

ผลการใช้วัสดุเศษหนังเพื่อผลิตวัสดุเชิงประกอบในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม RESULTS OF POWDER LEATHER MATERIALS TO PRODUCE COMPOSITES FOR PROTOTYPING INDUSTRIAL PRODUCTS

ธีราทัต เลิศชำของกุล¹ และเกษร ธิตะจारी²

Teerat Lerdchamchongkul¹ Keasorn Thitacharee²

¹นักศึกษาลัทธิสุตร ศป.ด. (ศิลปะและการออกแบบ)

²รองศาสตราจารย์ ภาควิชาศิลปะและการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้คือศึกษาผลการใช้วัสดุเศษหนังเพื่อผลิตวัสดุเชิงประกอบในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์การวิจัยคือ 1) เพื่อหาอัตราส่วนของผงหนังกับตัวประสานในการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ โดยใช้เกณฑ์การทดสอบ ตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมการใช้เศษหนังในงานวัสดุเชิงประกอบ ประชากรคือผู้เข้าร่วมการฝึกอบรม ได้แก่ กลุ่มนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาครุศาสตร์การออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน กลุ่มประชาชนที่สนใจในชุมชนเขตลาดกระบังจำนวน 10 คน และผู้ประกอบการเกี่ยวกับงานเรซินไฟเบอร์กลาส จำนวน 5 คน ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยพบว่า 1) อัตราส่วนของผงหนังกับตัวประสานในการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ คือ อัตราส่วนผงหนังกับตัวประสาน เท่ากับ 1:10 โดยวิธีชั่งน้ำหนัก 2) ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ คุณสมบัติทุกด้านของวัสดุเชิงประกอบผ่านเกณฑ์ทุกเกณฑ์ทดสอบ ตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 3) ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้าฝึกอบรม กลุ่มนักศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.51$ S.D. = 0.49) ผลการประเมินกลุ่มประชาชน อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.49$ S.D. = 0.46) และ ผลการประเมินกลุ่มผู้ประกอบการ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.60$ S.D. = 0.44).

คำสำคัญ: วัสดุผงหนัง ผลิตภัณฑ์จากเรซินกับผงหนัง ส่วนเสริมแรง ตัวประสาน

Abstract

This research was the results of powder leather materials to produce composites for prototyping industrial products. The purposes of this research were 1) to determine the ratio of leather powder with a binder to create products composite 2) to evaluate product performance composites. The threshold test standard JIS A 5908-1994. 3) to evaluate the satisfaction of the participants trained in the use of scrap leather and composites. The population attending the training group is a second year student in the Bachelor of Design. King Mongkut's Institute of Technology LatKrabang 30 people. Group of citizens interested in the LatKrabang 10 people. And entrepreneurs about the fiberglass resin 5 people. Analyzed using descriptive statistics mean (\bar{x}) and standard deviation. (S.D.)

The results showed that: 1) the ratio of the powder leather with a binder to create a composite product is a powder leather with a binder ratio of 1:10 by weighing 2) product performance composites. Features all the properties of composites meet all the criteria tested according to JIS A 5908-1994 3) the satisfaction of trainees. Students In most ($\bar{x} = 4.51$ S.D = 0.49) results public. Are moderate ($\bar{x} = 3.49$ S.D = 0.46) and an assessment of the operator. Very satisfied ($\bar{x} = 3.60$ S.D. = 0.44).

Keywords: Powder Leather Materials; Products from the resin with powdered leather; Reinforcement; Binder

1. บทนำ

กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ส่งเสริมให้มีการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ และส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้หลัก 3 อาร์ (3Rs) คือ 1) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) 2) การลดการใช้ ลดการก่อให้เกิดขยะ (Reduce) 3) การนำสิ่งของที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ใช้ประโยชน์ในรูปแบบเดิมไม่ได้แล้ว หรือเรียกอีกอย่างว่าเป็นขยะ นำไปจัดการด้วยกระบวนการต่างๆ แล้วแปรรูปมาเป็นสิ่งใหม่ จากนั้นก็นำมาใช้ใหม่ (Recycle) ผลที่ได้คือ ทำให้ปริมาณของเสียที่ถูกส่งไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบลดลงอย่างต่อเนื่อง เศษเหลือทิ้งที่ยังมีศักยภาพสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องหนัง ที่ใช้หนังที่เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเสื้อผ้า กระเป๋า รองเท้า และเฟอร์นิเจอร์ จะมีเศษเหลือจากการจำนวนมากจากการตัด ตกแต่ง ซึ่งจะมีเศษขนาดเล็กไม่คุ้มค่าที่จะแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานได้ แต่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นได้ เช่น นำเศษหนังชิ้นเล็กๆ เย็บต่อกันเป็นผืน ใช้กาวและความร้อนเชื่อมติด ก็สามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้อีก นอกจากเศษหนังที่เหลือจากขั้นตอนการผลิตแล้ว ยังมีเศษอีกรูปแบบหนึ่งคือมีลักษณะเป็นผง ที่เกิดจากการเจียรขอบ และขูดผิวของชั้นบนสุดออกเพื่อปรับรูปทรงและส่วนที่ไม่ต้องการออกไป เป็นชั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการฟอกหนัง คือทำให้เกิดเศษเหลือจากชั้นตอนนี้จำนวนมาก ลักษณะที่เป็นผงเป็นเศษที่เล็กเกินกว่าจะใช้ประโยชน์ได้ มีจำนวนหลายสิบล้าน ต่อดือน ต่อโรงงาน [1]

