Proceeding Book

การประชุมวิชาการระดับชาติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ครั้งที่ 11

ประจำปี 2562

RMUTCON

11th Rajamangala University of Technology National Conference

10th Rajamangala University of Technology International Conference

"วิถีราชมงคล ขับเคลื่อนนวัตกรรม เพื่อสร้างสรรค์ เศรษฐกิจและสังคม"

ภาคโปสเตอร์

Session 3 :

วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่ 24 – 26 กรกฎาคม 2562

ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติ

เฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา เชียงใหม่

รหัส	ชื่อเรื่อง	ผู้นำเสนอ/หน่วยงาน	หน้าที่
369	การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดโฟมควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	วีรวุฒิ ขันรัตน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	134
370	การพัฒนาระบบสารสนเทศสาหรับการเบิกจ่าย เงินค่าจ้าง ของพนักงาน หจก. เอ็ม.เอ.วาย จังหวัด พิษณุโลก	มรกต ทองพรหม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	150
375	สื่อการเรียนรู้แอนิเมชั่น 2 มิติ เรื่อง การเพาะเห็ดนางฟ้าเพื่อการบริโภค สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านกร่างวิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก	ปฏิกมล โพธิคามบำรุง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	164
378	ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการแปรรูปใบมะกรูด	ศุภชัย ชุมนุมวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	181
393	การศึกษาสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมจากพอลิแลคติกแอซิดและยางธรรมชาติคอมปาวด์	วิษณุ เจริญถนอม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	189
446	การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางกลของวัสดุผสมจากพอลิเมอร์ธรรมชาติพอลิแลคติคแอซิดและเส้นใยใบตองแห้ง	สมพงษ์ พิริยายนต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	199
468	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ถังปฏิกรณ์แบบไฮโดรไดนามิกส์คาวิเตชั่น	อิทธิพล วรพันธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	209
480	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับความหลากหลายของเฟิร์นในเขตอำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน	ปกรณ์ สุนทรเมธ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	222
492	สมบัติเชิงกล การลามไฟและสัณฐานวิทยาของวัสดุผสมย่อยสลายได้พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต/แคลเซียมคาร์บอเนต	ณัฐกฤตา ประเสริฐโสภา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	236
498	ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น	ปราโมทย์ วีรานุกูล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	246
529	ครื่องไมโครเวฟแบบลำเลียงสำหรับกำจัดมอดในข้าวโพดอาหารสัตว์	รวิภัทร ลาภเจริญสุข สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	262
552	การจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับหมู่บ้านคาร์บอนต่ำบ้านห้วยน้ำกืนและบ้านป่าเมี่ยง	นพพร พัชรประกิติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	272
563	การศึกษาและพัฒนาเว็บแอพลิเคชันการจัดการเส้นทางการท่องเที่ยว จังหวัดกาญจนบุรี	พรคิด อั้นขาว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	287
639	การออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุมันฝรั่งทอด	อนุวัตร ศรีนวล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	298

ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น

Coconut Coir Ceiling Board Product with Water Resistance and Thermal Insulation Property for Local Communities

ปราโมทย์ วีรานุกูล[1*] อิทธิ วีรานุกูล [2] และกิตติพงษ์ สุวีโร [3]
Pramot Weeranukul [1*] Itthi Weeranukul [2] Kittipong Suweero [3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทำการออกแบบอัตราส่วนปูนยิปซัมปาสเตอร์ต่อขุยมะพร้าวต่อสารละลายโซเดียมซิลิเกตต่อเนื้อยางธรรมชาติต่อน้ำประปา จำนวน 6 อัตราส่วน เท่ากับ 1: 0.15: 0.03: 0.00: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.01: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.02: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.04: 1 และ 1: 0.15: 0.03: 0.05: 1 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดานด้วยวิธีหล่อในอุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส) ทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประกอบด้วย การทดสอบแรงกดแตก แรงต้านทานการดึงตะปู การแอ่นตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น สัมประสิทธิ์การนำความร้อน และการใช้งานจริง ผลการทดสอบ พบว่า อัตราส่วน 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1 โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสมที่สุด แผ่นฝ้าเพดานที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถลดปริมาณขุยกะลามะพร้าวเหลือทิ้ง และได้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

คำสำคัญ: แผ่นฝ้าเพดาน; ขุยมะพร้าว; น้ำยางธรรมชาติ; ฉนวนป้องกันความร้อน; ชุมชนท้องถิ่น

ABSTRACT

This research aims to develop the coconut coir ceiling board mixed with natural latex. The 6 ratios of gypsum plaster: coconut coir: sodium silicate: natural rubber: tap water are equal to 1: 0.15: 0.03: 0.00: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.01: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.02: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.04: 1, and 1: 0.15: 0.03: 0.05: 1 by weight. The ceiling boards were produced by casting in normal temperature (30 – 35 degree of Celsius). The properties testing of coconut coir ceiling board mixed with natural latex followed the TIS 219-2009 standard (gypsum plasterboard) including: breaking load, nail pull resistance, deflection, water absorption, density, thermal conductivity coefficient, and real usage. From the results, 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1 ratio is the most suitable ratio of coconut coir ceiling board mixed with natural latex. This developed ceiling boards can reduce the quantity of coconut coir waste and get the good thermal insulation ceiling board products.

