การศึกษาและทดลองวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้ในงานแกะสลักทดแทนไม้

THE STUDY AND EXPERIMENTAL COMPOSITE MATERIAL OF RUBBER TREE SAWDUST TO CARVING WOOD SUBSTITUTE MATERIALS

*ตระกูลพันธ์ พัชรเมธา**

Tragoonphan Patcharametha*

สาขาวิชาออกแบบอุตสาหกรรม คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
Industrial Design Division, Faculty of Arts and Architecture,
Rajamangala University of Technology Lanna.

***Corresponding author, E-mail:** hounktp@gmail.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดลองการผลิตวัสดุผสม (Composites) ระหว่างวัสดุหลัก (Matrix) กับวัสดุเสริมแรง (Reinfocement) ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้ในงานแกะสลัก เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา เพื่อทดสอบการแกะสลักแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา และเพื่อทดลองสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กระบวนการผลิตวัสดุผสมจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา (การผสมวัสดุหลักกับวัสดุเสริมแรงและการขึ้นรูปแผ่นวัสดุผสม) เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบบันทึกผลการทดลองวัสดุผสม 2) เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของแผ่นวัสดุผสม 3) แบบประเมินผลการทดสอบแกะสลักแผ่นวัสดุผสม 4) แบบสอบถามผู้ซื้องานหัตถกรรมไม้แกะสลัก และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์และทดลองวัสดุผสมพบว่าการทดลองวัสดุผสมระหว่างวัสดุหลักกับวัสดุเสริมแรงขี้เลื่อยไม้ยางพารา โดยผลการทดลองมีส่วนสำคัญที่พบจำแนกเป็น 4 ประเด็น คือ 1) ได้สูตรวัสดุผสมจำนวน 3 สูตร ได้แก่ วัสดุผสมสูตร CM1 CM2 และ CM3 (กาวลาเท็กซ์ : ปูนปลาสเตอร์ : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา : น้ำ : โซเดียมเบนโซเอต : สีฝุ่น) 2) ได้แผ่นวัสดุผสมสูตร CM1 ขนาดความกว้าง 29.85 ซม. ความยาว 39.85 ซม. ความหนา 22 มม. สูตร CM2 ขนาดความกว้าง 29.75 ซม. ความยาว 39.75 ซม. ความหนา 21 มม. และสูตร CM3 ขนาดความกว้าง 29.70 ซม. ความยาว 39.70 ซม. ความหนา 20 มม. 3) ผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของแผ่นวัสดุผสมพบว่า วัสดุผสมสูตร CM1 มีแรงดัด (27.50 ksc.) และความแข็ง (0.56 HB.) มากกว่า สูตร CM2 ซึ่งมีแรงดัด (24.40 ksc.) และความแข็ง (0.53 HB.) ในขณะที่ สูตร CM3 มีแรงดัด (16.93 ksc.) และความแข็ง (0.61 HB.) 4) ผลการทดสอบแกะสลักแผ่นวัสดุผสม พบว่า วัสดุผสมสูตร CM1 ($\bar{X}$ = 2.35) และสูตร CM2 ($\bar{X}$ = 2.40) โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับพอใช้ และสูตร CM3 ($\bar{X}$ = 3.00) โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

2. การประเมินผลผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิต และผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมไม้แกะสลัก มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก รายการข้อที่ประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก คือ การนำวัสดุเหลือใช้มาเพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$ = 4.53) และข้อที่ประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 3 อันดับแรก คือ สามารถนำไปใช้งานได้ (ประดับตกแต่ง/เป็นของฝาก) และความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุทดแทนไม้ ($\bar{X}$ = 4.40) สามารถนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ได้ และโดยภาพรวมท่านพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์ ($\bar{X}$ = 4.33) ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ (ลวดลายและรูปแบบ) และจำหน่ายได้ในท้องตลาด ($\bar{X}$ = 4.20)

คำสำคัญ: ขี้เลื่อยไม้ยางพารา วัสดุผสม งานแกะสลักไม้

Abstract

The research aimed to carry out an experiment on the production of composite objects formed by matrix and reinforcement materials made from rubber tree sawdust to carving, to test the physical properties and graving of the composite material, and made prototypes. The population and the sample were the production of composite materials from rubber tree sawdust. (mixing of matrix and reinforcement materials, and forming). The data were collected by 1) the results recorded material. 2) composite material tests use physical properties and engraving plate material, and 3) using questionnaire for handicraft buyers. The data were analyzed by percentage, mean and standard deviation.

The results were as follows:

1. The analysis and the experimental results showed that 1) three formulas were obtained: CM1, CM2 and CM3 formulas - Latex adhesive, plaster, rubber tree sawdust, clean water, sodium benzoate and iron oxide. 2) sheets of the composite materials CM1 of 29.85 cm. x 39.85 cm. x 22 mm., CM2 of 29.75 cm. x 39.75 cm. x 21 mm. and CM3 of 29.70 cm. x 39.70 cm. x 20 mm. 3) testing the physical properties of the composite material showed that CM1 formula a bending strength (27.50 ksc.) and hardness (0.56 HB.) than CM2 a bending strength (24.40 ksc.) and hardness (0.53 HB.) while CM3 a bending strength (16.93 ksc.) and hardness (0.61 HB.) were obtained, 4) testing the engraving plate material CM1 formula ($\bar{X}$ = 2.35) and the second ($\bar{X}$ = 2.40) were at a fair level while the third ($\bar{X}$ = 3.00) was medium.

2. The sample product assessment showed that the overall satisfaction of the product design experts, manufacturers, and handicraft sellers was at a very good level is waste of adding value, and environment friendly ($\bar{X}$ = 4.53), the rate of satisfaction was at a much level as follows: the first, can be used (accessories/souvenirs), and appropriate choice of wood substitute materials ($\bar{X}$ = 4.40); the second, can be taken as OTOP products, and overall satisfaction ($\bar{X}$ = 4.33); the third, beautiful appearance (patterns and style), and being marketable ($\bar{X}$ = 4.20)

