# แผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา
# Thermal insulation bamboo weaving sheet from wood sawdust/natural rubber composites

**เปรมณัช ชุมพร้อม[1,*] จรูญ เจริญเนตรกุล[2] และ วรรธนพร ชีววุฒิพงศ์[3]**

[1,2] จ จ จ 2
[3] จ จ จ 2

. Corresponding author; E1mail address premmanat2@rmutsv2ac2h

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา เป็นการนำขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมกับน้ำยางพารา ประกบด้วยแผ่นไม้ไผ่สานทั้งด้านบนและด้านล่างลักษณะคล้ายแซนวิช โดยใช้น้ำยางพาราเป็นวัสดุเชื่อมประสานระหว่างขี้เลื่อยไม้ยางพารากับแผ่นไม้ไผ่สาน ชิ้นงานมีขนาดกว้าง 30 cm ยาว 30 cm ความหนา 1 cm ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยสัดส่วนของวัสดุผสม (น้ำยางพาราต่อขี้เลื่อย) 5 สัดส่วน ประกอบด้วย RS20 (20: 100) RS24 (24: 100) RS28 (28: 100) RS32 (32: 100) และ RS36 (36: 100) เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกลและความสามารถในการกันความร้อนของแผ่นผนังไม้ไผ่สาน ผลการทดสอบพบว่า RS28 RS32 และ RS24 สามารถรับแรงกดแตกได้สูงสุด 3,724 N 3,128 N และ 3,112 N ตามลำดับ RS32 RS36 และ RS24 มีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำสูงสุดร้อยละ 7.15 6.82 และ 6.76 ตามลำดับ จากผลการทดสอบสมบัติเชิงความร้อน RS20 RS28 และ RS36 มีค่าสภาพนำความร้อน 0.076 w/m.k 0.077 w/m.k และ 0.077 w/m.k ตามลำดับ และมีค่าต้านทานความร้อน 0.166 $m^2$.K/W 0.174 $m^2$.K/W และ 0.172 $m^2$.K/W ตามลำดับ ซึ่งแผ่นไม้ไผ่สานทั้ง 3 สัดส่วน ผ่านค่ามาตรฐาน JIS A 5908:2003 Type 8 (Insulation Board) จากการวิจัยแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพาราสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการผลิตชิ้นงานต้นแบบ แผ่นผนังเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีต้นทุนการผลิต 370 baht/$m^2$

คำสำคัญ: ขี้เลื่อยไม้ยางพารา, น้ำยางพารา, ไม้ไผ่สาน

## Abstract

The objective of this research was to study the production in thermal insulation bamboo weaving sheet from wood sawdust/ natural rubber composites, which the combined sawdust rubber wood and latex next to covering the bamboo sheets, on the top and back side as sandwiched. The latex was reinforced between sawdust rubber wood, and bamboo sheet. The sheet dimension was 30x30x1 cm by compression molding. The ration of composites ( latex: sawdust rubber wood) composed 5 ratios: RS20 (20: 100) RS24 (24: 100) RS28 (28: 100) RS32 (32: 100), and RS36 (36:100) were studied for mechanical properties and thermal insulation of bamboo weaving sheet from wood sawdust/ natural rubber composites. The results showed that the RS28, RS32, and RS24 showed the maximum force loading capacity 3,724 N 3,128 N and 3,112 N respectively. While, the RS32 RS36 and RS24 presented swelling in thickness after immersion in water of 7.15 6.82 and 6.76 respectively. The thermal properties showed that thermal conductivity of RS20 (0.076 w/m•k), RS28 (0.077 w/m•k) and RS36 (0.077 w/m•k).

As, thermal resistance of 0.166 $m^2$.K /W, 0.174 $m^2$.K/W, and 0.172 $m^2$.K /W, respectively. It was found that 3 ratio of thermal insulation bamboo weaving sheet from wood sawdust/ natural rubber composites passed JIS A 5908: 2003 Type 8 (Insulation Board) standard. From the research, the thermal insulation bamboo weaving sheet from wood sawdust/ natural rubber composites, can be applied as a guideline for producing prototypes wall panels to produce environmentally friendly products. The production cost is 370 baht/$m^2$

