วัสดุทดแทนไม้จากเศษวัสดุรีไซเคิล

WOOD SUBSTITUTED COMPOSITES FROM RECYCLING INDUSTRIAL MATERIALS

วรวิทย์ พลทัสสะ[1] (WORAWITH PHOTASSA)
วรธรรม อุ่นจิตติชัย[2] (WORATHAM OONJITTICHAI)
ประเสริฐ วาณิชย์เจริญ[3] (PRASERT WANITCHARAEN)
วริญญา โลมรัตน์[4] (WARINYA LOMARAT)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากพลาสติกผสมกระดาษ โดยก่อนการผลิตแผ่นมีการวิเคราะห์ขนาดของชิ้นพลาสติกผสมกระดาษ พบว่า ชิ้นที่ค้างอยู่บนตะแกรง เมซ 12 มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุดมีค่า 45.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขนาดของพลาสติกผสมกระดาษอัตราส่วน 50:50 ความกว้างเฉลี่ย 3.77 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 8.00 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 0.06 มิลลิเมตร และมีสัดส่วนความเพรียวเท่ากับ 133.26 และเมื่อนำเศษพลาสติกผสมกระดาษไปทำการผลิตแผ่นโดยศึกษาระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าคุณสมบัติการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง การดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าดีขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 : Particleboards (Type 18) และมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ พบว่า แผ่นพลาสติกผสมกระดาษมีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ผ่านมาตรฐานกำหนดทั้ง 2 มาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ใช้ในการผลิตแผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า ความหนาแน่นที่

---

[1] นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[3] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[4] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

เพิ่มขึ้นมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและความชื้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำหลัก : วัสดุทดแทนไม้ เศษพลาสติกผสมกระดาษ

ABSTRACT

The research is to study the feasibility of composite from plastic mixed paper. It was found that particles of plastic composite mixed paper use for fabrication had high quantity on screen mesh 12, which have the highest quantity 45.83% by weight which is the size of the plastic mixed paper ratio 50: 50 average width was 3.77 mm, lengths were 8.00 mm and 0.06 mm thick and average slender ratio was 33.31. when mixed their by different density at 3 levels which were 600 800 and 1,000 kg/m^3 found that when the density increase caused by the thickness swelling properties after water absorption 1 and 24 hours and 24 hours after the first soak the flexure. Elastic modulus and tensile strength perpendicular to the surface better. Compared to standard JIS A 5908-2003: Particleboards (Type18), and particleboards TIS 876-2547 flat pressed particleboards, flat plastic composite mixed paper found that the thickness swelling in after immersion water 1 and 24 hours pass standards define both the 2 standard.

When analysis of variance, it found that density used in the manufacture of composite from plastic mixed paper at 600, 800 and 1,000 kg/m^3 increased influence water after water absorption features 1 and 24 hours. the flexure, Elastic modulus, Tensile strength perpendicular to the surface and moisture differences statistically significant. The thickness swelling in after immersion water 1 and 24 hours with no significant statistical.

Keywords : Wood composite, plastic-paper

บทนำ

จากประชากรโลกที่เพิ่มมากขึ้นและมีการเพิ่มความเป็นอยู่ของมนุษย์ ทำให้ปริมาณงานก่อสร้าง บ้านไม้อาคารที่พักอาศัยหรืออาคารสถานที่และการผลิตเครื่องเรือนไม้ออกมาในรูปแบบต่างๆ มากมาย เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษยชาติอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในขณะที่ผลิตผลในพื้นที่ป่าไม้ลดน้อยลงมาก แม้ว่าไม้ในป่าซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถปลูกเพิ่มและฟื้นฟูได้ แต่ต้องใช้ระยะเวลานานในการเจริญเติบโตของต้นไม้ เราควรจะใช้ผลิตผลจากป่าไม้โดยเฉพาะการใช้ไม้ให้คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพเท่าที่เราสามารถทำได้ ด้วยเหตุผลมากมายหลายประการที่ส่งผลให้ผลิตผลทั้งหมดจากบริเวณป่าไม้ในโลกลดน้อยลงอย่างต่อเนื่องและมีความผกผันระหว่างความต้องการใช้ไม้กับปริมาณของป่าไม้ ดังนั้นประเทศต่างๆ ในโลกนี้จึงมีการแลกเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติเพื่อให้มีการอนุรักษ์ป่าไม้ให้มีความอุดมสมบูรณ์ รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มกฎเกณฑ์ที่จะทำให้การใช้ไม้มีประสิทธิภาพและผลิตภัณฑ์มีคุณภาพได้มาตรฐาน