อย่างไรก็ตามเศษหนังที่เกิดจากขูดเพื่อปรับรูปทรง ยังคงเป็นวัสดุมีคุณสมบัติในเชิงบวก กล่าวคือหนังมีความคงทนต่อการฉีกขาด ทนต่อเชื้อรา รักษาสภาพในความร้อนและความเย็นได้ดี อากาศสามารถผ่านได้ เป็นฉนวนได้ดี สามารถรักษารูปทรงของตัวเองได้ดี ทนต่อสารเคมี ทำให้มีความหลากหลายในการใช้ประโยชน์ เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติของผงหนังที่เกิดจากกระบวนการฟอก ผู้วิจัยได้นำผงหนังที่เป็นเศษเหลือทิ้ง นำมาพัฒนาปรับปรุงให้อยู่ในสภาพที่พร้อมสำหรับการใช้ประโยชน์ในรูปแบบใหม่ คือ ได้ทำการทดลองโดยใช้ผงหนังผสมกับ โพลีเอสเตอร์เรซิน ตามกรรมวิธีการทำวัสดุเชิงประกอบ (Composite Material) เป็นวัสดุที่ประกอบด้วยวัสดุอย่างน้อย 2 ชนิด คือ วัสดุที่ทำหน้าที่ยึดเกาะเป็นโครงสร้างหลัก เรียกว่า ตัวประสาน และอีกส่วนหนึ่งทำหน้าที่เสริมความแข็งแรง เรียกว่า วัสดุเสริมแรง ซึ่งเมื่อนำทั้งสองส่วนผสมกันจะได้วัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น โดยทั่วไปนิยมทำเพื่อปรับปรุงความแข็งแรง ลดความหนาแน่นเพื่อให้มีน้ำหนักเบา มีความเสถียรในรูปร่าง สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ผลิตภัณฑ์ของใช้ ผลิตภัณฑ์ของตกแต่ง [2] ดังนั้นในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์จากผงหนัง จึงเป็นการประยุกต์ใช้

วัสดุจากเศษเหลือทิ้งที่ต้องการกำจัดอยู่แล้ว มาทำประโยชน์ ซึ่งในการพัฒนาและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่ต้องมีความเข้าใจถึงหลักการ เพื่อที่จะสามารถใช้ประโยชน์ได้ถูกต้องและคุ้มค่า ซึ่งสอดคล้องตามกรอบทฤษฎีกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ การริเริ่มความคิด การถกเถียงเลือกเฟ้นความคิด การพัฒนาแนวความคิดและการทดสอบ การพัฒนากลยุทธ์การตลาด การวิเคราะห์ทางธุรกิจ การผลิตเป็นรูปผลิตภัณฑ์ การทดสอบตลาด การนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด [3] จากผลการศึกษาและทดลอง ได้นำองค์ความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดสู่สังคม เพื่อเป็นการส่งเสริมให้สังคมได้มีส่วนร่วมในการลดปริมาณขยะได้ประโยชน์จากของเสียหรือเศษเหลือทิ้งที่ยังมีศักยภาพ เป็นทางเลือกที่เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจของประเทศ [4]

จากเหตุผลที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะ พัฒนาเศษผงหนังที่ได้จากกระบวนการฟอกหนังในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเป็นวัสดุเชิงประกอบในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และ ทำได้การทดลองโดยใช้ผงหนังมาสร้างสรรคเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ นอกจากจะช่วยลดของเสียที่โรงงานต้องกำจัดทิ้ง ยังช่วยกำจัดขยะ เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจนำไปพัฒนาให้เกิดรายได้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาอัตราส่วนของผงหนังกับตัวประสานในการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบจากผงหนัง

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อหาอัตราส่วนของผงหนังกับตัวประสานในการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ

โดยใช้กรอบแนวทางการศึกษาข้อมูลและตัวอย่างของเศษหนัง เพื่อนำมาศึกษาถึงคุณลักษณะในด้านลักษณะกายภาพ ด้านคุณสมบัติทางเคมี เพื่อที่จะพิจารณาความเหมาะสมที่นำมาใช้งาน และ ทดสอบความแข็งแรง [5]

1.1 การทดสอบทางกายภาพ ได้ดำเนินการวิเคราะห์วัสดุเศษหนังเพื่อหาคุณสมบัติ ในห้องปฏิบัติการ ด้วยเครื่อง Elemental Analyzer (CHNS)