Keywords: Rubber Tree Sawdust, Composite Material, Wood Carving

บทนำ

งานไม้แกะสลักเป็นหัตถกรรมพื้นบ้านของไทยมีการสืบทอดกันมาจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ลักษณะงานแกะสลักไม้มีรูปแบบงานประติมากรรมแบบลายเส้น นูนต่ำ นูนสูง และลอยตัว มีรูปแบบลวดลายที่เป็นอัตลักษณ์ มีความประณีตสวยงาม มีคุณค่า เป็นผลงานสร้างสรรค์ของช่างแกะสลักที่มีทักษะฝีมือและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้ถ่ายทอดสืบต่อกันมาจากบรรพบุรุษของแต่ละชุมชน จนพัฒนามาเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบและลาดลายที่หลากหลายเป็นเอกลักษณ์ของชุมชนในภูมิภาคต่างๆ ของไทย เช่น เรื่องราวเกี่ยวกับศาสนา ความเชื่อ วิถีชีวิต รูปสัตว์ต่างๆ หรือภาพสัตว์ในวรรณคดี เป็นต้น ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายของนักท่องเที่ยวในการเลือกซื้อนำไปประดับตกแต่งและเป็นของฝากของที่ระลึก มีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดผลกระทบต่อผู้ผลิตในด้านการขาดแคลนวัตถุดิบที่นำมาใช้ในงานหัตถกรรมไม้แกะสลัก ได้แก่ ไม้สัก ไม้มะค่า ไม้ชิงชัน ไม้มะม่วง ไม้ฉำฉา ไม้ขนุน เป็นต้น ซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่กำลังลดน้อยลงไปตลอดเวลาและมีราคาแพง สอดคล้องกับผลงานวิจัยของสิริพร คืนมาเมือง [1] เรื่อง การประยุกต์พระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อสืบถอดภูมิปัญญาท้องถิ่นงานหัตถกรรมสาขาไม้แกะสลักของจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าสถานการณ์หัตถกรรมสาขาไม้แกะสลักของจังหวัดเชียงใหม่ ไม่มีการวางแผนเพื่อรองรับปัญหาด้านวัตถุดิบในระยะยาว ซึ่งในปัจจุบันวัตถุดิบไม้หายากขึ้นต้องนำเข้าไม้จากแหล่งอื่น

ในขณะเดียวกันไม้ยางพาราเป็นไม้เศรษฐกิจที่ให้ผลผลิตน้ำยาง ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 12.6 ล้านไร่ ถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ดังนั้นไม้ยางพาราจึงเป็นผลพลอยได้จากการปลูกต้นยางพารา กล่าวคือ หลังจากต้นยางพาราอายุประมาณ 18-23 ปีขึ้นไป ต้นยางพาราจะหมดหน้ากรีดคือ หน้ายางเดิมที่ผ่านการกรีดมาแล้วหลายครั้งจะไม่เรียบและมีความแข็งมากขึ้นทำให้ไม่สามารถกรีดได้ จึงจำเป็นต้องโค่นทิ้งและนำไปเป็นวัตถุดิบป้อนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา ในระหว่างกระบวนการผลิตจะมีเศษวัสดุเกิดขึ้น กล่าวคือ แบ่งตามขนาดจากขนาดใหญ่ไปขนาดเล็กได้แก่ปีกไม้เปลือกไม้เศษไม้ขี้กบขี้เลื่อยและฝุ่นไม้ ตามลำดับ เศษวัสดุเหล่านี้บางส่วนสามารถนำไปหมุนเวียนใช้ในการผลิตและเป็นเชื้อเพลิง เพื่อให้พลังงานความร้อนได้แต่ยังคงมีบางส่วนที่เผาทิ้งกลางแจ้งซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะ [2] จะเห็นได้ว่าเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมไม้ยางพารามีปริมาณมาก แนวคิดการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาทำให้กลับมีคุณค่าเป็นวัสดุทดแทนไม้ ซึ่งเป็นแนวคิดการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Economic and Ecological Design) คือ กระบวนการที่ผนวกแนวคิดด้านเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไปพร้อมๆ กัน ทำให้ส่งผลดีต่อธุรกิจ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน [3] และวรธรรม อุ่นจิตติชัย และคณะ อ้างใน นภารัตน์ ชูเกิด [4] ได้กล่าวถึงสาเหตุในการพัฒนาวัสดุทดแทนไม้มีเหตุผลสำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรกสภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ที่จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศเพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ในขณะที่ความต้องการใช้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามการเติบโตของปริมาณประชากรและเศรษฐกิจ การนำไม้จากพืชที่ปลูกทดแทนได้ เช่น ไม้ยางพารา และไม้ยูคาลิปตัส ตลอดจนวัสดุชีวภาพที่เป็นเศษเหลือทางการเกษตรอื่นที่มีศักยภาพของการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนไม้จากธรรมชาติจึงมีบทบาทมากขึ้น

และประการที่สอง เป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรเข้ามาทำให้กลับมามีคุณค่าเป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติ โดยพัฒนารูปแบบเทคโนโลยีเพื่อชุมชนเป็นการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น

จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาวัสดุสำหรับใช้ทดแทนไม้เมื่อเกิดการขาดแคลนในอนาคต เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับรองรับในงานหัตถกรรมไม้แกะสลัก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยเห็นประเด็นปัญหาดังกล่าว จึงควรมีการศึกษาและทดลองวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้ในงานแกะสลักทดแทนไม้ จะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มงานหัตถกรรมไม้แกะสลัก นอกจากนี้นำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนเพื่อสร้างอาชีพ สร้างรายได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาและทดลองการผลิตวัสดุผสม (Composites) ระหว่างวัสดุหลัก (Matrix) กับวัสดุเสริมแรง (Reinfocement) ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้ในงานแกะสลัก

2) เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา

3) เพื่อทดสอบการแกะสลักแผ่นวัสดุผสมและทดลองสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและขนาดวัสดุขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมไม้ยางพารา ศึกษาวัสดุผสมหรือวัสดุคอมโพสิตที่มีวัสดุอื่นอย่างน้อย 2 ชนิดขึ้นไปเป็นองค์ประกอบ วัสดุผสมประกอบด้วยสองส่วนสำคัญ คือ ส่วนวัสดุหลัก (Matrix) ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ ปูนปลาสเตอร์ กับวัสดุเสริมแรง (Reinfocement) คือ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ศึกษาการขึ้นรูปชิ้นงานวัสดุผสมด้วยวิธีแบบอัดเย็น (Cold Molding) เป็นกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยใช้แรงอัดลงบนแม่พิมพ์ ศึกษางานหัตถกรรมไม้แกะสลัก ได้แก่ ประเภทงานแกะสลักไม้ วัสดุและเครื่องมือแกะสลัก และขั้นตอนการแกะสลักไม้ และศึกษาแนวคิดทฤษฎีการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ และปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนที่ 2 1) กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ 1.1) กระบวนการผลิตวัสดุผสมจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา (การผสมวัสดุหลักกับวัสดุเสริมแรงและการขึ้นรูปแผ่นวัสดุผสม) 2) สร้างเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลแบบมีโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ได้แก่ 2.1) แบบบันทึกผลการทดลองวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา 2.2) แบบประเมินผลการทดสอบแกะสลักแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราสำหรับช่างแกะสลักงานไม้ 2.3) แบบประเมินผลผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมไม้แกะสลัก

