การผลิตไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันสำหรับวิสาหกิจชุมชน

Production of the Pseudo-Plywood from Polyethylene mixing with Oil Palm fibers for Community Enterprise

สมชาย เหลืองสด

ประชุม คำพุฒ

อรรคเดช ฤกษ์พิบูลย์

สัจจะชาญ พรัดมะลิ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง การผลิตไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันสำหรับวิสาหกิจชุมชน
ผู้วิจัย สมชาย เหลืองสด คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร
ประชุม คำพุฒ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. ธัญบุรี
สัจจะชาญ พรัดมะลิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร
อรรคเดช ฤกษ์พิบูลย์ สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม กรมชลประทาน

พ.ศ. 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้เส้นใยปาล์มสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีน กำหนดอัตราส่วนเส้นใยปาล์มน้ำมัน: โพลิเอทธิลีน เท่ากับ 50 : 50 , 55 : 45 , 60 : 40 , 65 : 35 และ 70 : 30 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนขนาด 30 x 30 x 1.5 เซนติเมตร ทำการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 966-2547 ผลการทดสอบพบว่าแผ่นไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิที่มีปริมาณเส้นใยปาล์มน้ำมันมากมีความหนาแน่น ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านทานแรงดึงตั้งฉาก และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน มีค่าลดลง โดยที่ลักษณะปริมาณความชื้น และการพองตัวตามความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น จากผลการทดสอบตัวอย่างแผ่นไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนอัตราส่วนที่มีเส้นใยปาล์มน้ำมันน้อยกว่าอัตราส่วน 65 มีสมบัติผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด

คำสำคัญ : ไม้อัดเทียม; เส้นใยปาล์มน้ำมัน; โพลิเอทธิลีน; ถ่ายทอดเทคโนโลยี; วัสดุก่อสร้าง

Title Production of the Pseudo-Plywood from Polyethylene mixing with Oil Palm fibers for Community Enterprise

Researcher Sochai Luangsod Faculty of Engineering, RMUTP
Prachoom Khamput Faculty of Engineering, RMUTT
Sajjachan Pradmali Faculty of Engineering, RMUTP
Aukkadet Lregpiboon Office of Engineering and Architecture design, Royal Irrigation Department

Year 2017

Abstract

This research aims to study the using oil palm fiber to develop pseudo-plywood from polyethylene product. The mixture ratios of oil palm fiber : polyethylene are 50 : 50 , 55 : 45 , 60 : 40 , 65 : 35 and 70 : 30 by weight. The pseudo-plywood samples are cast in 30 x 30 x 1.5 centimeter in dimension. The pseudo-plywood sample testing follows the TIS 966-2547. The results show that the density, bending strength, modulus of elasticity, thermal conductivity, and tension perpendicular to surface of pseudo-plywood with high quantity of oil palm fiber are lower than pseudo-plywood with low quantity of oil palm fiber while that the water absorption and swelling by density of pseudo-plywood with high quantity of oil palm fiber are higher. However, all of oil palm fiber samples with lower than 65 of ratio can pass the standard.

Key Words : Pseudo-Plywood; Oil palm fibers; Polyethylene; Technology transfer; Materials Construction

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2560 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และ ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎี	5
2.2 สมมุติฐาน	32
2.3 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	32
2.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	36
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	37
3.1 วัสดุที่ใช้ในการทำวิจัย	37
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	37
3.3 เตรียมวัสดุในการทำวิจัย	37
3.4 ออกแบบอัตราส่วนผสม	37
3.5 การขึ้นรูป	37
3.6 การทดสอบสมบัติ	38
3.7 วิเคราะห์ผลการทดสอบ	38
บทที่ 4 ผลการวิจัย	39
4.1 การกำหนดอัตราส่วนผสม	39
4.2 สมบัติไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน	39

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	44
5.1 สรุปผล	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ตัวอย่างการขึ้นรูปและทดสอบ	
การทดสอบอุณหภูมิผลิตภัณฑ์	
มาตรฐานผลิตภัณฑ์	
ประวัติผู้วิจัย	

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	กรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น	6
2	กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 1	7
3	คานไม้พลาสติกรูปตัวไอ	12
4	ไม้อัดเคลือบฟิล์ม 2 หน้า	12
5	แผ่นไม้ประกอบแบบ Oriented Strand Board	12
6	แผ่นไม้ประกอบแบบ Structural Insulated Panel	13
7	แผ่นไม้ประกอบแบบ Particleboard	13
8	แผ่นไม้ประกอบแบบ MDF	14
9	แผ่นไม้ประกอบแบบ Wood-plastic composite	14
10	แผ่นไม้ประกอบแบบ Wood-plastic composite	15
11	การทนต่ออุณหภูมิของไม่ประกอบ	16
12	โครงสร้างลำต้นของต้นไม้	17
13	เม็ดผสมของไม้พลาสติก	17
14	โครงสร้างพอลิเมอร์แบบสายยาวหรือสายโซ่	22
15	โครงสร้างพอลิเมอร์แบบสาขาหรือแขนง	23
16	โครงสร้างพอลิเมอร์แบบร่างแห	23
17	ผลิตภัณฑ์โพลิเอทธิลีนเทเรฟทาเลต	26
18	ผลิตภัณฑ์โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นสูง	27
19	ผลิตภัณฑ์โพลิไวนิลคลอไรด์	28
20	ผลิตภัณฑ์โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ	28
21	ผลิตภัณฑ์โพลิโพรพิลีน	29
22	ผลิตภัณฑ์โพลิสไตรีน	29
23	พลาสติกอื่นๆ	30
24	ลักษณะความหนาแน่น	40
25	ลักษณะปริมาณความชื้น	40
26	ลักษณะการพองตัวตามความหนาแน่น	41
27	ลักษณะความต้านทานแรงดัด	41
28	ลักษณะมอดุลัสยืดหยุ่น	42
29	ลักษณะความต้านทานแรงดึงตั้งฉาก	42
30	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน	43

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบชนิดของพอลิเมอร์และโมโนเมอร์	20
2	ผลของการเติมแต่งสารที่มีต่อพลาสติก	26
3	อัตราส่วนผสมของไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน	39

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การผลิตไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันสำหรับวิสาหกิจชุมชน ภายใต้แผนงานวิจัยการประยุกต์ใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันในงานวัสดุก่อสร้างแผ่นเรียบสำหรับวิสาหกิจชุมชน เป็นการพัฒนาประยุกต์ใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันในงานวัสดุก่อสร้างแผ่นเรียบโดยเน้นเทคโนโลยีที่สามารถนำไปถ่ายทอดแก่ชุมชนสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ก่อสร้างชนิด ไม้อัด ในระดับวิสาหกิจได้ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการจำนวนมากและนิยมใช้อย่างแพร่หลาย จากสภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ ที่จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศเพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ในขณะที่ความต้องการใช้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามการเติบโตของปริมาณประชากรและเศรษฐกิจ การนำไม้จากพืชที่ปลูกทดแทนมาใช้เพิ่มมากขึ้น แต่ยังไม่เพียงพอแก้ความต้องการและมีแนวโน้มปัญหาการขาดแคลนไม้ในประเทศไทยได้เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ และนับวันจะรุนแรงยิ่งขึ้น ข้อมูลในปัจจุบันพบว่ามีการตัดต้นไม้เพื่อทำกระดาษทิชชู่ 270,000 ต้นต่อวัน หรือคิดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 100,000,000 ต้นต่อปี ถึงแม้ว่าการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนต่าง ๆ ในปัจจุบันจะมีการใช้คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างแทนไม้ ซึ่งเป็นการช่วยลดการใช้ไม้ได้ส่วนหนึ่ง แต่เฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ภายในบ้าน หรือวงกบ บานประตู หน้าต่าง ส่วนใหญ่ก็ยังนิยมทำมาจากไม้ เพราะว่ามีความสะดวก สวยงามกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ ดังนั้นการตัดไม้ทำลายป่าจึงยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ไม่สามารถปลูกทดแทนได้ทัน ทั้งในเชิงปริมาณ และคุณสมบัติ ส่งผลเสียต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง วิธีการการหนึ่งที่จะลดป่าไม้ถูกทำลาย คือ ไม่ตัดไม้ โดยการใช้วัสดุทดแทนที่มีต้นทุนต่ำ ซึ่งในปัจจุบัน เทคโนโลยีทางการใช้ประโยชน์วัสดุชีวภาพแทนไม้ ประเภทของเศษเหลือทางการเกษตรเพื่อผลิตเป็นอุตสาหกรรม มีความเจริญก้าวหน้าอย่างสูง สามารถใช้วัสดุเส้นใยชีวภาพทางการเกษตร มาย่อยละเอียดแล้วอัดเป็นแผ่นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ (wood-based panels) โดยมีคุณสมบัติใกล้เคียงไม้ธรรมชาติทุกประการ ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุประเภทอื่นเช่น เหล็ก หรือ พลาสติก โดยที่ข้อดีของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คือไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งที่มีปริมาณมากและต่อเนื่อง

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจ ที่สำคัญ ปัจจุบันมีปริมาณมากถึง 4.5 ล้านตันต่อปี ผลผลิตปาล์มสด 11.33 ล้านตัน มีมูลค่าไม่ต่ำกว่า 64,000 ล้านบาท มีแหล่งผลิตสำคัญคือทางภาคใต้ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากนโยบายเร่งรัดการส่งเสริมการปลูกพืชพลังงานจากปัญหาวิกฤติราคาน้ำมันที่ผ่านมา สำหรับรองรับอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนไบโอดีเซล เดิมมีพื้นที่ปลูกปาล์มทั่วประเทศ และประมาณการแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 7 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2565 (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2545; สนพ., 2554) ดังนั้นจะมีส่วนวัสดุเหลือทิ้งที่มีปริมาณมากและต่อเนื่อง ได้แก่ ใบ ทางใบเป็นอย่างดี ที่มีประมาณ 1.6 ตันทางใบสดต่อไร่ต่อปี ซึ่งใบและทางใบปาล์มน้ำมันเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งจากสวนปาล์มน้ำมันที่มีค่าใช้จ่ายและสร้างปัญหาในการจัดการสวนให้กับเกษตรกรชาวสวนปาล์มมากที่สุด เพราะการแทงปาล์มหรือการตัดทะลายปาล์ม ต้องตัดทางใบปาล์มก่อน เนื่องจากผลปาล์มจะตั้งอยู่บนทางใบปาล์ม และเมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบของใบและทางใบปาล์ม พบว่า

ประกอบด้วย เส้นใยเซลลูโลส (cellulose fibers) เป็นวัสดุหลัก เป็นโมเลกุลสายยาวซ้ำ ยึดเกาะด้วยพันธะ C-O-C ในหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) จับกับหมู่ธาตุอื่นๆ เรียงตัวเป็นระเบียบ (crystalline) และระหว่างสายโมเลกุลมีการยึดด้วยพันธะไฮโดรเจน เป็นระยะๆ มีความเหนียว แข็งแรง และน้ำหนักเบา จึงเหมาะต่อการนำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของเส้นใยอย่างยิ่ง โดยเฉพาะวัสดุก่อสร้างแผ่นเรียบชนิด ไม้อัดเทียม ซึ่งมีปริมาณความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์จำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

ทุกวันนี้ พลาสติกได้ก้าวเข้ามาอยู่ในชีวิตประจำวันของเราทุกคนชนิดเต็มรูปแบบ พลาสติกเข้ามาทดแทนวัสดุธรรมชาติเกือบทุกชนิดที่เราเคยใช้ แต่ปัญหาใหญ่ของพลาสติกที่เป็นขยะพลาสติกจากที่เป็นวัสดุที่ย่อยสลายยากต้องใช้เวลายาวนานกว่าจะสลายไปหมด จึงมีความพยายามคิดค้นวิจัยสร้างพลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้เร็วขึ้นกว่าเดิม แม้แนวคิดเรื่องพลาสติกที่ย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการชีวภาพจะมีมายาวนานร่วม แต่ความนิยมใช้ยังมีไม่มากนัก เนื่องจากราคาแพงกว่าพลาสติกที่สังเคราะห์จากกระบวนการปิโตรเคมีถึง 5 เท่า การกำจัดขยะพลาสติกที่สังเคราะห์จากกระบวนการปิโตรเคมี ก็ยังต้องดำเนินต่อไป (รมณีย์ หวังดีธรรม) เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักขยะประเภทต่าง ๆ พบว่าแม้ขยะพลาสติกมีสัดส่วนเพียงประมาณร้อยละ 7 ของน้ำหนักขยะทั้งหมด แต่เมื่อพิจารณาเป็นสัดส่วนปริมาตรพบว่ามีสัดส่วนถึงร้อยละ 30 ของขยะทั้งหมดเลยทีเดียว และยังย่อยสลายได้ช้ามาก โดยจะยิ่งช้าหากนำไปฝังกลบ เนื่องจากการย่อยสลายจำเป็นต้องอาศัยแสงอาทิตย์ อีกทั้งยังก่อเป็นปัญหาโลหะหนักในพลาสติกเข้าไปปะปนกับแหล่งน้ำใต้ดิน นอกจากนี้หากนำไปเผาก็จะเกิดก๊าซมีเทน (CH4) อันเป็นสาเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจกได้ และปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้เองที่ทำให้อากาศของโลกร้อนขึ้น ดังนั้นแนวคิดในการนำพลาสติกมาผสมกับวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติจึงเกิดขึ้นเพื่อลดปัญหาโลกร้อน และการตัดไม้ทำลายป่าไปพร้อมกัน โดยพลาสติกที่ทางคณะผู้วิจัยได้พิจารณาที่จะนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ “โพลิเอทธิลีน” ที่ผ่านการใช้งานแล้ว คือ ขวดน้ำสีขาวขุ่นที่เป็นขยะเหลือทิ้งจากชุมชน ไม่มีราคา หรือมีราคาถูกมาก ก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม

คาดว่าในปี 2560 จะมีความต้องการแผ่นไม้เทียมไม่น้อยกว่า 1.9 ล้านลูกบาศก์เมตร เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจที่มีการเจริญเติบโตสูงขึ้น โดยเฉพาะแผ่นไม้อัดเทียมชนิดแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเป็นแผ่นใยไม้อัดชนิดอัดแน่น (Compressed fiberboard) ชนิดหนึ่ง ผลิตจากการนำเอาวัสดุไม้หรือวัสดุที่มีเซลลูโลสหรือลิกนินเป็นองค์ประกอบหลักมาย่อยสลายให้เป็นเส้นใยแล้วใช้สารยึดติดและสารเติมแต่งอื่น ขึ้นรูปโดยการอัดรวมกันเป็นแผ่นที่มีความหนาแน่นตลอดทั้งแผ่นอย่างสม่ำเสมอ(วรธรรม, 2546ก) ได้เป็นผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างและตกแต่ง เช่นการผลิตตู้ลำโพง คอนโซลรถยนต์แผ่นประตู และเฟอร์นิเจอร์โดยมีมูลค่าตลาดสูงขึ้นตามลำดับ มีความหลากหลายในการประยุกต์ใช้งานที่มาก(ธวัช,2551) มีการพัฒนาคุณสมบัติให้ทนต่อความชื้น ไม่เกิดการพองตัวหรือแตกหักเมื่อสัมผัสความชื้น ด้วยการใช้เศษพลาสติกในการแทรกตัวและทึบน้ำเป็นวัสดุยึดแทนกาวทั่วไป ซึ่งถ้าใช้พลาสติกจากขวดน้ำพลาสติกหรือวัสดุเหลือทิ้งจะทำให้ลดต้นทุนวัสดุประกอบของแผ่นไม้เทียมที่พัฒนาขึ้นนี้ จึงมีแนวโน้มได้ผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนที่ต่ำ ทนทาน และสามารถนำไปใช้ได้อย่างแพร่หลาย ช่วยเพิ่มมูลค่าให้ขยะกระดาษและพลาสติก ลดการตัดไม้ทำลายป่าได้ดี (วรธรรม, 2547)

การประยุกต์ใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันในงานวัสดุก่อสร้างแผ่นเรียบสำหรับวิสาหกิจชุมชน ชนิดไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีน จากเส้นใยใบและทางใบปาล์มและใช้พลาสติกจากขวดน้ำพลาสติกหรือขยะพลาสติก เป็นตัวยึดประสาน จึงเป็นการใช้วัสดุเหลือทิ้งที่มีปริมาณมากต่อเนื่อง เป็นวัสดุที่มีมูลค่าต่ำ ไปพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีต้นทุนต่ำ ได้ผลิตภัณฑ์ราคาถูก ลดค่าใช่จ่ายต่างๆ เช่น การกำจัดทางใบปาล์ม ขยะพลาสติก ในท้องถิ่น โดยต้องใช้เทคโนโลยีที่มีกระบวนการผลิตที่สามารถผลิตได้ภายในชุมชนท้องถิ่น และมีความเป็นได้ที่จะได้ไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนมีสมบัติเด่นในด้านน้ำหนักที่เบา ต้นทุนต่ำ แข็งแรง และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์จากเส้นใยปาล์มน้ำมัน ยังเป็นที่ต้องการของตลาดมาก ทำให้วิสาหกิจชุมชนที่ต้องการหาผลิตภัณฑ์ที่ลงทุนต่ำจำหน่ายเร็ว และมีผลตอบแทนที่ดี ตัดสินใจเลือกใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์นี้ ในการสร้างงาน สร้างรายได้ สู่เกษตรกรชาวสวนปาล์ม ในภาวะที่ราคาปาล์มน้ำมันยังไม่มีเสถียรภาพได้ดี ทั้งยังเป็นการผสมผสานแนวความคิด ทฤษฎี และหลักการออกแบบ โดยสื่อถึงวิถีชีวิตของคนในชุมชนท้องถิ่น นอกจากนี้ยังจัดให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดวิสาหกิจชุมชนมากขึ้น จะเห็นได้ว่า แผนงานวิจัยนี้ เป็นการนำทรัพยากร ภูมิปัญญา และเทคโนโลยี มาพัฒนาและสร้างความเข็มแข็งด้านวัสดุก่อสร้าง ให้แก่ชุมชน ทำให้ช่วยลดต้นทุนค่าก่อสร้าง เพิ่มรายได้ให้กับคนในท้องถิ่น ลดการใช้พลังงาน และสร้างสภาวะสบายให้กับผู้อยู่อาศัยได้ดี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาถึงกระบวนการผลิตวัสดุเชิงประกอบจากโพลิเอทธิลีนที่ผ่านการใช้งานแล้วมาผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน

1.2.2 เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพ และทางกล ของแผ่นไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 แผ่นไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนที่ผ่านการใช้งานแล้วกับเส้นใยปาล์มน้ำมัน

1.3.2 โพลิเอทธิลีนที่ผ่านการใช้งานแล้วได้มาจากขวดพลาสติกใส่น้ำสีขาวขุ่นที่เหลือทิ้งในชุมชนทั่วไป

1.3.3 ใช้เส้นใยปาล์มน้ำมัน จากจังหวัดชุมพร กระบี่ สุราษฎร์ธานี

1.3.4 ใช้สารประสานที่จำหน่ายภายในประเทศ

1.3.5 ออกสูตรวัสดุผสมโพลิเอทธิลีนกับเส้นใยธรรมชาติไม่น้อยกว่า 3 สูตร

1.3.6 ผสมวัสดุเป็นพลาสติกคอมปาวด์ด้วยเครื่องผสมแบบเปิด

1.3.7 ขึ้นรูปวัสดุผสมแผ่นไม้อัดเทียมด้วยวิธีการอัดร้อน

1.3.8 ทดสอบสมบัติทางกลของวัสดุพลาสติก

1.3.9 ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นไม้เทียม ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (มอก. 966-2547)

1.3.10 ทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นไม้เทียม ตามมาตรฐาน ASTM C 177

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ด้านวิชาการ

1.1. สามารถเผยแพร่บทความวิจัยในวารสารวิชาการภายในประเทศหรือต่างประเทศ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 บทความ

1.2. เข้าร่วมจัดนิทรรศการในงานที่เกี่ยวข้องกับด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

2) ด้านนโยบาย

2.1. ช่วยเป็นข้อมูลในการเสนอนโยบายการพัฒนาชุมชนขององค์การปกครองส่วน ท้องถิ่นภายในพื้นที่แหล่งปาล์มน้ำมันได้

3) ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์

3.1 เพิ่มรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่นภายในพื้นที่แหล่งปาล์มน้ำมัน

