรณ อาสาสรรพกิจ, ศิริกันยา เลาสุวรรณ์ และศีลวัตร สาธร. (2561). **คู่มือองค์ความรู้ โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกปูถนนรีไซเคิล**. ค้นเมื่อ

15 ธันวาคม 2565, จาก http://www.thai-explore.net/file_upload/submitter/file_doc/3fea45c4279eda6213cdaf7ba7c38b1a.pdf

เวชสวรรค์ หล้ากาศ, วรจิตต์ เศรษฐพรรค์, และไกรสร ลักษณ์ศิริ. (2560). กระบวนการสร้างถนนแอสฟัลติกคอนกรีต เพื่อลดปัญหาขยะพลาสติกในชุมชน. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ**, 12(1), หน้า 41-53.

สมคเณ เกียรติก้อง. (2556). ความหนาแน่น กำลังรับแรงอัด และการดูดซึมน้ำของบล็อกคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ผสมกับดินเซรามิกและเศษใบไม้. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 21, หน้า 213-217.

Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, 347(6223), pp. 768-771.

Vasudevan, R., Sekar, A.R.C., Sundarakannan, B., & Velkennedy, R. (2012). A technique to dispose waste plastics in an ecofriendly way – Applicationin construction of flexible pavements. **Construction and Building Materials**, 28, pp. 311-320.