ขั้นตอนที่ 3 1) ทดลองการผลิตวัสดุผสมได้แก่ 1.1) วัสดุหลัก (Matrix) ที่มีคุณสมบัติเป็นวัสดุประสานจับยึดวัสดุอื่นให้คงรูปที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ (ATM – A 9000) ปูนปลาสเตอร์ไทยฮงฮะ (ตรามือ) 1.2) วัสดุเสริมแรง (Reinfocement) ที่มีคุณสมบัติเพิ่มความแข็งแรงที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ขนาดอนุภาค 149.92 ไมครอน ปริมาณความชื้น 6.85 % 1.3) วัสดุอื่น ได้แก่ น้ำสะอาด สีฝุ่น (Iron Oxcide) และโซเดียมเบนโซเอต (Sodium benzoate) สำหรับกันเชื้อรา 1.4) แม่พิมพ์ไม้สำหรับอัดขึ้นรูปชิ้นงานวัสดุผสม (วัสดุหลักและวัสดุเสริมแรง) ได้ชิ้นงาน ขนาดความกว้าง 30 ซม. ความยาว 40 ซม. ความหนา 20 มม. โดยใช้แรงอัด 65 กิโลกรัม และทิ้งไว้ให้แห้งภายใต้อุณหภูมิห้อง

2) ทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา ได้แก่ 2.1) การทดสอบแรงดัดด้วยเครื่อง Baldwin SATEC หน่วยวัด กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร (ksc.) 2.2) การทดสอบความแข็งด้วยเครื่อง Torsee UTM; capacity 10 Tons หน่วยวัดแบบบริเนล (HB.) โดยใช้ตัวอย่างแผ่นวัสดุผสมนำไปเข้าเครื่องไสไม้และเลื่อยตัดให้ได้ขนาด ความกว้าง 15 ซม. ความยาว 20 ซม. ความหนา 2 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่างต่อการทดสอบแรงดัดและความแข็ง 3) การทดสอบการแกะสลักแผ่นวัสดุผสม โดยใช้ตัวอย่างแผ่นวัสดุผสมนำไปเข้าเครื่องไสไม้และเลื่อยตัดให้ได้ขนาด ความกว้าง 15 ซม. ความยาว 20 ซม. ความหนา 2 ซม. จำนวน 4 ตัวอย่าง และนำไปทดสอบแกะสลักโดยช่างแกะสลักด้วยอุปกรณ์เครื่องมือแกะสลักงานไม้ จำนวน 4 คน 4) วิเคราะห์ผลการทดลองวัสดุผสม ผลการทดสอบทางด้านกายภาพของวัสดุผสม และผลการทดสอบการแกะสลักแผ่นวัสดุผสม

ขั้นตอนที่ 4 1) สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา 2) นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบไปประเมินผล โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 9 คน ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมไม้แกะสลัก จำนวน 6 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 15 คน และนำมาวิเคราะห์ผลการประเมินผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

2. การเก็บข้อมูล ประกอบด้วย 1) ผู้วิจัยบันทึกผลการทดลองและบันทึกภาพระหว่างการทดลองผลิตวัสดุผสมในห้องปฏิบัติงาน 2) นำแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ได้จากผลการทดลองไปทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพที่ภาควิชาโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 3) นำแบบประเมินผลการทดสอบการแกะสลักพร้อมกับแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ได้จากผลการทดลองไปทดสอบแกะสลักโดยช่างแกะสลักงานไม้ 4) นำแบบประเมินผลผลิตภัณฑ์ต้นแบบพร้อมกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมไม้แกะสลักด้วยตัวเองแล้วขอคืนกลับในทันที

3. การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองวัสดุผสม 2) การทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา 3) การวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินผลการทดสอบการแกะสลักแผ่นวัสดุผสม และแบบประเมินผลผลิตภัณฑ์ต้นแบบใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS/PC+) และสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ข้อมูลจากแบบสอบถามปลายเปิดโดยการสรุปข้อมูลที่คล้ายคลึงกันมาสรุปเป็นภาพรวมด้วยการพรรณนา

ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ข้างต้น สามารถสรุปผลการวิจัยได้ 3 ส่วน ดังนี้

1. การทดลองวัสดุผสม พบว่า การทดลองวัสดุผสม (Composites) ระหว่างวัสดุหลัก (Matrix) ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ ปูนปลาสเตอร์ กับวัสดุเสริมแรง (Reinfocement) ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ขนาดอนุภาค 149.92 ไมครอน ปริมาณความชื้น 6.85% และวัสดุอื่น ได้แก่ น้ำสะอาด โซเดียมเบนโซเอต (Sodium Benzoate) สำหรับกันเชื้อรา และสีฝุ่น (Iron Oxside) นำวัสดุทั้ง 3 ส่วนมาผสมตามสัดส่วนและอัดลงบนแม่พิมพ์ ขนาดความกว้าง 30 ซม. ความยาว 40 ซม. ความหนา 23 มม. โดยใช้แรงอัด 65 กิโลกรัม และทิ้งไว้ให้แห้งภายใต้อุณหภูมิห้อง โดยผลการทดลองมีส่วนสำคัญที่พบจำแนกเป็น 4 ประเด็น คือ

1) ได้แผ่นวัสดุผสม สูตร CM1 ขนาดความกว้าง 29.85 ซม. ความยาว 39.85 ซม. ความหนา 22 มม. สูตร CM2 ขนาดความกว้าง

29.75 ซม. ความยาว 39.75 ซม. ความหนา 21 มม. และสูตร CM3 ขนาดความกว้าง 29.70 ซม. ความยาว 39.70 ซม. ความหนา 20 มม. มีลักษณะแผ่นเรียบสม่ำเสมอไม่บิดงอและราคาต้นทุนวัสดุที่ใช้ในการผลิตวัสดุผสมสูตร CM1 ราคาต้นทุน 30.73 บาท รองลงมา สูตร CM2 ราคาต้นทุน 32.65 บาท และสูตร CM3 ราคาต้นทุน 38.91 บาท ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 แสดงสูตรส่วนผสมวัสดุหลักและวัสดุเสริมแรง เวลาในการถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ น้ำหนักชิ้นงาน ลักษณะแผ่นวัสดุผสมและการหดตัว