Keywords: ceiling board; coconut coir; natural latex; thermal insulation; local community

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

[1] Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Vachira Phayaban, Dusit, Bangkok 10300, Thailand

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ตำบลย่านยาว อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี 72130

[2] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi,
Yarnyao, Samchuk, Suphan Buri 72130, Thailand

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

[3] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Klonghok, Thanyaburi, Pathum Thani 12110, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Pramot.w@rmutp.ac.th

บทนำ

มะพร้าว เป็นพืชนิยมปลูกกันมากในภาคใต้ ได้แก่ นครศรีธรรมราช ชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ ตรัง ภาคกลาง ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม นครปฐม เพชรบุรี ราชบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี จันทบุรี ระยอง ตราด ฉะเชิงเทรา พื้นที่ปลูก 2,163,439 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 1,917,287 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 1,947,963.59 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,016 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถใช้บริโภคทั้งอาหารคาวและหวาน จากปริมาณผลผลิตของมะพร้าวข้างต้น ทำให้มีปริมาณเปลือกมะพร้าวเหลือทิ้งในปริมาณมากตามไปด้วย (สกอ., 2547) ได้แก่ เส้นใยและขุยมะพร้าวที่ได้จากการแกะด้านในของเปลือกมะพร้าว วัสดุทั้ง 2 ชนิด เป็นวัสดุธรรมชาติที่ไม่มีสารพิษ เส้นใยมะพร้าว เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวๆ สามารถต้านทานปฏิกิริยาจากจุลินทรีย์ ทนการกัดกร่อนจากน้ำเค็มได้ดี (Asasutjarit et al., 2007) นิยมนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เช่น เชือกและที่นอน เป็นต้น และขุยมะพร้าว เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าวที่มีลักษณะเป็นขุยๆ ละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท มีสมบัติเบา ทนแดด และทนฝน ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์เมื่อเทียบกับเส้นใยมะพร้าว ทำให้ขุยมะพร้าวเกือบทั้งหมด ถูกทิ้งเป็นขยะหรือถูกเผาก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม

แผ่นฝ้าเพดาน (ceiling board) เป็นวัสดุตกแต่งอาคารเพื่อปกปิดส่วนที่ไม่ต้องการให้เห็น เช่น โครงหลังคา คานโครงสร้าง และท่อน้ำ เป็นต้น ประกอบด้วย ปูนยิปซัม (gypsum plaster) เป็นไส้กลางระหว่างกระดาษเหนียวผิวเรียบ หรือวัสดุผิวเรียบทั้งสองด้าน โดยมีการผสมเส้นใยสังเคราะห์ หรือวัสดุเพิ่มคุณภาพอื่นๆ ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้แผ่นฝ้าเพดานเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย สามารถติดตั้งได้ทั้งชนิดฉาบเรียบและชนิดทีบาร์ (ประชุม และคณะ, 2552) ทั้งนี้ วัสดุดังกล่าวเป็นที่ต้องการของตลาดมาก ทั้งชุมชนเมืองและชุมชนท้องถิ่น เนื่องจากความต้องการความสวยงาม และความสะอาดของอาคาร มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นปีละไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ทั้งนี้ ศูนย์วิจัยกสิกรไทย ประเมินไว้ว่า มูลค่าลงทุนด้านก่อสร้างในปัจจุบัน จะอยู่ที่ประมาณ 997,500 – 1,015,900 ล้านบาท ผนวกกับการขยายตัวของกิจกรรมการค้าชายแดน โดยเฉพาะกลุ่ม CLM (สปป.ลาว เมียนมาร์ และกัมพูชา) ที่กำลังพัฒนาเมือง และโครงสร้างพื้นฐานภายในประเทศ จะส่งผลให้ทั้งกลุ่มผู้บริโภคและผู้รับเหมามีความต้องการวัสดุก่อสร้างมากขึ้น ทั้งนี้ สินค้าวัสดุก่อสร้างของไทย ก็ได้รับการยอมรับในกลุ่มประเทศเหล่านี้ ด้วยเหตุที่มีคุณภาพ หลากหลาย และบริการดี ด้วยเหตุจากทั้งสองปัจจัยข้างต้น จึงผลักดันให้ตลาดวัสดุก่อสร้างภายในประเทศเติบโตต่อเนื่อง (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556)