1.2 ผลการนำวัสดุผงหนังไปทดลองผสมกับตัวประสาน เรซิน เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสม นำไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยทดลองเปรียบเทียบ นำไปทดสอบหาค่าการต้านแรงดัด ด้วย

เครื่องทดสอบค่าโมดูลัสแตกร้าวและโมดูลัสยืดหยุ่น รุ่น Universal Machine (Instron Type)

1.3 การหาอัตราส่วนของปริมาณ ผงแห้งที่สามารถผสมกับตัวประสานเรซินได้โดยคำนวณจากน้ำหนักของเรซิน และเพิ่มปริมาณเศษผงแห้งตามลำดับ

2. วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ

ในการหาประสิทธิภาพด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ จากแผ่นตัวอย่าง ทดสอบที่อัตราส่วนผงแห้ง ร้อยละ 10 ต่อน้ำหนักตัวประสานเรซิน แล้วนำไปทดสอบ ตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5908 – 1994 [6]

3. วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบจากผงแห้ง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม กลุ่มนักศึกษา 30 คน กลุ่มประชาชนที่สนใจจำนวน 10 คน และผู้ประกอบการเกี่ยวกับงานเรซินไฟเบอร์กลาส จำนวน 5 คน ประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์โดยเลือกใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) หาค่าเฉลี่ย (Mean: \bar{x}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation S.D.)

4. ขอบเขตการวิจัย

1. เพื่อหาอัตราส่วนของผงแห้งกับตัวประสานในการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านปฐมภูมิ ทำการเก็บข้อมูลและตัวอย่างของผงแห้ง ในโรงงานอุตสาหกรรมการฟอกหนัง เพื่อนำมาศึกษาถึงคุณลักษณะด้านต่างๆ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมที่นำมาใช้งาน และ ทดสอบความแข็งแรง ข้อมูลด้านทุติยภูมิ โดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากแหล่งบริการข้อมูลวัสดุ และ หอสมุด ทดลองวัสดุผงแห้งไปผสมกับตัวประสานเรซิน ขึ้นรูปด้วยวิธีใช้มือทา (Hand Lay-up) เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของแต่ละอัตราส่วน จากนั้นคำนวณหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะนำไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ [7]

2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) เกณฑ์การทดสอบ ตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 2) เครื่องทดสอบ Universal Machine (Instron Type) 3) หน่วยงานทดสอบ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติที่ใช้ในการวิจัย หาค่าเฉลี่ย (Mean: \bar{x}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation S.D.)

3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบจากผงแห้ง

ประชากร ได้แก่

1. นักศึกษาสาขาวิชาครุศาสตร์การออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน
2. ประชาชนที่ในชุมชนเขตลาดกระบังจำนวน 10 คน
3. ผู้ประกอบการเกี่ยวกับงานเรซินไฟเบอร์กลาส จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม ให้สอดคล้องกับแนวทางที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลการใช้วัสดุเศษแห้งเพื่อผลิตวัสดุเชิงประกอบในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของผงแห้ง ที่รวบรวมจากโรงงานอุตสาหกรรมการฟอกหนัง เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางด้านต่างๆ



รูปที่ 1 ลักษณะผงแห้งที่ได้จากโรงงานฟอกหนัง

จากรูปที่ 1 แสดงลักษณะเศษแห้งที่เป็นผงเกิดจากขั้นตอนการตัดเจียรรถตกแต่งผิว แล้วอัดเป็นก้อนเพื่อง่ายต่อการกำจัด เศษแห้งลักษณะนี้จะมีปริมาณมาก ซึ่งเป็นภาระของโรงงานในการจัดการ ในปัจจุบันเศษแห้งจากการตัดเจียรหลังการฟอก จะถูกนำไปทิ้งกองบนดินพร้อมขยะอื่นๆ ในโรงงาน ถ้าทิ้งไว้ระยะเวลานานๆ ก็จะทำให้เกิดกลิ่นรบกวนรวมถึงเป็นสาเหตุให้สัตว์และแมลงอาศัยทำรังก่อให้เกิดความรำคาญ

2. การหาอัตราส่วนของผงแห้งกับตัวประสานเรซิน ผู้วิจัยได้นำผงแห้งไปทดสอบเพื่อหาอัตราส่วน ในการใช้ร่วมกับตัวประสานเรซิน เพื่อได้อัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะนำไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยทดลองเปรียบเทียบ 5 อัตราส่วน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนการเพิ่มปริมาณผงแห้งกับตัวประสานเรซิน