ลำดับสูตร	ส่วนผสมวัสดุหลัก (Matrix) และ วัสดุเสริมแรง(Reinfocement)							ชิ้นงานถอดออกจากแม่พิมพ์ (วัน)	น้ำหนักชิ้นงาน (กรัม)	ลักษณะแผ่นวัสดุผสมและการหดตัว
	สัดส่วนโดยน้ำหนักวัสดุ (กรัม)	วัสดุหลัก		วัสดุเสริมแรง	น้ำ	โซเดียมเบนโซเอต	สีฝุ่น			
		กาวลาเท็กซ์	ปูนปลาสเตอร์	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา						
CM1	สัดส่วน	1	2.1112	1.2223	3.1112	0.10	0.2223	18-20	1,888	แผ่นเรียบไม่บิดงอ หดตัว 0.44%
	กรัม	450	950	550	1,400	45	100			
CM2	สัดส่วน	1	1.5819	0.9091	2.3637	0.0746	0.1782	18-20	1,758	แผ่นเรียบไม่บิดงอ หดตัว 0.73%
	กรัม	550	870	500	1,300	41	98			
CM3	สัดส่วน	1	1.1600	0.6267	1.3334	0.0534	0.1400	18-20	1,750	แผ่นเรียบไม่บิดงอ หดตัว 0.87%
	กรัม	750	870	470	1,000	40	105			

หมายเหตุ : น้ำหนักโซเดียมเบนโซเอตใช้ 3% ของน้ำหนักปูนและน้ำหนักขี้เลื่อยไม้ยางพารา น้ำหนักสีฝุ่นใช้ 5% ของน้ำหนักกาวลาเท็กซ์ ปูน น้ำหนักขี้เลื่อยไม้ยางพารา และโซเดียมเบนโซเอต เมื่อถอดออกจากแม่พิมพ์แล้ว ทิ้งไว้ให้แห้งสนิท 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะแผ่นวัสดุผสมสูตร CM1-CM3 โดยการอัดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์

สูตร CM 1		สูตร CM 2	
ลักษณะแผ่นเรียบไม่บิดงอ ขนาด 29.85 ซม. X 39.85 ซม. X 22 มม.	พื้นผิวหน้าเรียบไม่แตกร้าว	ลักษณะแผ่นเรียบไม่บิดงอ ขนาด 29.75 ซม. X 39.75 ซม. x 21 มม.	พื้นผิวหน้าเรียบไม่แตกร้าว
สูตร CM 3			
ลักษณะแผ่นเรียบไม่บิดงอ ขนาด 29.70 ซม. x 39.70 ซม. x 20 มม.	พื้นผิวหน้าเรียบไม่แตกร้าว		

ตารางที่ 3 แสดงการประมาณราคาต้นทุนวัสดุในการผลิตแผ่นวัสดุผสมระหว่างวัสดุหลัก กับวัสดุเสริมแรงขี้เลื่อยไม้ยางพารา

การประมาณราคาต้นทุนวัสดุในการผลิตแผ่นวัสดุผสม						
สูตร	วัสดุหลัก		วัสดุเสริมแรง	โซเดียมเบนโซเอต 1,000 กรัม = 90.00 บาท	สีฝุ่น (แดง,เหลือง,ดำ) 1,000 กรัม = 61.66 บาท	ราคาต้นทุนแผ่นวัสดุผสมขนาด (บาท)
	กาวลาเท็กซ์ 1,000 กรัม = 30.00 บาท	ปูนปลาสเตอร์ 1,000 กรัม = 6.00 บาท	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 1,000 กรัม = 2.40 บาท			
CM1	30/1,000x450 = 13.50	6/1,000x950 = 5.70	2.40/1,000 x 550 = 1.32	90/1,000x45 = 4.05	61.66/1,000x 100 = 6.16	30.73
CM2	30/1,000x550 = 16.50	6/1,000x870 = 5.22	2.40/1,000 x 500 = 1.20	90/1,000x41 = 3.69	61.66/1,000x 98 = 6.04	32.65
CM3	30/1,000x750 = 22.50	6/1,000x870 = 5.22	2.40/1,000 x 470 = 1.12	90/1,000x40 = 3.60	61.66/1,000x 105 = 6.47	38.91

2) การทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่า แผ่นวัสดุผสมสูตร CM1 มีแรงดัด (27.50 ksc.) และความแข็ง (0.56 HB.) มากกว่าสูตร CM2 ซึ่งมีแรงดัด (24.40 ksc.) และความแข็ง (0.53 HB.) ในขณะที่สูตร CM3 มีแรงดัด (16.93 ksc.) น้อยกว่าทั้งสองสูตร แต่มีความแข็ง (0.61 HB.) มากกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบแรงดัดและความแข็งของแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา						
สูตร	ผลการทดสอบแรงดัด			ผลการทดสอบความแข็ง		
	ความหนาแน่น (กก./ลบม.)	น้ำหนักประลัย (กก.)	กำลังดัดประลัย กก./ตรม. (ksc)	น้ำหนักกดเป็นเวลา 10 วินาที (กก.)	เส้นผ่าศูนย์กลางที่วัดได้ (มม.)	ค่าความแข็งแบบบริเนล(HB.)
CM 1	734	73.80	27.50	11.33	4.89	0.56
CM 2	706	62.96	24.40	11.66	5.12	0.53
CM 3	741	40.90	16.93	8.66	4.16	0.61

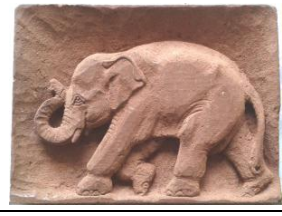
3) การทดสอบแกะสลักแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่า ผลการประเมินแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราหลังการทดสอบแกะสลักของช่างแกะสลักมีต่อสูตรแผ่นวัสดุผสม CM3 โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลางหรือค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) รวม 3.00 ในขณะที่วัสดุผสม CM2 และ CM1 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพอใช้หรือค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) รวม 2.40 และ 2.35 ตามลำดับถ้าจำแนกเป็นรายข้อ พบว่า หัวข้อการประเมินผลทุกข้อของสูตรแผ่นวัสดุผสมทั้ง 3 สูตร มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของช่างแกะสลักมากขึ้นตามลำดับของสูตรวัสดุผสม และข้อเสนอแนะควรเพิ่มแรงอัดเพื่อให้แผ่นวัสดุผสมมีเนื้อแน่นเหมาะสมกับการนำไปแกะสลัก ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบแกะสลักแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา สูตร CM1 CM2 และ CM3