3.2 ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างจากแหล่งอื่น

4) ด้านสังคมและชุมชน

4.1. สามารถสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน ในการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและ สร้างความสามัคคีร่วมมือร่วมใจกัน ในการผลิตสินค้าของชุมชน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

1 การผลิตไม้อัด

ไม้อัด มี 3 ชนิด ด้วยกัน คือ ไม้อัดสลับชั้น (Plywood) ไม้อัดแผ่นเรียบ (Hard Board or Fibre Baard) และแผ่นชิ้นไม้อัด (Particle Board) แต่ขอกล่าวถึงการผลิตไม้อัดสลับชั้นและไม้อัดแผ่นเรียบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงการนี้โดยตรง สำหรับวัตถุดิบที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตไม้อัดสลับชั้น ได้แก่ ไม้ซุง กาวเทป และแป้งมัน ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบ ได้แก่ เศษไม้ กาว และขี้ผึ้ง โดยมีแหล่งที่มา (วันทนา, 2533) คือ

1) ไม้ซุง จากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้หรือสั่งไม้จากต่างประเทศ เช่น ประเทศอินโดนีเซีย และมาเลเซีย

2) กาว จากโรงงานผลิตภายในประเทศ และสั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น ประเทศอังกฤษ สาธารณรัฐเยอรมันตะวันตก อิตาลี สวีเดน และญี่ปุ่น

3) เทป สั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และเนเธอร์แลนด์

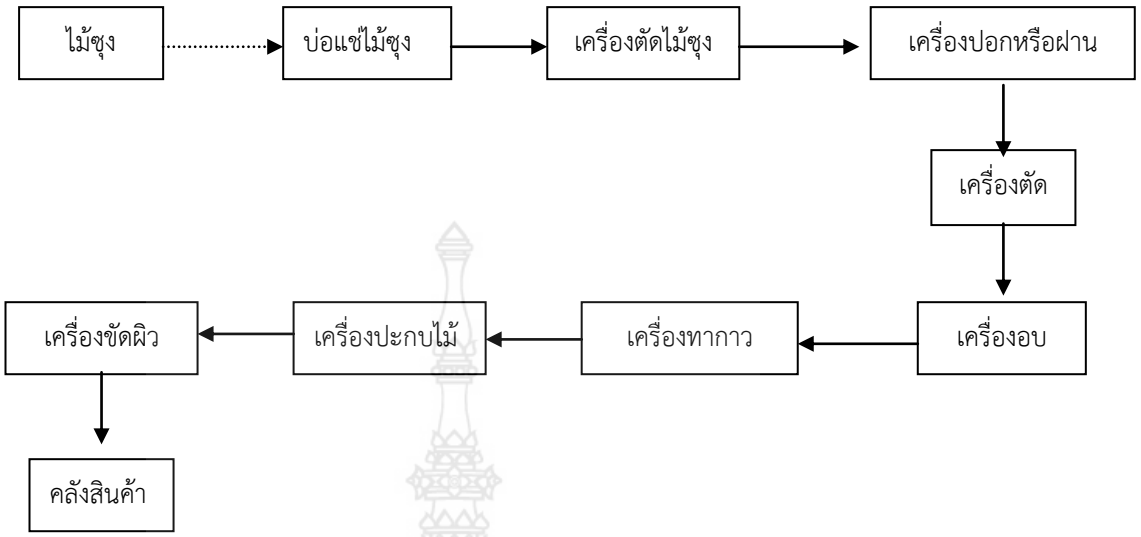
4) ขี้ผึ้ง จากโรงงานในประเทศและสั่งซื้อจากต่างประเทศ

5) แป้งมัน จากโรงงานในประเทศ

6) เศษไม้ จากโรงงานไม้แปรรูปภายในประเทศ

2 กรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น

การผลิตไม้อัดสลับชั้นจะต้องเริ่มตั้งแต่การผลิตไม้วีเนียร์ก่อน โดยการนำไม้ซุงทั้งท่อนแช่ในบ่อสำหรับต้มด้วยไอน้ำประมาณ 12-24 ชั่วโมง (แล้วแต่ความอ่อนแข็งของเนื้อไม้) เพื่อทำให้เนื้อไม้อ่อนตัวปอกง่าย และมีผิวเรียบ ไม้ที่ใช้ผลิตส่วนใหญ่ได้แก่ ไม้สัก ไม้ยาง ไม้สมพง ไม้สยา ไม้มะปิน ฯลฯ เมื่อต้มท่อนซุงได้ที่แล้ว จึงนำมาตัดเป็นท่อนสั้น ๆ ให้ได้ขนาดที่จะนำเข้าเครื่องปอกหรือเครื่องผ่าน เพื่อปอกไม้ท่อนให้เป็นแผ่น ไม้วีเนียร์ เครื่องจักรจะปอกเนื้อไม้ออกเป็นแผ่นยาว ๆ ต่อจากนั้นจะเคลื่อนเข้าไปม้วนในลูกกลิ้ง แล้วนำไปเข้าเครื่องตัด เพื่อตัดออกเป็นแผ่นวีเนียร์ ต่อจากนั้นนำเข้าเครื่องอบประมาณ 1-2 นาที โดยใช้ความร้อนประมาณ 170 องศาเซลเซียล เพื่อไล่ความชื้นในเนื้อไม้ออกให้แห้งเท่ากับความชื้นในอากาศ ทั้งนี้ ป้องกันไม้ยืดและหดตัว และเพื่อให้แห้งพอดีที่จะติดกาวได้ ไม้วีเนียร์เมื่ออบแห้งแล้วนำมาต่อเป็นแผ่นโดยใช้เทปให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ แล้วนำเข้าเครื่องทากาวให้เสมอทั่วกันตลอดแผ่น ปะกบไม้วีเนียร์เข้าด้วยกัน กาวเป็นส่วนประกอบที่สำคัญยิ่งไม้อัดจะมีคุณภาพและความแข็งแรงคงทนมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพของกาวเป็นสำคัญ การปะกบแผ่นไม้วีเนียร์จะต้องให้เส้นเนื้อไม้แผ่นบางแต่ละข้างสลับกันเป็นมุมฉากกันทุกแผ่น แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องขัด โดยใช้ความร้อน 120 องศาเซลเซียล (อยู่ในเครื่องประมาณ 2 นาที) และแรงอัดนี้ช่วยให้แผ่นวีเนียร์ที่ทากาวไว้แห้วสนิทติดเป็นแผ่นเดียวกัน กลายเป็นไม้อัดสลับชั้นและสงเข้าเครื่องขัดผิวให้เรียบ เพื่อตบแต่งให้สวยงาม (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2533)



รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น (Plywood) (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2533)

3 กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบ

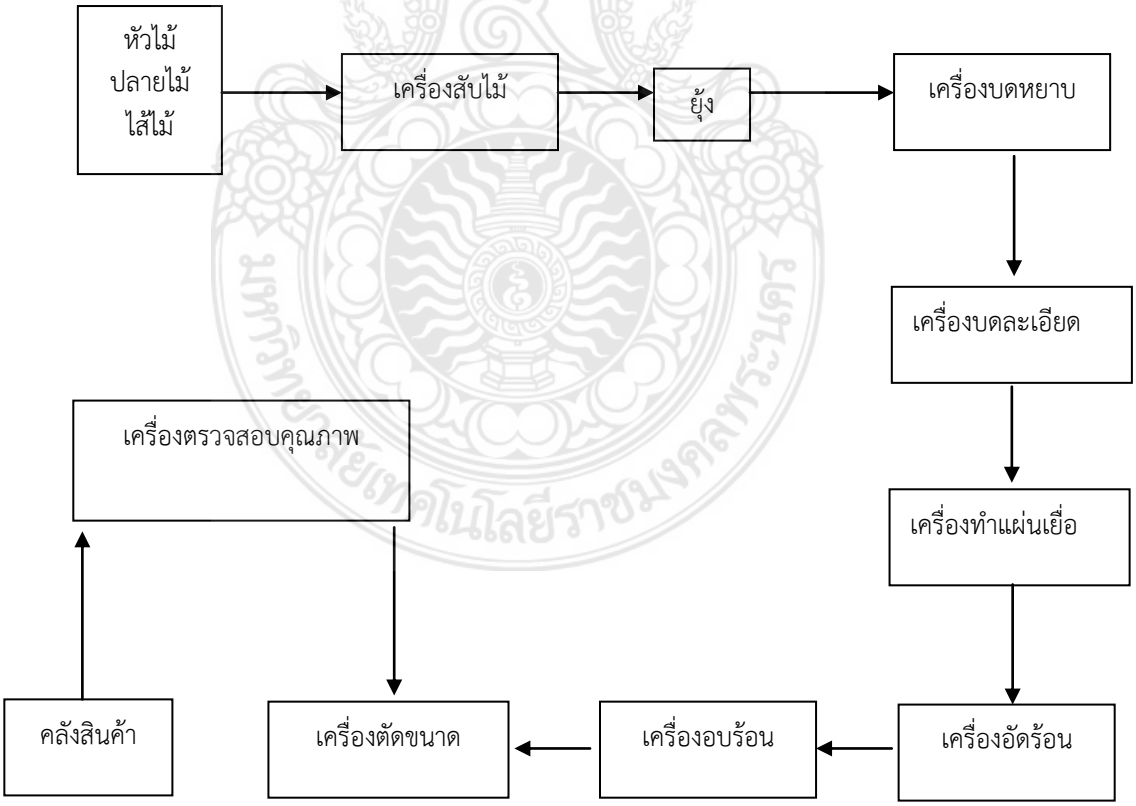
การผลิตไม้อัดแผ่นเรียบมีอยู่ 2 วิธี คือ

1) การผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่หนึ่ง คือ แผ่นไม้ที่ผลิตขึ้นจากการนำเอาสารประกอบลิกโนเซลลูโลส (ligro-Celluoss) หรือเยื่อซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในไม้มาทำเป็นแผ่นโดยนำมาอัดให้เป็นแผ่นตามที่ต้องการ เป็นการผลิตตามกรรมวิธีเปียก (Wet-Process) สำหรับลิกโนเซลลูโลสหรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า ไฟเบอร์ (Fiber) คือ ใยหรือเยื่อ ทำได้โดยนำเอาเศษไม้ชนิดและลักษณะต่างๆกัน สับให้ได้ขนาดพอเหมาะแล้วนำเข้านึ่งให้อ่อนจัดด้วยไอน้ำเพื่อให้อ่อนตัวในการนำไปบด เอาสารลิกโนเซลลูโลส เพื่อนำไปใช้ทำไม้อัดแผ่นเรียบต่อไป จากนั้นจะนำแผ่นเยื่อไปเข้าเครื่องอัดร้อน ด้วยแรงอัดสูงถึง 3,400 ตัน (50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม้น้อยกว่า 6 นาที เพื่ออัดเป็นแผ่นเรียบที่มีความแข็งก็จะส่งเข้าเตาอบความร้อนอีกประมาณ 4 ชั่วโมง ต่อจากนั้นก็นำเข้าปรับความชื้นอีก 8 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทานทานและให้คงรูปดีขึ้น เมื่อกรรมวิธีตามขั้นตอนต่างๆ ดังกล่าวแล้ว จึงนำไม้อัดแผ่นเรียบไปตัดตามขนาดที่ต้องการและแยกชั้นคุณภาพตามผลการวิเคราะห์จากห้องวิจัยเพื่อนำออกจำหน่ายต่อไป (ณรงค์, 2517)

2) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่สอง คือ การผลิตตามวิธีแห้ง โดยนำไม้ต่าง ๆ เช่น เศษฟืนจากโรงเลื่อย ไม้ตะแบก ไม้เบญจพรรณ ที่เตรียมไว้ส่งไปตามร่างป้อนไม้ ใช้น้ำฉีด เพื่อล้างดินทรายที่สกปรกซึ่งติดมากับเศษไม้ แล้วป้อนเข้าเครื่องหั่นไม้ เพื่อหั่นให้เป็นชิ้นเล็กตามขนาดที่ต้องการ คือ ขนาดประมาณตั้งแต่ 1.5 เซนติเมตร, 1.0 เซนติเมตร และ 0.35 เซนติเมตร โดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1นิ้ว x 1นิ้ว ส่วนที่โตเกินขนาดจะส่งกลับเข้าหั่นซ้ำอีก ส่วนที่เล็กเกินไปจะส่งไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตไอน้ำสะเก็ดไม้ที่ได้ขนาดจะส่งเข้าไปเก็บไว้ในยุ้งเก็บ แล้วจะส่งสะเก็ดไม้ที่ได้ขนาดจากยุ้งเก็บเข้าหม้อต้มซึ่งใช้ไอน้ำประมาณ 10 - 20 นาที พร้อมกับฉีดขี้ผึ้งที่ละลายเข้าผสมกับ

สะเก็ดไม้ในเครื่องบด เพื่อบดสะเก็ดไม้จากหม้อต้มให้เป็นเส้นใยหรือเรียกว่า ไฟเบอร์ พร้อมทั้งฉีดกาวสังเคราะห์ซึ่งละลายน้ำแล้วเข้าผสมกับไฟเบอร์ในเครื่องบด ไฟเบอร์ในเครื่องบดจะมีความชื้นสูงจึงต้องผ่านเข้าเครื่องอบซึ่งเป็นท่อลมร้อน เพื่ออบให้เหลือความชื้นพอเหมาะ แล้วส่งเข้าเครื่องโรงแผ่นไฟเบอร์ จะโรยลงบนตะแกรงลวดทองแดงผสมกรรมวิธีการผลิตนี้เรียกว่า “Mat Forming Air Filter” แล้วส่งเข้าเครื่องอัดเย็นเพื่ออัดให้เป็นแผ่น และให้แต่ละแผ่นยาวประมาณ 16 ฟุต จึงส่งแผ่นที่อัดแล้วลงบนแผ่นรองรับ เพื่อส่งเข้าแท่นอัดร้อน อัดครั้งละ 12 แผ่น 4x16 ฟุต ใช้แรงอัดสูง ความร้อน 200-220 องศาเซลเซียส เวลาอัดประมาณ 4 นาที ส่งแผ่นฮาร์ด บอร์ด ซึ่งออกจากแท่นอัดร้อนเข้าห้องป้อนความชื้นเพื่อให้แผ่นฮาร์บอร์ดมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ 8 - 10% เมื่อแผ่นฮาร์บอร์ดได้รับความชื้นแล้วก็จะส่งเข้าเครื่องตัดริมตามขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต ความหนามีหลายขนาด แล้วจะส่งเข้าเก็บในโกดังสินค้า เพื่อรอจำหน่ายต่อไป (ณรงค์, 2517)

กรรมวิธีการผลิตทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะแตกต่างกัน คือ กรรมวิธีการผลิตวิธีที่ 2 เป็นวิธีการผลิตแบบแห้ง คือ เมื่อเส้นไฟเบอร์ผ่านเครื่องแยกไฟเบอร์ แล้วจะผ่านท่อลมร้อน โดยไฟเบอร์จะไม่มีน้ำผสมอยู่เลยเป็นการอัดแห้งและไม่ต้องมีตะแกรงรองรับภายใต้แผ่น ส่วนกรรมวิธีการผลิตวิธีที่ 1 เป็นวิธีการผลิตแบบเปียก คือ เมื่อชิ้นไม้ผ่านหม้อต้มและเครื่องแยกไฟเบอร์ แล้วเส้นไฟเบอร์ยังคงปนอยู่กับน้ำโดยยังไม่มีการโรยแผ่นซึ่งไฟเบอร์กับน้ำจะรวมตัวกันเข้าเครื่องทำแผ่น แล้วเข้าเครื่องอัดร้อนและท่อนอัด ซึ่งจะทำหน้าที่กดไฟเบอร์ เพื่อแยกน้ำออกภายใต้แผ่นจะต้องมีตะแกรงเพื่อให้น้ำออกได้



รูปที่ 2 กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 1 (ณรงค์, 2517)

4 ไม้อัดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ไมอัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เปลือกทุเรียนและใยมะพร้าว เป็นผลิตภัณฑ์ตัวหนึ่งที่ทดแทนการใช้ไมจากธรรมชาติ และยังช่วยลดปริมาณขยะในสิ่งแวดล้อมลง โดยไมอัดที่ทำไดจากเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวนี้ มีคุณสมบัติดีเทียบเท่ากับไมอัดที่ทำจากไมยางพารา ไมยูคาลิปตัส ซึ่งไมเหล่านี้นับวันก็จะมีลดน้อยลงและราคาสูงขึ้น ตลาดไมอัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นตลาดเดียวกับตลาดไมอัดทั่วไป เนื่องจากไมอัดชนิดนี้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงสามารถทดแทนไมอัดทั่วไปได้ค่อนข้างสมบูรณ ถึงแม้ว่าปัจจุบันการใช้ไมอัดในภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ มีแนวโน้มลดลง แต่การใช้ไมอัดในภาคอุตสาหกรรมอื่น เช่น การผลิตเฟอร์นิเจอร์ยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะเพื่อการสงออก จึงทำให้ไมอัดมีแนวโน้มการใช้งานสูงขึ้น อีกทั้งตัวไมอัดเองก็มีแนวโน้มการสง ออกสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ปัจจุบันมีผู้ผลิตไมอัดจากไมต่างๆ ประมาณ 48 ราย ทั่วประเทศ แต่ยังไมมีผู้ผลิตรายใดผลิตไมอัดจากเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวในเชิงพาณิชย์ มีเพียงการวิจัยเพื่อสนับสนุนและเผยแพรให้มีการผลิตโดยคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยการผลิตนั้นมีลักษณะเช่นเดียวกับการผลิตไมอัดทั่วไปดังนั้นโรงงานที่ผลิตไมอัดอยู่แล้ว จึงสามารถผลิตได้ทันทีโดยวัตถุดิบได้จากเปลือกทุเรียนซึ่งมีมากมายในฤดูกาล กากใยมะพร้าวซึ่งสามารถหาได้ตลอดทั้งปี สวนเครื่องจักรก็สามารถใช้ร่วมกันกับเครื่องจักรเดิมที่ใช้ในการผลิตไมอัดทั่วไป ได้แก เครื่องสับ เครื่องร่อน เครื่องผสม แม่พิมพ์ และเครื่องอัดร้อนซึ่งสามารถหาซื้อได้ในประเทศทั้งสิ้น ด้านการลงทุนสำหรับผู้ประกอบการที่ผลิตไมอัดอยู่แลวสามารถดำเนินการได้ทันที เพียงแต่เปลี่ยนวัสดุจากเดิมที่ใช้ไมยางพารา ไมยูคาลิปตัส มาเป็นเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าว ซึ่งมีราคาถูกมากเพียงกิโลกรัมละ 1-2 บาท สวนผู้ประกอบการรายใหม่ หากต้องลงทุนใหม่ควรมีทุนเริ่มต้นประมาณ 6 ล้านบาทขึ้นไป โดยเงินทุนหลัก 90 % เป็นการลงทุนในสินทรัพย์ถาวร ได้แก่ สิ่งปลูกสร้าง เครื่องจักรยานพาหนะและอุปกรณ์ สวนเงินทุนหมุนเวียนในกิจการประมาณ 10 % ซึ่งประมาณ 63% เป็นค่าต้นทุนในการผลิต และค่าการตลาดและการขายประมาณ 37% ของเงินทุนหมุนเวียน (ณรงค์, 2517)

5 ประเภทของแผ่นไม้อัด

ในการผลิตไมอัดปกติแล้วจะเป็นการนำเนื้อไมที่ได้จากการปอกหรือฝานบางๆ หลายแผ่นมาประกอบอัดยึดให้ติดกันด้วยกาว ซึ่งลักษณะสำคัญคือ ประกอบด้วย ไมบางตั้งแต่ 3 ชั้นขึ้นไป โดยชั้นที่ติดกันมีแนวเสี้ยนขวางตั้งฉากกันเพื่อเพิ่มสมบัติ ทางความแข็งแรง และลดการขยายตัวหรือหดตัวในแนวระนาบของแผ่นให้น้อยที่สุด ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของไมอัดตามกาวที่ใช้ออกเป็น 3 ประเภท (วรธรรม, 2547) คือ

1) ประเภทภายนอก ใช้กาวที่ทนทานต่อลมฟ้าอากาศ น้ำเย็น น้ำเดือด ไอน้ำ และความร้อนแห้งได้ดี เหมาะสำหรับใช้ภายนอกอาคาร หรือในที่ซึ่งถูกน้ำหรือละอองน้ำ