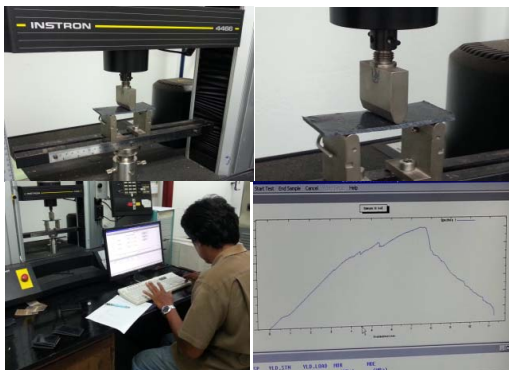
ลำดับ ส่วนผสม	น้ำหนักเรซิน (กรัม)	น้ำหนักผง แห้ง (กรัม)	อัตราการเพิ่มผงแห้ง (%)
1	400	10	2.5
2	400	20	5
4	400	40	10
5	400	50	12.5

การทำอัตราส่วนของผงแห้งกับตัวประสานเรซิน โดยเทส่วนผสมลงพิมพ์ขนาด 30 X 30 X 0.5 ซม. เมื่อขึ้นงานแห้งแล้วนำออกจากพิมพ์นำไปปรับสภาพที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง แล้วตัดชิ้นตัวอย่างไปทดสอบเปรียบเทียบความแข็งแรงของแต่ละอัตราส่วน ทั้ง 5 ตัวอย่างให้ตรงกับเครื่องทดสอบ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการนำอัตราส่วนของผงแห้งกับตัวประสานเรซิน

3. การประเมินประสิทธิภาพโดยการทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5904-1994 ประกอบด้วยคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกล ด้วยเครื่องทดสอบ รุ่น Universal Machine (Instron Type) ห้องปฏิบัติการ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



รูปที่ 3 แสดงการทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุเชิงประกอบ

จากรูปที่ 3 แสดงการนำชิ้นตัวอย่างเข้าเครื่องทดสอบผลทดสอบที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบและวิเคราะห์หาค่ากระบวนการทางสถิติ ประกอบด้วยคุณสมบัติทางกายภาพ และ คุณสมบัติเชิงกล ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การทดสอบสมบัติเชิงกลและสมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพ	มาตรฐาน	สมบัติเชิงกล	มาตรฐาน
1. ค่าความหนาแน่น	400- 900 กก. /ม	1. ความต้านแรง ดัด	18.0 MPa
2. ปริมาณความชื้น ของแผ่น	5-13 (%)	2. แรงยึดเหนี่ยว ภายใน	0.30 MPa
3. การดูดซึมน้ำ	-	3. การยึดเหนี่ยว ตะปูเกลียว	500 นิวตัน
4. การพองตัวเมื่อแช่น้ำ	12 (%)		

4. การวิเคราะห์การขึ้นรูปต้นแบบผลิตภัณฑ์ วิธีการวิจัยในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ที่ได้ศึกษาข้อมูลขั้นตอนการทำงาน ไฟเบอร์กลาส วิธีใช้มือทา (Hand Lay-up) โดยเริ่มจากการเลือกต้นแบบ ที่มีแม่พิมพ์อยู่แล้ว และ ต้นแบบที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ โดยใช้แบบประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์ และประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 คน

เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์ (Rating Scale) สถิติที่ใช้ คือ การประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบ ประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ (Descriptive Statistics) หาค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation S.D.)



รูปที่ 4 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากวัสดุผงแห้ง



รูปที่ 5 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ประเมินผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

5. ขั้นตอนการการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้อบรม ได้แก่ กลุ่มนักศึกษาสาขาวิชาครุศาสตร์การออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน กลุ่มประชาชนที่สนใจใน จำนวน 10 คน และ ผู้ประกอบการเกี่ยวกับงานเรซินไฟเบอร์กลาส จำนวน 5 คน ประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์โดยเลือกใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ทาค่าเฉลี่ย (Mean: \bar{x}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation S.D)



รูปที่ 6 ถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ผู้เข้าร่วมฝึกอบรม

6. ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 สรุปผลการใช้วัสดุเศษหนึ่งเพื่อผลิตวัสดุเชิงประกอบในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สรุปผลด้านคุณสมบัติของวัสดุผงหนึ่งได้ดังนี้

1. ผงหนึ่งยังคงมีคุณสมบัติของความเป็นหนึ่งอยู่ เพียงแต่มีขนาดและรูปร่างเปลี่ยนไปเท่านั้น สมบัติทางกายภาพลักษณะภายนอก ดูจากกล้องจุลทรรศน์มีผิววนอกสุดหยาบเป็นเกล็ด เรียงซ้อนกัน จากสภาพทางกายภาพนี้เองทำให้เส้นใยสังเคราะห์ยังคงมีความนุ่มนวลและมีลักษณะฟู มีความสามารถในการดูดซับความชื้น ซึ่งเหมาะที่จะนำมาเป็นส่วนผสมกับตัวประสานเรซินสำหรับการทำวัสดุเชิงประกอบได้