หัวข้อการประเมินผลแผ่นวัสดุผสมหลังการทดสอบแกะสลัก	สูตรแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา					
	สูตร CM 1		สูตร CM 2		สูตร CM 3	
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	แปลผล	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	แปลผล	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	แปลผล
1. เนื้อวัสดุผสมมีความแข็งเหมาะสมกับการแกะสลัก	2.50	ปานกลาง	2.75	ปานกลาง	2.75	ปานกลาง
2. เนื้อวัสดุผสมมีความเหนียวเหมาะสมกับการแกะสลัก	2.50	ปานกลาง	2.50	ปานกลาง	2.50	ปานกลาง
3. เนื้อวัสดุผสมแกะสลักรายละเอียดต่างๆ ได้ดี	2.00	พอใช้	2.00	พอใช้	3.50	มาก
4. เนื้อวัสดุผสมแกะสลักได้ง่ายและรวดเร็ว	2.25	พอใช้	2.25	พอใช้	3.00	ปานกลาง
5. โดยภาพรวมวัสดุผสมสามารถนำมาแกะสลักทดแทนไม้ได้	2.50	ปานกลาง	2.50	ปานกลาง	3.25	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม	2.35	พอใช้	2.40	พอใช้	3.00	ปานกลาง

CM1	CM2	CM3

ผลงานช่างแกะสลักคนที่ 1



CM1	CM2	CM3

ผลงานช่างแกะสลักคนที่ 2

CM1	CM2	CM3

ผลงานช่างแกะสลักคนที่ 3

ตารางที่ 5 (ต่อ)

CM1	CM2	CM3
ผลงานช่างแกะสลักคนที่ 4		

4) ได้สูตรวัสดุผสมระหว่างวัสดุหลัก (Matrix) กับวัสดุเสริมแรง (Reinfocement) ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ที่จะนำมาใช้ในการผลิตแผ่นวัสดุผสมและนำมาใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อไป ได้สูตรวัสดุผสม จำนวน 3 สูตร ดังนี้ 1) สูตรวัสดุผสม CM1 สัดส่วนโดยน้ำหนัก (กรัม) 1 : 2.1112 : 1.2223 : 3.1112 : 0.10 : 0.2223 (กาวลาเท็กซ์ 450 กรัม : ปูนปลาสเตอร์ 950 กรัม : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 550 กรัม : น้ำ 1,400 กรัม : โซเดียมเบนโซเอต 45 กรัม : สีฝุ่น 100 กรัม) 2) สูตรวัสดุผสม CM2 สัดส่วนโดยน้ำหนัก (กรัม) 1 : 1.5819 : 0.9091 : 2.3637 : 0.0746 : 0.1782 (กาวลาเท็กซ์ 550 กรัม : ปูนปลาสเตอร์ 870 กรัม : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 500 กรัม : น้ำ 1,300 กรัม : โซเดียมเบนโซเอต 41 กรัม : สีฝุ่น 98 กรัม) 3) สูตรวัสดุผสม CM3 สัดส่วนโดยน้ำหนัก (กรัม) 1 : 1.1600 : 0.6267 : 1.3334 : 0.0534 : 0.1400 (กาวลาเท็กซ์ 750 กรัม : ปูนปลาสเตอร์ 870 กรัม : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 470 กรัม : น้ำ 1,000 กรัม : โซเดียมเบนโซเอต 40 กรัม : สีฝุ่น 105 กรัม) มีขั้นตอนดังตารางที่ 6

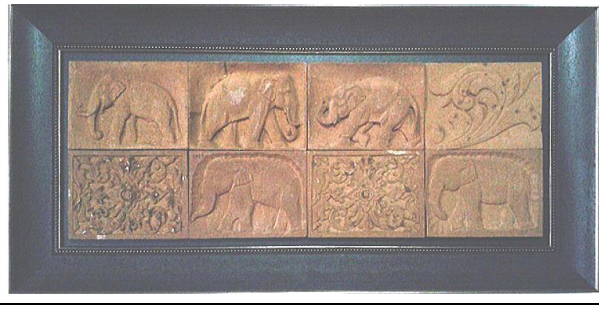
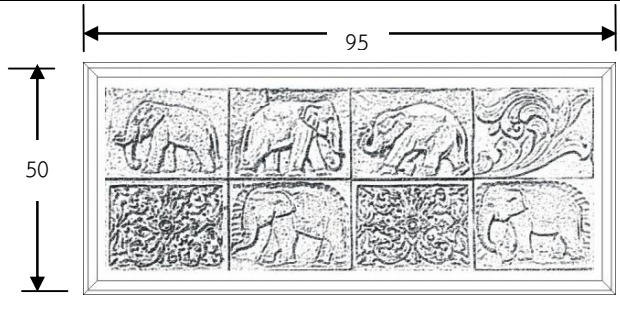
ตารางที่ 6 แสดงขั้นตอนการผสมวัสดุและการอัดขึ้นรูปแผ่นวัสดุผสมระหว่างวัสดุหลัก (Matrix) กับวัสดุเสริมแรง (Reinfocement) ขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมแม่พิมพ์	ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมวัสดุหลัก (Matrix) และวัสดุเสริมแรง (Reinfocement)	ขั้นตอนที่ 3 การอัดขึ้นรูปวัสดุผสมลงบนแม่พิมพ์
1.1 ทำความสะอาดภายในแม่พิมพ์ 1.2 ทาวาสลีนภายในแม่พิมพ์ตัวผู้และแม่พิมพ์ตัวเมีย 1.3 ทิ้งให้แห้งหมาดๆ	2.1 นำปูนปลาสเตอร์ผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน 2.2 นำน้ำสะอาดผสมกับโซเดียมเบนโซเอตและสีฝุ่นคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน 2.3 นำกาวลาเท็กซ์ผสมกับน้ำสะอาดที่ผสมโซเดียมเบนโซเอต และสีฝุ่น (ข้อ 2.2) คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน 2.4 นำปูนปลาสเตอร์ที่ผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา (ข้อ 2.1) มาผสมกับกาวลาเท็กซ์ที่ผสมกับน้ำสะอาด โซเดียมเบนโซเอต และสีฝุ่น (ข้อ 2.3) คลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน	3.1 นำวัสดุผสม (ข้อ 2.4) ที่ได้ อัดลงแม่พิมพ์ตัวเมีย ที่เตรียมไว้โดยใช้แรงกด 65 กิโลกรัม ให้ทั่วพื้นที่แม่พิมพ์ 3.2 นำแม่พิมพ์ตัวผู้ปิดทับแม่พิมพ์ตัวเมียและกดทับให้เรียบสนิท 3.3 ถอดแม่พิมพ์ตัวผู้ออกจากแม่พิมพ์ตัวเมีย 3.4 ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 18-20 วัน 3.5 ถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์และทิ้งไว้ให้แห้งสนิท 24 ชั่วโมง 3.6 นำชิ้นงานไปใช้งาน