2) ประเภทภายใน ใช้กาวที่ทนน้ำเย็นได้ดีพอสมควร ทนทานในน้ำร้อนได้ในเวลาจำกัด ไม่ทนทานในน้ำเดือด เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารหรือในที่ซึ่งไม่ถูกน้ำหรือละอองน้ำ

3) ประเภทชั่วคราว ใช้กาวที่ทนน้ำเย็นได้ในเวลาจำกัดเหมาะสำหรับใช้งานชั่วคราว

ในแต่ละประเภทของแผ่นไมอัด มีการแบ่งชั้นคุณภาพตามลักษณะของไมบางที่ทำเป็นไมหน้าและไมหลังที่นำมาประกบ โดยจะแบงออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ (เกรด) ซึ่งเลือกใช้จากประเภทของงานที่ต้องการความประณีตของหน้าไม้ นอกจากนี้ในการผลิตไมอัดนั้นยังจำเป็นต้องมีการเลือกกรรมวิธีในการผลิตให้มีความเหมาะสมกับเนื้อไมและหน้าที่ในการใช้งานด้วย ในการผลิตไมอัดจะสามารถจำแนกวิธีในการอัด ดังนี้

1) แผ่นชิ้นไมอัดชนิดอัดราบ เป็นการผลิตไมอัดโดยใช้วัสดุที่เป็นแผ่นไมที่ทำมาจากไมหรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส 1(Ligno-cellulosic material) มาประกอบกันและอัดให้ติดกันด้วยกาว โดยใช้ความร้อน

2) แผ่นชิ้นไมอัดชนิดอัดทะลัก ผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่นทำจากชิ้นส่วนของเนื้อไมหรือวัสดุลิกโน-เซลลูโลส (Ligno-cellulosic material) ที่ถูกย่อยด้วยเครื่องจักร กับกาวโดยใช้วิธีอัดให้ทะลักผ่านแบบออกมา ทำให้ยึดติดกันด้วยความร้อน ชิ้นไมสวนใหญ่จะถูกอัดให้นอนตัวไปตามแนวตั้งฉากกับทิศทางของการอัดทะลัก แผ่นชิ้นไมอาจเป็นแบบตัน หรือแบบกลวงก็ไดมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 400 ถึง 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศกเมตร

3) แผ่นใยไมอัด ผลิตภัณฑ์ไมอัดที่ทำจากเส้นใยของไมหรือเส้นใยของวัสดุลิกโนเซลลูโลส (Ligno-cellulosic material) อื่นๆเป็นองค์ประกอบโดยการอัดร้อนหรือให้ความร้อนเพื่อให้เกิดความยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใยด้วยกัน มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 800 ถึง 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศกเมตร

4) แผ่นชิ้นไมอัดซีเมนต์ ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่น ทำจากชิ้นไมและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1,100 ถึง 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศกเมตรในการผลิตไมอัดจากเปลือกทุเรียนและเส้นใยมะพร้าว จะใช้กรรมวิธีตามการผลิตแผ่นชิ้นไมอัดชนิดอัดทะลัก และแผ่นใยไมอัดแข็ง โดยถ้าเป็นเปลือกทุเรียนที่ตัดเป็นชิ้นแลว จะทำการผลิตแบบแผ่นชิ้นไมอัดชนิดอัดทะลัก สวนการผลิตไมอัดจากใยมะพร้าวจะผลิตแบบแผ่นใยไมอัดแข็ง

6 กาวสำหรับประสานไม้

ไม้ประสาน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ไม้ที่ผลิตจากการนำแผ่นไม้บางมาต่อกันด้วยกาว โดยให้เสี้ยนไม้ของแผ่นไม้ที่ประชิดติดกันอยู่ในทิศทางที่ขนานกัน นอกจากไม้อันเป็นปัจจัยหลักในการทำไม้ประสานแล้ว ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่สำคัญ คือ กาวเป็นวัสดุเพื่อใช้เป็นตัวเชื่อมประสานไม้ให้ติดกันกาวที่ใช้ในการทำไม้ประสานมีหลายประเภทด้วยกัน แต่ละชนิดต่างก็มีความแตกต่างกันทั้งในด้านคุณภาพและราคา ตลอดจนกรรมวิธีในการใช้ก็ไม่เหมือนกัน โดยกาวที่เราใช้กันในประเทศไทยได้แก่ กาวยูเรียฟอร์มาลีไฮด์, กาวเมลามีนฟอร์มาลีไฮด์, กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์, กาวรีซอลซินอลฟอร์มัลดีไฮด์, กาวอีพอกส์ซีเรซิ่น, และกาว pvac โดยคุณสมบัติของกาวแต่ละตัว (ณรงค์, 2517) มีดังนี้

1) กาวยูเรียฟอร์มาลีไฮด์ ต้านทานความชื้น สามารถอยู่ในสภาพที่ตากแดดตากฝนได้เป็นเวลา 2-3 ปี มีความต้านทานต่อการนำไปแชในน้ำเย็นเป็นระยะเวลานาน ทนต่อการนำไปต้มในน้ำอุ่นในระยะเวลาจำกัด และมีความต้านทานต่อการทำลายโดยแมลงและเห็ดรา เก็บได้นานประมาณ 8-12 เดือน ที่ 20 °ซ ในสภาพที่เป็นผงกาวชนิดนี้จัดอยู่ใน MR TYPE (Mpisture resistance)

2) กาวเมลามีนฟอร์มาลีไฮด์ มีความต้านท่นต่อการต้มในสภาพน้ำเดือด ทนต่อการแช่ในสภาพน้ำเย็นได้เป็นเวลานาน และมีคสมต้านทานต่อการทำลายโดยพวกจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี กาวชนิดนี้จัดอยู่ใน TYPE BR (Boil resistance)

3) กาวฟีนอลและกาวรีซอลซินอลฟอร์มัลดไฮด์ เป็นกาวที่มีความทนทานตามธรรมชาติอย่างดีเลิศ สามารถต่อการแช่ในน้ำเย็น และต้มในสภาพน้ำเดือนได้ระยะเวลานาน ทนต่อการทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติได้เป็นระยะเวลาอันยาวนาน มีความต้านทานต่อความร้อน และการทำลายโดยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี กาวชนิดนี้เป็นกาวที่มีคุณาพดีมาก แต่ไม่ใคร่มีใครนิยมใช้กัน เนื่องจากราคาที่แพงมาก ประกอบกับอายุของกาวมีระยะเวลาที่สั้นจัดอยู่ใน WBP TYPE (Weather and boil proof)

4) กาวอีพอกส์ซีเรซิ่น เป็นกาวที่มีราคาแพงมาก ประกอบกับ ยากลำบากในการดำเนินงาน จึงไม่ใคร่มีใครนิยมใช้กัน คุณสมบัติที่ดีเด่นของกาวชนิดนี้ คือ สามารถนำไปใช้ติดคอนกรีตและพวกโลหะกับไม้

5) กาวโพลีไวนิลแอซิเตท หรือกาวลาเท็กซ์ที่เรารู้จักกันดี เป็นกาวชนิดที่ละลายในน้ำมีอายุของการที่ผสมแล้วนานมาก สะดวกในการดำเนินงาน และสามารถแข็งตัวในระยะเวลาอันสั้น กาวชนิดนี้มีคุณภาพด้านความแข็งแรงและความทนทานที่ต่ำ ความแข็งแรงของกาวจะลดลงเมื่อรอยต่อด้วยกาวได้รับน้ำหนักอยู่ตลอดเวลา กาวจะอ่อนตัวลงเมื่อนำไปในที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 57.5 °ซ และอาจมีผลเสียบางประการกับแลกเกอร์ที่ใช้ จึงเหมาะกับชิ้นงานที่ใช้ประโยชน์ภายในและไม้ต้องรับน้ำหนักมาก

การใช้กาวแต่ละตัวอยู่ที่จุดประสงค์ของผู้ใช้ว่าจะเอาชิ้นไม้ที่อัดกาวแล้วไปใช้ทำอะไร เช่น ถ้าต้องการชิ้นงานภายในที่สามารถต้านทานน้ำเย็นหรือน้ำร้อนได้เป็นครั้งคราว อาจใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ หรือต้องการเอาชิ้นงานใช้ประโยชน์ภายนอก ก็อาจจำเป็นต้องใช้กาวที่มีคุณภาพสูงขึ้นอีก คือ กาวฟินอล หรือกาวรีซอลซินอลฟอร์มัลดีไฮด์ แต่ถ้าเป็นชิ้นงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากและไม่พิถีพิถันในการทำไม้ประสาน เช่นไม่ต้องการแรงอัดมาก ก็อาจใช้กาว PVAC ได้เพราะกาว PVAC มีคุณภาพในการอุดช่องว่างได้ดี

7 ไม้ประกอบ

ไม้ประกอบ (Wood Composite) (ธนดล, 2545) เป็นวัสดุไม้เทียมประเภทหนึ่งได้จากการนำเศษไม้ที่เหลือจากการไส้ไม้หรืออื่นๆ มาเสริมแรงด้วยพลาสติกหลากหลายชนิด โดยสมบัติของไม้ประกอบหรือไม้ประกอบพลาสติกนี้ สามารถพัฒนาให้มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม มีอายุการใช้งานนานขึ้น เมื่อเทียบกับไม้ตามธรรมชาติ อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้ ทั้งบนบกและทางทะเล โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถสรุปข้อดีของการใช้ไม้ประกอบ ดังนี้

1) ผลิตวัสดุใหม่ๆ ทางวิศวกรรม การนำไม้มาประกอบกับพลาสติก (ไม่ว่าจะเป็นพลาสติกประเภท Themosetting หรือ Thermoplastic) นั้น เป็นการดึงเอาสมบัติที่เป็นทั้งข้อดีและข้อเสียของวัสดุทั้งสองชนิดเข้ามาไว้ด้วยกัน จึงเท่ากับว่า เป็นการสร้างวัสดุที่มีสมบัติใหม่ขึ้นมารองรับความต้องการทางวิศวกรรม

2) ได้สมบัติที่ดีขึ้น เดิมทีสมบัติของไม้ตามธรรมชาตินั้นไม่จัดว่าเป็นวัสดุทางวิศวกรรม เนื่องจากว่าเราไม่สามารถกำหนดให้มันมีสมบัติที่แน่นอนตามความต้องการได้ เพราะไม่ว่า

จะควบคุมการปลูกและดูแลอย่างดีเพียงไรมนุษย์ก็ยังไม่สามารถจัดการให้ไม้มีสมบัติที่แม่นยำ และแน่นอนตามความต้องการได้ เนื่องจากในต้นไม้แต่ละต้นก็จะมีข้อบกพร่องและตำหนิในเนื้อไม้ที่แตกต่างกันตามส่วนต่างๆ แต่หากเรานำ ไม้มาผสมกับพลาสติกและทำ การขึ้นรูปใหม่ให้เป็นไม้ประกอบพลาสติก เราจะสามารถควบคุมให้มีสมบัติตามต้องการ หรือให้มีสมบัติที่ใกล้เคียงกันในแต่ละชิ้นผลิตภัณฑ์ได้ จึงกล่าวได้ว่า ไม้ประกอบนั้นสามารถจัดให้อยู่ในหมวดของวัสดุทางวิศวกรรมได้อย่างหนึ่ง

3) ใช้ทรัพยากรไม้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จากการใช้ไม้ของมนุษย์โดยรวม ไม่ถึง 60% ของที่ตัดมา เพราะไม้ส่วนใหญ่สูญเสียไปในกระบวนการแปรรูปไม้ที่ต้องทำ กันซ้ำแล้วซ้ำเล่ากว่าจะกลายมาเป็นเครื่องเรือน ไม้ท่อนหรือไม้แผ่นที่ใช้ในการก่อสร้างได้ แต่ในการผลิตไม้ประกอบส่วนใหญ่จะไม่เป็นเช่นนั้น เพราะสามารถนำ ต้นไม้มากกว่า 80% ของทั้งต้นที่ตัดมาในการผลิตไม้ประกอบได้โดยไม่ต้องผ่านการสูญเสียในกระบวนการแปรรูป ไม่ว่าจะเป็นการทำ ไม้อัด, Medium Density Fiber (MDF), Oriented Strand Board (OSB) หรืออื่นๆ ที่สามารถนำมารวมกันได้

4) รักษาสิ่งแวดล้อม หากไม่สามารถนำเศษไม้และขี้เลื่อยที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปไม้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างอื่นได้ เศษไม้และขี้เลื่อยเหล่านั้นก็จะกลายเป็นขยะและแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อรา ซึ่งจะส่งกลิ่นเหม็นและปล่อยสารพิษทำ ลายสภาพแวดล้อม และโรงเลื่อยไม้ต่างๆ ก็อาจจะต้องเสียงบประมาณในการกำ จัดของเสียเหล่านี้ แต่ถ้านำเอาเศษไม้และขี้เลื่อยเหล่านี้ ไปทำเป็นไม้ประกอบนอกจากจะไม่ต้องเสียงบประมาณในการกำจัดของเสียแล้วยังสามารถเพิ่มรายได้ให้ตัวเองอีกด้วย

5) ส่งเสริมให้มีการแข่งขันทางเศรษฐกิจกัน เมื่อมีวัสดุทางวิศวกรรมใหม่ๆ เกิดขึ้นในตลาดอุตสาหกรรม ก็ย่อมเป็นที่แน่นอนว่าจะต้องมีการแข่งขันทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นจากการขายวัสดุนั้นๆ ตามมา

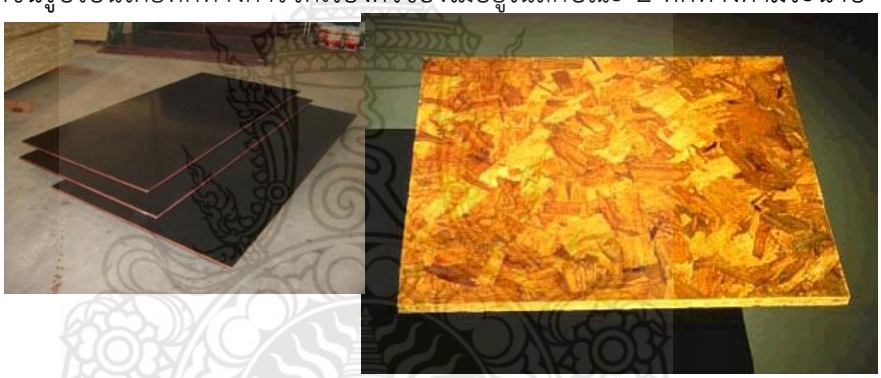
8 ประเภทของวัสดุไม้ประกอบ

การจัดประเภทของวัสดุไม้ประกอบ (Wood Composite) แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ตามทิศทางการจัดเรียงตัวของเสี้ยน (ธนดล, 2545) ดังนี้

1) Beam element (one-dimensional) วัสดุไม้ประกอบประเภทนี้ จะจัดอยู่ในกลุ่มของงานก่อสร้างหรืองานที่ต้องใช้ในการรับแรง อาทิเช่น เสา ตง หรือคาน ลักษณะของชิ้นงานจะมีรูปร่างหน้าตาต่างๆ กันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ประกอบในหมวดนี้ รูปร่างของพื้นที่หน้าตัดส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า, สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปตัวไอ (I) ทิศทางการจัดเรียงตัวของเสี้ยนไม้ไปในทิศทางเดียวกันดังที่แสดงให้เห็นในรูปตัวอย่าง

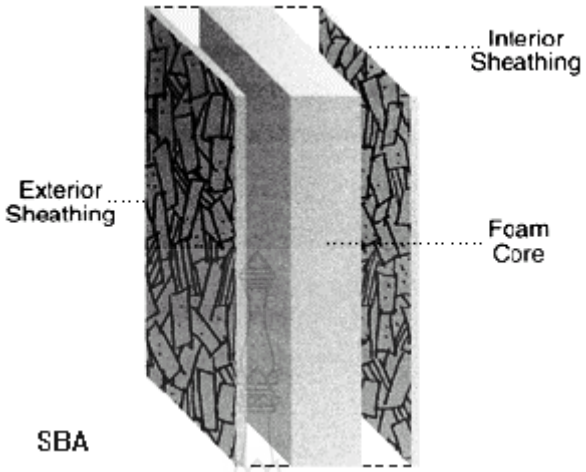
รูปที่ 3 คานไม้พลาสติกรูปตัวไอ * (ธนดล, 2545)

2) Structural plate elements (two-dimensional) ไม้ประกอบประเภทที่สองจัดอยู่ในหมวดงานก่อสร้างเช่นกัน แต่จะเน้นในการรับแรงรองลงมาจากไม้ประกอบประเภทที่ 1 เช่น พื้น และกำ แพง เป็นต้น ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะเป็นการนำ ไม้แผ่น หรือเศษแผ่นไม้มาทากาวแล้วนำ ไปอัดขึ้นรูปร้อนโดยทิศทางการจัดเรียงตัวของไม้อยู่ในลักษณะ 2 ทิศทางตามระนาบ



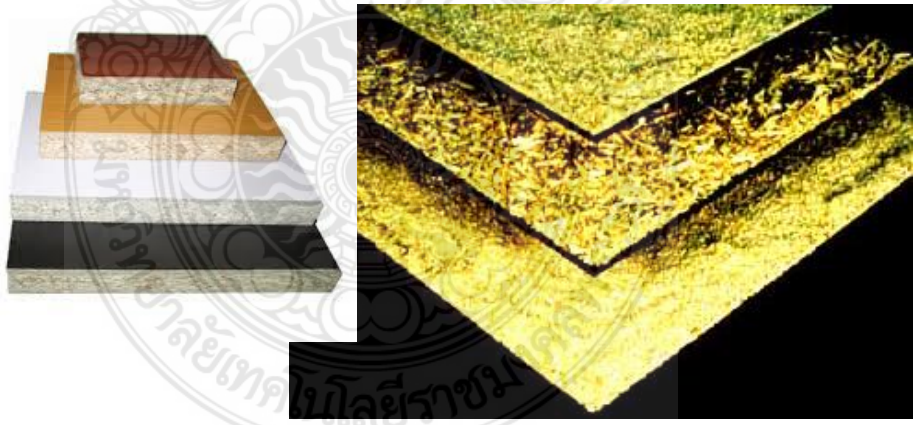
รูปที่ 4 ไม้อัดเคลือบฟิล์ม 2 หน้า (Double Film Plywood) * และแผ่นไม้ประกอบแบบ Oriented Strand Board (OSB) (ธนดล, 2545)

รูปที่ 5 แผ่นไม้ประกอบแบบ Oriented Strand Board (OSB) (ธนดล, 2545)

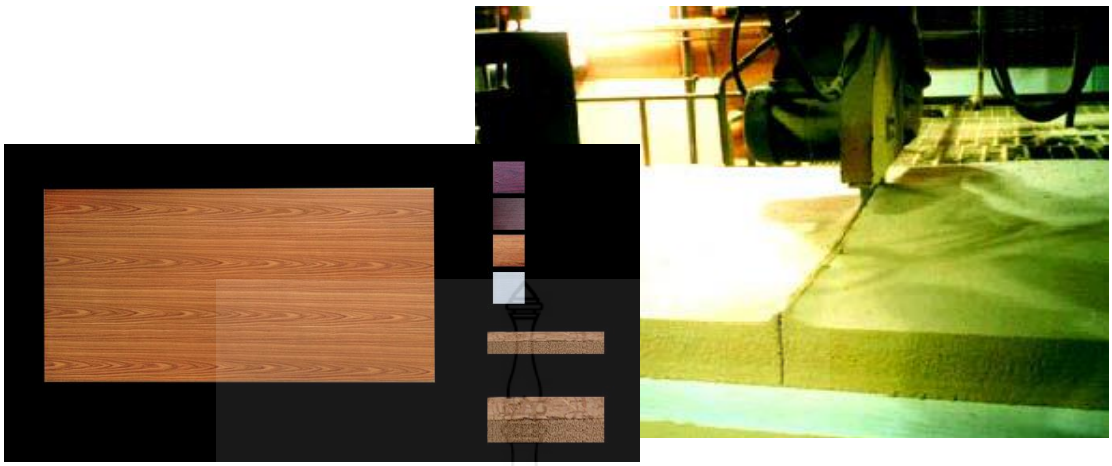


รูปที่ 6 แผ่นไม้ประกอบแบบ Structural Insulated Panel (SIPS) (ธนดล, 2545)