การนำขุยมะพร้าวที่มีน้ำหนักเบา ทนแดด ทนฝน และนำความร้อนต่ำ มาเป็นส่วนผสมในแผ่นฝ้าเพดานยิปซัม จึงมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาสมบัติด้านน้ำหนัก แข็งแรง คงทน และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดาน รวมทั้งสามารถลดปริมาณการใช้ปูนยิปซัมและเส้นใยสังเคราะห์ที่มีต้นทุนสูงของแผ่นฝ้าเพดานลงได้ สำหรับผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน เป็นการพัฒนาแผ่นฝ้าเพดาน ขนาดมาตรฐาน 60 x 60 เซนติเมตร โดยให้ความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. ความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ต้นทุนการผลิต และที่สำคัญต้องผลิตได้ภายในชุมชนท้องถิ่น โดยใช้เครื่องจักรขนาดเล็กที่ผลิตได้ภายในประเทศ นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาต่อยอดความต้านทานการดูดซึมน้ำ ซึ่งเป็นสมบัติที่แผ่นฝ้า

เพดานทั่วไปไม่สามารถต้านทานได้ ให้แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวมีสมบัติที่ดีขึ้น โดยการใช้น้ำยางธรรมชาติเป็นสารผสมเพิ่ม เพื่อช่วยในการลดช่องว่าง และยึดแผ่นฝ้าเพดานไว้เมื่อสัมผัสกับน้ำ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งจะช่วยลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว และวิสาหกิจชุมชนสามารถผลิตเองได้ ช่วยสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับชุมชนฐานรากของประเทศ

วิธีการดำเนินงาน

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 ปูนยิปซัมปลาสเตอร์

2.1.2 ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร

2.1.3 โซเดียมซิลิเกต

2.1.4 น้ำยางธรรมชาติข้นร้อยละ 60 ชนิดพรีวัลคาไนซ์ ดังรูปที่ 2 และตารางที่ 1

รูปที่ 2 น้ำยางธรรมชาติข้นร้อยละ 60 ชนิดพรีวัลคาไนซ์

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของน้ำยางธรรมชาติข้น ชนิดพรีวัลคาไนซ์

สารประกอบ	น้ำหนัก (กรัม)
60% น้ำยางข้น	167.0
10% โปแตสเซียมไฮดรอไซด์	2.0
10% เทอริค 16 เอ 16	0.2
50% กำมะถัน	1.6
50% แซดดีอีซี	0.8
50% แซดเอ็มบีที	0.8
50% วิงสเตย์แอล	2.0
50% ทิทาเนียมไดออกไซด์	2.0
50% ซิงค์ออกไซด์	2.0
น้ำ	170.5

2.1.5 น้ำประปา

2.1.6 กระดาษเหนียว

2.1.7 เครื่องผสมคอนกรีต

2.1.8 ตะแกรงร่อนวัสดุ

2.1.9 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.1.10 แบบหล่อ ขนาด 60 x 60 x 0.9 เซนติเมตร

2.1.11 แบบหล่อ ขนาด 30 x 30 x 0.9 เซนติเมตร

2.1.12 ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ

2.1.13 เครื่องทดสอบอเนกประสงค์

2.1.14 เครื่องทดสอบสภาพนำความร้อน

2.1.15 เครื่องตัดเส้นใย พร้อมตะแกรงบด ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 เครื่องตัดเส้นใย

2.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม

ออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ จำนวน 6 อัตราส่วน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติโดยน้ำหนัก

อัตราส่วน	ปูนยิปซัม ปาสเตอร์	ขุยมะพร้าว	โซเดียมซิลิเกต	เนื้อยาง ธรรมชาติ	น้ำประปา
R0	1	0.15	0.03	0.00	1
R0.01	1	0.15	0.03	0.01	1
R0.02	1	0.15	0.03	0.02	1
R0.03	1	0.15	0.03	0.03	1
R0.04	1	0.15	0.03	0.04	1
R0.05	1	0.15	0.03	0.05	1

หมายเหตุ การคิดปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่ใส่เข้าไปในส่วนผสมให้คำนวณเพื่อหาปริมาณเนื้อยางธรรมชาติที่อยู่ภายในน้ำยางธรรมชาติ โดยมีปริมาณเนื้อยางธรรมชาติ ร้อยละ 60

2.3 การขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน

2.3.1 ย่อยและคัดขนาดขุยมะพร้าวให้มีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร และความยาว 1 นิ้ว หรือ 2.54 เซนติเมตร

2.3.2 ตวงปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ขุยมะพร้าว สารโซเดียมซิลิเกต น้ำยางธรรมชาติ และน้ำประปา ตามอัตราส่วนที่ออกแบบ