การใช้ประโยชน์ไม้จากสวนป่าของเอกชน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นไม้ที่ได้จากการตัดสางขยายระยะทั้งไม้สักและไม้กระยาเลย ซึ่งมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากการใช้ประโยชน์ไม้เหล่านี้ในแต่ละปีจะพบว่ามีเศษวัสดุไม้ที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไม้เป็นจำนวนมาก สำหรับเศษวัสดุไม้ยางพารา ซึ่งมีมากถึง 1.61 ล้านตันต่อปีนั้น จะมีอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นเอ็มดีเอฟหรือแผ่นปาร์ติเกิลมารองรับ ส่วนเศษวัสดุไม้เหลือทิ้งที่เป็นไม้สักและไม้กระยาเลย พบว่ามีปริมาณรวมกันไม่ต่ำกว่า 1.72 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และยังไม่มีผู้ประกอบรายใดนำไปสร้างมูลค่าเพิ่มได้อย่างจริงจัง จึงมักจะนำไปทำเป็นเชื้อเพลิงและเผาทิ้งเป็นส่วนใหญ่ นอกจากเศษวัสดุไม้ดังกล่าวข้างต้นแล้วยังมีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งจะมีส่วนที่ต้องทิ้งไปเป็นจำนวนมากหลังฤดูการเก็บเกี่ยว เช่น ต้นมันสำปะหลัง ต้นข้าวฟ่าง ต้นปอกระสาและปออื่นๆ ไผ่ตายขุย ต้นและก้านใบของต้นปาล์มน้ำมัน รวมทั้งฟางข้าว และเศษวัสดุเหลือทิ้งรีไซเคิลจากโรงงานต่างๆ เช่น เศษเรซิ่นที่เหลือจากโรงงานผลิตซิปและกระดุม เศษเส้นใยสังเคราะห์ โพลีเอสเตอร์ เศษพลาสติก กระดาษ กากของเสีย เศษถุงใส่น้ำเกลือ เศษถุงใส่อุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ ซึ่งมีส่วนผสมของกระดาษและพลาสติกเศษเหลือทิ้งดังกล่าว จึงกลายเป็นขยะที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก ต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการกำจัด ประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการอุปโภค บริโภคต่างๆ ปริมาณของเสียในแต่ละปีเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ สร้างปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการในด้านต่างๆ มากมาย ความสามารถในการจัดการของเสียจากภาคอุตสาหกรรมไทยยังไม่มีคุณภาพเท่าที่ควร พิจารณาจากความสามารถในการจัดการกับของเสียที่เกิดขึ้น โดยวิธีการเผาประมาณ 8.9 ล้านตัน ซึ่งมีทั้งการเผาทิ้งและนำไปเผาเพื่อสร้างพลังงาน การนำไปฝังกลบ 2.3 ล้านตัน และมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ประมาณสองล้านตันเท่านั้น สำหรับวิธีการกำจัดที่ยังพบได้น้อยมากในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย คือ การนำเศษวัสดุหรือของเสียมาผลิตเป็นวัตถุดิบโดยตรง ส่วนมากที่พบเป็นการดำเนินการในรูปแบบของการ

รวบรวมเศษวัสดุเหลือใช้ จากบ้านพักอาศัย แล้วนำไปขายให้กับโรงงานหลอมวัสดุก่อนส่งขายต่ออีกครั้งหนึ่ง ขณะที่ต่างประเทศจะมีโรงงาน รีไซเคิลที่นำของเสียจากโรงงานต่างๆ มารวมกันแล้วใช้เทคโนโลยีผลิตออกมาเป็นวัตถุดิบที่พร้อมกลับเข้าสู่ กระบวนการผลิตของโรงงานอีกแห่ง

แนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุไม้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้มีการศึกษาการนำเศษเหล่านี้มาผลิตเป็นแผ่นวัสดุทดแทนไม้ เช่น การทำเป็นแผ่นปาร์ติเกิล (Particleboard) การทำเป็นแผ่นเอ็มดีเอฟ (MDF board) หรือการทำเป็นแผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard) ซึ่งแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากเศษไม้และเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรดังกล่าว สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง ดังนั้นหากมีการนำเศษวัสดุรีไซเคิลจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มาผลิตเป็นแผ่นวัสดุทดแทนไม้ ก็จะเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทิ้งเพื่อเพิ่มมูลค่า และเป็นการลดปริมาณขยะได้อีกทางหนึ่ง สามารถนำไปส่งเสริมหรือเผยแพร่ให้กับชุมชน ตลอดจนองค์กรในท้องถิ่นที่มีเศษวัสดุรีไซเคิลวัสดุไม้ เพื่อให้ประชาชนสามารถใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่า สามารถนำไปสู่การสร้างอาชีพในชุมชนได้

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ใช้เศษพลาสติกผสมกระดาษ (50:50) จากห้างหุ้นส่วนจำกัด ตุ๊กตา เอ็นเตอร์ไพส์ เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นคอมโพสิต แล้วนำแผ่นคอมโพสิตที่ได้มาเปรียบเทียบค่าทางกายสมบัติและกลสมบัติ โดยใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876–2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ และมาตรฐาน JIS A 5908–2003 : Particleboards (Type 8) โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษา และขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ปัจจัยที่ทำการศึกษา

1.1 ความหนาแน่นของแผ่น

- ความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- ความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- ความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. การเตรียมวัสดุและกาวติดประสาน

2.1 การเตรียมวัสดุในการศึกษา

นำวัตถุดิบมาผ่านขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้ได้เศษพลาสติกที่พร้อมจะนำไปใช้ในกระบวนการอัดแผ่น โดยสรุปเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

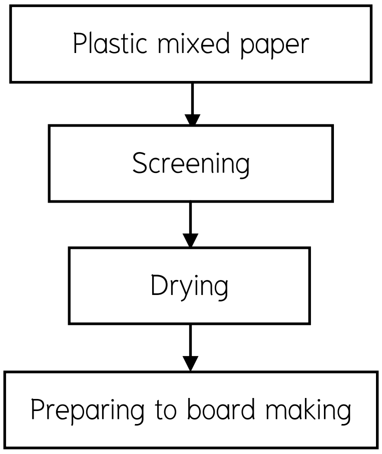


Figure 1. Preparation of composite board from plastic mixed paper.