3) Non-Structural plate elements (two-dimensional) ไม้ประกอบประเภทใช้งานทางด้านเฟอร์นิเจอร์เครื่องเรือน เนื่องจากขนาดของเศษไม้ที่นำมาใช้ขึ้นรูปนั้น มีขนาดเล็กกว่าเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับไม้ประกอบ 2 ชนิดแรก จึงทำให้ความแข็งแรงในความแข็งแรงในด้านต่างๆ ลดลง ส่วนลักษณะการขึ้นรูปนั้นจะคล้ายคลึงกับวัสดุประเภทไม้ประกอบชนิดที่ 2 และทิศทางการจัดเรียงตัวของเสี้ยนไม้ยังคงอยู่ในลักษณะ 0, 90 องศา หรือ 2 ทิศทาง ซึ่งตั้งฉากกันนั่นเอง



รูปที่ 7 แผ่นไม้ประกอบแบบ Particleboard (ธนดล, 2545)



รูปที่ 8 แผ่นไม้ประกอบแบบ MDF (ธนดล, 2545)

4) Wood-plastic composite (three-dimensional) เป็นไม้ประกอบที่สามารถใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร สามารถใช้รับแรงได้ในระดับของแรงอันดับสองของโครงสร้าง (Secondary Load) เนื่องจากเศษไม้มีขนาดเล็กมาก ดังนั้นทิศทางการจัดเรียงตัวของเสี้ยนไม้จึงเป็นไปในลักษณะ 3 มิติ รูปร่างของพื้นที่หน้าตัดนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการการผลิตและการออกแบบ

รูปที่ 9 แผ่นไม้ประกอบแบบ Wood-plastic composite (three-dimensional) (ธนดล, 2545)

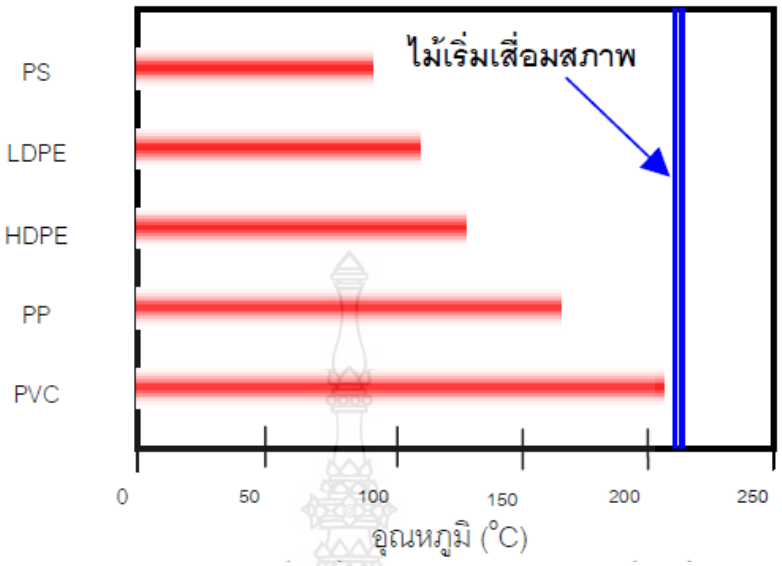
รูปที่ 10 แผ่นไม้ประกอบแบบ Wood-plastic composite (three-dimensional) (ธนดล, 2545)

9 ไม้ประกอบพลาสติกในมุมมองของนักวัสดุศาสตร์

ไม้ประกอบพลาสติก ซึ่งอาจเรียกสั้นๆ ว่าไม้พลาสติกนั้น เป็นเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในวงการอุตสาหกรรมไม้และพลาสติกในต่างประเทศมานานแล้ว แต่ไม้พลาสติกนั้นค่อนข้างที่จะใหม่ในประเทศไทย ซึ่งถ้าจะนับแล้วก็จะมีอายุเพียงประมาณ 2 ปี เท่านั้น ไม้พลาสติกถือได้ว่าเป็นการนำเอาความรู้ของทั้งวงการไม้และวงการพลาสติกมาประสานรวมกัน ทำ ให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งสามารถถือได้ว่าเป็นวัสดุทางวิศวกรรมได้อีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากคุณสมบัติที่มีความแม่นยำ และแน่นอนมากกว่าไม้ท่อนหรือไม้ดิบ ในมุมมองทางด้านวัสดุ เราจะแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน กล่าวคือโครงสร้าง (Structure), กระบวนการผลิต (Processing), คุณสมบัติ (Properties), และสมรรถนะ (Performance) (ธนดล, 2545)

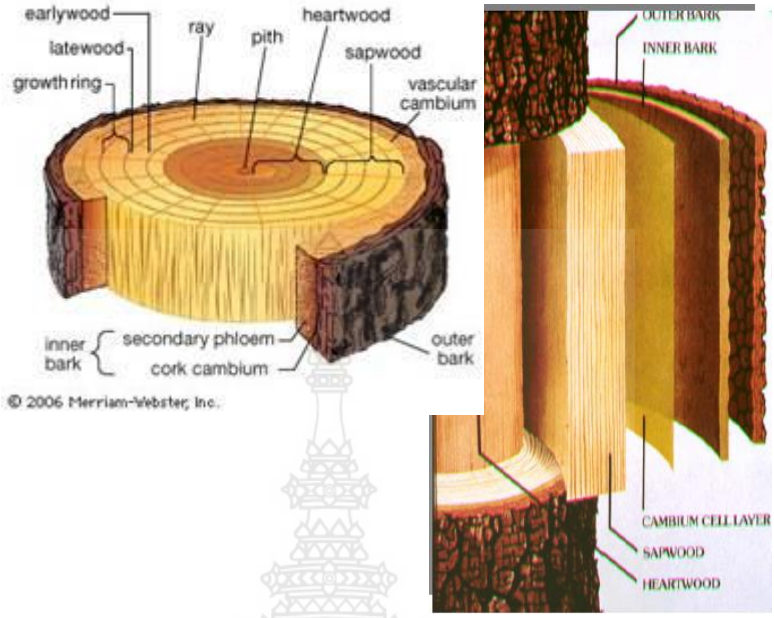
1) โครงสร้าง (Structure) ทั้งไม้และพลาสติกจัดเป็นวัสดุประเภทพอลิเมอร์ (Polymer) เช่นเดียวกัน แต่ต่างกันตรงที่ไม้เป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติ ในขณะที่พลาสติกเป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ เราไม่สามารถควบคุมสมบัติของไม้ให้เป็นไปตามต้องการ แต่สามารถทำกับไม้พลาสติกได้

โครงสร้างของพลาสติก พลาสติกมีหลายชนิดแบ่งตามชนิดและรูปแบบการจับกันของสายโซ่โมเลกุล เนื่องจากพลาสติกแต่ละชนิดมีโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกันจึงทำ ให้มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีต่างกันไปด้วย ในการเลือกใช้พลาสติกที่จะนำ มาใช้ประกอบกับไม้นั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงสมบัติที่ต้องการแล้วยังต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการผลิต และความเข้ากันได้อีกด้วย เพราะใช่ว่าพลาสติกทุกชนิดสามารถนำ มาใช้ประกอบกับไม้ได้เสมอไป ชนิดของพลาสติกที่สามารถนำ มาใช้นั้นขึ้นกับสมบัติของไม้ด้วยเช่นกัน เราไม่สามารถนำ พลาสติกที่มีจุดหลอมตัวสูงกว่าอุณหภูมิที่ไม้จะไหม้มาประกอบกันได้เพราะจะทำ ให้ไม่สามารถขึ้นรูปได้โดยที่ไม้ไม่ไหม้ อีกทั้งยังต้องพิจารณาในด้านการสร้างพันธะระหว่างไม้และพลาสติกที่จะนำ มาประกอบด้วยว่าสามารถจับกันได้ดีเพียงใด ตัวอย่างพลาสติกที่สามารถนำ มาใช้ประกอบกับไม้ได้ เช่น Polystyrene (PS), Polyethylene (PE), Poly [vinyl chloride] (PVC) และ Polypropylene (PP) เป็นต้น



รูปที่ 11 การทนต่ออุณหภูมิของไม่ประกอบ (ธนดล, 2545)

โครงสร้างของไม้ จัดเป็นวัสดุที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (non-homogeneous) เนื่องจากโครงสร้างของไม้ประกอบขึ้นจากเซลล์เนื้อไม้ที่มีรูปร่างหลากหลายกระจายเรียงตัวเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นมีสมบัติต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์, ความอุดมสมบูรณ์ของน้ำ, อาหาร, แสงแดดและสภาวะแวดล้อมต่างๆ ที่ต้นไม้นั้นได้รับขณะที่ทำ การสร้างเซลล์นั้นๆ และเนื่องจากเนื้อเยื่อของต้นไม้แต่ละชั้นมีความหนาแน่นและการกระจายตัวของเซลล์รูปทรงต่างๆ ไม่เหมือนกันนี้เอง จึงทำ ให้มีสมบัติทางกายภาพและเคมีแตกต่างกันไปด้วย การควบคุมให้เนื้อไม้ของต้นไม้คนละต้นให้มีสมบัติเหมือนกันทุกประการจึงไม่สามารถเป็นไปได้ในทางปฏิบัติเพราะแม้แต่เนื้อไม้ที่มาจากต้นไม้ต้นเดียวกันแต่เป็นคนละส่วนกันยังยากที่จะทำ ให้มีสมบัติเหมือนกันได้ โครงสร้างหลักที่ให้ความแข็งแรงในเนื้อไม้ คือ สารพอลิเมอร์ที่เรียกว่า เซลลูโลซ (Cellulose)



รูปที่ 12 โครงสร้างลำต้นของต้นไม้*, (ธนดล, 2545)

รูปที่ 13 เม็ดผสมของไม้พลาสติก (ธนดล, 2545)

นอกเหนือจากวัสดุไม้และพลาสติกที่จะเป็นส่วนผสมในตัววัตถุดิบแล้ว ยังมีสารเติมแต่ง (Additive) อื่นๆ อีกมากมาย ที่ช่วยในการปรับแต่งคุณสมบัติบางประการที่ทำ ให้ไม้พลาสติกมีสมรรถนะในการใช้งานที่ดีขึ้นอีกด้วย

10 กระบวนการขึ้นรูปไม้ประกอบ

กระบวนการขึ้นรูป (Processing)รายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตไม้ประกอบพลาสติกตลอดจน การเตรียมวัตถุดิบและชนิดของสารเติมแต่งพลาสติก (Additives) ที่ใช้นั้น จะขึ้นอยู่กับวิธีการขึ้นรูปที่เลือกใช้ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่า ในการขึ้นรูปแต่ละวิธีก็มีข้อจำ กัดแตกต่างกันไป เช่นบางวิธีอาจสามารถใช้กับวัตถุดิบที่มีขนาดไม้ไม่ต้องละเอียดมากได้ แต่บางวิธีจำ เป็นต้องเตรียมวัตถุดิบให้มีความละเอียดสูง เป็นผลทำ ให้มีขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบแตกต่างกัน และการ

ขึ้นรูปไม้ประกอบพลาสติกสามารถขึ้นรูปได้หลายวิธีเช่นเดียวกับการขึ้นรูปพลาสติกทั่วไป เช่น Extrusion, Injection และ Hot Press เป็นต้น (ธนดล, 2545)

โดยทั่วไปแล้ว ขั้นตอนการผลิตไม้พลาสติกจะมีอยู่ 2 ส่วนหลักๆ นั่น คือ ขั้นตอนของการผสมวัตถุดิบให้เข้ากัน โดยสามารถจะทำ ให้อยู่ในรูปของเม็ดผสมของไม้พลาสติกก่อนแล้วนำไปผ่านกระบวนการการขึ้นรูปลักษณะต่างๆ ให้เหมาะสมกับการนำ ไปใช้งาน หรือยังสามารถจะเก็บไว้เพื่อใช้ในการขึ้นรูปต่อไป อย่างไรก็ตาม โดยปกติการขึ้นรูปแบบ Extrusion นั้นจะเป็นที่นิยมอย่างมากในต่างประเทศเพราะสามารถทำ ให้มีความยาวที่ไม่จำ กัดได้และยังง่ายในกระบวนการการผลิต (ธนดล, 2545)

11 สมบัติของแผ่นไม้ประกอบ

เนื่องจากไม้ประกอบพลาสติกเป็นวัสดุที่เอาทั้งไม้และพลาสติกมารวมกัน จึงเป็นผลทำ ให้สมบัติเดิมของไม้และพลาสติกเปลี่ยนไป ทั้งนี้ สัดส่วนของไม้และพลาสติกก็ยังมีผลกระทบต่อสมบัติของไม้พลาสติกด้วยเช่นกัน โดยส่วนใหญ่แล้ว ถ้าปริมาณของวัตถุดิบตัวใดตัวหนึ่งมาก คุณสมบัติโดยรวมของไม้พลาสติกก็จะมีแนวโน้มเอียงไปทางวัสดุที่มีปริมาณมากกว่า ซึ่งสามารถกล่าวโดยสรุป ดังนี้

ข้อดี เมื่อเปรียบเทียบไม้พลาสติกกับไม้

1) ทนทานต่อความชื้นได้ดีกว่า เนื่องจากโดยธรรมชาติแล้ว ไม้จะชอบน้ำและดูดน้ำทำให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมา แต่เนื่องจากไม้พลาสติกมีส่วนผสมของพลาสติกอยู่ด้วย จึงทำ ให้ลดปริมาณการดูดซึมน้ำลงไปได้มาก

2) ต้านทานต่อเชื้อราและแมลงที่เป็นศัตรูของไม้ต่างๆ ได้ดีกว่าไม้ เพราะส่วนผสมของพลาสติกนี้เองที่ทำ ให้แมลงและเชื้อราไม่สามารถจะเข้าไปถึงตัวเนื้อไม้ได้

3) ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมได้นานกว่า เพราะว่าส่วนผสมของพลาสติกทำ ให้เกิดการเน่าเปื่อยผุพังช้ากว่าไม้ตามธรรมชาติ

4) สามารถผลิตให้มีรูปร่างต่างๆ ได้โดยไม่ทำ ให้เกิดเศษเหลือใช้ เพราะไม้พลาสติกนั้นเป็นการขึ้นรูปชิ้นงาน

5) สามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือ recycle ได้ แต่สมบัติต่างๆ ของที่ถูกนำ กลับมาใช้ใหม่ ย่อมตกลงเป็นธรรมดาที่จะต้องมีขั้นตอนอื่นมาเสริม

ข้อดี ของไม้พลาสติกเมื่อเปรียบเทียบกับพลาสติก

1) สามารถรับแรงได้มากขึ้น เพราะว่าเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักแล้ว ไม้จะมีความแข็งแรงมากกว่าพลาสติก ดังนั้น ไม้จึงทำ หน้าที่เป็นตัวเสริมแรงให้กับพลาสติก

2) มีความทนทานต่อแสง UV ได้ดีกว่าพลาสติก เพราะว่าแสง UV จะเข้าไปทำ ลายพันธะในสายโซ่โมเลกุลของพลาสติก แต่ไม้เป็นวัสดุที่มีความทนทานต่อแสง UV ได้ดีอยู่ จึงทำ ให้ไม้พลาสติกมีสมบัติที่เด่นกว่าพลาสติกในการใช้งานกลางแจ้ง

3) มีการหดและขยายตัว (เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ) น้อยกว่าพลาสติก เนื่องจากค่าสัมประสิทธิการขยายตัวของไม้มีค่าต่ำกว่าพลาสติกมากหากใช้งานที่อุณหภูมิสูงจะมีความคงทนกว่า

4) ในปริมาตรที่เท่ากัน ไม้พลาสติกจะมีน้ำหนักเบากว่าพลาสติก (แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตด้วย) ทำให้การนำมาใช้งานสะดวกมากขึ้น

ข้อด้อย ของไม้พลาสติกเมื่อเปรียบเทียบกับไม้

1) สมบัติทางกลจะด้อยกว่าไม้เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ที่มีขนาดเท่ากัน ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการคือ พลาสติกมีสมบัติทางกลด้อยกว่าไม้ และไม้ที่นำมาผสมกับพลาสติกก็มีขนาดเล็กทำ ให้มีสมบัติเชิงกลตกลงไปด้วย

2) มีความหนาแน่นมากกว่าไม้จริง น้ำหนักจึงมากกว่า ดังนั้นจึงต้องอาศัยการออกแบบรูปทรงที่จะทำให้มีน้ำหนักเบาขึ้นเข้ามาช่วยลดข้อด้อยนี้

3) มีการหดและขยายตัวมากกว่าไม้ ดังนั้นในการใช้งานจริงจึงต้องคำนึงถึงจุดนี้ด้วย

ข้อด้อย เมื่อเทียบกับพลาสติก

1) เกิดการขยายตัวเมื่อได้รับความชื้นมากกว่าพลาสติก จึงอาจไม่เหมาะสมกับงานที่ต้องโดนความชื้นตลอดเวลา

2) ขั้นตอนการผลิตชิ้นงานซับซ้อนกว่า เนื่องจากผลกระทบจากการผสมไม้ลงไปในปริมาณมากทำ ให้มีปัญหาอื่นตามมา

3) อายุการใช้งานสั้นกว่าพลาสติก เพราะมีไม้ผสมอยู่ แต่ก็นับว่าเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม เพราะย่อยสลายตัวได้เร็วกว่าพลาสติก

จะเห็นได้ว่าไม้ประกอบพลาสติกมีสมบัติทั้งข้อดีและข้อเสียอยู่ตรงกลางระหว่างไม้และพลาสติกในการทดสอบค่าสมบัติด้านต่างๆ ของไม้ประกอบพลาสติกนั้นต้องคำนึงถึงการจะนำ ไปใช้งานเป็นหลักว่าตั้งใจจะนำไปใช้งานแทนไม้หรือพลาสติก และจะนำ ไปใช้งานในส่วนไหน เช่น ถ้าจะนำ ไปใช้ในส่วนโครงสร้างของอาคารก็ย่อมต้องมีความแข็งแรงสูงกว่าที่จะนำ ไปใช้ทำ เฟอร์นิเจอร์เครื่องเรือน

12 สมรรถนะการใช้งานของแผ่นไม้ประกอบ

เนื่องจากประเภทของวัตถุดิบที่หลากหลายทำ ให้มีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันจึงส่งผลให้มีสมบัติที่แตกต่างกันหลายอย่าง ทำ ให้การจะกล่าวถึงสมรรถนะการใช้งานนั้น หากจะมองโดยภาพรวม ซึ่งอาจจะมีข้อแตกต่างปลีกย่อย จึงไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ โดยรวมแล้วการเพิ่มไม้ลงไปในพลาสติกนั้น จะเป็นการการเพิ่มความแข็งแรงให้กับตัวพลาสติก แต่มันกลับทำ ให้มีความเปราะเพิ่มขึ้นเช่นกัน อย่างไรก็ดีสมบัติด้านอื่นๆ ก็จะแตกต่างกันออกไปดังที่ได้กล่าวมาแล้วบ้างในข้างต้น ไม่ว่าจะเป็นการนำ ไปใช้งานภายนอกหรือภายในก็ตาม ในขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การคัดสรรวัตถุดิบ เลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสม และทดสอบสมบัติด้านต่างๆ จึงควรที่จะทำ ให้สอดคล้องกับการนำ ไปใช้งานจริง

วงการของไม้พลาสติกนั้นได้มีการพัฒนาออกไปอย่างกว้างขวางแล้วในต่างประเทศ ซึ่งอย่างที่ทราบว่า ไม้พลาสติกในประเทศไทยนั้นเพิ่งมีอายุได้ไม่กี่ปี มีบริษัทเอกชนและสถาบันการศึกษาหลายแห่งได้กำลังพัฒนาไม้พลาสติกออกมาใช้ในประเทศ ซึ่งจะเป็นการป้องกันไม่ให้เงินรั่วไหลออกไปนอกประเทศในทางอ้อม เนื่องจากเราสามารถที่จะผลิตใช้ได้เองโดยไม่ต้องนำเข้า ซึ่งนับว่าเป็นการดีต่อส่วนรวม โดยเฉพาะผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจทางอ้อมด้วย เนื่องจากได้มีการนำวัสดุเหลือใช้มาทำ ให้เกิดประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่าให้กับ

วัสดุ อนาคตของไม้พลาสติกที่อาจเรียกได้ว่าเป็นของเล่นชิ้นใหม่ของประเทศไทย ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