2.3.3 ผสมสารโซเดียมซิลิเกตและน้ำประปาให้เข้ากัน

2.3.4 ผสมปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ขุยมะพร้าว น้ำยางธรรมชาติ และน้ำประปาที่ผสมสารเร่งการก่อตัวแล้ว เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ ตามอัตราส่วนที่กำหนด ด้วยเครื่องผสมคอนกรีต

2.3.5 เตรียมแบบหล่อให้สะอาด

2.3.6 เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบที่มีการติดตั้งกระดาษเหนียวไว้ จากนั้นปาดให้ผิวเรียบในอุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส) ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 การเทส่วนผสมฝ้าเพดานลงในแบบหล่อ

2.3.7 บ่มแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนด

2.4 การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดาน

ทดสอบแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) และมาตรฐาน ASTM C 177 (ASTM, 2012) โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนต่อการทดสอบ ประกอบด้วย แรงกดแตก แรงต้านทานการดึงตะปู (รูปที่ 5) การแอ่นตัว การดูดซึมน้ำ อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว ความหนาแน่น สัมประสิทธิ์การนำความร้อน และการใช้งานจริง

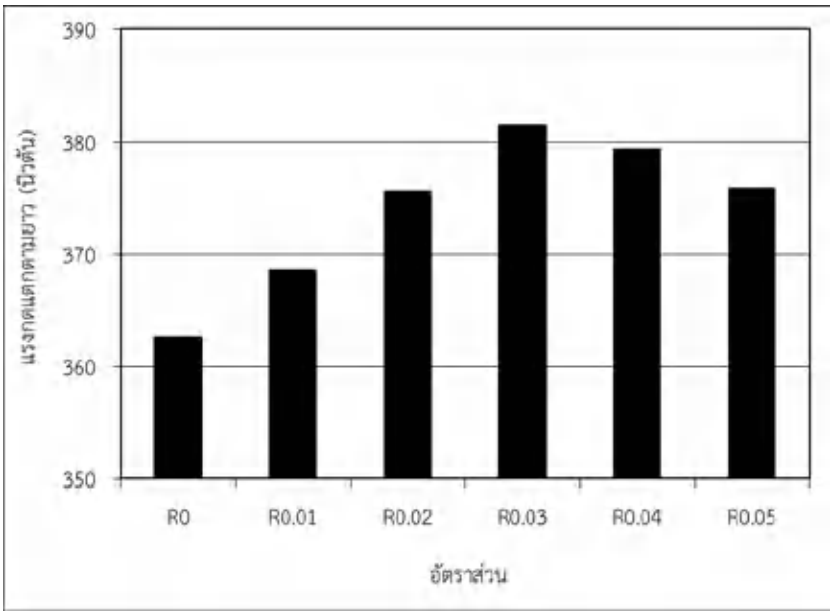
รูปที่ 5 การทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว

ผลการดำเนินงาน

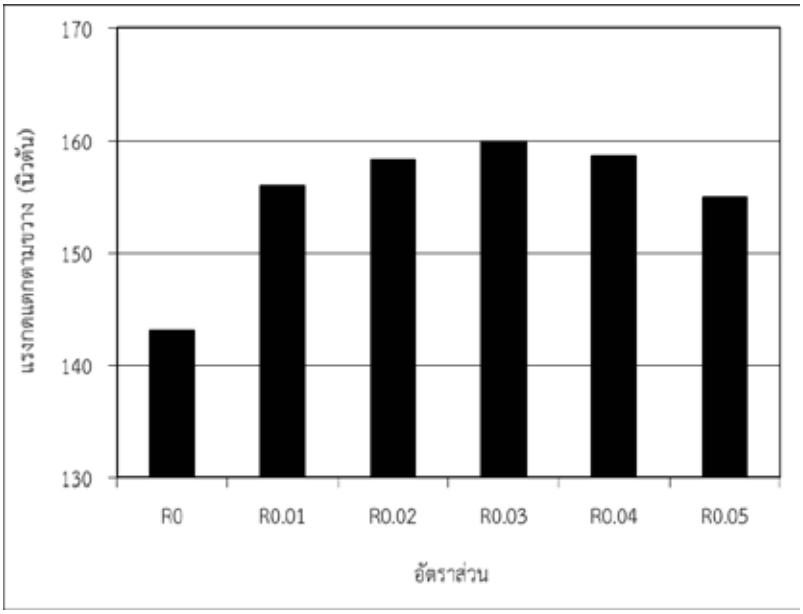
จากการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) และมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังต่อไปนี้

3.1 แรงกดแตก

การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน ในแนวตามยาวและตามขวางนั้น สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 6 และ 7