Screening

Particle plastic mixed paper.

3. วิธีการผสมและผลิตแผ่น

ผสมสารเพิ่มคุณสมบัติของแผ่นและกาวกับเศษพลาสติกผสมกระดาษ โดยชั่งส่วนผสมต่างๆ ให้ได้ปริมาณตามน้ำหนักที่คำนวณ ใส่ในเครื่องผสมกาวแล้วสเปรย์ลงบนเศษพลาสติก จากนั้นชั่งน้ำหนักเศษพลาสติกที่ผสมเรียบร้อยแล้วตามที่ได้กำหนดไว้ นำมาโรยแผ่นเตรียมอัดโดยใช้แผ่นเทปล่อนรองบนแผ่นเพลท ก่อนทำการโรยแผ่น แล้วนำไปเข้าเครื่องอัดร้อนโดยตั้งค่าของเครื่องที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ใช้แรงดันประมาณ 150 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระยะเวลาในการอัด 10 นาที เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดนำออกจากเครื่องอัดร้อน จากนั้นปรับสภาวะของแผ่นที่ผลิตได้เป็นระยะเวลา 7 วัน (วรธรรม, 2541) แล้วจึงนำแผ่นคอมพอสิตไปทดสอบคุณสมบัติทางกายสมบัติและทางกลสมบัติต่อไป

ในการผลิตแผ่นคอมโพสิตมีการกำหนดสภาวะในการผลิตและขั้นตอนการผลิต ดังนี้

3.1 สภาวะในการอัดแผ่นคอมโพสิตจากเศษพลาสติกผสมกระดาษ

เศษพลาสติก : กระดาษ	50:50
ความหนาแน่น	600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ขนาดของแผ่น	350 x 350 มิลลิเมตร
อุณหภูมิในการอัด	180 องศาเซลเซียส
แรงดันในการอัด	150 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
ระยะเวลาในการอัด	10 นาที

3.2 การผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากเศษพลาสติกผสมกระดาษ

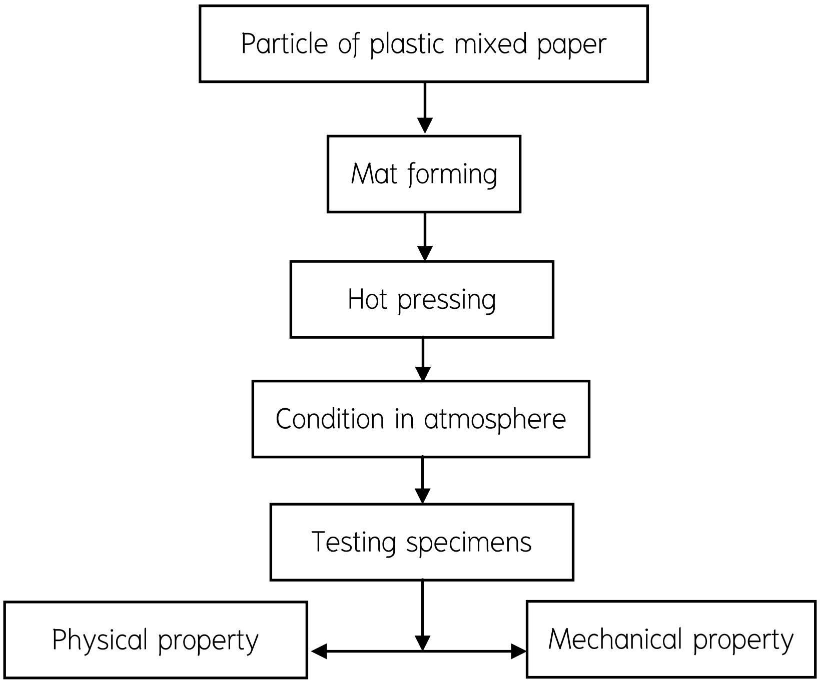


Figure 2. Composite board processing from plastic mixed paper.

สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ได้ดำเนินงานที่ห้องปฏิบัติการของฝ่ายอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ ส่วนพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

อุปกรณ์ในการศึกษา

1. เครื่องร่อนคัดขนาด	2. เครื่องร่อนพร้อมตะแกรง	3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. เครื่องอัดร้อน	5. เครื่องทดสอบกำลังวัสดุ	6. เครื่องวัด pH
7. กล้องจุลทรรศน์	8. ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	9. เครื่องผสมกาว
10. เครื่องวัดความชื้น	11. เครื่องเลื่อยวงเดือน	12. ตู้อบร้อน

Weighting

Blending

Mat forming

Hot pressing

Conditioning

Figure 3. Production of composite boards from plastic mixed paper.

4. การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นคอมพอสิตที่ผลิตได้จากสภาวะทดลองทางกายสมบัติและทางกลสมบัติ

4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบในการทดสอบทางกายสมบัติและทางกลสมบัติ

นำแผ่นคอมพอสิตที่ผลิตได้ทั้งหมด ซึ่งแต่ละแผ่นมีขนาด 350 x 350 มิลลิเมตร ไปตัดขอบออกทั้ง 4 ด้าน แล้วนำไปตัดเป็นชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 876–2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ และมาตรฐาน JIS A 5908–2003 : Particleboards (Type 18)

4.2 การทดสอบสมบัติต่างๆ ของแผ่นตามมาตรฐาน มอก. 876–2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบและมาตรฐาน JIS A 5908–2003 : Particleboards (Type 18)

4.2.1 ทดสอบความหนาแน่น (Density)

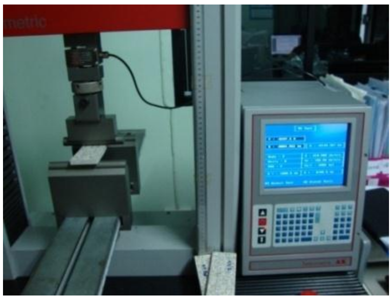
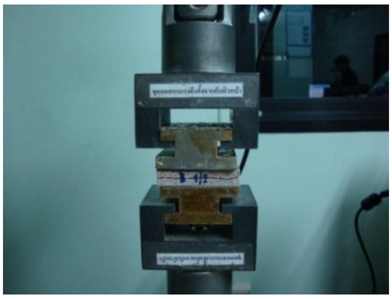
4.2.2 ทดสอบความชื้น (MC)

4.2.3 ทดสอบการดูดซึมน้ำและการพองตัว (WA & TS)

4.2.4 ทดสอบความต้านทานแรงดัดและทดสอบค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (MOR & MOE)

4.2.5 ทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (IB)

(1) (2)

(3) (4)

Figure 4. Testing of composite boards. (1) Moisture content. (2) Thickness swelling and water absorption. (3) Modulus of rupture and modulus of elasticity. (4) Internal bond.

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ธานินทร์, 2550)

5.1 การทดสอบค่าสถิติของ Scheffe

5.2 การทดสอบอิทธิพลของระดับความหนาแน่น

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. การวิเคราะห์ขนาดของพลาสติกผสมกระดาษ (อัตราส่วน 50:50)

Table 1. Screen analysis of plastic mixed paper ratio 50:50.

sample	Sieve No. (mesh)	Screen Aperture (mm)	Average particle Dimension*			Slenderness Ratio	Amount by weight (%)
			width (mm)	length (mm)	thickness (mm)		
plastic mixed paper ratio 50:50	-5	4.000	7.25	12.73	0.06	212.11	39.15
	- 5+12	2.850	3.77	8.00	0.06	133.26	45.83
	- 12+20	1.275	1.80	5.00	0.06	83.40	12.20
	-20+40	0.638	0.90	2.87	0.06	47.90	2.17
	-40+60	0.370	0.44	1.26	0.06	20.97	0.43
	- 60	0.250	0.30	0.62	0.06	10.37	0.22

* Each average value was measured from 100 particle.

จากตารางที่ 1 พบว่า พลาสติกผสมกระดาษ อัตราส่วน 50:50 มีขนาดที่ใช้ในการอัดแผ่นพลาสติกผสมกระดาษ อัตราส่วน 50:50 ที่ค้างอยู่บนตะแกรง Mesh 12 มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุดมีค่า 45.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขนาดของ พลาสติกผสมกระดาษ อัตราส่วน 50:50 ความกว้างเฉลี่ย 3.77 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 8.00 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 0.06 มิลลิเมตร และมีสัดส่วนความเพรียวเท่ากับ 133.26

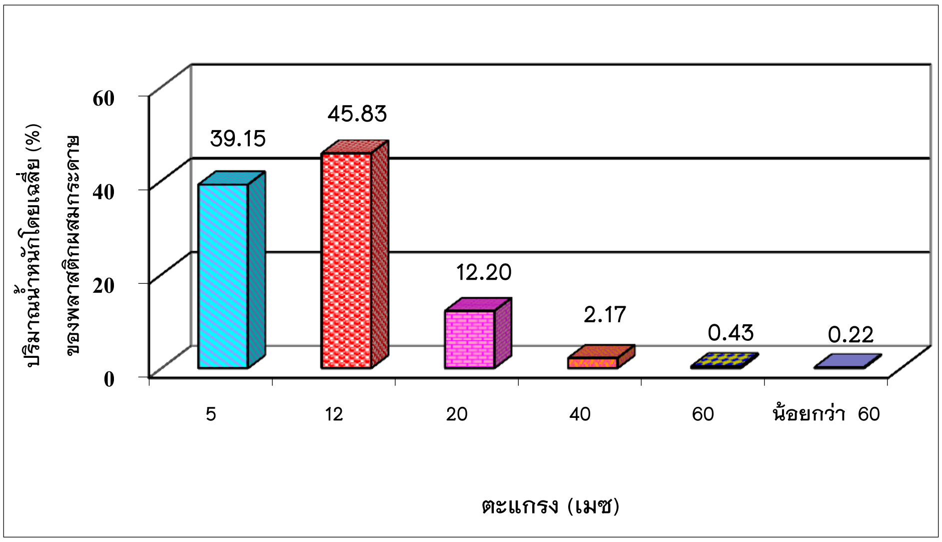


Figure 5. Amount by weight of plastics mixed paper ratio 50:50.

จากกราฟมีขนาดพลาสติกผสมกระดาษ อัตราส่วน 50:50 ที่ค้างอยู่บนตะแกรง Mesh 12 มีปริมาณมากที่สุด

Figure 6. Average particle dimension of mesh 5.

Figure 7. Average particle dimension of mesh 12.