1) ผู้พัฒนา คุณภาพของสินค้า ว่าสามารถทำแล้วมีสมรรถนะในการใช้งานได้ดีพอหรือไม่

2) ผู้ผลิต ควรมีการแยกแยะลักษณะผลิตภัณฑ์ให้ดีเพื่อไม่ให้เกิดความสับสน เพราะว่าได้มีการใช้คำว่า “ไม้” ในผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่ไม้ได้มีไม้ผสมอยู่ ทำให้ผู้บริโภคอาจเกิดการเข้าใจผิดได้ จึงควรจะมีการชี้แจงเพื่อให้มีการเข้าใจที่ตรงกัน

3) ผู้บริโภค การยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งต้องมีการลองใช้และเสนอข้อคิดเห็นตอบกลับมายังผู้ผลิตและผู้วิจัย เพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้วัสดุไม้พลาสติกที่ดีขึ้น

13 พอลิเมอร์

พอลิเมอร์ (Polymer) หมายถึง สารสังเคราะห์ที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือมนุษย์เป็นผู้สังเคราะห์ขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่จะนำไปใช้ให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ได้ มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เกิดจากการรวมหน่วยเล็ก ๆ ที่เรียกว่า โมโนเมอร์ เข้าด้วยกัน (สมเกียรติ, 2556)

คำว่า พอลิเมอร์ อาจใช้คำว่า มาโครโมเลกุล (Macromolecule) แทนก็ได้ ผู้เสนอคำศัพท์นี้ คือ Staudinger นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันผู้ได้รับรางวัลโนเบล จากการที่เขาสามารถอธิบายโครงสร้างโมเลกุลของพอลิสไตริน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง ได้สำเร็จใน ค.ศ.1953

พอลิเมอร์มีอยู่ทั้งในธรรมชาติและโดยการสังเคราะห์ของมนุษย์ กระบวนการเกิดพอลิ

เมอร์แบบต่างๆ ทำให้เกิดพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างและสมบัติที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบชนิดของพอลิเมอร์และโมโนเมอร์

พอลิเมอร์	โมโนเมอร์
1. แป้ง	กลูโคส
2. ไกลโคเจน	กลูโคส
3. เซลลูโลส	กลูโคส
4. โปรตีน	กรดอะมิโน
5. ยางพารา (โพลีไอโซพรีน)	ไอโซพรีน
6. พอลิเอทิลีน	เอทิลีน
7. พอลิสไตรีน	สไตรีน
8. พอลิโพรพิลีน	โพรพิลีน
9. พอลิเอไมด์ (ไนลอน)	ไนลอนโมโนเมอร์
10. พอลิไวนิลครอไรด์ (PVC)	ไวนิลครอไรด์
11. พอลิเมอร์ของยูเรียฟอร์มัลดิไฮด์	ยูเรียฟอร์มัลดิไฮด์
12. เบเคไลต์	ฟีนอลฟอร์มัลดิไฮด์

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบชนิดของพอลิเมอร์และโมโนเมอร์

พอลิเมอร์	โมโนเมอร์
13. ฟอร์ไมกา (พอลิเมอร์ของเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์)	เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์
14. ยางเอสบีอาร์ (Styrene Butadiene Rubber)	สไตรีน และบิวตาไดอีน
15. ยางเอบีเอส (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	อะคริโลไนตริล และบิวตาไอดีน และสไตรีน
16. พอลิไวนิลครอไรด์อะซิเตต	ไวนิลคลอไรด์ และไวนิลอะซิเตต

จากตัวอย่างพอลิเมอร์ดังที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า โมเลกุลของสารสังเคราะห์ที่จัดเป็นพอลิเมอร์นั้น จะต้องประกอบด้วยหน่วยย่อยที่ซ้ำๆ กัน หรือที่เรียกว่า โมโนเมอร์ หนึ่งหรือสองชนิดหรือมากกว่าก็ได้ มาต่อกันเป็นแถวยาว (จะเรียงแถวแบบใดก็ได้) ดังนั้น สารสังเคราะห์ที่มีลักษณะโครงสร้างโมเลกุลไม่ได้ประกอบด้วยหน่วยที่ซ้ำๆ กันดังกล่าวจะไม่จัดเป็นสารพอลิเมอร์ เช่น สารพวกน้ำมันหรือไขมัน ปุ๋ยเคมี มอร์ฟีน นิโคติน เฮโรอีน สบู่ และผงซักฟอก เป็นต้น

14 ชนิดของพอลิเมอร์

ชนิดของพอลิเมอร์ สามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดได้ 2 ชนิด

1) พอลิเมอร์จากธรรมชาติ พอลิเมอร์จากธรรมชาติที่สำคัญ เช่น เซลลูโลส ฝ้าย ขนสัตว์ และยางธรรมชาติ เป็นต้น คุณภาพของพอลิเมอร์จำพวกนี้จะอยู่กับชนิดและพันธุ์

2) พอลิเมอร์สังเคราะห์ พอลิเมอร์สังเคราะห์เป็นวัสดุที่สำคัญมากต่อชีวิตประจำวัน เพราะเราสามารถควบคุมของวัสดุให้มีคุณสมบัติตามต้องการได้ และมีมากชนิดกว่า พอลิเมอร์จากธรรมชาติ ทำให้เราสามารถกำหนดใช้งานทดแทนวัสดุอื่น ๆ ที่ใช้กันอยู่เดิม ไม่ว่าจะเป็น ไม้ แก้ว โลหะ หรือ เซรามิกส์ พอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น เส้นใยสังเคราะห์ ยางสังเคราะห์ วัสดุเคลือบผิว เรซิน พลาสติก กาว และโฟม เป็นต้น (สมเกียรติ, 2556)

15 พอลิเมอไรเซชัน

พอลิเมอไรเซชัน (Polymerization) หรือกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ หรือปฏิกิริยาต่ออณู คือ ปฏิกิริยาการรวมตัวทางเคมีของสารโมเลกุลเล็กๆ จำนวนมากมาย ที่เรียกว่า โมโนเมอร์ แล้วเกิดสารใหม่ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า พอลิเมอร์ พอลิเมอไรเซชันมี 2 แบบ (Donald, 1990) คือ

1) แบบควบแน่น (Condensation Polymerization) คือ ปฏิกิริยาการรวมตัวทางเคมีของสารโมเลกุลเล็ก หรือโมโนเมอร์ ได้สารโมเลกุลใหญ่หรือพอลิเมอร์ และได้สารโมเลกุลเล็กๆ เช่น น้ำ แอลกอฮอล์ แอมโมเนีย หรือไฮโดรเจน เป็นผลพลอยได้ พอลิเมอร์ที่เกิดจากแบบควบแน่นนี้จะมีความแข็งแรงทนทาน โค้งงอได้น้อย มีแรงยึดเหนี่ยวในโมเลกุลสูง ตัวอย่าง พอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น เช่น

กลูโคส + กลูโคส + ... ⟶ แป้ง + น้ำ
กรดอะมิโน + กรดอะมิโน + ... ⟶ โปรตีน + น้ำ
ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ + ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ + ... ⟶ พอลิเมอร์ของยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ + น้ำ

2) แบบต่อเติม (Addition Polymerization) คือปฏิกิริยาการรวมตัวทางเคมีของสารโมเลกุลเล็กหรือโมโนเมอร์ แล้วได้สารโมเลกุลใหญ่ หรือพอลิเมอร์เพียงอย่างเดียว (ไม่มีผลพลอยได้) พอลิเมอร์ที่เกิดจากแบบต่อเติมนี้ส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น พอลิเอทิลีน พอลิไวนิลคอลไรด์ เป็นต้น ตัวอย่าง พอลิเมอไรเซชันแบบต่อเติม เช่น

เอทิลีน + เอทิลีน + ... ⟶ (พอลิเมอไรเซชั่น) พอลิเอทิลีน
ไวนิลครอไรด์ + ไวนิลครอไรด์ + ... ⟶ (พอลิเมอไรเซชั่น) พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC)
ไวนิลครอไรด์ + ไวนิลอะซิเตต + ... ⟶ (พอลิเมอไรเซชั่น) พอลิไวนิลคลอไรด์อะซิเตต

16 โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์

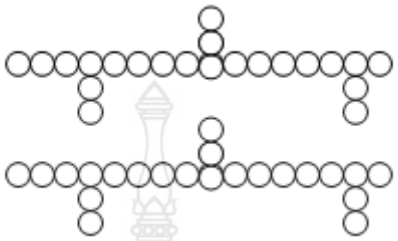
โครงสร้างของพอลิเมอร์มีความสำคัญต่อสมบัติของพอลิเมอร์ เช่น ความยืดหยุ่น ความแข็งแรง ความเหนียว การยืดตัว การโค้งงอ ความแข็ง การคงรูป เป็นต้น โดยทั่วไปพอลิเมอร์มีโครงสร้าง 3 แบบ (Jesse, 1992) ดังนี้

1) โครงสร้างแบบสายยาวหรือสายโซ่ (Straight Chain Structure) พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบนี้เกิดจากโมโนเมอร์มาเรียงต่อกันโดยปฏิกิริยาเคมี เป็นเส้นตรงคล้ายเส้นด้าย เช่น พอลิเอทิลีน พอลิสไตรีน และเซลลูโลส เกิดจากโมโนเมอร์ชนิดที่มีตำแหน่งที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมีเพียง 2 ตำแหน่ง

รูปที่ 14 โครงสร้างพอลิเมอร์แบบสายยาวหรือสายโซ่

สารพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบสายยาวจะมีสมบัติเหนียวแข็งแรง ยืดตัวได้ดี โค้งงอได้มาก อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน แข็งตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง และเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้ โดยที่สมบัติของพอลิเมอร์ไม่เปลี่ยนแปลง เช่น เทอร์โมพลาสติก เป็นต้น

2) โครงสร้างแบบสาขาหรือแขนง (Branched Chain Structure) พอลิเมอร์ชนิดนี้มี สาขาโซ่แตกออกไปจากโซ่หลัก เกิดจากโมโนเมอร์ชนิดที่มีตำแหน่งที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมี 2 และ 3 ตำแหน่ง ตัวอย่าง เช่น เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ ไกลโคเจน และพอลิเอทิลีนแบบสาขา เป็นต้น



รูปที่ 15 โครงสร้างพอลิเมอร์แบบสาขาหรือแขนง

สารพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบสาขาจะมีสมบัติคล้ายกับแบบสายยาวแต่โครงสร้างแบบสาขาจะมีความหนาแน่นน้อยและโค้งงอได้ดีกว่าแบบสายยาว เนื่องจากโมเลกุลของสายพอลิเมอร์จะไม่แนบชิดอัดกันแน่น เพราะมีสาขาของสายขวางกั้นอยู่ แต่แบบสายยาวจะยืดตัวได้ดีกว่าแบบสาขา เพราะโมเลกุลเรียงตัวในแนวเส้นตรง

3) โครงสร้างแบบตาข่ายหรือร่างแห (Cross-linked Structure) พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบนี้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างแบบสายยาวและแบบสาขามาเชื่อมต่อกันเป็นร่างแห มีกิ่งสาขาเชื่อมโยงภายในโมเลกุลหรือกับโมเลกุลอื่น เช่น โมเลกุลของแป้งและ เบเคไลต์ (ฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์) เป็นต้น

รูปที่ 16 โครงสร้างพอลิเมอร์แบบร่างแห

สารพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบร่างแหจะมีสมบัติแข็งแรงทนทาน โค้งงอได้น้อย เนื่องจากโมเลกุลยึดกันแน่นใน 3 ทิศทาง คงรูปร่าง ไม่ยืดหยุ่น ถ้าเป็นพลาสติกจะแข็งแรงมาก ทนความร้อนได้ดีโดยปกติจะไม่หลอมตัว และยากที่จะละลายในตัวทำละลายใดๆ ในอุตสาหกรรมการสังเคราะห์พอลิเมอร์จะพบว่า พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบร่างแหมักเกิดจากพอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น ยกเว้นไนลอนจะมีโครงสร้างแบบสายยาวเกิดจากพอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น พอลีเมอร์จะมีโครงสร้างแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับ ความดัน อุณหภูมิ ชนิดและปริมาณของโมโนเมอร์ และตัวเร่งปฏิกิริยา

17พลาสติก

พลาสติก (Plastics) ถูกพัฒนาขึ้นใน ปี ค.ศ. 1839 โดยชาร์ล กู๊ดเยียร์ ได้ค้นพบวิธีการทำยางธรรมชาติ ซึ่งมีความอ่อนให้กลายเป็นยางแข็ง หลังจากนั้นประมาณ 30 ปี จอห์น เวสเลย์ ไฮแอท ชาวอเมริกันค้นพบพลาสติกที่เรียกว่าเซลลูลอยด์ (Celluloid) ซึ่งนับเป็นพลาสติกชนิดแรก

พลาสติกเป็นวัสดุที่เข้ามามีบทบาทสำคัญมากในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นในชีวิตประจำวันหรือในงานอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่างๆ จะเห็นได้จากการนำพลาสติกมาทำเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือน ชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องจักร เครื่องใช้ไฟฟ้าฯลฯ โดยพลาสติกได้เข้ามาแทนที่วัสดุอื่นๆ เช่น เหล็ก โลหะต่างๆ และไม้ เป็นต้น

พลาสติก คือ วัสดุที่ประกอบด้วยมาโครโมเลกุลที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (เช่น ยางธรรมชาติ เซลลูโลส และโปรตีน เป็นต้น) หรือได้จากการสังเคราะห์สารประกอบโมเลกุลต่ำ (เช่น Ethylene และ Benzyl Formaldehyde เป็นต้น)

เนื่องจากพลาสติกเป็นสารประเภทพอลิเมอร์ การสังเคราะห์พลาสติกจึงต้องนำวัตถุดิบมาผ่านกระบวนการทางเคมี ให้ได้โมเลกุลของโมโนเมอร์ก่อน แล้วจึงนำโมโนเมอร์มารวมกันโดยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันเป็นพอลิเมอร์ ซึ่งจะมีวิธีการต่างๆ กัน (สมเกียรติ, 2556)

18 ประเภทของพลาสติก

การจัดประเภทพลาสติกโดยใช้ลักษณะของพลาสติกเมื่อได้รับความร้อนเป็นเกณฑ์นั้น สามารถจำแนกประเภทพลาสติกได้เป็น 2 ประเภท (ปุญญานิช, 2551) คือ

1) เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic ย่อว่า TP) เป็นพลาสติกที่ถูกความร้อนแล้วอ่อนตัวหรือหลอมเหลวที่ให้รูปร่างเปลี่ยนไปแล้ว สามารถเอากลับไปหลอมใหม่เป็นรูปเดิมหรือรูปอื่นได้ โดยที่สมบัติยังคงเหมือนเดิม และสามารถเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้ตลอด จึงกล่าวได้ว่าเป็น Plastics with a memory หรือ พลาสติกคืนรูป มีโครงสร้างเป็นแบบสายยาว ตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีน พอลิสไตรีน พอลิไวนิล คลอไรด์ (พีวีซี) พอลิเอไมด์ (Polyamide หรือไนลอน) พอลิโพรพิลีน อะคริลิก เป็นต้น

2) เทอร์โมเซต (Thermoses ย่อว่า TS) เป็นพลาสติกที่ถูกความร้อนแล้วไม่อ่อนตัว แต่ถ้าร้อนมากจะไหม้เป็นถ่าน เราเรียกพลาสติกประเภทนี้ว่า พลาสติกคงรูป เนื่องจากในกระบวนการผลิตได้เกิดความแข็งแรงมาก สลายตัวได้ยาก ตัวอย่างเช่น พอลิเอสเทอร์ ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เลามีน ฟอร์มัลดีไฮด์ (หรือ melmac) เบเคไลต์ พอลิยูรีเทน และอีพอกซี เป็นต้น

การแบ่งประเภทของพลาสติกนอกจากสมบัติของพลาสติกเมื่อได้รับความร้อนแล้วยังมีการแบ่งประเภทของพลาสติกโดยใช้สมบัติอื่นๆ อีก เช่น ความหนาแน่น ลักษณะการติดไฟ การละลายในตัวทำละลาย เป็นต้น (วิสุทธิ์, 2551)

19 คุณสมบัติของพลาสติก

คุณสมบัติของพลาสติกเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญมากในการพิจารณาเลือกใช้พลาสติกให้เหมาะสมกับลักษณะของงานชนิดต่างๆ ได้แก่

1) ความต้านทานไฟฟ้า พลาสติกเกือบทุกชนิดมีความต้านทานไฟฟ้าสูง จึงถูกนำมาทำเป็นฉนวนป้องกันไฟฟ้า

2) การนำความร้อน พลาสติกมีคุณสมบัติการนำความร้อนที่ต่ำมาก จึงถูกนำมาใช้ทำฉนวนกับความร้อน

3) ความหนาแน่น พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำ ความหนาแน่นของพลาสติกมีค่าระหว่าง 0.30 ถึง 0.75 ปอนด์ต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าประมาณ 1 ใน 6 ของความหนาแน่นของเหล็กกล้า ดังนั้น จึงถูกนำไปใช้กับงานที่ต้องการให้มีน้ำหนักเบา

4) ความต้านทานต่อการเกิดกร่อน พลาสติกโดยทั่วไปมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนที่ดี สารละลายของเหลวในครัวเรือนส่วนมากไม่สามารถทำละลายต่อพลาสติกได้ แต่อย่างไรก็ตามสารละลายอินทรีย์บางชนิด เช่น อัลคลอไรด์ หรือแก๊สโซลีน สามารถทำละลายต่อพลาสติกบางชนิดได้

5) สมบัติทางแสง ได้แก่ความโปร่งแสง ความโปร่งใส และทึบแสง เช่น ใช้พลาสติกทำเป็นเลนส์แว่นตา

20 ผลิตภัณฑ์พลาสติก

พลาสติกที่ผลิตได้จากกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน เรียกว่า วัตถุดิบพลาสติก มีรูปแบบ 3 ชนิด คือ เป็นผง เป็นเม็ด และเป็นของเหลวข้นคล้ายยาง ที่เรียกว่า เรซิน (Rasin) เรซินเป็นสารอินทรีย์พื้นฐานที่ทำให้เกิดพลาสติก ซึ่งมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีสมบัติและคุณภาพต่างกัน เมื่อจะนำมาใช้ต้องเลือกให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตออกมา วัตถุดิบพลาสติกเหล่านี้จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป ผลิตภัณฑ์พลาสติกต่างๆ จะมีรูปร่างแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติกนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น การหล่อแบบ การอัดแบบ และการฉีดเข้าแบบ เป็นต้น

การนำพอลิเมอร์มาทำผลิตภัณฑ์ นอกจากจะมีการเติมตัวเร่งและสารเสริมตัวเร่งปฏิกิริยาดังการทดลองนี้แล้ว ยังมีสารอื่นๆ ที่อาจเติมลงไปเพื่อทำให้พลาสติกมีสมบัติตามต้องการเหมาะสมในการใช้งาน และทำให้พลาสติกคงรูปร่างตามต้องการได้ สารเหล่านี้ ได้แก่

1) พลาสติไซเซอร์ (Plasticizer) คือการที่ผสมลงไปแล้วทำให้พอลิเมอร์หลอมตัวได้ง่าย ลดความเปราะให้น้อยลง มีความยืดหยุ่นดี โค้งงอได้ง่าย ทนต่อแรงอัดและแรงดึงได้ดี พลาสติไซเซอร์จะต้องละลายรวมกับพอลิเมอร์ได้ดี ตัวอย่างของพลาสติไซเซอร์ เช่น ไดบิวทิลพธาเลตผสมในเมทิลเมตาดริเลต (เพลกซิกลาส) จะทำให้ได้พลาสติกที่โค้งงอได้ดี การบูรและน้ำมันละหุ่งเติมลงในไนโตรเซลลูโลส เพื่อลดความเปราะ และมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น เป็นต้น

2) ฟิลเลอร์ (Filler) คือสารที่เป็นของแข็งไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี ส่วนมากมีลักษณะเป็นผงบางชนิดเป็นเส้นใยเล็กๆ ใช้ผสมลงในเรซินหรือพอลิเมอร์ เพื่อลดต้นทุนในการผลิต เพราะ ฟิลเลอร์มีราคาถูก และทำให้สมบัติของพอลิเมอร์แตกต่างกันไปตามชนิดของฟิลเลอร์ที่ผสมลงไป เช่น ผสมใยหิน (แร่แอสเบสตอส) ลงไปจะทำให้พอลิเมอร์ทนความร้อนสูง ขยายตัวน้อย ผสมคาร์บอนลงไปจะทำให้พอลิเมอร์นำไฟฟ้าได้ดี ผสมกราไฟต์ลงไปจะทำให้พอลิเมอร์ทนการเสียดสีได้ดี