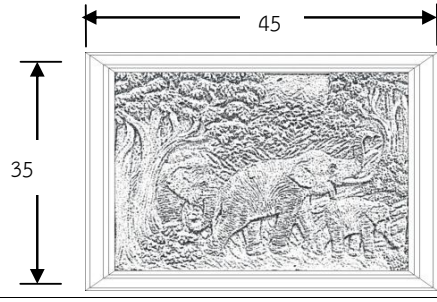
2. ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ผู้วิจัยได้สร้างตัวอย่างงานผลิตภัณฑ์ต้นแบบตามแบบร่างแนวความคิด โดยใช้แผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา ขนาดความกว้าง 30 ซม. ความยาว 40 ซม. และความหนา 20 มม. โดยมีขั้นตอนการผลิตชิ้นงานผลิตภัณฑ์ ดังนี้ 1) นำแผ่นวัสดุผสมเข้าเครื่องใสให้พื้นผิวเรียบและมีความหนา 20 มม. 2) ร่างแบบเรื่องราวและลวดลายแกะสลักบนแผ่นวัสดุผสม 3) นำแผ่นวัสดุผสมที่ร่างแบบลวดลายแกะสลักไปให้ช่างแกะสลักตามแบบ 4) นำชิ้นงานแกะสลักมาขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์หยาบและเบอร์ละเอียดให้พื้นผิวชิ้นงานเรียบ ตามลำดับ 5) นำชิ้นงานมาเคลือบผิววัสดุด้วยแล็กเกอร์ 6) นำชิ้นงานไปเข้ากรอบรูป 7) ได้ชิ้นงานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

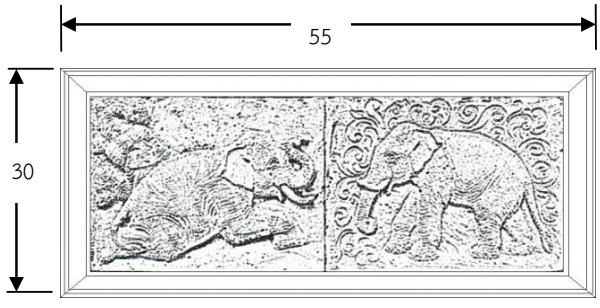
จากขั้นตอนการผลิตชิ้นงานผลิตภัณฑ์ไม้แกะสลักที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 1 จิ๊กซอว์รูปช้างและลวดลายล้านนา	แนวความคิด (Concept
	เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์แกะสลักรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าแนวนอน เป็นเรื่องราวกรอบภาพจิ๊กซอว์รูปช้างท่าทางต่างๆ และลวดลายพื้นถิ่นของล้านนานำมาต่อกันเป็นลักษณะแผ่นกระเบื้องดินเผาติดผนัง
ภาพด้าน (Elevation)	รายละเอียดผลิตภัณฑ์
	ผลิตภัณฑ์ : จิ๊กซอรูปช้างและลวดลายล้านนา ประโยชน์ใช้สอย : ประดับตกแต่ง สูตรแผ่นวัสดุผสม : แผ่นวัสดุผสมสูตร CM1 และ CM2 วัสดุประกอบ : กรอบรูปวัสดุสังเคราะห์ มิติ ก. x ย. x ส. (ซม.) : 50 x 95 x 5

ภาพที่ 1 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 1 จิ๊กซอรูปช้างและลวดลายล้านนา

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 2 ครอบครัวช้างป่า	แนวความคิด (Concept
	เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์แกะสลักรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า เรื่องราวเกี่ยวกับครอบครัวช้างป่า พ่อ แม่ ลูก มีองค์ประกอบของต้นไม้และภูเขาภายในป่า
ภาพด้าน (Elevation)	รายละเอียดผลิตภัณฑ์
	ผลิตภัณฑ์ : ครอบครัวช้างป่า ประโยชน์ใช้สอย : ประดับตกแต่ง สูตรแผ่นวัสดุผสม : แผ่นวัสดุผสมสูตร CM3 วัสดุประกอบ : กรอบรูปวัสดุสังเคราะห์ มิติ ก. x ย. x ส. (ซม.) : 35 x 45 x 3

ภาพที่ 2 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 2 ครอบครัวช้างป่า

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 3 ช้าง พ่อ แม่ ลูก	แนวความคิด (Concept
	เป็นการออกแบบผลิตัณฑ์แกะสลักรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นครอบครัวช้าง พ่อ แม่ และลูก
ภาพด้าน (Elevation)	รายละเอียดผลิตภัณฑ์
	ผลิตภัณฑ์ : ช้าง พ่อ แม่ ลูก ประโยชน์ใช้สอย : ประดับตกแต่ง สูตรแผ่นวัสดุผสม : แผ่นวัสดุผสมสูตร CM1 และ CM2 วัสดุประกอบ : กรอบรูปวัสดุสังเคราะห์ มิติ ก. x ย. x ส. (ซม.) : 30 x 55 x 3

ภาพที่ 3 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 3 ช้าง พ่อ แม่ ลูก

3. การประเมินผลผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ผู้วิจัยได้นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบและแบบประเมินผลผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 9 คน ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมไม้แกะสลัก จำนวน 6 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 15 คน เป็นผู้ประเมินผลผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และนำผลการประเมินมาวิเคราะห์นำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียงโดยแสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามชนิดปลายเปิด โดยวิธีการสรุปข้อมูลที่คล้ายคลึงกันมาสรุปเป็นภาพรวมด้วยการพรรณนา โดยแบ่งเกณฑ์ดังต่อไปนี้

4.50-5.00	หมายถึง	ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก
2.50-3.49	หมายถึง	ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับพอใช้
1.00-1.49	หมายถึง	ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมไม้แกะสลักที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 1-3 โดยจำแนกเป็นรายแบบ สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมไม้แกะสลักที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

หัวข้อการประเมินผล	ความคิดเห็น								
	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 1			ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 2			ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 3		
	$\bar{X}$	S.D	แปลผล	$\bar{X}$	S.D	แปลผล	$\bar{X}$	S.D	แปลผล
1. สามารถนำไปใช้งานได้ (ประดับตกแต่ง/เป็นของฝาก)	4.13	0.80	มาก	4.40	0.80	มาก	4.00	0.81	มาก
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุทดแทนไม้	4.40	0.80	มาก	4.33	0.69	มาก	4.33	0.78	มาก
3. การนำวัสดุเหลือใช้มาเพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.53	0.80	ดีมาก	4.40	0.87	มาก	4.46	0.80	มาก
4. มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น	4.00	0.81	มาก	4.06	0.67	มาก	3.86	0.88	มาก
5. พื้นผิวมีความสวยงาม	3.46	0.95	ปานกลาง	3.40	0.95	ปานกลาง	3.60	1.01	มาก
6. สีสันมีความสวยงาม	4.06	0.67	มาก	3.93	0.77	มาก	4.06	0.77	มาก
7. ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ (ลวดลายและรูปแบบ)	4.06	0.67	มาก	4.20	0.65	มาก	4.13	0.71	มาก
8. มีความเป็นไปได้ในการผลิต	4.06	0.77	มาก	4.13	0.71	มาก	4.06	0.67	มาก
9. จำหน่ายได้ในท้องตลาด	4.20	0.65	มาก	4.20	0.65	มาก	4.00	0.63	มาก
10. สามารถนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ได้	4.33	0.78	มาก	4.33	0.69	มาก	4.26	0.77	มาก
11. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์	4.26	0.67	มาก	4.26	0.77	มาก	4.33	0.69	มาก
รวม	4.13	0.81	มาก	4.15	0.80	มาก	4.10	0.82	มาก