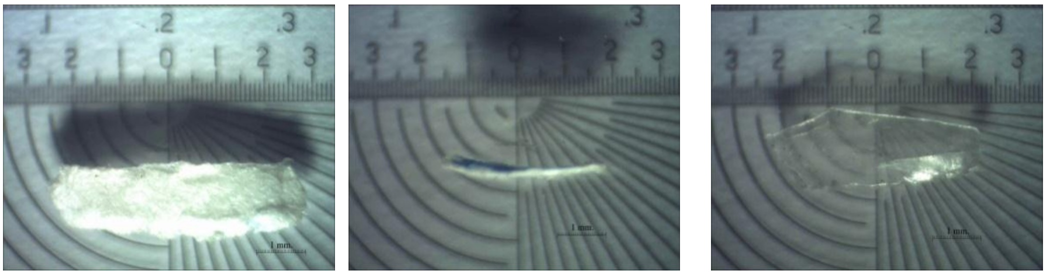


Figure 8. Average particle dimension of mesh 20.

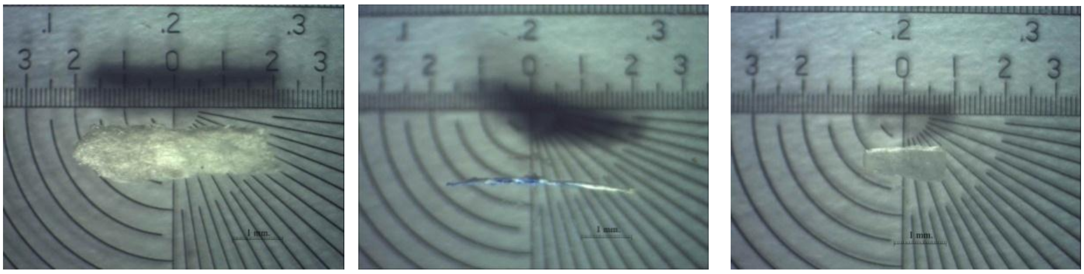


Figure 9. Average particle dimension of mesh 40.

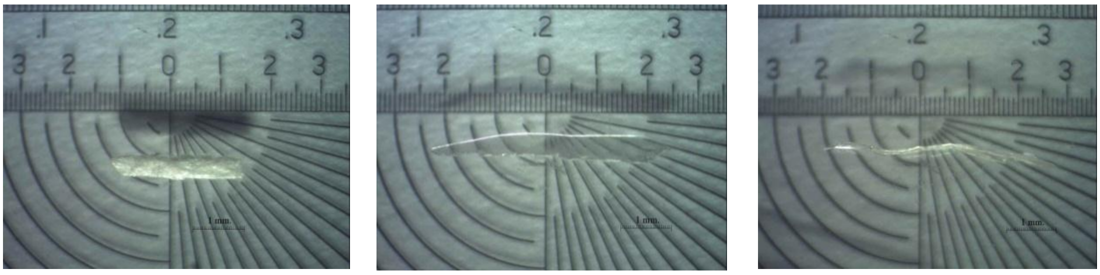


Figure 10. Average particle dimension of mesh 60.

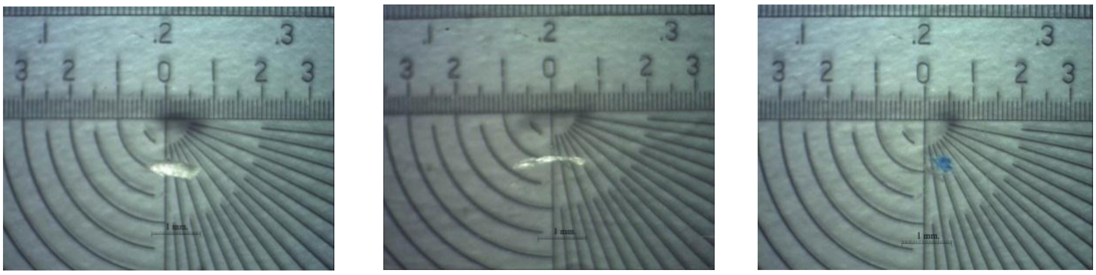
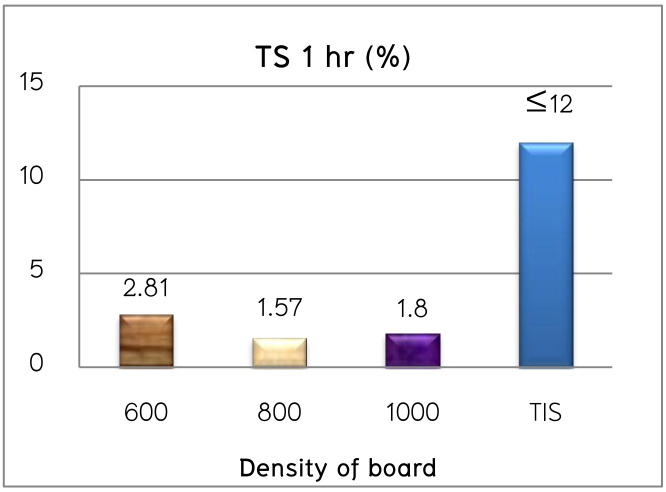


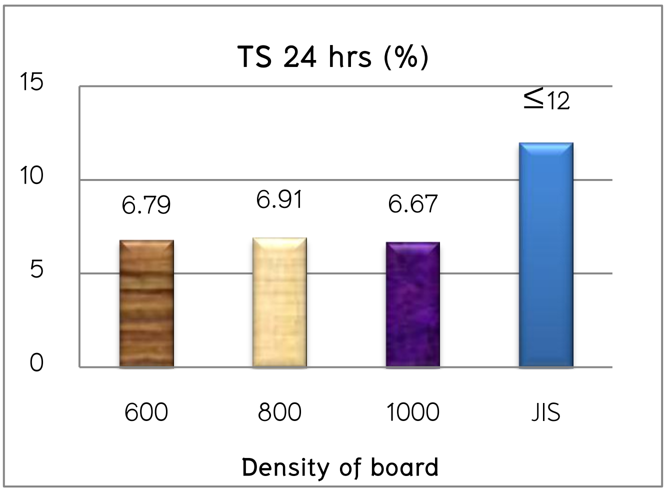
Figure 11. Average particle dimension less than mesh 60.