ปัจจุบันในการผลิตเครื่องใช้พลาสติก มักมีการใส่สารเติมแต่งลงไปในเนื้อพลาสติกด้วย

เพื่อให้มีสมบัติต่างๆ ตามต้องการ ดังตาราง แสดงสารเติมแต่งและผลที่มีต่อพลาสติก

ตารางที่ 2 ผลของการเติมแต่งสารที่มีต่อพลาสติก

สารเติมแต่ง	ผลที่มีต่อพลาสติก
สี	เพื่อให้สวยงาม น่าใช้ และบอกถึงสมบัติบางประการของพลาสติก
ฝุ่นแป้งแคลเซียมคาร์บอเนต	เพื่อลดปริมาณเนื้อพลาสติก ทำให้ผลิตภัณฑ์พลาสติกมีราคาถูกลง
ยางบิวทิล	ทำให้เนื้อพลาสติกเหนียว ไม่เปราะ ไม่แตกหักง่าย
ผงถ่านคาร์บอน	ช่วยกลืนรังสีอัลตราไวโอเลต ทำให้พลาสติกทนแดด ไม่กรอบหักง่าย
สารต้านทานออกซิเจน	ช่วยให้พลาสติกมีสีคงทน ไม่ซีดง่าย

21 พลาสติกรีไซเคิล

พลาสติกที่ใช้ในชีวิตประจำวัน มีประมาณ 7 ชนิด ที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ และมีการให้สัญลักษณ์ ตัวเลขที่เป็นสากล เพื่อง่ายต่อการแยกประเภทของพลาสติก โดยตัวเลข 1 ถึง 7 จะอยู่ในสัญลักษณ์ลูกศรสามเหลี่ยมสามตัวที่วิ่งตามกัน มักปรากฏบริเวณก้นภาชนะพลาสติก (ศว., 2556) ดังนี้

1) โพลิเอทธิลีนเทเรฟทาเลต (Poly Ethylene Terephthalate, PET)

PET ทนแรงกระแทก ไม่เปราะแตกง่าย สามารถทำให้ใสมาก มองเห็นสิ่งที่บรรจุอยู่ภายใน จึงนิยมใช้บรรจุน้ำดื่ม น้ำมันพืช และเครื่องสำอาง นอกจากนี้ขวด PET ยังมีสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของก๊าซได้เป็นอย่างดี จึงใช้เป็นภาชนะบรรจุน้ำอัดลม

PET สามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยนิยมนำมาผลิตเป็นเส้นใยสำหรับทำเสื้อกันหนาว พรม และเส้นใยสังเคราะห์สำหรับยัดหมอน หรือเสื้อสำหรับเล่นสกี

รูปที่ 17 ผลิตภัณฑ์โพลิเอทธิลีนเทเรฟทาเลต (Poly Ethylene Terephthalate, PET) (ศว., 2556)

2) โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene, HDPE)

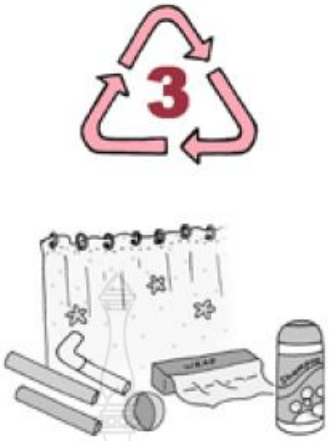
HDPE โพลิเอทธิลีนชนิดหนาแน่นสูง ค่อนข้างแข็ง แต่ยืดได้มาก ไม่แตกง่าย ส่วนใหญ่ มักจะถูกตกแต่งให้มีสีสันสวยงาม ยกเว้น ขวดที่ใช้บรรจุน้ำดื่ม ซึ่งจะขุ่นกว่าขวด PET ราคาถูก ขึ้นรูปได้ง่ายทนสารเคมี จึงนิยมใช้ทำบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด แชมพูสระผม แป้งเด็ก และถุงหูหิ้วแบบหนา นอกจากนี้ภาชนะที่ทำจาก HDPE สามารถป้องกันการแพร่ผ่านของความชื้นได้ดี จึงมักนำมาผลิตขวดบรรจุนมเพื่อยืดอายุของนมให้นานขึ้น

HDPE สามารถนำกลับมารีไซเคิลเพื่อผลิตขวดต่างๆ ได้ เช่น ขวดใสน้ำยาซักผ้า แท่งไม้เทียม เพื่อใช้ทำรั้วหรือม้านั่งในสวน เป็นต้น

รูปที่ 18 ผลิตภัณฑ์โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene, HDPE) (ศว., 2556)

3) โพลิไวนิลคลอไรด์ (Poly Vinyl Chloride), PVC)

PVC เป็นพลาสติกแข็งใช้ทำท่อ เช่น ท่อน้ำประปา แต่สามารถทำให้นิ่มโดยใส่สารพลาสติกไซเซอร์ ใช้ทำสายยางใส แผ่นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร ม่านในห้องอาบน้ำ แผ่นกระเบื้องยาง แผ่นพลาสติกปูโต๊ะ ขวดใส่แชมพูสระผม PVC เป็นพลาสติกที่มีสมบัติหลากหลาย สามารถนำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์อุ่นได้อีกมาก เช่น ประตู หน้าต่าง วงกบ และหนังเทียม PVC สามารถนำกลับมารีไซเคิล เพื่อผลิตท่อประปาสำหรับการเกษตร กรวยจราจร และเฟอร์นิเจอร์ประเภทม้านั่งพลาสติก



รูปที่ 19 ผลิตภัณฑ์โพลิไวนิลคลอไรด์ (Poly Vinyl Chloride), PVC) (ศว., 2556)

4) โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene, LDPE)

LDPE เป็นพลาสติกนิ่ม สามารถยืดตัวได้มาก และมีความใส นิยมนำมาทำเป็นฟิล์มสำหรับห่ออาหารและห่อของถุงใส่ขนมปัง และถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร

LDPE สามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยใช้ผลิตเป็นถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถุงหิ้ว กอบแกบ หรือถังขยะ

รูปที่ 20 ผลิตภัณฑ์โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene, LDPE) (ศว., 2556)

5) โพลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP)

PP เป็นพลาสติกที่แข็ง ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ทนต่อสารเคมี ความร้อน และน้ำมัน ทำให้มีสีสันสวยงามได้ ส่วนใหญ่นิยมนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กลอง ชาม จาน ถัง ตะกร้า หรือ กระบอกสำหรับใส่น้ำแช่เย็น

PP สามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยนิยมผลิตเป็นกล่องแบตเตอรี่รถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชน และ กรวยสำหรับกรอกน้ำมัน

รูปที่ 21 ผลิตภัณฑ์โพลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) (ศว., 2556)

6) โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS)

PS เป็นพลาสติกที่แข็ง ใส แต่เปราะ และแตกง่าย ราคาถูก นิยมนำมาทำเป็นภาชนะบรรจุของใช้ เช่น เทปเพลง สำลี หรือ ของแห้ง เช่น หมูแผ่น หมูหยอง และคุกกี้ มีการนำพลาสติกประเภทนี้ผสมทำภาชนะหรือถาดโฟมสำหรับบรรจุอาหาร จะทำให้มีน้ำหนักที่เบามาก

PS สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ นิยมผลิตเป็นไม้แขวนเสื้อ กล้องวีดีโอ ไม้บรรทัด หรือของใช้อื่นๆ

รูปที่ 22 ผลิตภัณฑ์โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS) (ศว., 2556)

7) พลาสติกอื่นๆ ที่ไม่ใช่ 6 ชนิดแรก หรือไม่ทราบว่าเป็นพลาสติกชนิดใด

ปัจจุบันเรามีพลาสติกหลายชนิดให้เลือกใช้ พลาสติกที่ใช้ในครัวเรือนส่วนใหญ่สามารถนำกลับมารีไซเคิลเพื่อหลอมใช้ใหม่ได้ การมีสัญลักษณ์ตัวเลข ทำให้เราสามารถแยกพลาสติกออกเป็นชนิดต่างๆ เพื่อนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ง่ายขึ้น สำหรับพลาสติกในกลุ่มที่ 7 เป็นพลาสติกชนิดอื่นที่ไม่ใช่ 6 ชนิดแรก ซึ่งมักจะมีตัวเลขระบุ และ ตัวย่อภาษาอังกฤษระบุชนิดของพลาสติกไว้ เช่น โพลิคาร์บอเนต (Polycarbonate, PC) เป็นต้น

รูปที่ 23 พลาสติกอื่นๆ ที่ไม่ใช่ 6 ชนิดแรก (ศว., 2556)

22 กระบวนการผลิตวัสดุพลาสติก

กระบวนการผลิตวัสดุสำเร็จรูปให้ออกมาเป็นแผ่น เป็นแท่ง หรือให้มีรูปร่างต่าง ๆ จากเม็ดพลาสติกนั้น ทำได้หลายวิธี เช่น ใช้กระบวนการอัดฉีดเข้าไปในแบบหรือทำออกมาเป็นท่อ การจะใช้กระบวนการใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก คือ เป็นเทอร์โมพลาสติก หรือเทอร์โมเซททิงพลาสติก สำหรับเทอร์โมพลาสติกจะใช้วิธีทำให้ร้อนจนอ่อนตัวลง หรือเหลวแล้วจึงอัดฉีดเข้าไปในแบบให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ กันก่อนที่จะเย็นตัวลง แต่ถ้าเป็นเทอร์โมเซททิงพลาสติกจะใช้กระบวนการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเชื่อโยงเป็นโครงข่ายแล้วเข้าในแบบเป็นรูปร่างตามที่ต้องการก่อนที่กระบวนการพอลิเมอไรเซชันจะสิ้นสุดลง และขั้นสุดท้ายของการเกิดพอลิเมอไรเซชันก็คือ การให้ความร้อนหรือความกดดันหรือใช้ตัวเร่งที่อุณหภูมิห้องหรือที่อุณหภูมิสูงขึ้น (แม้น, 2553)

ต่อไปนี้จะเป็นกระบวนการที่สำคัญในการผลิตเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซททิงพลาสติกกระบวนการที่ใช้ผลิตวัสดุเทอร์โมพลาสติก

1) การฉีดเข้าในแบบ (Injection molding)

วิธีการนี้นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่ใช้ผลิตวัสดุสำเร็จรูปของวัสดุเทอร์โมพลาสติก เครื่องที่ทันสมัยใช้ reciprocating-screw เป็นตัวพาพลาสติกที่หลอมเหลวแล้วฉีดเข้าไปในแบบในกระบวนการผลิตด้วยการฉีดพลาสติกเหลวเข้าไปในแบบนั้น เม็กพลาสติกจะถูกส่งลงมาจากถังใส่ (hopper) เข้าไปยังกระบอกฉีดซึ่งมีสกรูหมุนไปรอบ ๆ พร้อมกันนั้น เม็ดพลาสติกจะถูกทำให้ร้อนจนหลอมเหลว เมื่อพลาสติก

เหลวที่ปลายสกรูมีมากพอ สกรูจะหยุดหมุน แต่จะทำหน้าที่เป็นตัวอัดฉีดจากช่องออกเข้าสู่แบบในช่วงเวลาสั้นและให้ความดันคงที่จนพลาสติกแข็งตัว สกรูจะถอยออกมา แบบที่ใช้หล่อจะมีน้ำเย็นเข้าไปหล่อ เพื่อให้พลาสติกแข็งตัวเร็ว ขั้นสุดท้ายแบบจะเปิดออก พลาสติกจะหลุดออกมาจากแบบด้วยการใช้อากาศหรือสปริงดันออกมา แล้วแบบก็จะประกอบเข้าไปใหม่พร้อมที่จะอัดฉีดต่อไป (แม้น, 2553)

ข้อดีของกระบวนการผลิตโดยวิธีนี้ คือ

- ชิ้นงานหรืออุปกรณ์ที่ผลิตได้จะมีคุณภาพดีและสามารถผลิตได้รวดเร็ว
- เป็นกระบวนการผลิตที่มีค่าแรงถูก
- ผิวของอุปกรณ์ที่ผลิตได้จะมีสภาพดี

- กระบวกการนี้สามารถผลิตแบบอัตโนมัติได้
- ชิ้นงานที่มีลักษณะยุ่งยากซับซ้อน สามารถผลิตได้โดยวิธีนี้

ข้อเสียของวิธีนี้ คือ

- เครื่องจักรมีราคาแพงมาก จึงต้องผลิตครั้งละมากๆ
- เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีจะต้องควบคุมกระบวนการค่อนข้างใกล้ชิด

2) กระบวนการอัดรีด (Extrusion)

เป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญอีกวิธีหนึ่งสำหรับใช้กับเทอร์โมพลาสติก กระบวนการนี้โดยมากใช้ผลิตพวกท่อแท่ง เป็นฟิล์มและแผ่นพลาสติกหรือผลิตเป็นรูปแบบอย่างอื่น เครื่องอัดรีดอาจใช้ทำวัตถุดิบที่เป็นพลาสติกผสมให้ออกมามีรูปร่างต่าง ๆ กันเช่น ทำเม็ดและใช้กับพวกพลาสติกที่ใช้แล้ว

ในกระบวนการอัดรีดพลาสติกนี้เม็ดพลาสติกจะถูกส่งเข้าไปให้ความร้อนแล้วพลาสติกที่หลอมเหลวจะถูกบังคับให้ออกไปทางท่อเปิดหรือ die ตามรูปร่างที่ต้องการด้วยสกรูหมุน พลาสติกที่ออกมาแล้วจะทำให้เย็นต่ำกว่า Tg หรือ glass transition temperature เพื่อให้แน่ใจว่ารูปร่างจะคงที่ การทำให้พลาสติกเย็นลงใช้วิธีเอาลมเป่าหรือใช้ระบบน้ำเย็นหล่อก็ได้

3) กระบวนการอัดเข้ากับแบบ (compression molding)

เป็นกระบวนการอัดเข้ากับแบบ ซึ่งโดยทั่วไปตัวแบบเองจะมีการทำให้ร้อนก่อน แล้วใช้เม็ดพลาสติกใส่ลงไปในแบบ เมื่อแบบเข้าประกบกัน ความร้อนและความดันจะรักษาให้คงที่จนกว่าเม็ดพลาสติกจะเข้าเต็มแบบและทำให้แข็งตัวกระบวนการนี้เหมาะที่จะใช้กับ Thermosetting materials เพราะการทำให้แข็งตัวสำหรับ Thermosetting polymers นั้น ขึ้นอยู่กับเวลาของการเกิดปฏิกิริยาและมักจะใช้เวลานานกว่ากระบวนการแบบฉีด

4) กระบวนการ Transfer molding

เป็นกระบวนการที่ใช้กับพลาสติกที่เป็น Thermosets โดยเอาวัสดุที่จะขึ้นรูปใส่ในกระบอกอัด วัสดุนั้นจะถูกเผาให้ร้อนจนเหลวแล้ววัสดุนั้นจะถูกอัดเข้าไปในแบบ วิธีการนี้ได้ดัดแปลงมาจาก compression molding

5) กระบวนการ Blow molding

กระบวนการนี้ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่กลวง โดยการเป่าพอลิเมอร์ที่ร้อนด้วยลมให้พอลิเมอร์เข้าไปติดกับแบบที่เป็น 2 ชิ้นประกบกัน โดยให้พอลิเมอร์ที่เป็นหลอด (tube หรือ parison) ทำให้ร้อนแล้วถูกดันลงมาจากด้านบนของแบบ แล้วใช้อัดอากาศเข้าไป พอลิเมอร์ที่หลอมเหลวจะกลายเป็นรูปร่างต่าง ๆ กันตามแบบที่ใช้และได้ความหนาที่ค่อนข้างสม่ำเสมอกัน วิธีการใช้ในการผลิตขวดพลาสติกหรือภาชนะบรรจุอื่น ๆ ซึ่งสามารถทำได้รวดเร็วและให้กับเทอร์โมพลาสติก

6) กระบวนการ Thermoforming

เป็นกระบวนการที่ใช้พอลิเมอร์แผ่นหรือฟิล์มบาง ๆ ผลิตเป็นรูปต่าง ๆ วิธีการนี้แผ่นพอลิเมอร์จะถูกเผาจนอ่อนตัวลงและห้อยลงมาจนสัมผัสกับแบบด้วยระบบสุญญากาศ ทำให้แผ่นพอลิเมอร์ออกมามีรูปร่างตามแบบที่ใช้ บางครั้งอาจใช้แบบที่เป็นโลหะ 2 ชิ้นประกบกันก็ได้ กระบวนการนี้เหมาะที่จะนำไปใช้กับการผลิตที่มีจำนวนไม่มากนัก

7) กระบวนการรีดให้เป็นแผ่น (Calendaring)

เป็นกระบวนการที่ใช้ Thermoplastic ทำเป็นแผ่นหรือเป็นฟิล์ม โดยใช้พลาสติกผ่านเข้าไประหว่างลูกกลิ้งที่ให้ความร้อน (heated rolls) และต่อเนื่องกัน ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งคู่สุดท้ายจะบอกความหนาของแผ่นพลาสติกนั้น กระบวนการนี้อาจนำมาใช้เป็นวิธีผสมวัสดุให้เข้ากันก็ได้ โดยทั่วไปยางแผ่นก็ใช้กระบวนการนี้ทำเช่นเดียวกัน

8) กระบวนการหล่อ (Casting)

กระบวนการนี้ใช้ในการขึ้นรูปของที่ตันหรือกลวง โดยใช้พลาสติกที่หลอมเหลวหรือจากเรซินที่ผสมตัวเร่งแล้ว ด้วยการเทลงไปในแบบ แล้วปล่อยให้แข็งตัวหรือให้ set ตัว (curing) สำหรับแบบควรจะต้องให้ข้างบนเปิด กระบวนการนี้ใช้กันมากในการหล่อพวกยูรีเทน และ silicone elastomers ให้เป็นแผ่นหรือเหมาะที่จะใช้ทำเครื่องร่อนแร่ หรือใช้สร้างอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ด้วยสาร epoxy หรือ polyester resins

9) กระบวนการ Reaction Injection Molding (RIM)

กระบวนการนี้จะใช้วิธีปั๊มพอลิเมอร์ที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเข้าไปใน mixing chamber ก่อน ให้ผสมกันแล้วให้ออกไปสู่แบบหล่อที่ความดันปกติ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะก่อให้เกิดการขยายตัวเต็มแบบหล่อ ถ้ามีความร้อนเกิดขึ้น จะช่วยทำให้พอลิเมอร์แข็งตัวเร็วขึ้น และอาจใช้ filler ผสมเข้าไปเพื่อเพิ่มสมบัติเชิงกลให้ดีขึ้นก็ได้ กระบวนการนี้ใช้หล่ออุปกรณ์รถยนต์ต่าง ๆ วัสดุที่ใช้ทำแบบหล่อเป็นพอลิยูรีเทนโฟม (แม้น, 2553)

2.2 สมมุติฐาน

1 เศษพลาสติกโพลิเอทธิลีนและเส้นใยปาล์มน้ำมัน สามารถนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของแผ่นไม้อัดเทียม แล้วทำให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน

2 แผ่นไม้อัดเทียม มีสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล ผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง ใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (มอก. 966-2547) ได้

3 แผ่นไม้อัดเทียม มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีกว่าแผ่นไม้เทียมทั่วไป

2.3 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนา การผลิตแผ่นไม้อัดเทียมจากพลาสติกโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน สามารถสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ ดังนี้

ณัฏฐ์ชญาภา และคณะ (2554) ทำการศึกษาและผลิตวัสดุไม้พลาสติกจากไม้ปาล์มและพลาสติกเหลือใช้ เพื่อเพิ่มคุณค่าของวัสดุเหลือใช้ซึ่งนับได้ว่าเป็นการช่วยประหยัดทรัพยากรในทางอ้อม ซึ่งไม้ปาล์มเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น โดยจะนำผงไม้ปาล์มมาผสมกับเศษผงพลาสติกพอลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง (HDPE) ซึ่งได้มาจากขวดน้ำดื่มขาวขุ่นใช้แล้วและมีการใช้สารเติมแต่ง คือ มาเลอิก แอนไฮไดรด์ (MA) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารช่วยผสม โดยวัตถุดิบทั้งหมดจะถูกผสมกันในอัตราส่วนระหว่างผงไม้กับ HDPE และ MA ที่ 50:47:03 40:57:03 และ 30:67:03 โดยน้ำหนัก ทำการขึ้นรูปด้วยวิธีอัดร้อน