จากตารางที่ 7 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิต และผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมไม้แกะสลักที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 1 มีค่าเฉลี่ยโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.13) จำแนกเป็นรายข้อพบว่า อันดับที่ 1 คือ การนำวัสดุเหลือใช้มาเพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$ = 4.53) อันดับที่ 2 คือ ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุทดแทนไม้ ($\bar{X}$ = 4.40) อันดับที่ 3 คือ สามารถนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ได้ ($\bar{X}$ = 4.33) อันดับที่ 4 คือ โดยภาพรวมท่านพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์ ($\bar{X}$ = 4.20) และอันดับสุดท้าย คือ พื้นผิวมีความสวยงาม ($\bar{X}$ = 3.46)

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ผลิต และผู้จำหน่ายที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 2 มีค่าเฉลี่ยโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.15) จำแนกเป็นรายข้อ พบว่า อันดับที่ 1 คือ สามารถนำไปใช้งานได้ (ประดับตกแต่ง/เป็นของฝาก) และการนำวัสดุเหลือใช้มาเพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$ = 4.40) อันดับที่ 2 คือ ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุทดแทนไม้ และสามารถนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ได้ ($\bar{X}$ = 4.33) อันดับที่ 3 คือ โดยภาพรวมท่านพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์ ($\bar{X}$ = 4.26) อันดับที่ 4 คือ ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ (ลวดลายและรูปแบบ) และจำหน่ายได้ในท้องตลาด ($\bar{X}$ = 4.20) และอันดับสุดท้าย คือ พื้นผิวมีความสวยงาม ($\bar{X}$ = 3.40)

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ผลิต และผู้จำหน่ายที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 3 มีค่าเฉลี่ยโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.10) จำแนกเป็นรายข้อ พบว่า อันดับที่ 1 คือ การนำวัสดุเหลือใช้มาเพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$ = 4.46) อันดับที่ 2 คือ ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุทดแทนไม้ และโดยภาพรวมท่านพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์ ($\bar{X}$ = 4.33) อันดับที่ 3 คือ สามารถนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ได้ ($\bar{X}$ = 4.26) อันดับที่ 4 คือ สีสันมีความสวยงาม และความสวยงามของผลิตภัณฑ์ (ลวดลายและรูปแบบ) ($\bar{X}$ = 4.13) และอันดับสุดท้าย คือ พื้นผิวมีความสวยงาม ($\bar{X}$ = 3.60)

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ผลิต และผู้จำหน่ายที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 1 : จิกซอว์รูปช้างและลวดลายล้านนา

(1) ควรทำเป็นลักษณะเหมือนแผ่นกระเบื้องติดผนังและออกแบบเป็นเรื่องราวต่างๆ

(2) ควรเพิ่มเติมเส้นแบ่งระหว่างชิ้นงาน (สีเดียวกับกรอบรูป) ซึ่งจะเพิ่มความทันสมัยมากขึ้น (เหมาะกับการตกแต่ง Style Modern) หรือเลือกกรอบรูปที่เป็นขอบเล็ก

(3) ควรทดลองไปจำหน่ายในท้องตลาด

(4) จะต้องเก็บรายละเอียดของชิ้นงานและการผสมสีให้มากกว่านี้

(5) ปัญหาเรื่องของรอยต่อของแผ่นภาพที่จะต้องระมัดระวังภาพรวมของภาพ ทั้งเนื้อหาและลักษณะทางกายภาพที่มีความแตกต่างของพื้นภาพ

(6) สีที่ผสมต้องระวังเรื่องโลหะหนักตกสู่ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

(7) รูปแบบและลวดลายที่เกิดขึ้นสามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ โดยใช้หลักการของแม่พิมพ์และระบบจิกและฟิกเกอร์

(8) สามารถนำมากลึงและฉลุได้อีก

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 2 : ครอบครัวช้างป่า

(1) ควรทดลองไปจำหน่ายในท้องตลาด

(2) จะต้องเก็บรายละเอียดของชิ้นงานและการผสมสีให้มากกว่านี้

(3) การจัดภาพไม่ควรมีทิศทางของภาพเพราะจะทำให้มีผลต่อการดูและความรู้สึก

(จากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจะเป็นทิศทางที่มุ่งสู่ทางขวามือ)

(4) สีที่ผสมต้องระวังเรื่องโลหะหนักตกสู่ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

(5) รูปแบบและลวดลายที่เกิดขึ้นสามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ โดยใช้หลักการของแม่พิมพ์และระบบจิกและฟิกเกอร์

(6) ควรนำมาย้อมสี เพ้นท์สี ให้เหมือนจริงตามธรรมชาติ

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 3 : ช้างพ่อ แม่ ลูก

(1) ควรเพิ่มลวดลายบนพื้นผิวของชิ้นงานทั้งสองให้ต่อเนื่องกันและเพื่อลบรอยต่อ

(2) ขาดความต่อเนื่องของภาพพื้นผิวของชิ้นงานต่างระดับกันมากจนเกินไป หากเป็นภาพคนละชิ้นอาจมีเส้นแบ่งและเลือกกรอบรูปที่เรียบง่าย Style Modern

(3) ควรทดลองไปจำหน่ายในท้องตลาด

(4) จะต้องเก็บรายละเอียดของชิ้นงานและการผสมสีให้มากกว่านี้

(5) สีที่ผสมต้องระวังเรื่องโลหะหนักตกสู่ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

(6) รูปแบบและลวดลายที่เกิดขึ้นสามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ โดยใช้หลักการของแม่พิมพ์และระบบจิกและฟิกเกอร์

