

เอกสารอ้างอิง

- บุญธรรม นิธิอุทัย, 2530. **ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์และคุณสมบัติ**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- บุรณัฏฐ์ วิริยะ, 2544. **การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพีชแห้งและเส้นใยแก้ว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ประชุม คำพุ่ม และกิตติพงษ์ สุวิโร, 2555. **การใช้น้ำยางวัลคาไนซ์เพื่อพัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกผสมเศษพลาสติกเอทิลีนไวนิลอะซิเตท**. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 8. สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (สคท.), ณ โรงแรมอมารี ออคิด พัทยา จ.ชลบุรี.
- บุญญานิช อินทรพัฒน์, 2551. **เทอร์โมพลาสติกยางธรรมชาติจากการเบลนดระหว่างยางธรรมชาติกับเอทิลีนไวนิลอะซิเตทโดยใช้กราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับพอลิไดเมทิลเมทาคริโลอิลออกซีเมทิลฟอสโฟเนตเป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้**, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- พงศ์พันธ์ วรสุทโรสถ, 2540. **วัสดุก่อสร้าง**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- พรพรรณ นิธิอุทัย, 2528. **สารเคมีสำหรับยาง**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- วรารณ ขจรไชยกุล, 2523. **วิทยาการขึ้นพื้นฐานเกี่ยวกับยางแห้ง**. งานอุตสาหกรรมยาง ศูนย์วิจัยการยาง หาดใหญ่.
- วิสุทธิ แก้วสกุล, 2551. **เทอร์โมพลาสติกอีลาสโตเมอร์จากการเบลนดยางธรรมชาติกับโคพอลิเมอร์ของเอทิลีนกับไวนิลอะซิเตท**. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- ศักดิ์ชัย อมรศักดิ์ชัย, 2541. **การศึกษาประสิทธิภาพในการลดเสียงของวัสดุเหลือใช้เมื่อใช้ซีเมนต์เป็นสารเชื่อมประสาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศุภชัย แก้วจิ้ง, 2552. **การพัฒนาบล็อกปูพื้นที่ทำจากยางธรรมชาติและยาง EPDM เหลือทิ้ง**, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและระบบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2548ก. **ประกาศการขอรับทุนโครงการวิจัยขนาดเล็กเรื่องยางพารา**. โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม, 7 หน้า.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2548ข. **ประกาศรับข้อเสนอโครงการวิจัยยางพาราใหม่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.trf.or.th>.
- เสาวรณ ชัยจุลจิตร, 2537. **เทคโนโลยียาง**, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Abdullah Keyvani, Sasan Somi, and Özgür Eren, 2014. Humidity intrusion effects on the properties of sound acoustic of autoclaved aerated concrete. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, Vol.3 No.2, pp. 6 – 11.
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014a. **ASTM D1817: Standard Test Method for Rubber Chemicals Density**. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014b. **ASTM D570: Standard Test Method for Water Absorption of Plastics**. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014c. **ASTM D2240: Standard Test Method for Rubber Property Durometer Hardness**. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014d. **ASTM D412: Standard Test Method for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers-Tension**. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014e. **ASTM D624: Standard Test Method for Tear Strength of Conventional Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers**. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014f. **ASTM D1630: Standard Test Method for Rubber Property-Abrasion Resistance**. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014g. **ASTM C177: Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded Hot-Plate Apparatus**. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- Barlow, Fred W., 1993. **Rubber Compounding : Principles, Materials, and Techniques**. 2nd Edition.
- Holmann, W., 1989. **Rubber Technology Handbook**. Hanser Publishers. Munich.
- Jesse Edenbaum, 1992. **Plastics additives and modifiers handbook**. New York: Van Nostrand Reinhold, p.95–101.
- Subramaniam, A, 1980. **Molecular Weight and Molecular Weight Distribution of Natural Rubber**, RRIM Technology Bulletin, p.6.

ภาคผนวก

ผลิตภัณฑ์กระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้ง จากโรงงานอุตสาหกรรม

Para-rubber Floor Tiles Mixed with Plastic Wastes from the Factories

ผศ.ดร.วิหาร ดีปัญญา^{1*}, ว่าที่ ร.อ.กิตติพงษ์ สุวีโร²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกเอทิลีนไวไนลอะซิเตท (พลาสติกอีวีเอ) จากโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ยางพาราแท่ง STR20 ในปริมาณเท่ากับ 100 phr ต่อเศษขยะพลาสติกอีวีเอที่ผ่านการย่อยผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ในปริมาณ 0, 5, 10, 20, 40, และ 80 phr ตามลำดับ และผสมปริมาณสารเคมีในอัตราส่วนคงที่ ประกอบด้วย ซิงค์ออกไซด์ เท่ากับ 5 phr กรดสเตียริก เท่ากับ 2 phr กำมะถัน เท่ากับ 3 phr เมอร์แคปโตเบนโซไทเอซอล เท่ากับ 0.5 phr ไดฟีนิลกัวนิดิน เท่ากับ 0.2 phr นำมาทำการบดผสมด้วยเครื่องบดแบบสองลูกกลิ้ง แล้วอัดขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดแบบร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ได้แผ่นยางพารา ขนาด 30x30x0.2 เซนติเมตร ทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน ASTM พบว่า กระเบื้องยางพาราผสมพลาสติกอีวีเอ อัตราส่วน 10 พีเอชอาร์ มีสมบัติที่เหมาะสมสำหรับนำไปปูพื้นและตกแต่งผนังอาคาร เนื่องจากมีค่าความแข็งและความต้านทานการสึกหรอที่มากขึ้น ส่วนความหนาแน่นและสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าลดต่ำลง เมื่อเทียบกับกระเบื้องยางพาราที่ไม่มีพลาสติกอีวีเอ

คำสำคัญ: ยางพารา; เศษพลาสติกเอทิลีนไวไนลอะซิเตท; กระเบื้องปูพื้น; กระเบื้องปูผนัง

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร
E-mail : wiharn.d@mutp.ac.th

² หน่วยจัดการทรัพยากรสิ่งแวดล้อมและถ่ายทอดเทคโนโลยี แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดปทุมธานี
E-mail :siam_macho@hotmail.com