Keywords: wood sawdust/ natural rubber, latex, Bamboo weaving sheet

## 1. คำนำ

ยางพาราเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่ง มีผู้ประกอบการและเกษตรกรทำธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับยางพาราประมาณ 1 ล้านครัวเรือน หรือประมาณ 6 ล้านคน ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกยางพาราและผลิตภัณฑ์ยางพาราเป็นอันดับ 1 ของโลกนับตั้งแต่ พ.ศ. 2534 เป็นต้น มา โดยใน พ.ศ. 2561 มีการผลิตยางพาราจำนวน 14.56 ล้านตัน มีการส่งออกจำนวน 12.67 ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 87 ของผลผลิตทั้งหมด ผลิตเพื่อใช้ในประเทศ จำนวน 1.98 ล้านตัน ซึ่งสามารถทำรายได้เข้าประเทศได้ปีละกว่า 500,000 ล้านบาท [1] ส่งผลให้อุตสาหกรรมไม้ยางพารา (Rubber wood Industry) ครอบคลุมตั้งแต่การเลือกสรรพันธุ์ต้นยางพารา การปลูก การนำไม้ยางพารามาใช้ประโยชน์ ซึ่งในปัจจุบันไม้ยางพารามีความสำคัญในงานเฟอร์นิเจอร์และวงการก่อสร้างเป็นอย่างสูง แต่การแปรรูปก็จะก่อให้เกิดของเสียต่อสิ่งแวดล้อม คือ ซึ่งที่ผ่านมามีการใช้ประโยชน์ในการผลิตก้อนเชื้อเห็ด และผลิตแผ่นไม้อัด เป็นต้น

ไม้ไผ่เป็นพืชยืนต้นที่พบทั่วไปมีลำต้นกลมและกลวงตรงกลาง มีข้อกระจายอยู่ทั่วไปเพื่อเสริมให้ลำต้นเหนียวขึ้น ทำให้สามารถผ่าทางยาวให้มีขนาดเล็กได้เท่าที่ต้องการ เปลือกหรือผิวของลำไม้ไผ่แข็งและเรียบเป็นมัน โดยปราศจากการตกแต่ง ไม้ไผ่บางชนิดมีสีดำหรือมีสีสันต่างๆ กัน รวมทั้งเป็นจุดๆ ทำให้ดูสวยงามยิ่งขึ้น มีกาบหุ้มลำตามข้อซึ่งกาบนี้จะหลุดไปเมื่อ

ลำไม้ไผ่เริ่มมีอายุ ลักษณะที่ปรากฏภายนอกที่เห็นชัดเหล่านี้จะแตกต่างกันไปไม้ไผ่แต่ละชนิด จึงสามารถนำมาใช้ในการจำแนกพันธุ์ไม้ไผ่ได้ เช่น ไผ่ตง ไผ่สีสุก ไผ่ลำมะลอก ไผ่ป่า ไผ่รวก เป็นต้น โดยเฉพาะไผ่ตงซึ่งเป็นไผ่เศรษฐกิจที่ปัจจุบันมีการนำมาใช้ประโยชน์หลากหลาย[2] นำมาสานเป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ เป็นฝาผนังซึ่งนิยมใช้ในการสร้างเพื่อใช้ทำเป็นที่อยู่อาศัย การทำอาชีพสานฝาผนังจากไม้ไผ่คำนึงเรื่องการใช้วัสดุทางธรรมชาติที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าและการอนุรักษ์โดยการปลูกทดแทน สามารถสร้างรายได้ให้กับครอบครัวได้เป็นอย่างดี ส่งเสริมให้คนมีรายได้จากอาชีพและสนับสนุนโครงการเศรษฐกิจพอเพียง เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและใช้วัสดุในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ อนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น

น้ำยางพาราเป็นผลิตผลที่ได้จากท่อลำเลียงอาหารในส่วนเปลือกของต้นยางพารา สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ยางชนิดต่าง ๆ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท ตั้งแต่อุตสาหกรรมหนัก เช่น การผลิตยางรถยนต์ ไปจนถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในครัวเรือน น้ำยางที่ได้จากต้นยางพารามีคุณสมบัติบางอย่างที่สามารถผลิตยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber) ซึ่งมีคุณสมบัติโดดเด่นกว่าวัสดุอื่น ดังนั้นยางพาราจึงมีความสำคัญต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก [3] จากวิกฤตการณ์ราคายางพาราที่ตกต่ำส่งกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรชาวสวนยางพารา และนำไปสู่ความเดือดร้อนของเกษตรกร การเพิ่มปริมาณการใช้ยางพารามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง การนำยางพารามาใช้ประโยชน์และการสร้างนวัตกรรมจากยางพาราเพื่อเพิ่มมูลค่าเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาระยะยาวของราคายางพารา จึงเป็นที่มาของงานวิจัยในครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มมูลค่าของน้ำยางพาราที่มีราคาตกต่ำ และสร้างมูลค่าให้แก่ขยะเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมไม้ยางพาราคือขี้เลื่อย เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตแผ่นผนัง โดยการมุ่งเน้นให้วัสดุผสมจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารามีสมบัติเด่นในการป้องกันความร้อน รวมทั้งการเสริมความแข็งแรงด้วยไม้ไผ่สานนำมาประกอบลักษณะคล้ายแซนด์วิช ซึ่งในปัจจุบันอุตสาหกรรมท่องเที่ยวรีสอร์ทเชิงอนุรักษ์ที่สร้างจากแนวคิดรักษ์โลก โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าภายในรีสอร์ท ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การก่อสร้างตกแต่งภายในทั้งหมดให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม เน้นใช้วัสดุจากธรรมชาติ หยิบของที่มีในท้องถิ่นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เพื่อลดการใช้พลังงาน ซึ่งในปัจจุบันทางผู้ประกอบการรีสอร์ท มีความนิยมในการสร้างที่พักจากผนังไม้ไผ่แต่พบปัญหาเรื่องการถ่ายเทความร้อนภายในที่พัก การศึกษาการผลิตแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพาราจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว รวมทั้งการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและแก้ปัญหาราคายางตกต่ำอีกทางหนึ่ง