ที่อุณหภูมิ 130 150 และ 170 องศาเซลเซียส ความดัน 2500 psi แล้วนำไปทดสอบสมบัติเชิงกลตามมาตรฐานของ ASTM โดยจะใช้ตัวอย่างในการทดสอบจำนวน 5 ชิ้นตัวอย่างต่อหนึ่งการทดสอบ ซึ่งผลการทดลอง พบว่า ความแข็ง ความต้านทานแรงดัด ความต้านทานดึง ความต้านทานกด และการดูดซับพลังงานแรงกระแทกของไม้พลาสติกมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณสัดส่วน การเพิ่มขึ้นของเศษพลาสติกและอุณหภูมิในการขึ้นรูป โดยที่สัดส่วน 30:67:03 อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส มีสมบัติเชิงกลดีที่สุด และเมื่อนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติกับไม้เทียมทางการค้าพบว่า ไม้พลาสติกมีความแข็งแรงดึงและการดูดซับพลังงานแรงกระแทกสูงกว่าไม้เทียมทางการค้า แต่ความแข็งและความแข็งแรงกดน้อยกว่าไม้เทียมทางการค้า ส่วนความแข็งแรงดัดมีค่าใกล้เคียงกับไม้เทียมทางการค้า โดยมีต้นทุนรวมเท่ากับ 52.02 บาทต่อชิ้น สำหรับสัดส่วน 30:67:03 ต้นทุนรวมเท่ากับ 51.60 บาทต่อชิ้น สำหรับสัดส่วน 40:57:03 และสัดส่วน 50:47:03 มีต้นทุนรวมเท่ากับ 51.18 บาทต่อชิ้น

จินตนา และคณะ (2555) ทำการศึกษาไม้พลาสติก (WPC) จากพลาสติกพอลิโพรพิลีน (Polypropylene; PP) และเส้นใยธรรมชาติที่เป็นเศษเหลือจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ได้แก่ เส้นใยทะลายปาล์มเปล่า (Empty fruit bunch fibers, EFBF) และเส้นใยทางใบ (Frond fibers, FF) โดยควบคุมอัตราส่วน PP ต่อเส้นใย 50:50 (w/w) เตรียมเส้นใยด้วยกระบวนการบดเชิงกล (Mechanical pulp, MP.) ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 4 (เล็กกว่า 80 mesh) WPC เตรียมโดยเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง (Two-roll mill) แล้วนำไปขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดขึ้นรูป (Compression molding machine) จากนั้นนำไปศึกษาสมบัติเชิงกล (Mechanical properties) และสัณฐานวิทยา (Morphological properties) งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อ WPC ได้แก่การเติมสารช่วยผสม (พอลิโพรพิลีนต่อกิ่งด้วยมาเลอิกแอนไฮไดรด์; PP-g-MA) (0-3% โดยน้ำหนัก) ผลของน้ำมันปาล์มดิบที่ตกค้างในเส้นใย (0-6% โดยน้ำหนัก) ผลของชนิดเส้นใยปาล์ม (EFBF และ FF) จากผลการทดลองพบว่า WPC ที่เตรียมจาก PP ผสมเส้นใยทะลายปาล์มเปล่า (EFBF) และเส้นใยทางใบ (FF) มีสมบัติเชิงกลต่างกันเล็กน้อย ทั้งสองทำหน้าที่เป็นสารตัวเติมเพิ่มเนื้อแบบไม่เสริมแรง (Non-reinforcing filler) การใช้สารช่วยผสม (จนถึง 3%) ช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกลโค้งงอเฉพาะ WPC ที่เตรียมจากเส้นใยทางใบ (FF) จากการศึกษาผลของน้ำมันปาล์มดิบ (Crude palm oil, CPO) ที่เหลืออยู่ในเส้นใย พบว่า น้ำมันปาล์มดิบ 0-6 % ไม่ได้ส่งผลอย่างมีนัยต่อสมบัติเชิงกลของไม้เทียม WPC ทั้งที่เตรียมจากเส้นใย EFBF และ FF อย่างไรก็ดี น้ำมัน CPO ถ้ามากทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่น (Lubricant) อาจทำให้เกิดการลื่นไถลในการผสม ทำให้ประสิทธิภาพการผสมและการกระจายของเส้นใยใน WPC ไม่ดี ส่งผลให้มีสมบัติเชิงกลลดลง จากการศึกษาสัณฐานวิทยาด้วย SEM พบว่า ทั้งนี้เส้นใยทะลายปาล์มเปล่า (EFBF) ที่มีผิวเรียบ ลักษณะทั้งเป็นก้อน และเป็นเส้นหลายๆ เส้นมัดติดกัน มีการยึดเกาะที่ไม่ดีกับพลาสติก PP ส่วนเส้นใยทางใบ (FF) มีลักษณะผิวขรุขระ และเป็นเส้นสม่ำเสมอกว่า และมีการยึดเกาะที่ดีกว่า

ในฝัน แว่วสอน (2547) ได้ศึกษาการผลิตวัสดุติดผนังภายในด้วยวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่หาได้ง่ายในประเทศไทย อันได้แก่ กาบมะพร้าวและฟางข้าว มาใช้เพื่อผลิตวัสดุติดผนังภายใน โดยทำการอัดแบบเปียกร่วมกับเยื่อกระดาษ 2 ชนิด คือ เยื่อกระดาษชานอ้อยสำเร็จรูปชนิดฟอกเยื่อ และเยื่อกระดาษเตรียมขึ้นเองเพื่อเป็นตัวผสาน หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต และนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำมาผึ่งให้แห้งและทดสอบคุณสมบัติทาง

กายภาพต่างๆของชิ้นงาน จากการทดลองพบว่า ความแข็งแรงของชิ้นงานที่มีส่วนผสมของกาบมะพร้าวจะมีความแข็งแรงกว่าชิ้นงานที่มีส่วนผสมของฟางข้าว ความสามารถในการดูดซับเสียงของชิ้นงานที่มีส่วนของฟางขนาดเล็กกว่าจะสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าที่อัตราส่วนผสมเดียวกัน ความหนาของชิ้นงานที่มีส่วนผสมของกาบพร้าวจะมีความคงตัวดีกว่าเนื่องจากสมบัติของเส้นใย เนื่องจากชิ้นงานสามารถดูดความชื้นในอากาศจึงมีน้ำหนักไม่คงที่ คุณสมบัติต่างๆ ของชิ้นงานที่ทำการทดสอบได้ผลเป็นที่น่าพอใจระดับหนึ่ง แต่จำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อไปเพื่อนำไปสู่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

วรธรรม อุ่นจิตติชัย (2546ข) ได้ทำการศึกษาขนาดของขี้เลื่อยและขนาดของเศษไม้สักควบคู่กับการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ได้แก่ ปัจจัยการใช้ชนิดของกาวที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ กาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ และกาวไอโซไซยาเนต ชนิด polymeric diphenylmethane diisocyanate (pMDI) ผลการศึกษาพบว่า จากการทดสอบสมบัติด้านความแข็งแรงทั้ง 3 สมบัติ ได้แก่ ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัด พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยจะมีค่าที่สูงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษไม้สักเกือบทุกชนิดกาว ยกเว้น กาว PF 7 % จะให้ค่าความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่นต่ำกว่า ส่วนสมบัติด้านความคงขนาดเมื่อแช่น้ำ ปรากฏว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยจะให้ค่าที่ต่ำกว่าแผ่นชี้ไม้อัดจากเศษไม้สักทุกชนิดกาวที่ใช้ กล่าวคือ แผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยจะคงความคงขนาดเมื่อแช่น้ำได้ดีกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษไม้สัก นั่นเอง ไม่ว่าจะผลิตด้วยกาวชนิดใดก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดกับเกณฑ์กำหนดมาตรฐาน JIS A 5908(1994) พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยจะมีคุณสมบัติดีกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษไม้สัก

ภาวดี เมธะคานนท์ (2548) ได้ศึกษาสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ได้ จากการใช้กาวโพลิไวนิลอัลกอฮอล์ (PVA, ตัวควบคุม), กาว PVA + ไคโตซาน (กาวสูตร 1), กาว PVA + ลิกนิน + แป้ง (กาวสูตร 2) และ กาว PVA + ลิกนิน + ไคโตซาน (กาวสูตร 3) เป็นตัวประสานเท่ากับ 3.62% ในปริมาณเนื้อกาวแห้งเทียบกับน้ำหนักอบแห้งของชิ้นไม้ยูคาลิปตัส จากการทดสอบพบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้กาวสูตร 1, กาวสูตร 2 และ กาวสูตร 3 เป็นตัวประสาน จะมีค่าการพองตัวหลังการแช่น้ำ และการดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้กาวตัวควบคุมเป็นตัวประสาน และยังให้ค่าความต้านทานแรงดัด (MOR), ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (MOE) และค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (IB) ของแผ่นชิ้นไม้อัดมากกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้กาวตัวควบคุมเป็นตัวประสาน และเมื่อพิจารณาสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดด้านต่างๆ โดยรวมแล้วพบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้กาวสูตร 2 เป็นตัวประสานมีสมบัติด้านต่างๆ โดยรวมดีที่สุด เมื่อทำการทดสอบและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-1994 : Particleboards ผลปรากฏว่า ค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดเป็น 813 – 847 kg/m3 และ 7.04 – 7.26 % ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ส่วนค่าความต้านทานแรงดัด (22.90 – 26.65 MPa) และค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (1.02 – 1.51 MPa) มีค่าที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่า ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (1890.1 - 2110.0 MPa) และการพองตัวหลังการแช่น้ำ (20.02 – 31.01 %) ยังคงมีค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐานและควรปรับปรุงค่าทั้งสองต่อไป

ธวัท รอบรู้ (2547) ได้ทดลองผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบมีไส้ และไม่มีไส้ โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ที่ระดับกาวต่อน้ำหนักแห้งของต้นยาสูบที่แตกต่างกัน คือ 7% 10%

และ 13% เป็นตัวเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกล และทางกายภาพของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบมีไส้และไม่มีไส้ จากนั้นนำผลทั้งหมดที่ได้มา เปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-1994 : Particleboards. ได้ผลสรุปดังนี้ แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบมีไส้ มีผลทางด้านคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพที่สูงกว่า แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบไม่มีไส้ การใช้ปริมาณกาวเพิ่มขึ้นในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบ ทำให้คุณสมบัติทางกลและ ทางกายภาพของแผ่นปาร์ติเกิลดีขึ้น เมื่อนำผลทดสอบมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-1994 ปรากฏว่าแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบ แบบมีไส้ และไม่มีไส้ มีคุณสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่คุณสมบัติทางกลของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด ซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบมีไส้และไม่มีไส้ สามารถอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเพียงคุณสมบัติความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า ส่วนค่าอื่น ๆ ยังคงต่ำกว่ามาตรฐาน JIS A 5908-1994

อาคม ปาสีโล (2550) ได้ศึกษาสมบัติปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากแกลบและฟางข้าว โดยใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ เรซินเป็นสารยึดติด พารามิเตอร์ที่ศึกษา คือ เปอร์เซ็นต์สารยึดติดแกลบและฟางข้าว โดยมีสมบัติที่ศึกษา คือ ความหนาแน่น การนำความร้อน มอดุลัสแตกร้าว มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านทานแรงกระแทกและการขยายตัว ผลจากการทดลองพบว่า ค่าความหนาแน่น ค่าการนำความร้อน ค่ามอดุลัสแตกร้าว ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านทานแรงกระแทกของปาร์ติเกิลบอร์ดจะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์สารยึดติดเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากฟางข้าวมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำ และยังมีค่าความแข็งแรงสูง

กิตติเดช แก้วฉา (2547) ได้นำใบยางพาราที่เหลือทิ้งจากการเกษตรมาใช้เป็นวัสดุทดลองในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดโดยใช้ชนิดและปริมาณกาวที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากใบยางพารา โดยการอัดในแนวราบด้วยเครื่องอัดร้อน แรงดันในการอัด 150 กก/ ซม. 2 อุณหภูมิในการอัด 150 °C ใช้เวลาในการอัด 5 นาที ชิ้นใบยางพารามีความชื้นที่ 4.8 % โดยใช้กาว pMDI ที่ระดับปริมาณกาว 4% , 7% ,10% กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (UF) 13% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (UF) 13% ผสมกับกาว pMDI 1% และ 2% ของปริมาณเนื้อกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (UF) ทั้งหมด ผลจากการทดสอบค่าตามมาตรฐาน JIS A 5908 - 1994 พบว่าแผ่นชิ้นทดสอบที่ใช้กาว pMDI ที่ระดับปริมาณกาว 4% , 7% , 10% จะมีคุณสมบัติสูงกว่าแผ่นชิ้นทดสอบที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 13% และกาวผสมของทั้งสองสัดส่วนแผ่นชิ้นใบยางพาราอัดที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 13% ผสมกาว pMDI 1% และ 2% ของปริมาณเนื้อกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ทั้งหมด จะมีคุณสมบัติสูงกว่าแผ่นชิ้นทดสอบที่ใช้กาวยูเรียฟอร์สัลดีไฮด์ 13% อย่างเดียว นอกจากนี้ จากการทดสอบยังพบว่าแผ่นชิ้นทดสอบที่มีความหนาแน่นสูงจะมีค่าการพองตัว การดูดซึมน้ำและความชื้นต่ำแต่มีคุณสมบัติทางกลสูงโดยกาว pMDI ที่ระดับปริมาณกาว 10% มีความหนาแน่นสูงสุด สรุปได้ว่าคุณสมบัติของแผ่นชิ้นอัดจากใบยางพาราขึ้นอยู่กับชนิดและระดับปริมาณกาวที่ใช้ ซึ่งระดับปริมาณกาวที่สูงขึ้นจะมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นชิ้นใบยางพาราอัด

ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์ (2552) ศึกษาโครงสร้างภายในของวัสดุเส้นใยจากธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นโพรงอากาศทำให้วัสดุเส้นใยจากธรรมชาติมีศักยภาพที่จะมีค่าการนำความร้อนต่ำและมีสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อน การศึกษาวิจัยนี้นำวัสดุผสมที่มีเส้นใยจากธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบในการทำวัสดุผนัง โดยคัดเลือกเส้นใยในท้องถิ่นภายในประเทศมาศึกษาสมบัติขั้นต้นในการเตรียมเส้นใยเพื่อ

เป็นวัตถุดิบ ได้แก่ ชานอ้อย หญ้าขน ฟางข้าว กก หญ้าคา ใบสัปปะรด ใบไผ่ ขุยมะพร้าว ใบยางพารา ใบตาล ทลายและเปลือกผลปาล์ม โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพความยาก/ง่ายในการตัด และลักษณะโครงสร้างภายในที่เหมาะสมในการทำเป็นวัสดุผนังที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ

จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา สามารถแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นไม้อัดเทียมจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน โดยเส้นใยปาล์มน้ำมันเมื่อนำมาบดละเอียดจะมีคุณสมบัติเป็นสารมีขั้ว (Polar) ส่วนพลาติกเป็นสารไม่มีขั้ว (Non-polar) จึงสามารถที่จะมีความเข้ากันและขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ จึงนับเป็นโครงการวิจัยที่บูรณาการในการนำวัสดุเหลือทิ้งจากภาคการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้อย่างคุ้มค่า และลงตัวมากที่สุด

2.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

วัสดุผสมแผ่นไม้อัดเทียมประกอบด้วยวัสดุหลัก เรียกว่า เมตริก (Matrix) และวัสดุเสริม (Reinforcement) โดยการวิจัยนี้ใช้โพลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นสูงเป็นวัสดุหลัก และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมัน เป็นวัสดุเสริม เมื่อต้องการนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่น ก็ต้องมีการผสมสารตัวเติม ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารประสาน แล้วทำการบดผสมด้วยเครื่องบดผสมแบบเปิดชนิด 2 ลูกกลิ้ง จากนั้นขึ้นรูปโดยใช้วิธีการแบบอัดร้อน ก็จะได้เป็นแผ่นวัสดุผสมแบบแผ่นเรียบ ลักษณะคล้ายกับแผ่นไม้อัด และเนื่องจากชิ้นงานทั่วไปที่ใช้ไม้อัดเทียมแบบนี้ไม่มีความจำเป็นที่ต้องการกำลังมากในการใช้งาน แต่จะเน้นในส่วนของลวดลายไม้ให้สวยงามมากกว่า ดังนั้นจึงมีการศึกษาการทำลวดลายที่ผิวหน้าแผ่นอัดไม้เทียมเพิ่มเติม ซึ่งประโยชน์ที่ได้คือจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงาน OTOP ออกมาเป็นชิ้นงานได้ทันที อีกทั้งนำไปดัดแปลงใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ หรือเป็นส่วนประกอบการตกแต่งบ้านได้อีกด้วย

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทำวิจัย

1) เส้นใยปาล์มน้ำมันบดละเอียด
2) เศษขวดพลาสติกโพลิเอทธิลีน
3) สารผสมเพิ่ม

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องบดพลาสติก
2) เครื่องผสมแบบ 2 ลูกกลิ้ง
3) เครื่องอัดร้อน
4) เครื่องตัดพลาสติก
5) แบบหล่อ ขนาด 0.30 x 0.30 ตารางเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร
6) เครื่องมือชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลความละเอียด 0.05 กรัม
7) ชุดอุปกรณ์การวิเคราะห์ขนาดมวลรวม (Sieve Analysis of Aggregate)
8) ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ลักษณะโดยทั่วไป
9) ชุดอุปกรณ์ทดสอบความหนาแน่น
10) ชุดอุปกรณ์ทดสอบปริมาณความชื้น
11) ชุดอุปกรณ์ทดสอบการพองตัว
12) เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine, UTM)
13) ชุดอุปกรณ์ทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน
14) เตาอบ (Oven)

3.3 เตรียมวัสดุในการทำวิจัย

ย่อยเส้นใยปาล์มน้ำมัน และเศษพลาสติก ด้วยเครื่องบดพลาสติก

3.4 ออกแบบอัตราส่วนผสม

ออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นไม้เทียมที่มีส่วนผสม ประกอบด้วย

- เส้นใยปาล์มน้ำมัน
- เศษพลาสติก

3.5 การขึ้นรูป

1) เตรียมแบบหล่อทาน้ำมัน
2) ตวงส่วนผสมตามที่ออกแบบไว้
3) ผสมส่วนผสมด้วยเครื่องผสมแบบ 2 ลูกกลิ้ง
4) อัดขึ้นรูปแผ่นไม้เทียมด้วยเครื่องอัดร้อน

5) นำแผ่นไม้เทียมออกจากเครื่องอัดร้อน

6) ทิ้งแผ่นไม้เทียมให้เย็นตัวลง ก่อนนำไปดำเนินการต่อไป

3.6 การทดสอบสมบัติ

1) ลักษณะโดยทั่วไป ตามมาตรฐาน มอก.966-2547

2) ความหนาแน่น ตามมาตรฐาน มอก.966-2547

3) ปริมาณความชื้น ตามมาตรฐาน มอก.966-2547

4) การพองตัว ตามมาตรฐาน มอก.966-2547

5) ความต้านทานแรงดัด ตามมาตรฐาน มอก.966-2547

6) มอดุลัสยืดหยุ่น ตามมาตรฐาน มอก.966-2547

7) ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ตามมาตรฐาน มอก.966-2547

10) ทำการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตามมาตรฐาน ASTM C 177

3.7 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

จัดทำให้อยู่ในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากผลการดำเนินงานของโครงการ “การผลิตไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันสำหรับวิสาหกิจชุมชน” สามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดอัตราส่วนผสม