Abstract

This research aims to develop the Para-rubber floor tiles mixed with ethylene vinyl acetate plastic wastes (EVA plastics) from the factories. The study use Para-rubber STR 20 at 100 phr with various contents of EVA plastics (e.g. 0, 5, 10, 20, 40, and 80 phr) and then mixed with chemical substance at constant ratio include zinc oxide at 5 phr, stearic acid at 2 phr, sulfur at 3 phr, mercaptobenzothiazole at 0.5 phr, and diphenyl guanidine at 0.2 phr. The samples are ground by two-roll mill and formed by compression molding at 150 degree Celsius with 30x30x0.2 cm of dimension. The properties of the Para-rubber floor tiles are tested under ASTM standard. From the results, it is found that the Para-rubber floor tiles mixed with 10 phr of EVA plastics is the suitable ratio for using as the rubber floor tiles and rubber wall tiles in building. This ratio can increase the hardness and wear resistant properties and decrease the density and thermal insulation properties when compare to the Para-rubber floor tiles without EVA plastic.

Keywords : Para-rubber; ethylene vinyl acetate plastic waste; floor tile; wall tile

บทนำ

จากนโยบายสนับสนุนให้มีการเพาะปลูกยางพาราในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของรัฐบาล ทำให้ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกยางพารามากอันดับต้นๆ ของโลก โดยมีเนื้อที่ปลูกยางพารามากกว่า 12.3 ล้านไร่ คิดเป็นผลผลิตยางที่ออกสู่ตลาดประมาณ 2.4 ล้านตันต่อปี [1] เช่นเดียวกับประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และจีนที่เริ่มเพาะปลูกยางพารากันมากขึ้น ซึ่งปริมาณยางพาราที่เพิ่มสูงขึ้นนี้ส่งผลอย่างมากต่อราคาของยางพาราที่ตกต่ำลง ทำให้ต้องมีการแปรรูปยางพาราเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น เพื่อช่วยรักษาและเพิ่มเสถียรภาพให้กับราคายางพาราได้ โดยแผ่นกระเบื้องยางเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์จากยางพาราที่มีจำนวนผู้ต้องการใช้งานค่อนข้างมาก เนื่องจากแผ่นกระเบื้องยางดังกล่าวสามารถใช้งานได้หลากหลาย เช่น การปูพื้นกันลื่น การบุผนังเพื่อความสวยงาม การหุ้มเป็นฉนวนไฟฟ้าให้เครื่องจักร และการปูในบริเวณที่ต้องการป้องกันการกระแทก เป็นต้น สามารถปูพื้นบนผิวต่างๆ ได้ง่ายด้วยกาวยาง เช่น พื้นคอนกรีต, พื้นหินขัด, พื้นไม้เก่าหรือใหม่ เป็นต้น [2] แต่การนำยางพารามาผลิตเป็นกระเบื้องยางนั้น จำเป็นต้องเติมสารเคมีและวัสดุต่างๆ ร่วมด้วย เพื่อให้กระเบื้องยางที่ได้มีสมบัติตามต้องการ และมีต้นทุนที่ไม่สูงเกินไปเมื่อเทียบกับแผ่นกระเบื้องยางสังเคราะห์ ทั้งนี้ จึงต้องมีการหาสารเคมีและวัสดุมาเพิ่มเติม ในงานวิจัยนี้เลือกใช้เศษพลาสติกเอทิลีนไวนิลอะซิเตทหรืออีวีเอ (Ethylene Vinyl Acetate, EVA) มาใช้เป็นวัสดุผสมเพิ่มสำหรับเติมแต่งยางพารา โดยเศษพลาสติกอีวีเอเป็นขยะเหลือทิ้งที่มีอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมกว่า 1,000 โรง (ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์จากพลาสติกอีวีเอมากเป็น

อันดับ 5 ของโลก) เช่น โรงงานรองเท้าแตะ โรงงานรองเท้ากีฬา โรงงานยางรัดของชนิดหัดได้ โรงงานอุปกรณ์ทางการแพทย์ โรงงานกาพลอมด้วยความร้อน โรงงานของเด็กเล่น โรงงานฉนวนหุ้มลวดไฟฟ้า โรงงานเฟอร์นิเจอร์ โรงงานภาชนะบรรจุของแช่แข็ง และโรงงานกรวยที่กันถนนพลาสติก เป็นต้น เนื่องจากเศษพลาสติกชนิดนี้ ไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้ทั้งหมด เพราะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้อยลง จึงต้องกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบซึ่งส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก [3] โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดสอบสมบัติของแผ่นกระเบื้องยางพาราที่มีเศษพลาสติกอีวีเอเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะมีส่วนช่วยรักษาเสถียรภาพด้านราคาของพาราและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

วัสดุและอุปกรณ์

ในส่วน of วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วย ยางพาราแท่งชนิด STR20 (รูปที่ 1), ซิงค์ออกไซด์ (ZnO), กรดสเตียริก (Stearic Acid), กำมะถัน (Sulfur), เมอร์แคปโทเบนโซไทอาซอล (Mercaptobenzothiazole, MBT), ไดฟีนิลกัวนิดีน (Diphenylguanidine, DPG), พลาสติกเอทิลีนไวนิลอะซิเตท, เครื่องบดพลาสติก (พร้อมตะแกรงเบอร์ 4), เครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง (รูปที่ 2), เครื่องรีโอมิเตอร์แบบจานแกว่ง (Oscillating Disc Rheometer, ODR), เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน (รูปที่ 3), เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine, UTM), เครื่องทดสอบความสึกหรอ, เครื่องทดสอบความแข็ง, เครื่องทดสอบทดสอบความทนการฉีกขาด, เครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน, กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) และชุดอุปกรณ์ทดสอบความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 1 ยางพาราแท่งชนิด STR20