*2* จ จ

1.1.1 เพื่อผลิตแผ่นผนังไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา

1.1.2 เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกลและความสามารถในการกันความร้อนของแผ่นผนังไม้ไผ่สาน

## 2. ขอบเขตของการวิจัย

*2*

2.1.1 แผ่นผนังไม้ไผ่สาน จะใช้ขนาด 30 x 30 cm จักสานเป็นลวดลายต่างๆ ตามที่ต้องการ โดยเลือกไม้ไผ่สายพันธ์ “ไผ่ตง” ที่มีความแก่จัดมาจักสานเป็นแผ่นฝาผนัง ซึ่งจะต้องตากแดดให้แห้งเพื่อไม่ให้ไม้ไผ่ขึ้นราและเกิดการยืดตัวหรือหดตัวมากจนเกินไป ดังรูปที่ 1



**รูปที่ 1** แผ่นผนังไม้ไผ่สาน

2.1.2 น้ำยางพารา จะใช้น้ำยางพาราที่มีส่วนที่เป็นเนื้อยางแห้ง (Dry rubber Content หรือ DRC) อยู่ในช่วง 32 – 36 % โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นน้ำยางสดไม่เจือน้ำ และไม่เติมสารแอมโมเนีย (NH3) เพื่อรักษาสภาพน้ำยาง ดังรูปที่ 2



**รูปที่ 2** น้ำยางพารา

2.1.3 ขี้เลื่อย ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราจากโรงงานยางพาราแปรรูปไม้ยางพารา ดังรูปที่ 3



**รูปที่ 3** ขี้เลื่อยไม้ยางพารา

## 3. วิธีการศึกษา

*3.1*

อัตราส่วนผสมน้ำยางพาราต่อขี้เลื่อยที่จะนำมาใช้ผลิตชิ้นตัวอย่าง จะแบ่งเป็น 5 สัดส่วนการผสม ซึ่งในแต่ละสัดส่วนการผสมจะมีชิ้นตัวอย่าง 10 ชิ้น รวมเป็น 50 ชิ้นตัวอย่าง และแผ่นผนังไม้ไผ่ธรรมดาขนาดเท่ากันอีก 10 ชิ้น รวมทั้งหมดเป็น 60 ชิ้นตัวอย่างซึ่งจะแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** สัดส่วนการผสมของตัวอย่าง

| สัดส่วนการผสม | น้ำยางพารา : ขี้เลื่อย | จำนวน (ชิ้น) |
|---|---|---|
| RS 20 | 20 : 100 | 10 |
| RS 24 | 24 : 100 | 10 |
| RS 28 | 28 : 100 | 10 |
| RS 32 | 32 : 100 | 10 |
| RS 36 | 36 : 100 | 10 |

**หมายเหตุ** : RS คือ อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำยางพาราต่อขี้เลื่อย

*2* จ จ

3.2.1 เครื่องอัดอเนกประสงค์ขนาด 40 T



**รูปที่ 4** เครื่องอัดอเนกประสงค์

3.2.2 แบบหล่อ ขนาด 30 x 30 cm



**รูปที่ 5** แบบหล่อ ขนาด 30 x 30 cm

3.2.3 ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ



**รูปที่ 6** ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ

3.2.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก



**รูปที่ 7** เครื่องชั่งน้ำหนัก

*3* จ

ในการอัดขึ้นรูปแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนในครั้งนี้ จะผลิตตามมาตรฐาน JIS A 5908 : 2003 Type 8 (Insulation Board) อัดขึ้นรูปให้ได้ตามมาตรฐาน ซึ่งกำหนดความหนาแน่น 400-900 kg/m$^3$ [4] และทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876-2547 ไม้อัดราบ [5] และ

3.3.1 เตรียมน้ำยางพาราและขี้เลื่อยไม้ยางพาราตามน้ำหนักของสัดส่วนการผสม

3.3.2 ทำการตัดแผ่นไม้ไผ่สานและแผ่นพลาสติกให้ได้ขนาด 30×30 cm จำนวน 2 แผ่น การรองแผ่นพลาสติกทั้งบนและล่างของแผ่นไม้ไผ่สานทำให้ชิ้นงานออกมาสวยงาม