รูปที่ 6 แรงกดแตกตามยาวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

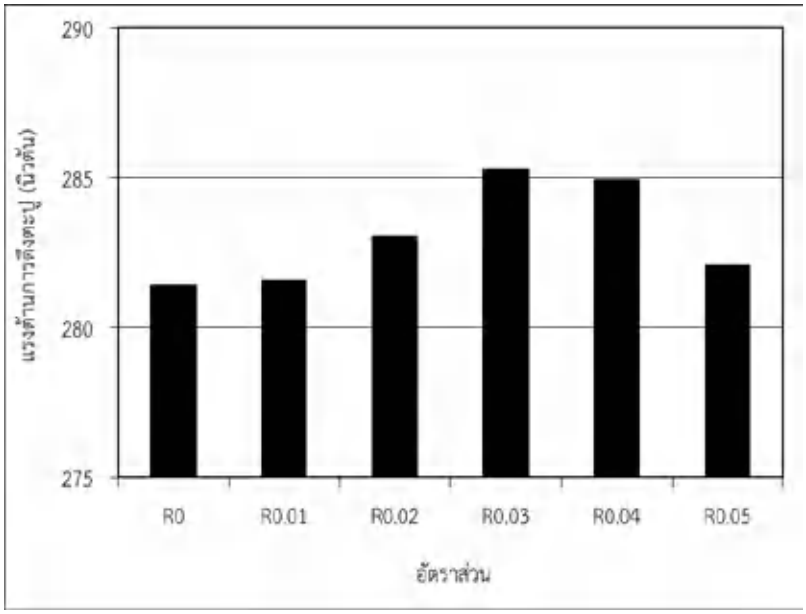


รูปที่ 7 แรงกดแตกตามขวางของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากผลการทดสอบแรงกดแตกตามยาวและตามขวางในรูปที่ 6 และ 7 พบว่า ปริมาณของน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวเพื่อเพิ่มความต้านทานแรงกดแตก คือ อัตราส่วน R0.03 รองลงมาคือ อัตราส่วน R0.04 อัตราส่วน R0.02 อัตราส่วน R0.01 อัตราส่วน R0.05 และอัตราส่วน R0 เป็นอัตราส่วนเหมาะสมน้อยที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากน้ำยางธรรมชาติที่แทรกเข้าไปในช่องว่างของแผ่นฝ้าเพดาน เป็นวัสดุจำพวกพอลิเมอร์ที่มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถในการรับแรงดึงได้ ทำให้เมื่อผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว น้ำยางธรรมชาติจะแข็งตัวและช่วยเพิ่มความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแรงกดแตกทั้งตามยาวและตามขวางได้ ทั้งนี้ หากใส่น้ำยางธรรมชาติในปริมาณมากเกินไป น้ำยางธรรมชาติจะไปลดปริมาณยิปซัมและขุยมะพร้าวที่เป็นวัสดุที่ยึดเหนี่ยวแผ่นฝ้าเพดานเป็นหลัก แทนการเข้าไปแทรกในช่องว่างเพื่อช่วยรับแรงดึง ทำให้แรงกดแตกลดลงดังกล่าว (ปริญญา และชัย, 2551) อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบผลการทดสอบดังกล่าวกับมาตรฐาน มอก. 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 356 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) และแรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 133 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติทุกอัตราส่วน สามารถผ่านมาตรฐานดังกล่าวได้