รูปที่ 2 เครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง



รูปที่ 3 เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม มีดังนี้ 1) ออกสูตรกระเบื้องยาง จำนวน 6 สูตร โดยคิดเป็นปริมาณสัดส่วนของสารเคมีเทียบจาก 100 ส่วนของยางโดยน้ำหนัก (Part Per Hundred Rubber, phr, pphr) ดังตารางที่ 1, 2) บดพลาสติกอีวีเอด้วยเครื่องบดพลาสติก (พร้อมตะแกรงเบอร์ 4), 3) เตรียมตัวอย่างทดสอบเริ่มจากการบดยางด้วยเครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง, 4) เติมเศษพลาสติกอีวีเอบดเข้ากับยาง แล้วเติมซิงค์ออกไซด์และกรดสเตียริก, 5) เติมเมอร์แคปโตเบนโซไทเอโซล ไทฟีนิลกัวนิดิน และกำมะถัน เพื่อให้เกิดการคงรูป, 6) ทดสอบการคงรูปของชิ้นงานโดยใช้เครื่องรีโอมิเตอร์แบบจานกว้าง, 7) ขึ้นรูปแผ่นกระเบื้องยาง โดยนำส่วนผสมที่ได้ไปอัดในเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ได้แผ่นกระเบื้อง

ยางพาราผสมพลาสติกอีวีเอ (รูปที่ 4 - 7), 8) ทดสอบความหนาแน่น ตาม ASTM D1817 [4], 9) ทดสอบการดูดซึมน้ำ ตาม ASTM D570 [5], 10) ทดสอบความแข็ง ตาม ASTM D2240 [6], 11) ทดสอบความต้านทานแรงดึง ตาม ASTM D412 [7], 12) ทดสอบความทนการฉีกขาด ตาม ASTM D624 [8], 13) ทดสอบความสึกหรอ ตาม ASTM D1630 [9], และ 14) ทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตาม ASTM D624 [10]

ตารางที่ 1 สูตรพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ (phr)

สูตร	ยางพารา STR20	ซิงค์ออกไซด์	กรดสเตียริก	กำมะถัน	เมอร์แคปโตเบนโซไทเอซอล	ไดฟีนิลกัวนิดิน	พลาสติกอีวีเอ
EVA0	100	5	2	3	0.5	0.2	0
EVA5	100	5	2	3	0.5	0.2	5
EVA10	100	5	2	3	0.5	0.2	10
EVA20	100	5	2	3	0.5	0.2	20
EVA40	100	5	2	3	0.5	0.2	40
EVA80	100	5	2	3	0.5	0.2	80



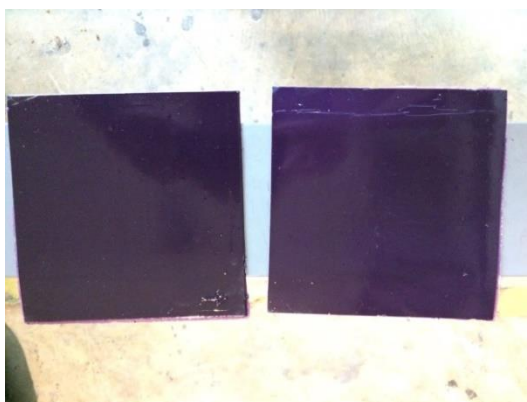
รูปที่ 4 การผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันด้วยเครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง



รูปที่ 5 การนำส่วนผสมที่เข้ากันแล้วใส่ภายในแบบหล่อนก่อนการอัดขึ้นรูป



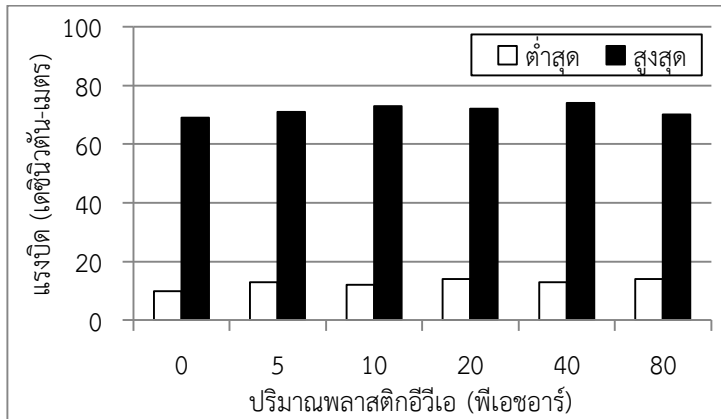
รูปที่ 6 การนำถอดแบบหล่อกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ



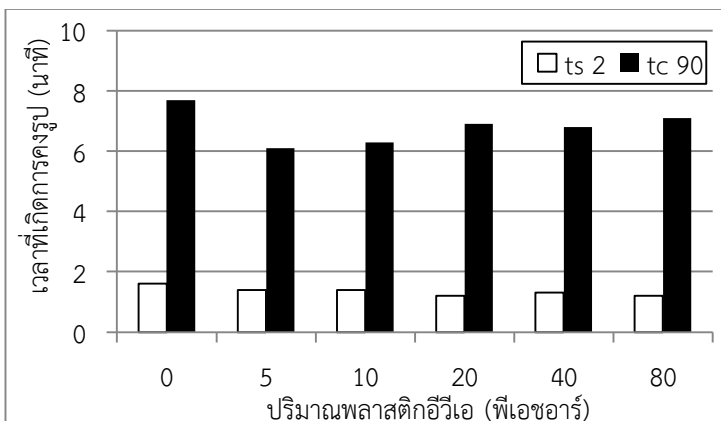
รูปที่ 7 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

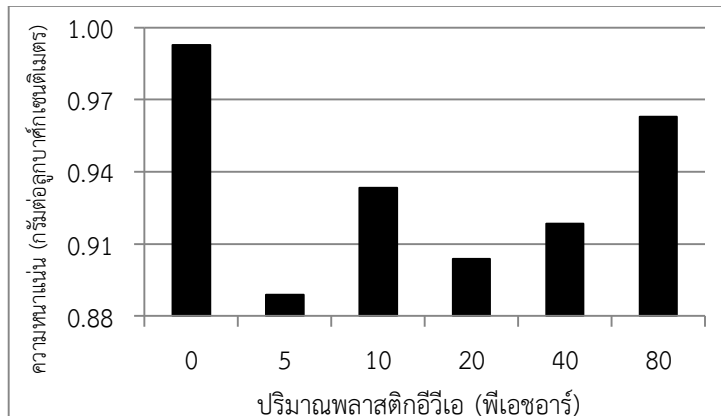
จากการทดสอบการคงรูป สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังนี้