2. ผลการนำวัสดุผงหนึ่งไปทดลองผสมกับตัวประสานและเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงดัดตามมาตรฐาน JIS A 5908 – 1994 ผลคือการเพิ่มผงหนึ่ง มีผลต่อคุณสมบัติความต้านทานแรงดัดของวัสดุเชิงประกอบ โดยการผสมผงหนึ่ง จะทำให้คุณสมบัติความต้านทานแรงดัดของแผ่นประกอบสูงขึ้นตามไปด้วย

3. อัตราส่วนของปริมาณเศษหนึ่งที่สามารถจะผสมกับตัวประสานเรซินได้โดยคำนวณจากน้ำหนักของเรซิน จากการทดลอง ผลที่ได้คือ ผงหนึ่งที่สามารถผสมกับตัวประสานเรซินที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 10 ของน้ำหนักเรซิน และยังคงมีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5908 – 1994

ตอนที่ 2 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบ จากแผ่นตัวอย่างทดสอบที่อัตราส่วนผงหนึ่ง ร้อยละ 10 ต่อน้ำหนักตัวประสานเรซินตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5908 – 1994 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

สมบัติที่ทดสอบ	อัตราส่วนวัสดุเชิงประกอบ [ผงหนึ่ง (10 %) ต่อ น้ำหนักเรซิน (90 %)]	มาตรฐาน JIS A 5908 – 1994
ความหนาแน่น	910	400-900 กก./ม. ³
ความต้านแรงดัด	24.13	18 .0 MPa
ปริมาณความชื้น	1.44	5-13 เปอร์เซ็นต์
การยึดเหนี่ยวของ ตะปูเกลียว	668.74	500 นิวตัน
แรงยึดเหนี่ยวภายใน	(ไม่สามารถดึงให้หลุดจากกันได้)	0.30 MPa
การดูดซึมน้ำ		
- เวลา 2 ชั่วโมง	0	12 เปอร์เซ็นต์
- เวลา 24 ชั่วโมง	0	-
การพองตัวเมื่อแช่น้ำ		
- เวลา 2 ชั่วโมง	0	-
- เวลา 24 ชั่วโมง	0	-

จากตารางที่ 3 พบว่า

1. ความหนาแน่น ของวัสดุเชิงประกอบมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่น 910 กก./ม.3
2. ความต้านทานแรงของวัสดุเชิงประกอบมีค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงดัด 24.13 MPa
3. ปริมาณความชื้น ของวัสดุเชิงประกอบมีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น 1.44 %
4. การยึดเหนี่ยวตะปูเกลียว ของวัสดุเชิงประกอบมีค่าเฉลี่ยการยึดเหนี่ยวตะปูเกลียว 668.74 นิวตัน
5. แรงยึดเหนี่ยวภายใน จากการทดลองตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส มผช.584 – 2547 ซึ่งคุณสมบัติด้านแรงยึดเหนี่ยวภายใน วัสดุเชิงประกอบ (ความหนาแน่นทดสอบ 4.9 – 6.4 มิลลิเมตร) มีค่าเฉลี่ยแรงยึดเหนี่ยวภายใน 107.23 MPa
6. การดูดซึมน้ำของวัสดุเชิงประกอบมีค่า 0 ทั้งเวลา 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง
7. การพองตัวเมื่อแช่น้ำของวัสดุเชิงประกอบมีค่า 0 ทั้งเวลา 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง

การประเมินคุณภาพของวัสดุเชิงประกอบกับเกณฑ์ ตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 ผลการศึกษาวัสดุเชิงประกอบที่ใช้ปริมาณผงหนัง 10 % ต่อน้ำหนักตัวประสานเรซิน พบว่าคุณสมบัติทุกด้านของวัสดุเชิงประกอบผ่านเกณฑ์ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า การยึดติดกันระหว่างผงหนัง กับ ตัวประสานเรซินซึ่งเป็นสารเชื่อมยึดที่สำคัญ และปริมาณผงหนังที่ 10% เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งค่าที่ได้ทุกอัตราส่วนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 3 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบจากเศษผงหนังจากการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม กลุ่มนักศึกษาสาขาวิชาครุศาสตร์การออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน กลุ่มประชาชนที่สนใจในชุมชนเขตลาดกระบังจำนวน 10 คน และผู้ประกอบการเกี่ยวกับงานเรซินไฟเบอร์กลาส จำนวน 5 คน ประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์โดยเลือกใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) หาค่าเฉลี่ย (Mean: \bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation S.D.)