3.3.3 หลังจากรองแผ่นพลาสติกแล้ว ให้นำแผ่นไม้ไผ่สานวางลงในแบบหล่อ จำนวน 1 แผ่น

3.3.4 ทำการผสมน้ำยางพาราและขี้เลื่อยไม้ยางพาราให้เข้ากันในกระบะผสม เป็นเวลา 5 นาที

3.3.5 นำขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ผสมกับน้ำยางพาราแล้ว ใส่ลงในแบบหล่อและเกลี่ยให้เรียบทั่วทั้งแบบหล่อ

3.3.6 วางแผ่นไม้ไผ่สานปิดด้านบนของชิ้นงานและวางแผ่นพลาสติกทับบนอีกครั้ง

3.3.7 ปิดแบบหล่อ หลังจากนั้นอัดตามกำลังที่ออกแบบไว้ และค้างน้ำหนักกดไว้โดยซีแคลมป์ จำนวน 8 ตัว เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.3.8 นำชิ้นงานออกจากแบบหล่อก็จะได้ตัวอย่างชิ้นงานแผ่นไม้ไผ่สานจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา



(ก) การชั่งน้ำหนัก



(ข) ผสมขี้เลื่อยและน้ำยางพาราเข้าด้วยกัน



(ค) ปรับผิวให้เรียบ



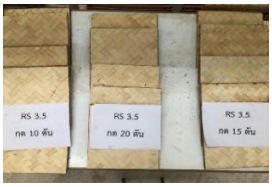
(ง) ปิดทับด้วยแผ่นไม้ไผ่สาน



(จ) ค้างน้ำหนักกดไว้โดยซีแคลมป์



(ฉ) ถอดชิ้นงานออกจากแบบหล่อ

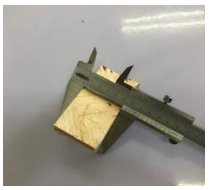



(ช) แผ่นไม้ไผ่สานจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา

**รูปที่ 8** การอัดขึ้นรูปแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

*2* จ

3.4.1 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น



**รูปที่ 9** การทดสอบหาค่าความหนาแน่น

3.4.2 การทดสอบการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ



**รูปที่ 10** การทดสอบการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ

3.4.3 การทดสอบแรงกดแตก



**รูปที่ 11** การทดสอบแรงกดแตก

3.4.4 การทดสอบหาค่าการนำความร้อนและค่าการต้านทานความร้อนโดยส่งทดสอบที่กรมวิทยาศาสตร์



**รูปที่ 12** ทดสอบหาค่าการนำความร้อนและการต้านทานความร้อน

## 4. ผลการทดสอบ

*2*

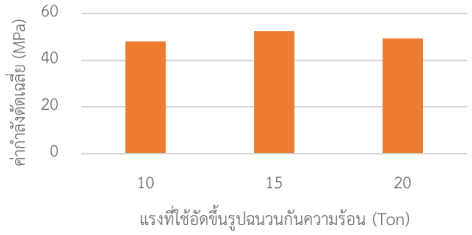
**ตารางที่ 2** ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของขี้เลื่อยไม้ยางพาราและแผ่นไม้ไผ่สาน

| วัสดุ | ความถ่วงจำเพาะ | ความชื้น (%) | การดูดซึมน้ำ (%) | ความหนาแน่น (kg/m$^3$) |
|---|---|---|---|---|
| ขี้เลื่อยไม้ยางพารา | 1.04 | 27.33 | 61.88 | 203.00 |
| แผ่นไม้ไผ่สาน | 0.62 | 6.81 | 16.84 | 617.00 |

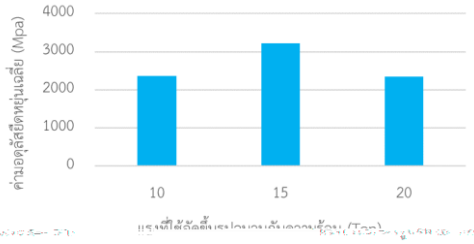
จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของขี้เลื่อยไม้ยางพาราและแผ่นไม้ไผ่สาน พบว่า ขี้เลื่อยไม้ยางพารามีค่าความชื้นร้อยละ 27.33 มีความสอดคล้องกับวรรณวิภา ไชยชาญ [6] ที่ทำการทดสอบได้ค่าความชื้นร้อยละ 26.60 สำหรับแผ่นไม้ไผ่สานมีค่าความชื้นร้อยละ 6.81 และความหนาแน่นร้อยละ 617.00 มีความสอดคล้องกับการวิจัยการผลิตไผ่อัดประสานเพื่องานประดิษฐกรรมของวัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์ [7] ที่ทำการทดสอบได้ค่าความชื้นของไผ่อัดประสานร้อยละ 9.20 – 11.24 และมีค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วง 468.75 – 947.96 kg/m$^3$