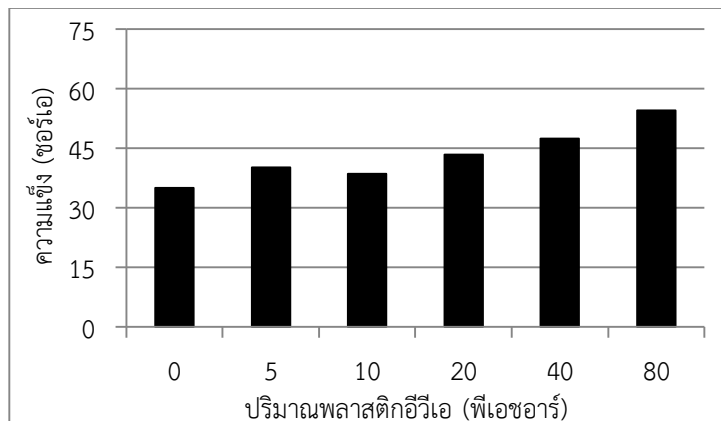
รูปที่ 8 ผลการทดสอบแรงบดของส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ



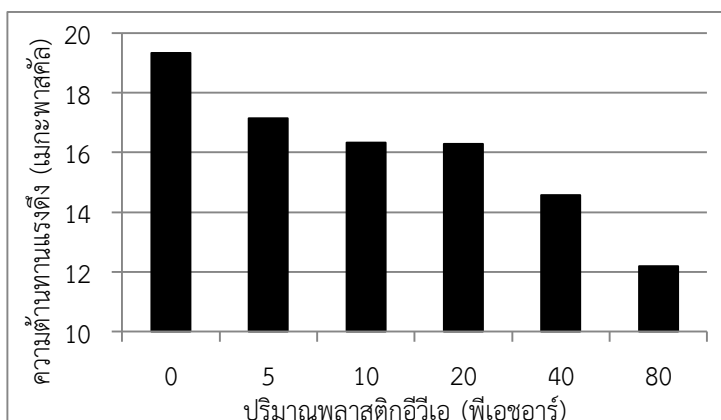
รูปที่ 9 ผลการทดสอบเวลาที่เกิดการคงรูป ของส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ



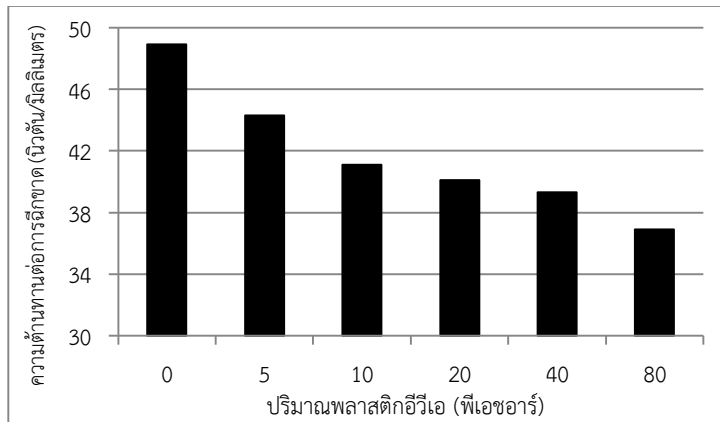
รูปที่ 10 ผลการทดสอบความหนาแน่นของกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ



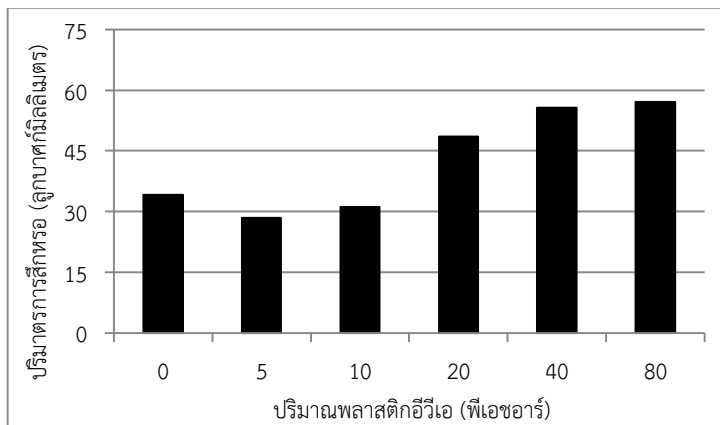
รูปที่ 11 ผลการทดสอบความแข็งของกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ



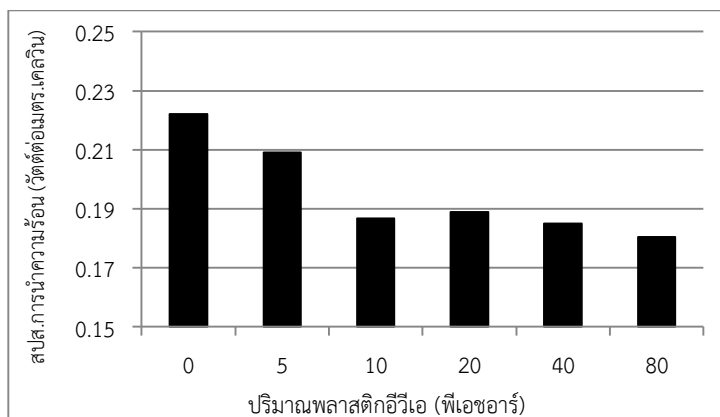
รูปที่ 12 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงของกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ



รูปที่ 13 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการงอกของเชื้อราของกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ

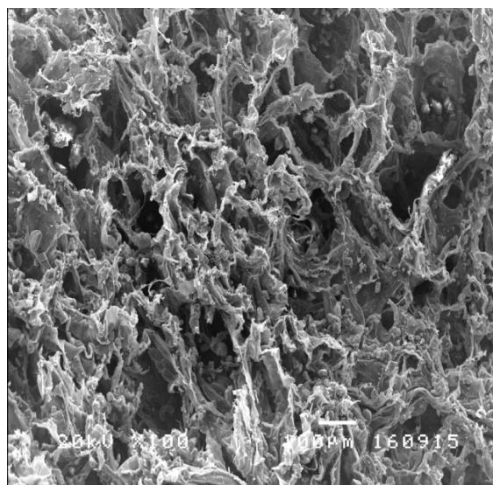


รูปที่ 14 ผลการทดสอบการดูดน้ำของเชื้อราของกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ

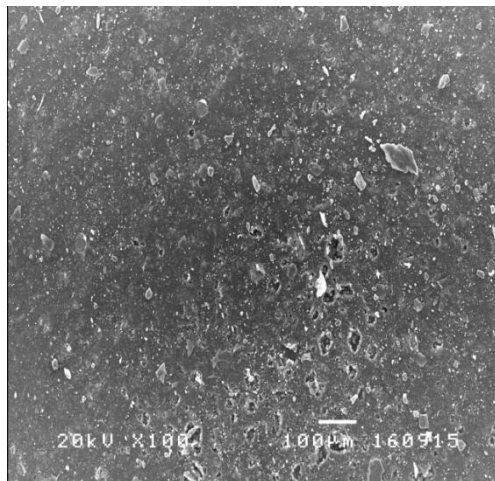


รูปที่ 15 ผลการทดสอบการดูดน้ำของเชื้อราของกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอ

การผสมเศษขยะพลาสติกอีวีเอลงในกระเบื้องยางพาราในอัตราส่วน ตั้งแต่ 0 พีเอชอาร์ ถึง 80 พีเอชอาร์ ส่งผลกระทบต่อสมบัติต่างๆ ของกระเบื้องยางพาราที่เปลี่ยนไป พบว่า แรงบิดต่ำสุดที่เกิดในขณะคงรูปของส่วนผสมมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณพลาสติกอีวีเอ (รูปที่ 8 และ 9) ซึ่งมีผลต่อค่าความหนืดที่มากขึ้นของส่วนผสมภายในแบบหล่อ และเมื่อขึ้นรูปกระเบื้องยางพาราผสมเศษพลาสติกอีวีเอแล้ว ได้ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ โดยค่าความหนาแน่นมีค่าลดลง (รูปที่ 10) และความแข็งมีค่าเพิ่มขึ้น (รูปที่ 11) เมื่อแผ่นกระเบื้องยางมีปริมาณของเศษพลาสติกที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนค่าการดูดซึมน้ำ เท่ากับร้อยละ 0 ในทุกอัตราส่วน ซึ่งจะส่งผลดีเมื่อนำไปใช้เป็นวัสดุปูพื้นและบุผนัง แต่สำหรับสมบัติทางกลอย่างความต้านทานแรงดึง และความทนต่อการฉีกขาด ของกระเบื้องยางพาราผสมพลาสติกอีวีเอทุกอัตราส่วน มีค่าต่ำกว่ากระเบื้องยางพาราที่ไม่มีส่วนผสมของพลาสติกอีวีเอ แต่สำหรับสมบัติการทนต่อการสึกหรอ จะมีค่าดีขึ้นเล็กน้อย เมื่อมีการผสมพลาสติกอีวีเอลงในกระเบื้องยางพาราในอัตราส่วน ไม่เกิน 10 พีเอชอาร์ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากขยะพลาสติกอีวีเอจากโรงงานเป็นวัสดุที่มีสมบัติทางกลต่ำกว่าแผ่นกระเบื้องยางพารารวมทั้งพลาสติกดังกล่าว เป็นวัสดุที่มีรพุนสูง และยังคงบดย่อยจนมีลักษณะเป็นเม็ด กลมๆ สั้นๆ (ดังรูปที่ 4 และ 16) จึงไม่สามารถช่วยพัฒนาสมบัติทางกลให้กับแผ่นกระเบื้องยางพาราได้ [11 – 12] นอกจากนี้ การผสมพลาสติกอีวีเอลงไปในแผ่นยางพารานั้น ยังใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกอีวีเอ จึงทำให้พลาสติกอีวีเอบางส่วนไม่เกิดการละลายและจับตัวเข้ากับยาง ทำให้ยางพาราต้องยึดเหนี่ยวพลาสติกอีวีเอบางส่วนไว้ไม่ให้หลุดออกอีกด้วย ดังรูปที่ 17 แต่การที่กระเบื้องยางพารามีพลาสติกอีวีเอ จึงช่วยในค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนลดลง และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี [13]



รูปที่ 16 ภาพขยายเศษพลาสติกอีวีเอที่ผ่านการบดแล้วด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
แบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า



รูปที่ 17 ภาพขยายกระเบื้องยางพาราผสมพลาสติกอีวีเอ 80 พีเอชอาร์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า

บทสรุป

จากการพัฒนาและทดสอบสมบัติต่างๆ ของแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมพลาสติกอีวีเอที่เหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้สามารถสรุปอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปได้ คือ กระเบื้องยางพาราผสมพลาสติกอีวีเอ อัตราส่วน 10 พีเอชอาร์ ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีสมบัติเหมาะสมสำหรับนำไปปูพื้นและตกแต่งผนังอาคารเนื่องจากมีค่าความแข็งและความต้านทานการสึกหรอที่มากขึ้น รวมทั้งความหนาแน่นและสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าที่ลดต่ำลง เมื่อเปรียบเทียบกับกระเบื้องยางพาราที่ไม่มีพลาสติกอีวีเอ ทำให้แผ่นกระเบื้องยางพาราผสมพลาสติกอีวีเอที่พัฒนามีความเป็นไปได้อย่างมากที่จะผลิออกมาในเชิงพาณิชย์ได้ ทั้งนี้ การศึกษาในครั้งต่อไป ควรมีการเพิ่มเติมเส้นใยเพื่อช่วยในการพัฒนาสมบัติทางกลให้เพิ่มสูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2558

บรรณานุกรม

- [1] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2548. ประกาศการขอรับทุนโครงการวิจัยขนาดเล็ก เรื่องยางพารา. โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม, 7 หน้า.