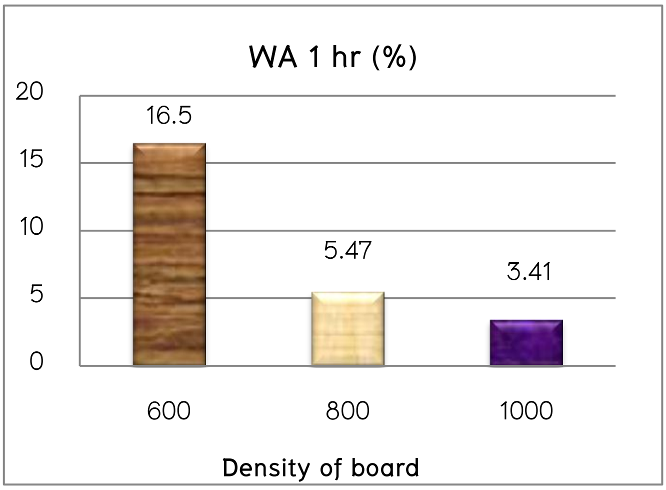
2. ผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากเศษพลาสติกผสมกระดาษ

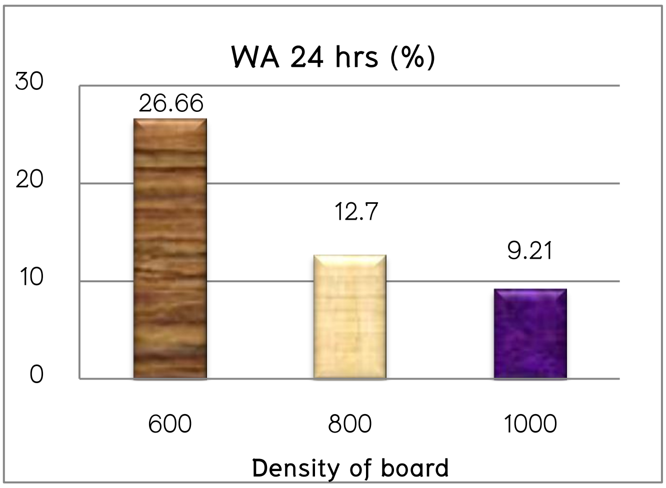
Table 2. The properties of composites from plastic mixed paper at board density 600, 800 and 1,000 kg/m^3 which are temperature of 180 ºC at 50 kg/cm^2 pressure to compress 10 minutes.

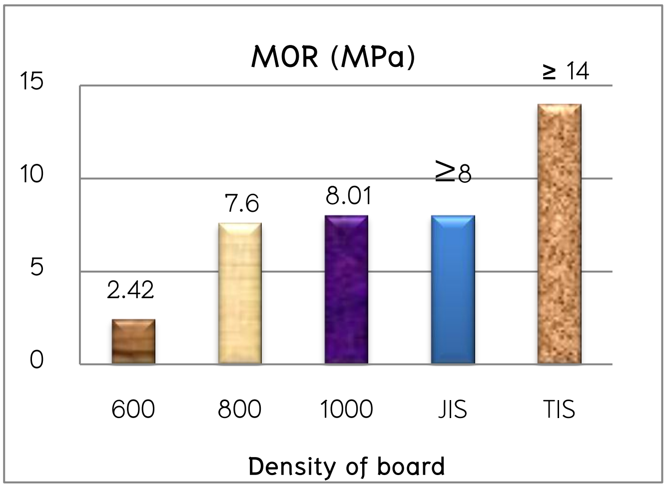
Density (kg/m^3)	Property							
	TS (%)		WA (%)		MOR (MPa)	MOE (MPa)	IB (MPa)	MC (%)
	1 hr	24 hrs	1 hr	24 hrs				
600	2.81 a	6.79 a	16.50 b	26.66 b	2.42 a	160 a	0.01 a	1.83 a
800	1.57 a	6.91 a	5.47 a	12.70 a	7.60 b	687 b	0.03 b	2.20 b
1,000	1.80 a	6.69 a	3.41 a	9.21 a	8.01 b	815 b	0.03 b	1.9 a
JIS A 5908 : 2003 (type 18)	-	≤ 12	-	-	≥ 8	≥ 2000	≥ 0.15	5-13
มอก. 876-2547	≤ 12	-	-	-	≥ 14	≥ 1800	≥ 0.04	4-13