3.2 แรงต้านทานการดึงตะปู

ผลการทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 8

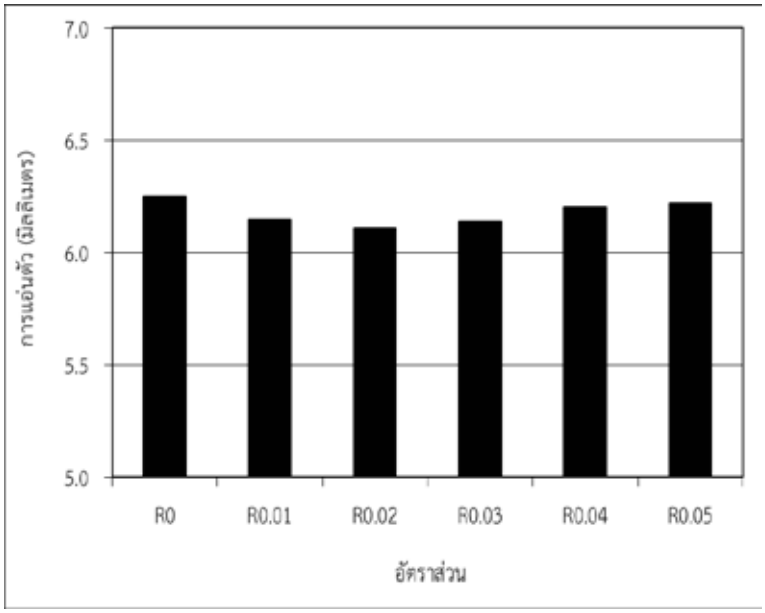


รูปที่ 8 แรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากรูปที่ 8 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถผ่านมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แผ่นยิปซัมหรือแผ่นฝ้าเพดาน ต้องรับแรงต้านทานการดึงตะปู ไม่ต่ำกว่า 270 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) ได้ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการใช้งานแผ่นฝ้าเพดานหรือแผ่นยิปซัมได้อย่างหลากหลายและคงทน โดยแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วน R0.03 เป็นอัตราส่วนที่สามารถรับแรงดึงตะปูได้มากที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน R0.04 R0.02 R0.01 R0.05 และแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติหรืออัตราส่วน R0 เป็นอัตราส่วนที่รับแรงดึงตะปูได้น้อยที่สุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากน้ำยางธรรมชาติที่ผสมจะเข้าไปแทรกในช่องว่างของเนื้อแผ่นฝ้าเพดาน ทำให้เมื่อมีแรงต้านทานการดึงตะปูที่เพิ่มขึ้น (Bledzki and Gassan, 1999)

3.3 การแอ่นตัว

ผลการทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว ทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 9

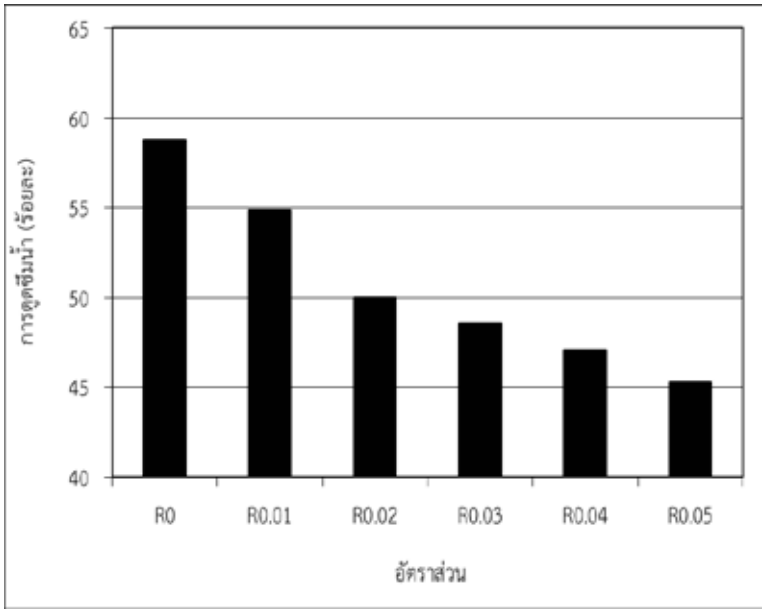


รูปที่ 9 การแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

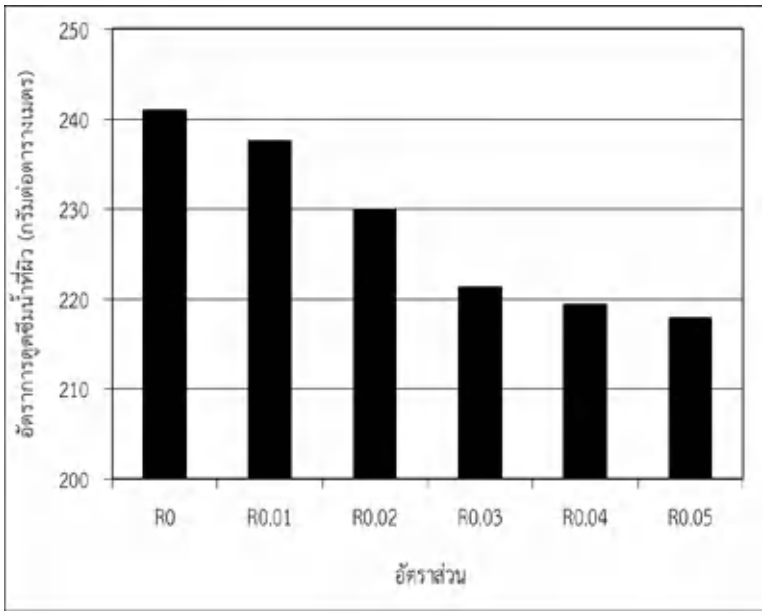
รูปที่ 9 แสดงผลการทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ พบว่า การผสมน้ำยางธรรมชาติในปริมาณที่เหมาะสมลงในแผ่นฝ้าเพดาน จะช่วยให้ค่าการแอ่นตัวมีค่าลดต่ำกว่าแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลมาจากการแทรกตัวของน้ำยางธรรมชาติและความสามารถในการรับแรงดึง (ปริญญา และชัย, 2551) ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่าการแอ่นตัวทั้งหมดกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ที่กำหนดให้การแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดาน ความหนา 9 มิลลิเมตร ต้องมีการแอ่นตัวไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวทุกอัตราส่วนสามารถผ่านตามที่มาตรฐานกำหนดได้