*2* จ

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการหากำลังที่ใช้ในการอัดแผ่นตัวอย่าง โดยจะทำการเลือกสัดส่วนการผสมมา 1 สัดส่วนการผสม ทางผู้วิจัยได้เลือกสัดส่วนการผสม RS 28 เนื่องจากเป็นสัดส่วนการผสมที่มีอัตราส่วนน้ำยางต่อขี้เลื่อยไม้ยางพาราไม่มากและไม่น้อยจนเกินไป ผลการทดสอบจะได้ดังรูปที่ 13 และรูปที่ 14




**รูปที่ 13** ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้อัดกับกำลังอัดของตัวอย่าง




**รูปที่ 14** ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้อัดกับมอดุลัสยืดหยุ่นของตัวอย่าง

จากการทดสอบหาค่าแรงที่เหมาะสมในการอัดตัวอย่าง ดังรูปที่ 13 และรูปที่ 14 โดยทำการทดสอบชิ้นงานแรงอัดละ 5 ตัวอย่าง (15 ตัวอย่าง) พบว่า แรงที่ใช้อัด 10 T มีค่ากำลังอัดเฉลี่ย 48.28 MPa และมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่น 2,360 MPa แรงที่ใช้อัด 15 T มีค่ากำลังอัดเฉลี่ย 52.41 MPa และมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่น 3,220 MPa และแรงที่ใช้อัด 20 T มีค่ากำลังอัดเฉลี่ย 49.32 MPa และมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่น 2,340 MPa ในการขึ้นรูปชิ้นงานแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้แรงอัดขึ้นรูป 15 T มาขึ้นรูปแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพาราทั้งหมด 5 สัดส่วนการผสมคือ RS20 RS24 RS28 RS32 และ RS36 เพราะมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยและค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยมากที่สุด และแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนยังติดแน่นพอดี น้ำยางพาราไม่ซึมออกมาจากแผ่นไม้ไผ่สาน ทำให้แผ่นไม้ไผ่สานสวยงามเนื่องจากไม่มีรอยน้ำยางติดอยู่ที่แผ่นไม้ไผ่สาน

*2* จ

4.3.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

**ตารางที่ 3** ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

| สัญลักษณ์ | อัตราส่วนผสม (g) | ความหนาแน่น ($kg/m^3$) | ความชื้น (%) | การพองตัว (%) |
|---|---|---|---|---|
| มาตรฐาน JIS A5908 2003 Type8 | - | 400-900 | 5 - 13 | <12 |
| RS 20 | 2.5 : 12 | 548.51 | 12.85 | 6.73 |
| RS 24 | 3.0 : 12 | 586.38 | 11.99 | 6.76 |
| RS 28 | 3.5 : 12 | 555.73 | 11.61 | 6.35 |
| RS 32 | 4.0 : 12 | 678.21 | 12.59 | 7.15 |
| RS 36 | 4.5 : 12 | 661.96 | 11.86 | 6.82 |

จากตารางที่ 3 สัดส่วนการผสม RS32 มีความหนาแน่นมากที่สุด 678.21 $kg/m^3$ สัดส่วนการผสม RS36 มีความหนาแน่น 661.96 $kg/m^3$ สัดส่วนการผสม RS24 มีความหนาแน่น 586.38 $kg/m^3$ สัดส่วนการผสม RS28 มีความหนาแน่น 555.73 $kg/m^3$ และสัดส่วนการผสม RS20 มีความหนาแน่น 548.51 $kg/m^3$ ซึ่งค่ามีความหนาแน่นน้อยที่สุด จากข้อมูลจะสังเกตได้ว่า ปริมาณการเติมน้ำยางพารามีผลทำให้แผ่นไม้ไผ่สานมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น

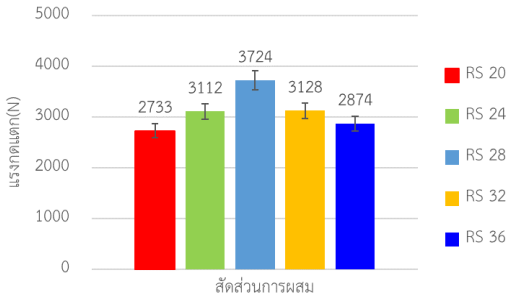
สัดส่วนการผสม RS20 มีปริมาณความชื้นสูงสุดร้อยละ 12.85 สัดส่วนการผสม RS32 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 12.59 สัดส่วนการผสม RS24 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 11.99 สัดส่วนการผสม RS36 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 11.86 และสัดส่วนการผสม RS28 มีปริมาณความชื้นที่น้อยที่สุดร้อยละ 11.61 จากผลการทดสอบพบว่าปริมาณการเติมน้ำยางพาราที่ใช้ในการผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา มีผลต่อกระทบต่อปริมาณความชื้นในแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