ตารางที่ 4 แสดงความพึงพอใจของกลุ่มนักศึกษา

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
1. ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต			
1.1 การนำเศษวัสดุเศษผงหนังกลับมาใช้ในรูปแบบใหม่	4.60	0.49	มากที่สุด
1.2 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุ	4.50	0.95	มาก
1.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใช้สาธิต	4.65	0.57	มากที่สุด
1.4 การประยุกต์ใช้ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	4.00	1.00	มาก
ผลการประเมินรวม	4.44		มาก
2. ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้			
2.1 ผลงานที่ได้เราให้มีความคิดสร้างสรรค์	3.50	0.49	มาก
2.2 มีความสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย	4.30	0.44	มาก
2.3 นำไปใช้งานได้จริง	4.00	0.50	มาก
2.4 ความมีเอกลักษณ์ของชิ้นผลิตภัณฑ์	3.45	0.48	ปานกลาง
2.5 ผลิตภัณฑ์แสดงศักยภาพของเศษวัสดุผงหนังได้ดี	3.60	0.58	มาก
ผลการประเมินรวม	4.37		มาก
3. ด้านสิ่งแวดล้อม			
3.1 จัดการจากของเสียกลับมาใช้ประโยชน์	5.00	0.57	มากที่สุด
3.2 การใช้งานของผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย	4.30	0.95	มาก

ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
3.3 ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่มีคุณภาพและมีมูลค่า	4.60	0.95	มาก
3.4 ผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	5.00	0.57	มากที่สุด
ผลการประเมินรวม	4.72		มากที่สุด
สรุปการประเมินรวม	4.51		มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้าฝึกอบรมกลุ่มนักศึกษายูนิในระดับมากที่สุด $\bar{x} = 4.51$

ตารางที่ 5 แสดงความพึงพอใจกลุ่มประชาชน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
1. ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต			
1.1 การนำเศษวัสดุเศษผงหนังกลับมาใช้ในรูปแบบใหม่	3.10	0.30	ปานกลาง
1.2 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุ	3.70	0.46	ปานกลาง
1.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใช้สาธิต	3.35	0.44	ปานกลาง
1.4 การประยุกต์ใช้ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	3.44	0.46	ปานกลาง
ผลการประเมินรวม	3.39		ปานกลาง
2. ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้			
2.1 ผลงานที่ได้เราให้มีความคิดสร้างสรรค์	3.44	0.46	ปานกลาง
2.2 มีความสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย	3.70	0.46	มาก
2.3 นำไปใช้งานได้จริง	3.10	0.30	ปานกลาง
2.4 ความมีเอกลักษณ์ของชิ้นผลิตภัณฑ์	3.10	0.30	ปานกลาง
2.5 ผลิตภัณฑ์แสดงศักยภาพของเศษวัสดุผงหนังได้ดี	3.35	0.44	ปานกลาง
ผลการประเมินรวม	3.38		ปานกลาง
3. ด้านสิ่งแวดล้อม			
3.1 จัดการจากของเสียกลับมาใช้ประโยชน์	3.40	0.51	ปานกลาง
3.2 การใช้งานของผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย	3.71	0.53	มาก
3.3 ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่มีคุณภาพและมีมูลค่า	3.76	0.53	มาก
3.4 ผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	4.00	0.64	มาก
ผลการประเมินรวม	3.72		มาก
สรุปการประเมินรวม	3.49		ปานกลาง

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้า
ฝึกอบรมกลุ่มประชาชน อยู่ในระดับปานกลาง $\bar{x} = 3.49$

ตารางที่ 6 แสดงความพึงพอใจกลุ่มผู้ประกอบการ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ความ เหมาะสม
1. ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต			
1.1 การนำเศษวัสดุเศษผงแห้ง กลับมาใช้ในรูปแบบใหม่	3.70	0.46	มาก
1.2 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุ	4.09	0.49	มาก
1.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใช้สาธิต	4.00	0.64	มาก
1.4 การประยุกต์ใช้ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	3.93	0.53	มาก
ผลการประเมินรวม	3.93		มาก
2. ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้			
2.1 ผลงานที่ได้เข้าให้มีความ ความคิดสร้างสรรค์	3.40	0.49	ปานกลาง
2.2 มีความสัมพันธ์กับ ประโยชน์ใช้สอย	3.71	0.50	มาก
2.3 นำไปใช้งานได้จริง	3.20	0.40	ปานกลาง
2.4 ความมีเอกลักษณ์ของชิ้น ผลิตภัณฑ์	3.44	0.46	ปานกลาง
2.5 ผลิตภัณฑ์แสดงศักยภาพ ของเศษวัสดุผงแห้งได้ดี	3.70	0.46	ปานกลาง
ผลการประเมินรวม	3.49		ปานกลาง
3. ด้านสิ่งแวดล้อม			
3.1 จัดการจากของเสีย กลับมาใช้ประโยชน์	3.41	0.51	ปานกลาง
3.2 การใช้งานของผลิตภัณฑ์ ได้หลากหลาย	3.10	0.30	ปานกลาง
3.3 ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่มี คุณภาพและมีมูลค่า	3.55	0.50	มาก
3.4 ผลิตภัณฑ์วัสดุเชิง ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	3.35	0.44	ปานกลาง
ผลการประเมินรวม	3.40		ปานกลาง
สรุปการประเมินรวม	3.60		มาก

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้า
ฝึกอบรม กลุ่มผู้ประกอบการ อยู่ในระดับ มาก $\bar{x} = 3.60$

7. อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุผงแห้ง เพื่อหา
อัตราส่วนของผงแห้งกับตัวประสานในการสร้างผลิตภัณฑ์วัสดุ
เชิงประกอบ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผงแห้งยังคงมีคุณสมบัติในเชิงบวก มีศักยภาพในการ
นำกลับมาใช้ประโยชน์ สภาพทางกายภาพนี้เองทำให้เส้นใย
สัตว์ยังคงมีความนุ่มนวลและมีลักษณะฟู มีความสามารถในการ
ดูดซับความชื้น ซึ่งเหมาะที่จะนำมาเป็นส่วนผสมกับตัว

ประสานเรซินสำหรับการทำวัสดุเชิงประกอบได้ คุณสมบัติที่
พบจากการวิเคราะห์ได้แสดงให้เห็นว่าผงแห้งเป็นวัสดุที่มี
ศักยภาพในการนำกลับมาใช้ใหม่ซึ่งสอดคล้องกับ กรมโรงงาน
อุตสาหกรรมได้ส่งเสริมให้มีการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์
ในรูปแบบต่างๆ และส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้หลัก 3 อาร์
(3Rs) คือ 1) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) 2) การลดการใช้
ลดการก่อให้เกิดขยะ (Reduce) 3) การนำสิ่งของที่จัดอยู่ใน
กลุ่มที่ใช้ประโยชน์ในรูปแบบเดิมไม่ได้แล้ว หรือเรียกอีกอย่าง
ว่าเป็นขยะ นำไปจัดการด้วยกระบวนการต่างๆ แล้วแปรรูปมา
เป็นสิ่งใหม่ จากนั้นก็นำมาใช้ใหม่ (Recycle) ซึ่งของเสีย
ดังกล่าว ยังมีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก

2. เมื่อนำมาผงแห้งทดลองผสมกับ ตัวประสานเรซิน ตาม
อัตราส่วนต่างๆพบว่ามีความสมบัติดีขึ้น ตามปริมาณของผงแห้ง
ที่มากขึ้น แต่การเพิ่มปริมาณเศษแห้งทำให้วัสดุเชิงประกอบมี
ความแข็งแรงขึ้นส่งผลทำให้คุณภาพการยึดติดดีขึ้น
นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณเศษแห้งที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณสมบัติ
ของวัสดุเชิงประกอบดีขึ้นด้วย แต่การเพิ่มปริมาณเศษแห้ง
จะเพิ่มได้สูงสุดเพียงจุดเดียวเท่านั้น หากเพิ่มขึ้นสูงกว่าจุดนี้ก็
จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านความแข็งแรง ซึ่งสอดคล้อง
กับงานวิจัยของ วรธรรม อุ่นจิตติชัย และ ธีรเดช ชีวันทชัย
[5] ที่วิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มปริมาณตัวประสานกับวัสดุส่วน
เสริมแรง ดังนั้นการใช้วัสดุผงแห้งเพื่อผลิตวัสดุเชิงประกอบ
ในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เป็นการ
ใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมฟอกหนัง สามารถ
ผสมกับตัวประสานเรซินได้ ถึง ร้อยละ 10 ของน้ำหนักเรซิน
โดยที่ไม่ทำคุณสมบัติการรับแรงสูญเสียไป แต่กลับช่วย
เสริมแรงให้กับเรซิน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเดือนพร
บุญศิริคำชัย ทำให้ทราบถึงปริมาณเศษแห้งกับปริมาณเรซินที่
เหมาะกับการสร้างวัสดุประกอบ จึงสามารถลดปริมาณการ
ใช้เรซิน เป็นการลดต้นทุนการผลิตได้

3. การประเมินประสิทธิภาพของวัสดุเชิงประกอบจากผง
แห้ง ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ เนื่องจากคุณภาพของ
เรซิน และ ผงแห้งสามารถใช้ร่วมกันได้ จึงได้ผล ผ่านเกณฑ์
การทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและความหมาย ของวัสดุ
เชิงประกอบ คือการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันตั้งแต่ 2
ชนิด หรือ มากกว่ามาประกอบกัน สร้างเป็นวัสดุที่มีโครงสร้าง
ใหม่ที่มีคุณภาพดีกว่า เช่นความแข็งแรง ประหยัดต้นทุน

4. การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม ได้ใช้กรอบ
แนวคิดเรื่องกระบวนการ คิดสร้างสรรค์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์
ใหม่ คือ แสวงหาความคิดใหม่ คัดเลือกความคิด พัฒนาและ
ทดสอบแนวความคิดวิเคราะห์เชิงธุรกิจ พัฒนาผลิตภัณฑ์
ทดสอบผลิตภัณฑ์ จนนำไปสู่การถ่ายทอดองค์ความรู้ จากการ
ประเมินพบว่า กลุ่มนักศึกษาที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ที่สุด อภิปรายได้ว่ากลุ่มนักศึกษามีพื้นฐานด้านการออกแบบ และทักษะการปฏิบัติงาน และ มีความคิดสร้างสรรค์ เช่น การประยุกต์ใช้วัสดุและแม่พิมพ์ สำหรับกลุ่มประชาชนที่สนใจมีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง อภิปรายได้ว่า เนื่องจากกลุ่มนี้ มีพื้นฐาน ในกระบวนการออกแบบและทักษะการปฏิบัติงานไม่มากนักในการลงมือปฏิบัติงานต้องใช้เวลาในการทำงานมากกว่า แต่มีความสนใจที่จะศึกษา เพื่อนำเป็นอาชีพเสริมหรืองานอดิเรก จึงทำให้ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง ในส่วนของกลุ่มผู้ประกอบการ ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใจมาก อภิปรายได้ว่า กลุ่มนี้มีทักษะในการปฏิบัติงานสูงมาก ทำให้การขึ้นรูปงานได้รวดเร็ว และ มีความประณีตเรียบร้อย อาจจะเสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งแรก แต่เมื่อได้ปฏิบัติซ้ำอีกครั้ง ก็สามารถทำงานได้ดีขึ้น กลุ่มนี้สามารถนำเศษหนังไปใช้ลดต้นทุน เช่น วัสดุทางเลือก วัสดุทดแทน

8. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการศึกษาวิจัยเสร็จสิ้นลง ผู้วิจัยได้มีข้อสังเกตและข้อเสนอแนะดังนี้

1. เรื่องความแข็งแรง ผู้เชี่ยวชาญ และ ผู้ประกอบการ เสนอว่า ควรเสริมใยแก้วเพื่อเสริมแรง เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการการรับแรง เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่นกระถางขนาดใหญ่ แก้ว ्हุ่นโซว์เสื่อผ้า และ ्हุ่นสำหรับวาดเส้น ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการการรับแรง เช่น ผลิตภัณฑ์ของตกแต่ง ได้แก่ กรอบรูป วัสดุตกแต่งผนัง กระถางขนาดเล็ก ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่จำเป็นต้องเสริมแรงเพราะเน้นการประดับตกแต่ง แต่การผสมผงหนังจะเป็นการลดต้นทุนได้ ซึ่งก็เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือทิ้งได้ เป็นการจัดการเศษเหลือทิ้งได้

2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการวิจัยนี้ จะมีสีดําเกิดจากสีที่ใช้ย้อม ในขั้นตอนการฟอกทำให้ผงหนังเมื่อผสมเสร็จแล้ว จะมีลักษณะเป็นของเหลวสีดํา และหนืดขึ้น ลักษณะเหมือนซีเมนต์ผสมเตรียมใช้งาน ซึ่งลักษณะเช่นนี้ คือข้อดีของวัสดุเชิงประกอบจากผงหนัง เช่น สีดําเป็นสีที่เมื่อแห้งแล้วจะเป็นเนื้อเดียวกับเรซิน ไม่หลุดลอก ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ใช้ประโยชน์จากลักษณะที่เกิดขึ้นนี้ก่อนเป็นอันดับแรก เป็นการ ใช้ประโยชน์จากวัสดุอย่างตรงไปตรงมา

3. ส่วนผู้ประกอบการ จะใช้ประโยชน์จากผงหนังไปทำประโยชน์ในรูปแบบอื่น เช่น การทำพิมพ์ แม่พิมพ์ครอบ ซึ่งใช้แทนปูนปลาสเตอร์ ผงทัลคัม หรือผงแคลเซียม เป็นการลดปริมาณเรซิน เนื่องจากพิมพ์ครอบมีความจำเป็นในการขึ้นรูปชิ้นงานและถือเป็นวัสดุสิ้นเปลือง ดังนั้นการใช้ผงหนังเป็นส่วนผสมจึงได้ประโยชน์ทางอ้อมหรือ “ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้”

และเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักบริหารจัดการกากอุตสาหกรรม, กรมโรงงาน. 2555. คู่มือ 3Rs กับการจัดการของเสียภายในโรงงาน. กรมโรงงานอุตสาหกรรม.
- [2] หลุทกัก กิริติเสวี และคณะ. 2552. ภาพรวมของวัสดุเชิงประกอบ. วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 22(70) น.18-32.
- [3] Kotler, Philip; & Armstrong Gary. 2001. Principles of Marketing 9th ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- [4] สนธยา พลศรี. 2548. เครือข่ายการเรียนรู้ในงานพัฒนาชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- [5] ธีรเดช ชีวนันท์ชัย. 2546. การพัฒนากระบวนการผลิตไฟเบอร์บอร์ดจากเศษหนังสัตว์ที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [6] ธเนศ ภิรมย์การ. 2556. การพัฒนาวัสดุจากพืชวงศ์หญ้าร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรกรรม เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 12 (2) น.69-76
Thanate Piromgarn. 2013. Developing Materials form Gramineae and Agricultural Wastes for Application in Product Design. Journal of Industrial Education, 12 (2) p.69-76.
- [7] พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2541. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต. กรุงเทพฯ: สยามคาสท์ไนลอน.