3.4 การดูดซึมน้ำ

จากการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วนต่างๆ ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 10 และ 11



รูปที่ 10 การดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน



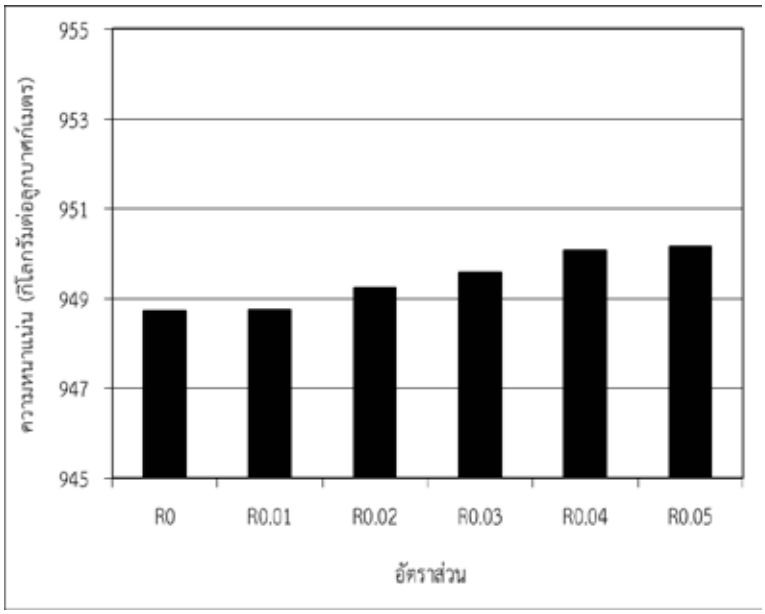
รูปที่ 11 อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากผลทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวในรูปที่ 10 และ 11 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ หรืออัตราส่วน R0 มีการดูดซึมน้ำสูงที่สุด และค่อยๆ ลดลงมาเมื่อมีการผสมน้ำ

ยางธรรมชาติที่มีความทึบน้ำ (Barlow, 1993) ในปริมาณที่มากขึ้น โดยแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.05 เป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำที่เกิดขึ้นกับมาตรฐาน มอก. 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แผ่นยิปซัม ประเภททนความชื้น ต้องมีค่าการดูดซึมน้ำ ไม่เกินร้อยละ 5 และอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว ไม่เกิน 160 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งแม้ว่าแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้งหมดที่พัฒนาขึ้น จะมีค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำลดลงจากเดิม แต่ก็ยังคงเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด ทำให้แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาตินี้ สามารถผ่านมาตรฐานแผ่นยิปซัม ประเภทไม่ทนความชื้น

3.5 ความหนาแน่น

สำหรับผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

ผลกระทบของปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่มีต่อค่าความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวในรูปที่ 12 พบว่า โดยแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ หรืออัตราส่วน R0 จะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด รองลงมาคือ แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วน R0.01 R0.02 R0.03 R0.04 และ R0.05 จะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากค่าความหนาแน่นของยางธรรมชาติที่มีค่าระหว่าง 920 ถึง 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Barlow, 1993; Faherty et al., 1995)

3.7 การใช้งานจริง

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน ทำให้สามารถเลือกแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำไปทดสอบใช้งานจริง เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่มีสมบัติทางกลดีที่สุด และยังเป็นอัตราส่วนที่มีความทึบและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นกว่าแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ โดยการนำแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03 มาติดตั้งเป็นฝ้าเพดาน โดยใช้โครงฝ้าแบบทีบาร์ (T-Bar) ขนาดกว้างและยาว 3x3 เมตร หรือคิดเป็นพื้นที่ 9 ตารางเมตร ดังรูปที่ 14

รูปที่ 14 การทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03

จากการทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03 ในรูปที่ 14 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติดังกล่าวมีพื้นผิวที่เรียบสม่ำเสมอ แข็งแรง และตัดให้มีขนาดตามที่ต้องการได้ โดยสามารถติดตั้งบนโครงฝ้าทีบาร์ (T-Bar) ได้เช่นเดียวกับแผ่นฝ้าเพดานทั่วไป