- [2] พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสถ, 2540. วัสดุก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [3] ประชุม คำพูน และกิตติพงษ์ สุวิโร, 2555. การใช้น้ำยางวัลคาไนซ์เพื่อพัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกผสมเศษพลาสติกเอทิลีนไวนิลอะซิเตท. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 8. สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (สคท.), ณ โรงแรมอมารี ออคิด พัทยา จ.ชลบุรี.
- [4] American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014. ASTM D1817: Standard Test Method for Rubber Chemicals Density. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- [5] American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014. ASTM D570: Standard Test Method for Water Absorption of Plastics. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- [6] American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014. ASTM D2240: Standard Test Method for Rubber Property Durometer Hardness. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- [7] American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014. ASTM D412: Standard Test Method for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers-Tension. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- [8] American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014. ASTM D624: Standard Test Method for Tear Strength of Conventional Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- [9] American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014. ASTM D1630: Standard Test Method for Rubber Property-Abrasion Resistance. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- [10] American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014. ASTM C177: Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded Hot-Plate Apparatus. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- [11] Barlow, Fred W., 1993. Rubber Compounding : Principles, Materials, and Techniques. 2nd Edition.
- [12] Jesse Edenbaum, 1992. Plastics additives and modifiers handbook. New York: Van Nostrand Reinhold, p.95–101.
- [13] ธัญชัย ปทุมวรกิจ, พันธดา พุฒิปาโรจน์, วรธรรม อุ่นจิตติชัย, และพรรณจิรา ทิศาภิชาติ, 2549. ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. Journal of Architectural/Planning Research and Studies. Volume 4, Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University.



คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

- ☐ การประดิษฐ์
- ☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
- ☒ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้
ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ 2522
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ 2535
และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
วันยื่นคำขอ	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ แผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหล็ทัง และกรรมวิธีการผลิต	
2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่ ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน	
3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย	3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 0 2282 9009, 08 8274 0869 3.3 โทรสาร 0 2282 9009 3.4 อีเมลล์ choositpakamas765@gmail.com
4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น	
5. ตัวแทน(ถ้ามี)/ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์) ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวิโร ที่อยู่ เลขที่ 8/3 หมู่ที่ 8 ถนนพุทธรักษา ตำบลท้ายบ้านใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ รหัสไปรษณีย์ 10280 ประเทศไทย	5.1 ตัวแทนเลขที่ 2262 5.2 โทรศัพท์ 08 1199 4705 5.3 โทรสาร 0 2549 4032 5.4 อีเมลล์ siam_macho@hotmail.com
6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิหาร ดีปัญญา ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 1381 ถ.พินุลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10800 และ ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวิโร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี เลขที่ 39 หมู่ที่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก คลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110 ประเทศไทย	
7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ ☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ	

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่าจะระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

แผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง และกรรมวิธีการผลิต

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

- 5 สาขาวิศวกรรมวัสดุที่เกี่ยวข้องกับแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง และกรรมวิธีการผลิต

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- จากนโยบายในการส่งเสริมสนับสนุนให้มีการปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่แถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือของรัฐบาล และปริมาณการปลูกยางพาราในกลุ่มประเทศเอเซียตะวันออกเฉียงใต้และ
10 ประเทศจีน แสดงให้เห็นถึง ผลผลิตยางออกที่จะสู่ตลาดในปริมาณที่มากขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลกระทบต่อราคาของยางพาราที่มีแนวโน้มตกต่ำอย่างมาก ถือได้ว่า เป็นปัญหาใหญ่สำหรับประเทศไทยที่อยู่ในฐานะผู้ผลิตและส่งออกยางพารามากเป็นอันดับต้นๆ ของโลก โดยมีเนื้อที่ปลูกประมาณ 12.3 ล้านไร่ มีผลผลิตส่งออกปีละประมาณ 2.4 ล้านตัน มูลค่า 100,000 ล้านบาท/ปี ส่งออกไปในรูปแบบน้ำยางข้น (Concentrate Latex) ยางแผ่นรมควัน (Ribbed Smoke Sheet : RSS) ยางอบแห้ง (Air Dried Sheet : ADS) และยางแท่ง (Standard
15 Thai Rubber : STR) และที่ตลาดต้องการมากที่สุด คือ ยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS 3) และยางแท่งเบอร์ 20 (STR 20)

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของยางพารายาง แผ่นกระเบื้องยาง จึงเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาราคายางพาราตกต่ำที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความต้องการใช้ที่สูงตามการขยายตัวของประชากร ที่อยู่อาศัย และเศรษฐกิจ ประกอบกับ ปัญหาขยะเศษผลิตภัณฑ์พลาสติกเอทิลีนไวนิลอะซิเตทหรืออีวีเอที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มากกว่า 1,000 โรงงาน (ประเทศไทยส่งออก
20 ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากอีวีเอมากเป็นอันดับ 5 ของโลก) เป็นวัสดุพูนที่มีความยืดหยุ่นแตกต่างกันตามแต่ละอุตสาหกรรม อาทิเช่น รองเท้าแตะ รองเท้ากีฬา ยางรัดของชนิดหัดได้ อุปกรณ์ทางการแพทย์ชนิดใช้ครั้งเดียว กาวหลอมด้วยความร้อน ของเด็กเล่น ฉนวนหุ้มลวดไฟฟ้า เฟอโรไนเจอร์ ภาชนะบรรจุของแช่แข็ง และกรวยที่กั้นถนนพลาสติก เป็นต้น เนื่องจากวัสดุดังกล่าวไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้ทั้งหมด เพราะจะทำให้
25 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้อยลงเรื่อยๆ จึงทำให้ต้องกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ ซึ่งส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เมื่อพิจารณาจากลักษณะ ส่วนประกอบ และสมบัติในการหลอมละลายของเศษหรือโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง พบว่า พลาสติกดังกล่าว มีรูปพูนค่อนข้างมาก น้ำหนักเบา และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี จึงเหมาะกับการนำไปใช้พัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างต่างๆ

- กระเบื้องยาง เป็นวัสดุพูนพื้นที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มากกว่าวัสดุพูนทั่วไป จากสมบัติที่ยืดหยุ่น
30 พื้นผิวไม่ลื่น เป็นฉนวนไฟฟ้า และอ่อนตัวง่าย ทำให้สามารถลดการเกิดและความรุนแรงจากอุบัติเหตุ ดุดับเสียงดี ป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วผ่านร่างกายในกรณีเครื่องใช้ไฟฟ้ามีปัญหา และใช้ปูพื้นบนผิวต่างๆ ได้ดี เช่น

พื้นคอนกรีต, พื้นหินขัด, พื้นไม้เก่าหรือใหม่ เป็นต้น แต่พื้นผิวจะต้องมีผิวหน้าเรียบ แห้ง แข็ง และสะอาด ลักษณะผิวหน้าของพื้นมีส่วนช่วยให้กระเบื้องยางที่ปูนั้น ดูสวย เรียบ และทนทานขึ้น สำหรับการติดตั้งก็ง่ายโดยใช้เพียงกาวยางก็สามารถยึดแผ่นกระเบื้องยางกับพื้นผิวได้ทันที