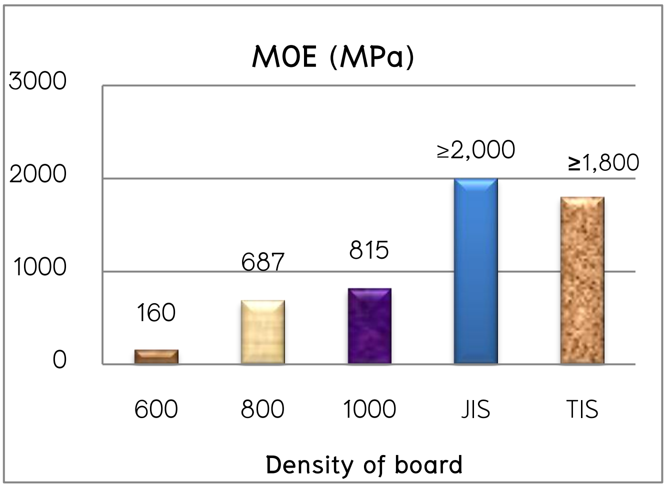

TS 1 hr (%)
15
10
5
0
2.81
1.57
1.8
≤12
600
800
1000
TIS
Density of board

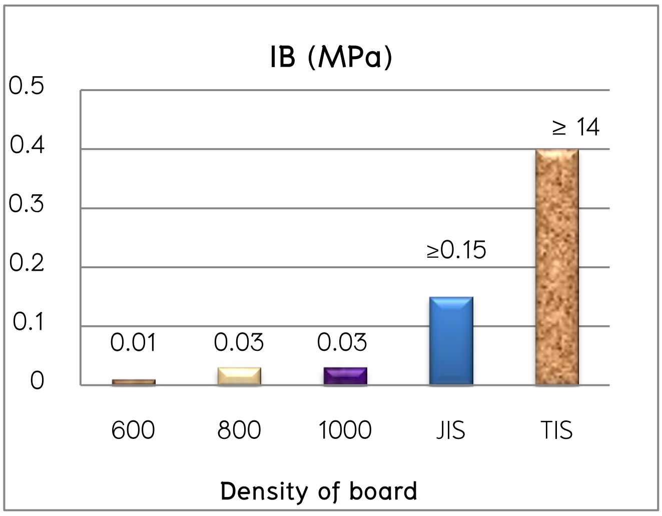

TS 24 hrs (%)
15
10
5
0
6.79
6.91
6.67
≤12
600
800
1000
JIS
Density of board


WA 1 hr (%)
20
15
10
5
0
16.5
5.47
3.41
600
800
1000
Density of board


WA 24 hrs (%)
30
20
10
0
26.66
12.7
9.21
600
800
1000
Density of board


MOR (MPa)
15
10
5
0
2.42
7.6
8.01
≥8
≥ 14
600
800
1000
JIS
TIS
Density of board


MOE (MPa)
3000
2000
1000
0
160
687
815
≥2,000
≥1,800
600
800
1000
JIS
TIS
Density of board



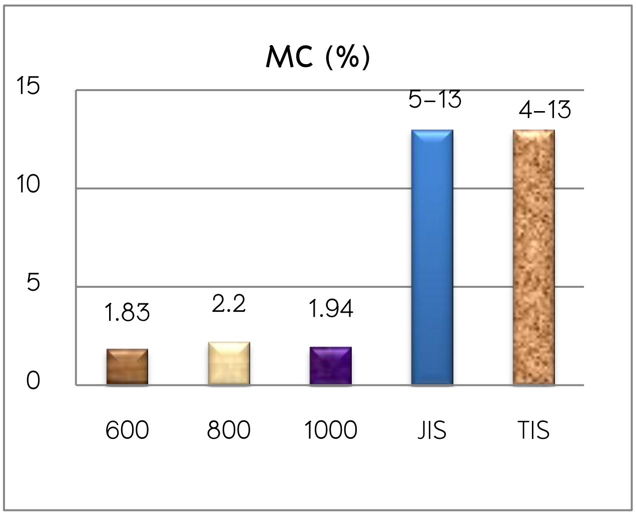


Figure 12. The properties of polymer composites from wood plastic composite mixed paper.

2.1 การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง

การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ของแผ่นพลาสติกผสมกระดาษ ที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 2.81 1.57 และ 1.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่า ที่ความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ดีที่สุด รองลงมาคือ ที่ความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

2.2 การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ของแผ่นพลาสติกผสมกระดาษ ที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 6.79 6.91 และ 6.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่า ที่ความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ดีที่สุด รองลงมาคือ ที่ความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 : Particleboards (Type 18) พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

2.3 การดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง

การดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ของแผ่นพลาสติกผสมกระดาษ ที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 16.50 5.47 และ 3.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่าที่ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำดีขึ้น และที่ความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ดีที่สุด

2.4 การดูดซึมหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

การดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ของแผ่นพลาสติกผสมกระดาษ ที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 26.66 12.70 และ 9.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่า ที่ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำดีขึ้น และที่ความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าการดูดซึม หลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ดีที่สุด

2.5 ความต้านทานแรงดัด

การทดสอบด้านความต้านทานแรงดัดของแผ่นพลาสติกผสมกระดาษ พบว่า ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ความต้านทานแรงดัดของแผ่นสูงขึ้น คือ ที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 2.42 7.60 และ 8.01 เมกะพาสคาล ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 : Particleboards (Type 18) และมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ พบว่า มีเพียงแผ่นพลาสติกผสมกระดาษที่ความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความต้านทานแรงดัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5908-2003 : Particleboards (Type 18) ส่วนมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ พบว่า แผ่นพลาสติกผสมกระดาษ มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทุกแผ่น