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการผลิตแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ สามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการหล่อขึ้นรูป โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าว คือ อัตราส่วนปูนยิปซัมปาสเตอร์ต่อขุยมะพร้าวต่อสารละลายโซเดียมซิลิเกตต่อเนื้อยางธรรมชาติต่อน้ำประปา เท่ากับ 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1 โดยน้ำหนัก (อัตราส่วน R0.03) ซึ่งมีคุณสมบัติ ได้แก่ แรงกดแตกตามยาว 381.39 นิวตัน แรงกดแตกตามขวาง 159.93 นิวตัน แรงต้านการดึงตะปู 285.28 นิวตัน การแอ่นตัว 6.14 มิลลิเมตร การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 48.55 อัตราการดูดซึม

น้ำที่ผิว 221.37 กรัมต่อตารางเมตร ความหนาแน่น 949.57 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.288 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน ทั้งนี้ แผ่นฝ้าเพดานที่พัฒนาสามารถผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประเภทไม่ทนความชื้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย และนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

กมล กาญจนรุจี, โสภาพรรณ แสงศัพท์ และสิงห์ อินทรชูโต, 2552. การใช้โฟมร่วมกับผนังยิปซัมบอร์ด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันเสียง, การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิระวัฒน์ เต่แก้ว, ณัฏฐวัฒน์ หวะสุวรรณ์, ประพัฒน์ ภูมิสถาน และสมชาย รัตนวงค์, 2551. การศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติ, ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

ธนัญชัย ปคุณวรกิจ, พันธุดา พุฒิไพโรจน์, วรธรรม อุ่นจิตติชัย, และพรรณจิรา ทิศาวิภาต, 2549. ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง 4.

บุญธรรม นิธิอุทัย, 2530. ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์และคุณสมบัติ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประชุม คำพุฒ, สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์, สมพิศ ดีบุญโน และสุโรจน์ ศรีสินหอม, 2552. การพัฒนากระเบื้องหลังคาซีเมนต์และฝ้าเพดานโดยใช้ยางธรรมชาติเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2552, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555. ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต. พิมพ์ครั้งที่ 7. สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (ส.ค.ท.), หน้า 2.

พรพรรณ นิธิอุทัย, 2528. สารเคมีสำหรับยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

มณเธียร โอทองคำ, สุจิระ ขอจิตต์เมตต์ และปิติศานต์ กร้ำมาตร, 2552. การใช้เศษฝุ่นฝ้ายเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม, Environment and Natural Resources Journal, Vol.7, No.1, หน้า66-73.

วรวัฒน์ แก่นจำปา, วรวุฒิ เตชะพร้อมวุฒิ, สุทธิชัย วิโรจน์, พงษ์พันธ์ ชัยณรงค์รัตน์ และอนุชา จันทรา, 2552. การศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร, ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

วราภรณ์ ขจรไชยกุล, 2523. วิทยาการขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับยางแห้ง. งานอุตสาหกรรมยาง ศูนย์วิจัยการยาง หาดใหญ่.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556. แนวโน้มอสังหาริมทรัพย์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.kasikornresearch.com/th/k-econanalysis/ pages/ViewSummary.aspx?docid=31781

สมชาย อินทะตา, แสงทอง อินธิแสง, เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์, 2553. กำลังอัดและกำลังดัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยเมื่อใช้ FGD ยิปซัมแทนยิปซัมจากธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปีครั้งที่ 6, ณ โรงแรม แกรนด์ แปซิฟิค ซอฟเฟอริน รีสอร์ท แอนด์ สปา, เพชรบุรี, 20 - 22 ตุลาคม 2553, MAT-41.

เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์, 2537. เทคโนโลยียาง, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.), 2547. โครงการพัฒนาวัสดุมวลเบาจากเส้นใยมะพร้าว, ชุดโครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีมะพร้าว. เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), 2552. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นยิปซั่ม (มอก. 219-2552), สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2530. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2530/31. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2012. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia.

Asasutjarit, C., Hirunlabh, J., Khedari, J., Charoenvai, S., Zeghmati, B., & Shin, U. C., 2007. Development of coconut coir-based lightweight cement board. Construction and Building Materials. 21(2), 277–288.

Barlow, Fred W., 1993. Rubber Compounding : Principles, Materials, and Techniques. 2nd Edition.

Bledzki, A.K. and Gassan, J., 1999. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. Progress in Polymer Science 24, pp.221-274.

Clemens J. M. Lasance, 2001. Design, Materials, Compounds, Adhesives, and Substrates [Online]. Available on: https://www.electronics-cooling.com/2001/11/ the-thermal-conductivity-of-rubbers-elastomers/#.

Faherty, Keith F. and Williamson, Thomas G., 1995. Wood Engineering and Construction Handbook. Second Edition. New York: McGraw-Hill, Inc.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. Natural Fibers: Coir, International Year of Natural Fibers 2009. Retrieved December 1, 2011.