- 5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอ นอกจากเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพาราแล้ว ยังช่วยลดปัญหาขยะพลาสติกจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ยากต่อการกำจัด ซึ่งมีส่วนให้ประเทศไทยมีความมั่นคงด้านราคายางพาราและสิ่งแวดล้อมที่ดีอย่างยั่งยืน

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

- 10 ลักษณะของแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง ประกอบด้วย ยางพาราแท่งเกรด STR20, ซิงค์ออกไซด์ (ZnO), กรดสเตียริก (Stearic Acid), กำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur, เมอร์แคปโตเบนโซไทเอซอล (Mercapto benzthiazole, MBT), ไดฟีนิลกวานิดีน (Diphenyl Guanidine, DPG) และโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดด้วยเครื่องบดผสมแบบสองลูกกลิ้ง ใส่ส่วนผสมลงแบบหล่อ และอัดด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน ได้แผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง

- 15 ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์นี้ เพื่อใช้เป็นแผ่นกระเบื้องยางปูพื้น บุผนัง แผ่นยางรองเครื่องจักร และแผ่นยางอื่นๆ สำหรับบ้านพักอาศัย และอุตสาหกรรมทั่วไป

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ส่วนผสมของแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง ประกอบด้วย

- | | | | | |
|----|-------------------------------|--------|--------|------------------------------|
| 20 | - ยางพาราแท่ง เกรด STR 20 | ปริมาณ | 100 | ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด |
| | - โฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง | ปริมาณ | 5 - 80 | ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด |
| | - ซิงค์ออกไซด์ | ปริมาณ | 5 | ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด |
| | - กรดสเตียริก | ปริมาณ | 2 | ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด |
| | - กำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur | ปริมาณ | 3 | ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด |
| | - เมอร์แคปโตเบนโซไทเอซอล | ปริมาณ | 0.5 | ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด |
| | - ไดฟีนิลกวานิดีน | ปริมาณ | 0.2 | ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด |

- 25 การเตรียมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้งสำหรับใช้เป็นส่วนผสมของแผ่นกระเบื้องยางพารานั้น ต้องทำการบดย่อยขนาดโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้งด้วยเครื่องบดพลาสติก เพื่อให้โฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้งมีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือมีขนาดเล็กกว่า 4.76 มิลลิเมตร

- กรรมวิธีการผลิตแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง เริ่มจากบดยางพาราแท่งเกรด STR 20 เพื่อเติมส่วนผสมอื่นๆ ด้วยเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง ทำการเติมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้งที่บดย่อยแล้ว ลงในยางพาราที่บดภายในเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง ผสมจนเข้ากัน แล้วจึงผสมซิงค์ออกไซด์และกรดสเตียริกลงในส่วนผสมที่กำลังบดอยู่ในเครื่อง จากนั้น เติมเมอร์แคปโตเบนโซไทโธซอลและไดฟีนิลกัวนิดีน แล้วทำการผสมจนเข้ากัน และเติมกำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur เพื่อให้เกิดการคงรูป แล้วทำการผสมจนส่วนผสมเข้ากันทั้งหมด นำส่วนผสมที่เข้ากันดีแล้ว ใส่ลงในแบบหล่อเพื่อเตรียมขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง ทำการขึ้นรูปแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้งด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 – 6 นาที จนแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้งเกิดการคงรูป ก่อนนำไปใช้งานต่อไป

10 วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. ส่วนผสมของแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง ประกอบด้วย

5	- ยางพาราแท่ง เกรด STR 20	ปริมาณ	100	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
	- โฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง	ปริมาณ	5 - 80	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
	- ซิงค์ออกไซด์	ปริมาณ	5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
	- กรดสเตียริก	ปริมาณ	2	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
	- กำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur	ปริมาณ	3	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
	- เมอร์แคปโตเบนโซไทเอโซล	ปริมาณ	0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
	- ไดฟนิลกัวนีนีน	ปริมาณ	0.2	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

10 2. กรรมวิธีการผลิตแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง ตามข้อถือสิทธิ 1 มีดังนี้

ก. เตรียมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง โดยการบดย่อยขนาดโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้งด้วยเครื่องบดพลาสติก เพื่อให้โฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้งมีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือมีขนาดเล็กกว่า 4.76 มิลลิเมตร

15 ข. บดยางพาราแท่ง เกรด STR 20 เพื่อเติมส่วนผสมอื่นๆ ด้วยเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง

ค. ทำการเติมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง ลงในยางพาราที่บดภายในเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง ผสมจนเข้ากัน

ง. แล้วจึงผสมซิงค์ออกไซด์และกรดสเตียริกลงในส่วนผสมที่กำลังบดอยู่ในเครื่อง

จ. เติมเมอร์แคปโตเบนโซไทเอโซลและไดฟนิลกัวนีนีน แล้วทำการผสมจนเข้ากัน

20 ฉ. เติมกำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur เพื่อให้เกิดการคงรูป แล้วทำการผสมจนส่วนผสมเข้ากันทั้งหมด

ช. นำส่วนผสมที่เข้ากันดีแล้ว ใส่ลงในแบบหล่อเพื่อเตรียมขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง

25 ซ. ขึ้นรูปแผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้งด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 – 6 นาที จนเกิดการคงรูป

บทสรุปการประดิษฐ์

แผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโพลิเมอร์พลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง ประกอบด้วย ยางธรรมชาติแท่ง เกรด STR20, ซิงค์ออกไซด์ (ZnO), กรดสเตียริก (Stearic Acid), กำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur, เมอร์แคปโตเบนโซไทเอซอล (Mercapto benzthiazole, MBT), ไดฟีนิลกวานิดีน (Diphenyl Guanidine, DPG) และโพลิเมอร์พลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดด้วยเครื่องบดผสมแบบสองลูกกลิ้ง ใส่ส่วนผสมลงแบบหล่อ และอัดด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน ได้แผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโพลิเมอร์พลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง สำหรับใช้เป็นแผ่นกระเบื้องยางปูพื้น บุนนัง แผ่นยางรองเครื่องจักร และแผ่นยางอื่นๆ สำหรับบ้านพักอาศัยและอุตสาหกรรมทั่วไป

หนังสือสัญญาโอนสิทธิขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร

เขียนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล

เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

วันที่ 10 กันยายน 2558

สัญญาระหว่างผู้โอน คือ **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิหาร ดีปัญญา** ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10800 ประเทศไทย และ **ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวิโร** ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110 ประเทศไทย โดยมีผู้รับโอน คือ **มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร** โดย รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์ ตำแหน่ง อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร เลขที่ 399 ถ.สามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย

โดยสัญญานี้ ผู้โอนซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ **แผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโฟมพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง และกรรมวิธีการผลิต** ขอโอนสิทธิในการประดิษฐ์ดังกล่าว ซึ่งรวมถึงสิทธิขอรับอนุสิทธิบัตรและสิทธิอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้รับโอน โดยผู้รับโอนได้จ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมให้แก่ผู้โอน

เพื่อเป็นพยานหลักฐานแห่งการนี้ ผู้โอนและผู้รับโอนได้ลงลายมือชื่อไว้ข้างล่างนี้

(ลงชื่อ)	ผู้โอน	(ลงชื่อ)	ผู้โอน
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิหาร ดีปัญญา)		(ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวิโร)
		(ลงชื่อ)	ผู้รับโอน
			(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)
(ลงชื่อ)	พยาน	(ลงชื่อ)	พยาน
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)		(ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์)

หนังสือมอบอำนาจ

ข้าพเจ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดย รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์ ตำแหน่ง อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย ขอมอบหมายและแต่งตั้งให้ **ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร** (ตัวแทนสิทธิบัตรเลขที่ 2262) ที่อยู่ เลขที่ 8/3 หมู่ที่ 8 ถนนพุทธรักษา ตำบลท้ายบ้านใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ รหัสไปรษณีย์ 10280 ประเทศไทย เป็นตัวแทนและผู้รับมอบอำนาจของข้าพเจ้าอันแท้จริง และขอด้วยกฎหมายเพื่อข้าพเจ้าและในนามข้าพเจ้าให้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตรและให้ได้มาซึ่งสิทธิบัตร ภายใต้ชื่อ **“แผ่นกระเบื้องยางพาราผสมโพลิพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง และกรรมวิธีการผลิต”** ให้รับโอนการประดิษฐ์การออกแบบผลิตภัณฑ์สิทธิบัตรและคำขอรับสิทธิบัตรต่างๆ และเพื่อความประสงค์ที่ได้กล่าวมาแล้วในนามของข้าพเจ้า ให้ลงนามและยื่นบรรดาหนังสือและเอกสารทั้งหมดซึ่งตัวแทนผู้รับมอบอำนาจในฐานะดังที่ได้กล่าวมาแล้วอาจคิดเห็นว่าเป็นการจำเป็นหรือพึงต้องการ ให้เปลี่ยนแปลงแก้ไขและเพิกถอนคำขอรับสิทธิบัตรและเอกสารต่างๆ เช่นว่ามานั้น ให้ไปปฏิบัติการ ณ สถานที่ราชการหรือ ณ ที่อื่นใด ให้ต่อสู้หรือป้องกันคำขอและสิทธิบัตรให้พ้นจากการปฏิเสธการคัดค้านหรือการขัดขวางใดๆ ให้ยื่นคำร้องคัดค้านและคำอุทธรณ์ ให้ชำระค่าธรรมเนียมทั้งหลายทั้งปวง และให้แต่งตั้งตัวแทนช่วงภายใต้อำนาจของตัวแทนผู้รับมอบอำนาจเพื่อกระทำการอย่างหนึ่งอย่างใดหรือกระทำการทั้งหมดดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น และให้มีอำนาจยกเลิกการแต่งตั้งตัวแทนช่วงได้ตามอำเภอใจเช่นเดียวกัน และโดยหนังสือนี้ข้าพเจ้าขอยืนยันและให้สัตยาบันรับรองทุกสิ่งทุกอย่างที่ตัวแทนของข้าพเจ้าหรือตัวแทนช่วงอาจได้กระทำไปโดยชอบด้วยกฎหมายอาศัยอำนาจแห่งหนังสือนี้

ลงวันที่ ณ วันที่ 10 กันยายน 2558

(ลงชื่อ) ผู้มอบอำนาจ

(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

(ลงชื่อ) ผู้รับมอบอำนาจ

(ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร)

(ลงชื่อ) พยาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิहार ดีปัญญา)

(ลงชื่อ) พยาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกุล)



ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.ที. สุพรรณ วัสดุก่อสร้างและการเกษตร

P.T. SUPHAN CONSTRUCTION MATERIALS AND AGRICULTURE LIMITED PARTNERSHIP

เลขที่ 80 หมู่ที่ 4 ตำบล สนามชัย อำเภอเมือง สุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี 72000

วันที่ 14 กันยายน 2558

เรื่อง ขอขอบคุณ ผศ.ดร.วิहार ดีปัญญา
ในงานวิจัยเรื่อง ผลกระทบกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ด้วยทาง ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.ที. สุพรรณ วัสดุก่อสร้างและการเกษตร ได้นำส่วนหนึ่งของผลงานวิจัย
ของ ผศ.ดร.วิहार ดีปัญญา ในงานวิจัยเรื่อง ผลกระทบกระเบื้องยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจาก
โรงงานอุตสาหกรรม ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาขยะพลาสติกเหลือทิ้ง และเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่
ซึ่งช่วยให้ ห้างหุ้นส่วน สามารถลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มรายได้มากขึ้น

ในการนี้ ทางบริษัทจึงขอขอบคุณมายัง ผศ.ดร.วิहार ดีปัญญา ในงานวิจัยเรื่อง ผลกระทบกระเบื้อง
ยางพาราผสมเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลพระนคร ที่ให้ความช่วยเหลือมา ณ ที่นี้



ขอแสดงความนับถือ

นางสาวปวีณา อ่อนสินธิ
ตำแหน่ง หัวหน้าส่วนกรรมการ