(7) ควรออกแบบในรูปแบบสไตล์ศิลปะร่วมสมัยโดยวิธีการจัดองค์ประกอบศิลป์ลงบนชิ้นงาน

สรุปผลการประเมินผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิต และ ผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมไม้แกะสลัก ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 1-3 มีค่าเฉลี่ยโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก รายการข้อที่ประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก คือ การนำวัสดุเหลือใช้มาเพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$ = 4.53) และข้อที่ประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 3 อันดับแรก คือ สามารถนำไปใช้งานได้ (ประดับตกแต่ง/เป็นของฝาก) และความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุทดแทนไม้ ($\bar{X}$ = 4.40) สามารถนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ได้ และโดยภาพรวมท่านพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์ ($\bar{X}$ = 4.33) ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ (ลวดลายและรูปแบบ) และจำหน่ายได้ในท้องตลาด ($\bar{X}$ = 4.20) ซึ่งจะเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนางานหัตถกรรมไม้แกะสลักจากวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราต่อไป

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการทดลองวัสดุผสมระหว่างวัสดุหลักได้แก่ กาวลาเท็กซ์ ปูนปลาสเตอร์ กับวัสดุเสริมแรง ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ซึ่งมีประเด็นที่จะอภิปราย คือ 1) จะต้องพิจารณาการผสมวัสดุหลักและวัสดุเสริมแรงตามสัดส่วนโดยน้ำหนักของวัสดุให้เหมาะสม ประการแรก คือ จะต้องคำนึงถึงการใช้วัสดุขี้เลื่อยไม้ยางพาราในปริมาณ (คิดเป็นปริมาตร) ที่มากกว่าวัสดุหลักในการผลิตชิ้นงานแผ่นวัสดุผสม เพราะต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ที่วัสดุกาวลาเท็กซ์ ปูนปลาสเตอร์ และเพื่อที่จะเพิ่มมูลค่าเศษวัสดุขี้เลื่อยในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา ประการที่สองสัดส่วนของวัสดุกาวลาเท็กซ์ และปูนปลาสเตอร์ จะต้องได้สัดส่วนกับวัสดุขี้เลื่อยไม้ยางพารา เพราะมีความสำคัญ คือ เป็นวัสดุยึดประสานขี้เลื่อยให้เนื้อวัสดุผสมมีความแข็งและความเหนียวเหมาะสมกับการแกะสลัก ซึ่งผลการทดสอบแกะสลักวัสดุผสมสูตร CM1 เหมาะสมกับการนำมาแกะสลักลายเส้น และสูตร CM2 นำมาแกะสลักนูนต่ำ โดยรายละเอียดของชิ้นงานที่แกะไม่มากนักส่วนวัสดุผสมสูตร CM3 เหมาะสมกับการนำมาแกะสลักนูนสูงและมีรายละเอียดของชิ้นงานได้ 2) ต้นทุนวัสดุที่ใช้ในการผลิตแผ่นชิ้นงานวัสดุผสมจะต้องต่ำไม่สูงเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุไม้ชนิดต่างๆ ที่ใช้ในงานหัตถกรรมไม้แกะสลัก 3) การนำผลการทดลองที่ได้นำไปถ่ายทอดให้กับชุมชน

ในท้องถิ่นจะต้องสามารถผลิตแผ่นวัสดุผสมได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องลงทุนในส่วนของเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องจักรที่มีราคาสูง

การนำวัสดุขี้เลื่อยไม้ยางพารามาเพิ่มมูลค่าที่เหลือใช้จากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา นำมาผลิตเป็นแผ่นวัสดุผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้ในงานหัตถกรรมแกะสลักทดแทนไม้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่าด้วยการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการออกแบบของนวลน้อย บุญวงษ์ [5] กล่าวว่า ปัญหาการหมดสิ้นไปอย่างรวดเร็วของทรัพยากรไม่ว่าจะอยู่ในรูปของวัสดุธรรมชาติ วัสดุสังเคราะห์ วัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้และไม่ได้ก็ตาม จนทำให้เกิดการเรียกร้องให้ลดปริมาณการใช้ลงเพื่อเหลือเก็บไว้ให้อนุชนรุ่นต่อไปสำหรับใช้ในอนาคต รวมถึงทฤษฎีแนวคิดการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Economic & Ecological Design; EcoDesign) หรือ กรีน ดีไซน์ (Green Design) คือ กระบวนการที่ผนวกแนวคิดด้านเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไปพร้อมๆ กันทำให้ส่งผลดีต่อธุรกิจ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน [3] โดยใช้หลักการพื้นฐานของการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจหลักการของ 4Rs นำมาประยุกต์ใช้ ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และ การซ่อมบำรุง (Repair) จะมีความสัมพันธ์กับแต่ละช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ [6]

ข้อเสนอแนะ

1. ในส่วนของระยะเวลาในการแห้งตัวของแผ่นวัสดุผสมโดยการทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องอาจจะมีการใช้เตาอบให้ชิ้นงานแห้งเพื่อลดระยะเวลา

2. ขนาดและความหนาของแผ่นชิ้นงานวัสดุผสมควรมีการทดลองเพิ่มขนาดและนำมาทดสอบในการแกะสลักแบบลอยตัว และการทนต่อความชื้นได้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] สิริพร คืนมาเมือง. (2554). การประยุกต์พระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อสืบถอดภูมิปัญญาท้องถิ่นงานหัตถกรรมสาขาไม้แกะสลักของจังหวัดเชียงใหม่. ใน *รายงานวิจัย*. คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

[2] จรุภัทร์ วัฒนพานิช; สมาน เสนงาม; และ เกริกชัย ทองหนู. (2548). ศักยภาพด้านพลังงานของเศษวัสดุในอุตสาหกรรมไม้ยางพารา. ใน *รายงานวิจัย*. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[3] ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ. (2548). *การศึกษาด้านเทคนิคของ LCA / EcoDesign ในการรับมือกับระเบียบ WEEE และ RoHs.* (เอกสารประกอบการบรรยาย) ณ ห้องแกรนด์บอลรูม ชั้น 3 โรงแรมเซ็นจูรี่พาร์ค กรุงเทพฯ. วันที่ 11 สิงหาคม 2548.

[4] นภารัตน์ ชูเกิด. (2557). *วัสดุทดแทนไม้ลดภาวะโลกร้อน : กระบวนการในการยอมรับวัสดุทดแทนไม้ของชาวจังหวัดนครศรีธรรมราช.* สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม 2557, จาก http://www.blog.prachyanun.com/news_file/p54374220018.doc

[5] นวลน้อย บุญวงษ์. (2539). *หลักการออกแบบ.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[6] ตระกูลพันธ์ พัชรเมธา. (2557, มกราคม-เมษายน). การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย สาขาสังคมศาสตร์ มนุษย์ศาสตร์และศิลปะ.* 34(1): 124.