2.6 มอดุลัสยืดหยุ่น

แผ่นพลาสติกผสมกระดาษที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเท่ากับ 160 687 และ 815 เมกะพาสคาล ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 : Particleboards (Type 18) และมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ พบว่า แผ่นพลาสติกผสมกระดาษมีค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้ง 2 มาตรฐานทุกแผ่น

2.7 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 0.01 0.03 และ 0.03 เมกะพาสคาล ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 : Particleboards (Type 18) และมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ พบว่า แผ่นพลาสติกผสมกระดาษมีค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้ง 2 มาตรฐานทุกแผ่น

2.8 ความชื้น

แผ่นพลาสติกผสมกระดาษที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความชื้นเท่ากับ 1.83 2.20 และ 1.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A

5908-2003 : Particleboards (Type 18) และมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ พบว่าแผ่นพลาสติกผสมกระดาษมีค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้ง 2 มาตรฐานทุกแผ่น

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธีการทางสถิติ

เปรียบเทียบความหนาแน่นที่ใช้ในการผลิตแผ่นกระดาษผสมพลาสติก ที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

Table 3. . Analysis of variance (ANOVA) to difference density of composite form plastic mixed paper.

Property		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
TS 1 hr	Between Groups	7.407	2	3.703	2.446	.1.08 ns
	Within Groups	36.341	24	1.514		
	Total	43.748	26			
TS 24 hrs	Between Groups	.257	2	.128	.044	.957 ns
	Within Groups	69.593	24	2.900		
	Total	69.850	26			
WA 1 hr	Between Groups	881.455	2	440.728	20.136	.000 *
	Within Groups	525.309	24	21.888		
	Total	1406.764	26			
WA 24 hrs	Between Groups	1534.693	2	767.346	19.131	.000*
	Within Groups	962.637	24	40.110		
	Total	2497.329	26			
MOR	Between Groups	174.761	2	87.381	19.441	.000*
	Within Groups	107.870	24	4.495		
	Total	282.632	26			
MOE	Between Groups	2173612.1	2	1086806.037	32.051	.000 *
	Within Groups	813819.78	24	33909.157		
	Total	2987431.9	26			
IB	Between Groups	.003	2	.002	8.647	.001 *
	Within Groups	.005	24	.000		
	Total	.008	26			

Table 3. . (continue)

Property		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
MC	Between Groups	.586	2	.293	21.127	.000 *
	Within Groups	.333	24	.014		
	Total	.919	26			

***** significant at 5% probability level. ^{ns} non significant at 5% probability level.

3.1 การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า ความหนาแน่นที่มีอิทธิพลต่อการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า ความหนาแน่นที่มีอิทธิพลต่อการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 การดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า แผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3.4 การดูดซึมหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า แผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3.5 ความต้านทานแรงดัด

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า แผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

มีค่าความต้านแรงดัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3.6 มอดุลัสยืดหยุ่น

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า แผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3.7 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า แผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3.8 ความชื้น

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า แผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับแผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ความหนาแน่น 600 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สรุปผล

การศึกษาคุณสมบัติของแผ่นพลาสติกผสมกระดาษ อัตราส่วน 50:50 เมื่อวิเคราะห์ขนาดของชิ้นพลาสติกผสมกระดาษ พบว่า ชิ้นที่ค้างอยู่บนตะแกรง Mesh 12 มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุดมีค่า 45.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขนาดความกว้างเฉลี่ย 3.77 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 8.00 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 0.06 มิลลิเมตร และมีสัดส่วนความเพรียวเท่ากับ 133.26 และเมื่อนำเศษพลาสติกผสมกระดาษไปทำการผลิตแผ่นโดยศึกษาระดับความหนาแน่น 3 ระดับ คือ ที่ความหนาแน่น 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าคุณสมบัติการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง การดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าดีขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 : Particleboards (Type 18) และมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ พบว่า แผ่นพลาสติกผสม

กระดาษมีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ผ่านมาตรฐานกำหนดทั้ง 2 มาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ใช้ในการผลิตแผ่นกระดาษผสมพลาสติกที่ 600 800 และ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า ความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติการดูดซึมน้ำหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความชื้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กล่องใส่นามบัตร

กล่องใส่ปากกา

ป้ายชื่อ

ชั้นวางของเข้ามุม

ชั้นวางรองเท้า

Figure 13. Products of composite boards from plastic mixed paper.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ และที่ปรึกษาด้านงานวิจัยและต่างประเทศ กรมป่าไม้ รวมทั้งสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ ส่วนพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาป่าไม้ กรมป่าไม้ ทุกท่านที่ช่วยเหลือจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงผ่านไปได้ด้วยดี

และขอขอบคุณห้างหุ้นส่วนจำกัด ตุ๊กตา เอนเทอร์ไพรซ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบเศษพลาสติก และกระดาษมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2550. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 7. บริษัท วี. อินเตอร์ พริ้นท์ จำกัด. กรุงเทพฯ. 439 หน้า

วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2541. อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นปาร์ติเกิล (แผ่นชิ้นไม้อัด) และกรรมวิธีการผลิต. *ใน* เอกสารวิชาการเลขที่ ร. 514. กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้. สำนักวิชาการป่าไม้. กรมป่าไม้. 202 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร. 17 หน้า.

Japanese Industrial Standard Japanese Standards Association 2003. JIS A 5908 Standard Specification for Particleboards. Hohbunsha Publ. Co. Inc. Tokyo. 21 p.