การพองตัวตามความหนาหลังการแช่น้ำ สัดส่วนการผสม RS32 มีค่าการพองตัวมากที่สุดร้อยละ 7.15 สัดส่วนการผสม RS36 มีค่าการพองตัวร้อยละ 6.82 สัดส่วนการผสม RS24 มีค่าการพองตัวร้อยละ 6.76 สัดส่วนการผสม RS20 มีค่าการพองตัวร้อยละ 6.73 และสัดส่วนการผสม RS28 มีค่าการพองตัวน้อยที่สุดร้อยละ 6.35 ปริมาณน้ำยางพาราที่ใช้ในการผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพารามีผลต่อค่าการพองตัว

ดังนั้นจากข้อมูลผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา อาจสรุปได้ว่าการเติมน้ำยางพาราทั้งหมด 5 สัดส่วนการผสม ได้ผ่านมาตรฐาน JIS A 5908:2003 Type 8 (Insulation Board) ทั้งค่าความหนาแน่น ปริมาณความชื้นและการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ

4.3.2 ผลการทดสอบการทดสอบแรงกดแตก

การทดสอบแรงกดแตกได้ทำการกดชิ้นงานขนาด 30 x 30 cm จำนวนตัวอย่างละ 3 ชิ้น โดยแบ่งเป็น 5 สัดส่วนการผสม คือ RS20 RS24 RS28 RS32 และ RS36 จากการทดสอบการรับแรงกดแตกแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา ในสัดส่วนการผสมต่างๆ ดังรูปที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดแตกกับสัดส่วนการผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราต่อน้ำยางพารา

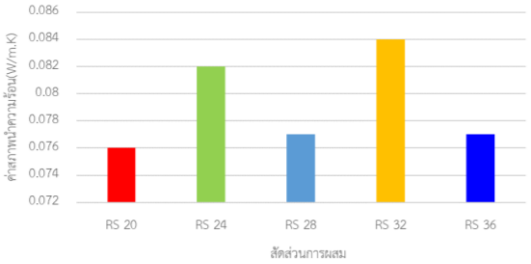



**รูปที่ 15** สัดส่วนการผสมกับแรงกดแตก

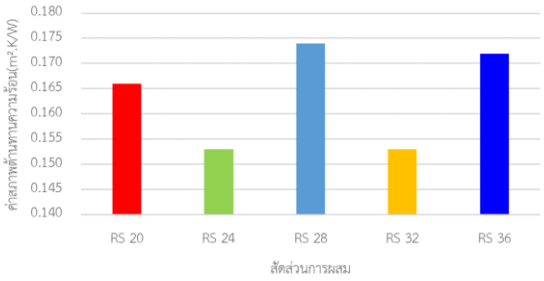
จากรูปที่ 15 ค่าแรงกดแตกเฉลี่ยของแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา สัดส่วนการผสม RS28 มีค่าแรงกดแตกเฉลี่ยสูงที่สุด 3,724 N รองลงมาคือสัดส่วนการผสม RS32 มีค่าแรงกดแตกเฉลี่ย 3,128 N สัดส่วนการผสม RS 24 มีค่าแรงกดแตกเฉลี่ย 3,112 N สัดส่วนการผสม RS36 มีค่าแรงกดแตกเฉลี่ย 2,874 N ตามลำดับ และค่าแรงกดแตกเฉลี่ยน้อยที่สุดคือสัดส่วนการผสม RS20 มีค่าแรงกดแตกเฉลี่ย 2,730 N ปริมาณน้ำยางพาราที่ใช้ในการผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพารามีผลต่อแรงกดแตก ซึ่งการเติมน้ำยางพาราที่มากหรือน้อยเกินไปจะส่งผลต่อกำลังรับแรงกดแตกโดยตรง

4.3.3 ผลการทดสอบสมบัติเชิงความร้อน

จากการทดสอบคุณสมบัติเชิงความร้อนแผ่นฉนวนกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา โดยทำการทดสอบค่าสภาพนำความร้อนและค่าต้านทานความร้อนด้วยเครื่อง NETZSCH HFM 436 เป็นการทดสอบแบบ Heat Flow Meter ตามมาตรฐาน ASTM C 518[8] ทำการทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สมบัติด้านฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ค่าเฉลี่ยในการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนดังรูปที่ 16 และค่าความต้านทานความร้อนดังรูปที่ 17




**รูปที่ 16** สัดส่วนการผสมกับค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน




**รูปที่ 17** สัดส่วนการผสมกับค่าสภาพต้านทานความร้อน

**ตารางที่ 4** เปรียบเทียบผลการทดสอบสมบัติเชิงความร้อนกับมาตราฐาน JIS A5908 Type 8 (Insulation Board)

| ชิ้นทดสอบ | ความหนาแน่น ( $kg/m^3$ ) | สัมประสิทธิ์การนำความร้อน ( w/m.k ) | ความต้านทานความร้อน ( $m^2$ .K/W ) |
|---|---|---|---|
| JIS A5908 Type 8 (Insulation Board) | 400-900 | - | > 0.163 |
| แผ่นไม้ไผ่สานจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา RS20 | 548.51 | 0.076 | 0.166 |
| แผ่นไม้ไผ่สานจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา RS24 | 586.38 | 0.082 | 0.153 |
| แผ่นไม้ไผ่สานจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา RS28 | 555.73 | 0.077 | 0.174 |
| แผ่นไม้ไผ่สานจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา RS32 | 678.96 | 0.084 | 0.153 |
| แผ่นไม้ไผ่สานจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา RS36 | 661.96 | 0.077 | 0.172 |

จากผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นไม้ไผ่สานจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา ทำให้ทราบว่าแผ่นไม้ไผ่สานมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของไม้อัด ซึ่งมีค่า 0.140 – 0.178 W/m·K จากการทำวิจัยเรื่องการถ่ายโอนความร้อนในรูปการนำความร้อนของฐาปนะพงษ์ ทะนันชัย [9] แต่ยังมีค่าการนำความร้อนที่สูงกว่าเส้นใยกกช้าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0528 W/m.K จากการทำวิจัยเรื่อง การศึกษาสมบัติของฉนวนความร้อนผลิตจากเส้นใยกกช้าง ของอานาจ อมฤก [10]

และผลการทดสอบความต้านทานความร้อนของแผ่นไม้ไผ่สานจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา ผ่านค่ามาตรฐาน JIS A 5908 (Insulation Board) จำนวน 3 สัดส่วนการผสมคือ สัดส่วนการผสม RS20 สัดส่วนการผสม RS28 และสัดส่วนการผสม RS36 ส่วนสัดส่วนการผสม RS24 และสัดส่วนการผสม RS32 ไม่ผ่านค่ามาตรฐานดังกล่าว

4.3.4 วิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของฉนวนกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา เปรียบเทียบกับวัสดุอื่นที่ใช้เป็นผนังและฝ้าเพดานอาคาร

ฉนวนกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารามีข้อดีคือสามารถรับน้ำหนักได้ดี มีค่าความต้านทานความร้อนและค่าการนำความร้อนที่ผ่านมาตรฐาน สามารถดัดโค้งงอได้ง่ายเข้ากับอาคารที่ต้องการผนังแบบโค้งงอได้เป็นอย่างดี โชว์ลวดลายต่างๆ ที่ไม่ซ้ำกันจากการจักสานของไม้ไผ่ซึ่งเป็นเอกลักษณ์โดดเด่นเฉพาะตัว เป็นการนำเอาภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่สานมีราคาที่สูงขึ้นและตรงความต้องการของตลาด ซึ่งการนำขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งมาเพิ่มมูลค่าก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดก่อนที่จะทำลาย ก็เป็นอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง แผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพาราสามารถทำให้ชุมชนเกิดรายได้เนื่องจากมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำประมาณแผ่นละ 60 บาท ขนาด 30x30 ซม. ส่วนข้อเสีย ในการผลิตต้องใช้เวลาในการขึ้นรูปประมาณ 24 ชั่วโมง ทำให้มีจำนวนในการผลิตต่อวันค่อนข้างน้อย ประมาณวันละ 2 แผ่น ในอนาคตอาจจะมีการส่งเสริมการผลิตแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพาราทำให้สามารถผลิตได้เพิ่มมากขึ้น โดยมีต้นทุนการผลิต 370 บาทต่อตารางเมตร

## 5. สรุปผลการวิจัย

5.1 กลสมบัติของแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารา จากการทดสอบพบว่า ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นได้เลือกสัดส่วนการผสม RS28 และได้กำหนดค่าแรงอัดขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อนทั้งหมด 3 แรงอัด คือ 10 T 15 T และ 20 T ซึ่งได้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น 2,360 Mpa 3,220 Mpa และ 2,340 Mpa ตามลำดับ การใช้แรงอัด 10 T ในการขึ้นรูปชิ้นงาน ชิ้นงานที่ได้จะไม่ยึดติดกันหลุดร่อนได้ง่าย การใช้แรงอัด 15 T ในการขึ้นรูปชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานมีการยึดเหนี่ยวของแผ่นที่แข็งแรงเพียงพอและไม่แยกหลุดจากกันได้ง่าย และการใช้แรงอัด 20 T ในการขึ้นรูปชิ้นงาน ชิ้นงานที่ได้มีน้ำยางพาราไหลออกมาจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา ดังนั้นการใช้แรงอัด 15 T ในการขึ้นรูปชิ้นงานมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงที่สุดและชิ้นงานมีความสวยงามสมบูรณ์

5.2 สมบัติทางกายภาพของแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพาราซึ่งอ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5908:2003 Type 8 (Insulation Board) พบว่า ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 5 สัดส่วนการผสม คือ RS20 RS24 RS28 RS32 และ RS 36 มีค่าความหนาแน่น 548.51 $kg/m^3$ 586.38 $kg/m^3$ 555.73 $kg/m^3$ 678.21 $kg/m^3$ และ 661.96 $kg/m^3$ ตามลำดับ ส่วนปริมาณความชื้นมีค่าร้อยละ 12.85 11.99 11.61, 12.59 และ 11.86 ตามลำดับ และมีค่าการพองตัวร้อยละ 6.73 6.76 6.35 7.15 และ 6.82 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพาราผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

5.3 ผลการทดสอบค่าแรงกดแตกของแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพาราแต่ละสัดส่วนการผสม RS20 RS24 RS28 RS32 และ RS36 มีค่าแรงกดแตก 2,730 N 3,112 N 3,724 N 3,128 N และ 2,874 N ตามลำดับ โดยสัดส่วนการผสม RS28 สามารถรับแรงกดแตกได้สูงที่สุด และสัดส่วนการผสม RS20 รับแรงกดแตกได้น้อยที่สุด

5.4 การทดสอบเชิงความร้อนโดยนำแผ่นไม้ไผ่สานกันความร้อนจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมน้ำยางพารามาทดสอบทางด้านความร้อนด้วยเครื่อง NETZSCH HFM 436 เป็นการทดสอบแบบ Heat Flow Meter การทดสอบจะหาค่าต้านทานความร้อน และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนโดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐาน JIS A 5908 Type (Insulation Board) ที่กำหนดให้ฉนวนมีความหนาแน่น 400–900 $kg/m^3$ ค่าความต้านท้านความร้อนมากกว่า 0.163 $m^2$.K/W ผลการทดสอบพบว่าสัดส่วนการผสมที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าวคือ RS20 RS28 และ RS36 ซึ่งมีค่าความต้านท้านความร้อน 0.166 $m^2$.K/W, 0.174 $m^2$.K/W และ 0.172 $m^2$.K/W ตามลำดับ และสัดส่วนการผสมที่ไม่ผ่านมาตรฐานดังกล่าวคือ RS24 และ RS32 ซึ่งมีค่าความต้านท้านความร้อน 0.153 $m^2$.K/W และ 0.153 $m^2$.K/W ตามลำดับ

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความร่วมมือร่วมใจกันในหลายฝ่าย ประการที่สำคัญ คือ โครงการนี้เป็นโครงการที่ได้รับการสนับสนุนเงินทุน ในการดำเนินการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ปีงบประมาณ 2561 เลขที่สัญญา PRP6105012380

ขอขอบคุณ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ได้สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย การใช้

อุปกรณ์ เครื่องมือทดสอบ ตลอดจนเจ้าหน้าที่และพนักงานในการดำเนินงานต่างๆ

## เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมหาชน) (2561). คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค (ภาคใต้) : ยางพารา. เข้าถึงได้จาก : http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/para/history/01-10.php.

[2] สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์ (2537). ไม้ไผ่ สำหรับคนรักใผ่. สำนักพิมพ์อโกรคอมมิวนิคก้า. หน้า 200.

[3] ดาวัล บัวงาม, สนธิลา บุญมาก, ชามีฮะห์ หะยีแวดือราแม และอรวรา นวลลออ (2562). ข้อมูลรายสินค้าของจังหวัดยะลา : ยางพารา. กลุ่มสารสนเทศการเกษตร. สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดยะลา. สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 1-4.

[4] Japanese Standards Association Particleboard (2003). JIS A 5908-2003. Japanese Industrial Standard Tokyo. Hohbunsha Co.Ltd, pp.23.

[5] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ. มอก. 876-2547. กระทรวงอุตสาหกรรม, หน้า 17.

[6] วรรณวิภา ไชยชาญ, วีระศักดิ์ ไชยชาญ และเอนก สาวะอินทร์ (2560). กระถางเพาะชาจากกากกาแฟ ปูนขาวจากเปลือกหอย และขี้เลื่อยไม้ยางพารา, หน้า 43.

[7] วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์, ปิยะวดี บัวจงกล, วีรญา ธรรมขันธ์, บวรวิชญ์ แพงวงค์ และพิทักษ์ หางาม (2558). การวิจัยและพัฒนาการผลิตไผ่อัดประสานเพื่องานประดิษฐกรรม. การวิจัยด้านนวัตวัฒน์และการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่ที่ มีศักยภาพสูงทางเศรษฐกิจ. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, หน้า 93 – 105.

[8] ASTM (2010). ASTM C518 - Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus. Annual Book of ASTM Standards.

[9] ฐาปนะพงษ์ ทะนันชัย (2555). การออกแบบและสร้างชุดทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

[10] อำนาจ อมฤก (2554). การศึกษาสมบัติของฉนวนความร้อนผลิตจากเส้นใยกกช้าง. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, หน้า 1136 – 1139.