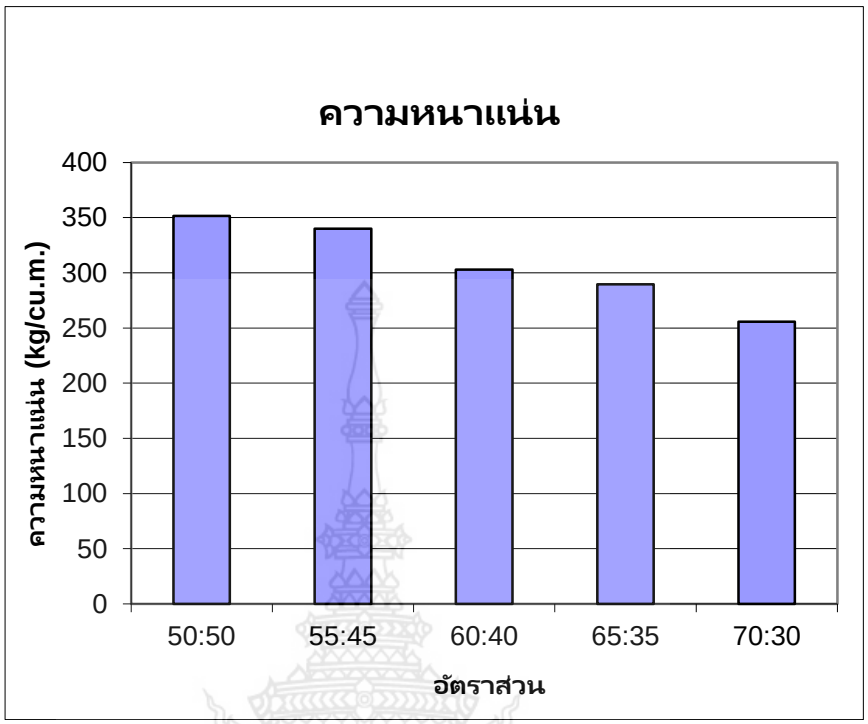
การกำหนดส่วนผสมของไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน โดยทำการเพิ่มปริมาณเส้นใยปาล์มต่อโพลิเอทธิลีน ให้มากขึ้นครั้งละ 5 จากอัตราส่วน 50:50 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อัตราส่วนผสมของไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน

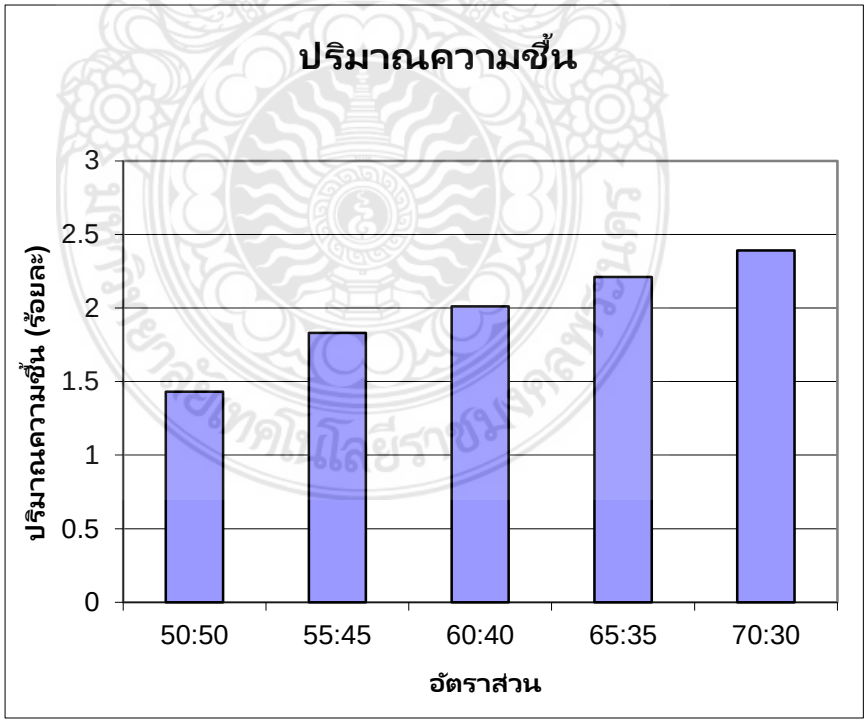
อัตราส่วน	เส้นใยปาล์ม	โพลิเอทธิลีน
50:50	50	50
55:45	55	45
60:40	60	40
65:35	65	35
70:30	70	30

4.2 สมบัติไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน

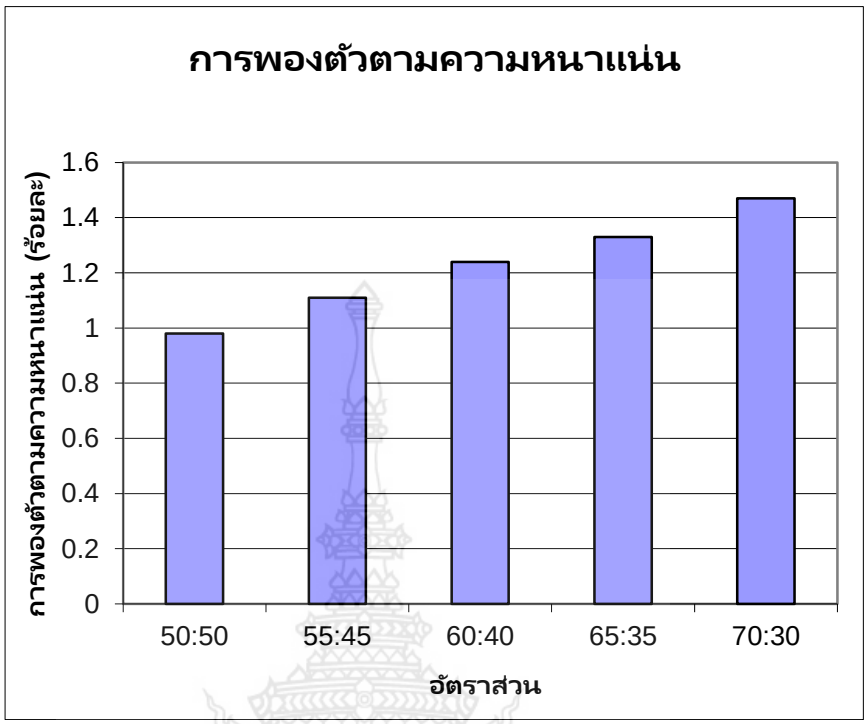
การตรวจพินิจลักษณะความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การพองตัวตามความหนาแน่นความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ดังรูปที่ 24 ถึงรูปที่ 30



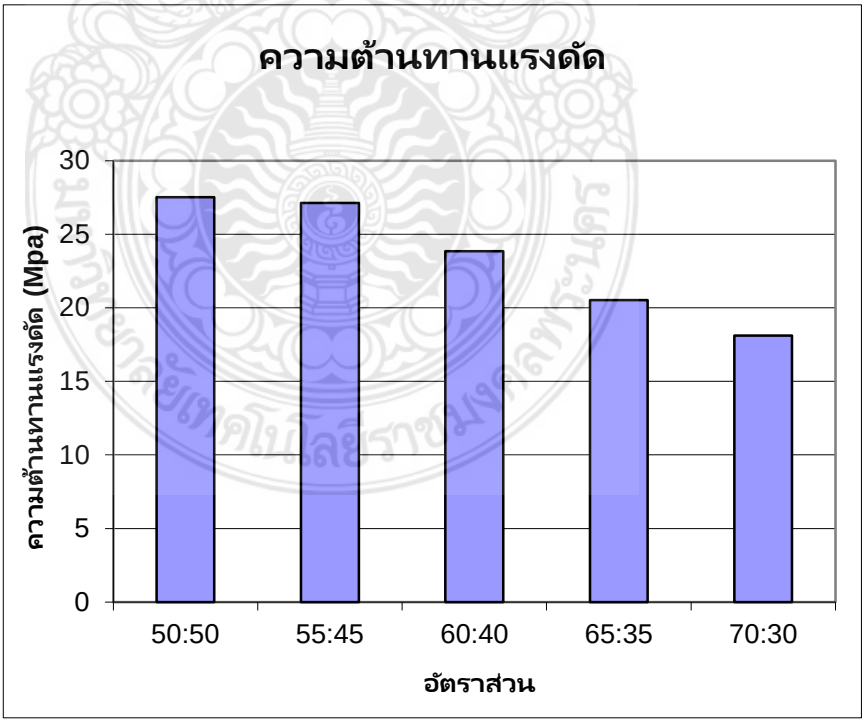
รูปที่ 24 ลักษณะความหนาแน่น



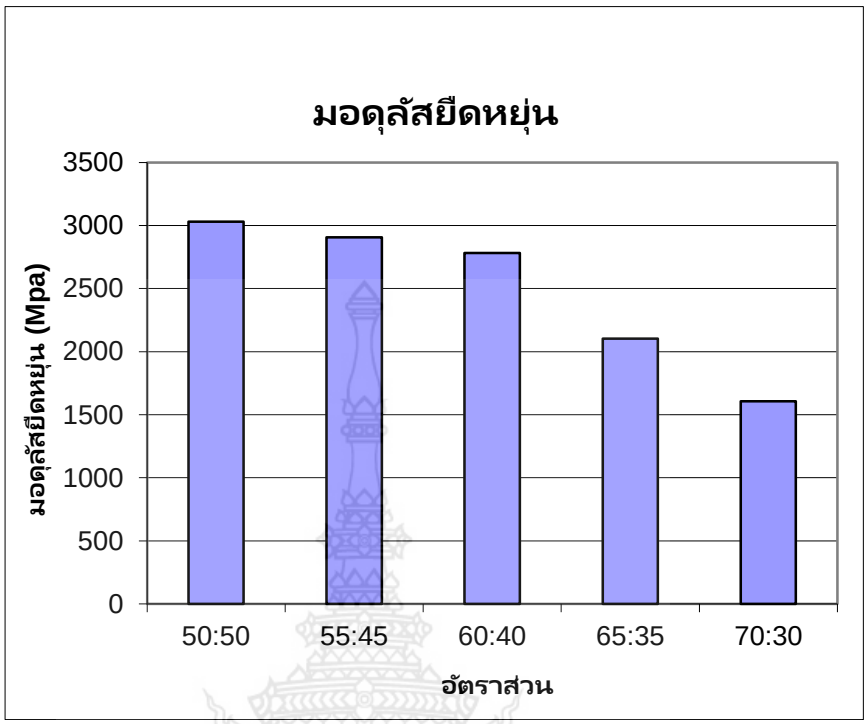
รูปที่ 25 ลักษณะปริมาณความชื้น



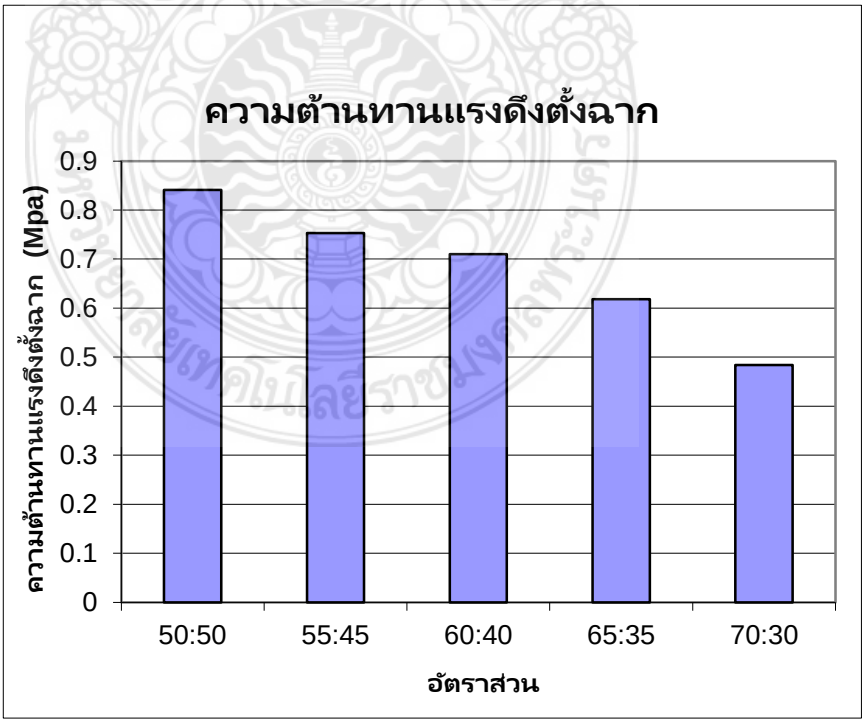
รูปที่ 26 ลักษณะการพองตัวตามความหนาแน่น



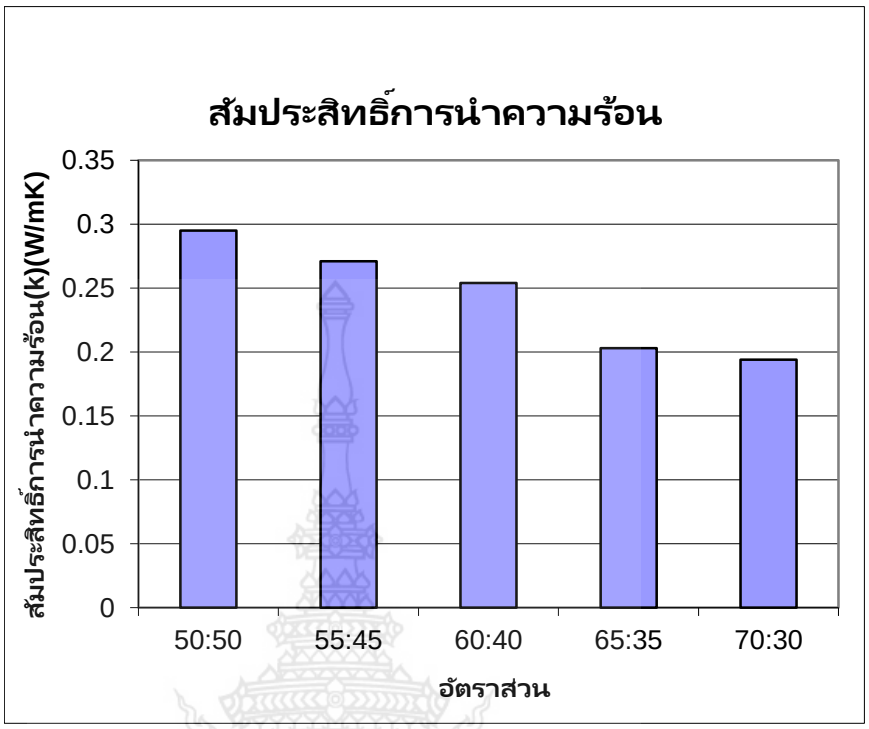
รูปที่ 27 ลักษณะความต้านทานแรงดัด



รูปที่ 28 ลักษณะมอดุลัสยืดหยุ่น



รูปที่ 29 ลักษณะความต้านทานแรงดึงตั้งฉาก



รูปที่ 30 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

จากรูปที่ 24 ถึง 30 เมื่อเพิ่มอัตราส่วนเส้นใยปาล์มลักษณะความหนาแน่น ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านทานแรงดึงตั้งฉาก และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน มีค่าลดลง โดยที่ลักษณะปริมาณความชื้น และการพองตัวตามความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการวิจัยการศึกษาการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันในผลิตภัณฑ์ไม้อัดเทียมจากโพลิเอทธิลีน โดยใช้เทคโนโลยีระดับชุมชนในการผลิตนั้น พบว่าเส้นใยปาล์มน้ำมันสามารถลดน้ำหนักและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของไม้อัดเทียมได้ดี และจากแนวโน้มของผลการทดสอบทั้งหมด พบว่าอัตราส่วนปริมาณเส้นใยปาล์มที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ลักษณะความหนาแน่น ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านทานแรงดึงตั้งฉาก และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน มีค่าลดลง โดยที่ลักษณะปริมาณความชื้น และการพองตัวตามความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมและมีการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันมากที่สุด คือ อัตราส่วนที่มีปริมาณเส้นใยปาล์มต่อโพลิเอทธิลีน เท่ากับ 65: 35 โดยน้ำหนัก ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวมีสมบัติผ่านตามที่ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (มอก. 966-2547)

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันในผลิตภัณฑ์ไม้อัดเทียมต่อไปนั้น ควรสนับสนุนให้มีการนำองค์ความรู้ที่ได้ ไปพัฒนาต่อยอดในงานอื่นเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากเส้นใยปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กิตติเดช แก้วฉา, 2547. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากใบยางพารา**.** กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2533. แผ่นใยไม้อัดแข็ง. อุตสาหกรรมสาร, ศูนย์บริการข้ออุตสาหกรรมมูลชนบท กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2536. อุตสาหกรรมไม้อัด. วัฏจักรอุตสาหกรรม, ฉบับที่ 3,114 (ส.ค.35), กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, หน้า 22-33.

จินตนา สุขสวัสดิ์, วรธรรม อุ่นจิตติชัย และอิทธิพล แจ้งชัด, 2555. การศึกษาสมบัติเชิงกลของไม้พลาสติกจากพอลิโพรพิลีนและเศษไม้จากปาล์มน้ำมัน: เส้นใยทะลายปาล์มเปล่า และเส้นใยทางใบ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์, 2552. เส้นใยธรรมชาติสำหรับวัสดุผนังอาคาร. คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ณัฏฐ์ชญาภา ธนวัฒนาศิริกุล, ธเนศ รัตนวิไล และกลางเดือน โพชนา, 2554. วัสดุไม้พลาสติกจากไม้ปาล์มและ HDPE. วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 38 ฉบับที่ 3 (285 -296) กรกฎาคม – กันยายน 2554.

ณรงค์ เพ็งปรีชา, 2517. กาวสำหรับงานไม้**.** กองวิจัยผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้.

ธนดล สัตตบงกช, 2545. ไม้ประกอบและไม้ประกอบพลาสติก**.** การประชุมการป่าไม้ ด้านวัสดุทดแทนไม้.

ธวัช จิรายุส, 2551. ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

ธวัท รอบรู้, 2547. การศึกษาคุณภาพของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบ. เทคโนโลยีศิลปอุตสาหกรรม (ก่อสร้างและงานไม้) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ในฝัน แว่วสอ, 2547. การผลิตวัสดุติดผนังภายในด้วยวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปุญญานิช อินทรพัฒน์, 2551. เทอร์โมพลาสติกยางธรรมชาติจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติกับเอทิลีนไวนิลอะซิเตทโดยใช้กราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับพอลิไดเมทิลเมทาคริโลอิลออกซีเมทิลฟอสฟอเนตเป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

ภาวดี เมธะคานนท์, 2548. สมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดผลิตจากกาวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.

แม้น อมรสิทธิ์, 2553. วัสดุวิศวกรรม**.** เอกสารประกอบการบรรยาย.

รมณีย์ หวังดีธรรม, ไบโอพลาสติก ...เทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

วันทนา เพ็รชรัตน์, 2533. ไม้อัดซีเมนต์. อุตสาหกรรมสาร, ศูนย์บริการข้ออุตสาหกรรมมูลชนบท กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2546ก. โลกเกษตร: เส้นทางของเศษฟางข้าว...วัสดุทดแทนไม้ที่มีอนาคต. สำนักวิจัยและการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, หนังสือพิมพ์เดลินิวส์.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2546ข. การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยและเศษไม้สัก. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2547. เมื่อสารพัดเศษวัสดุเหลือทิ้งกลายร่างเป็น (เสมือน). กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, นวัตกรรม ปีที่ 5 ฉบับวันที่ 17 มีนาคม 2547.

วิสุทธิ์ แก้วสกุล, 2551. เทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์จากการเบลนด์ยางธรรมชาติกับโคพอลิเมอร์ของเอทิลีนกับไวนิลอะซิเตท.วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (ศว.), 2556. พลาสติกรีไซเคิล. เอกสารประกอบการให้ความรู้, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 966-2547) เรื่องแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

สมเกียรติ ฐิติภูมิเดชา, 2556. เอกสารประกอบการเรียนรายวิชาวัสดุวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

อาคม ปาสีโล, 2550. การศึกษาสมบัติปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากฟางข้าวและแกลบ. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 3.

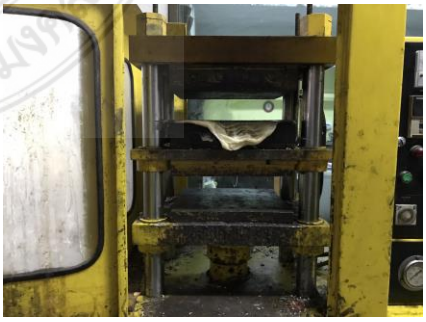
American Society for Testing and Materials, 2010. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.

Donald V.Rosato, 1990. Plastic processing data handbook.

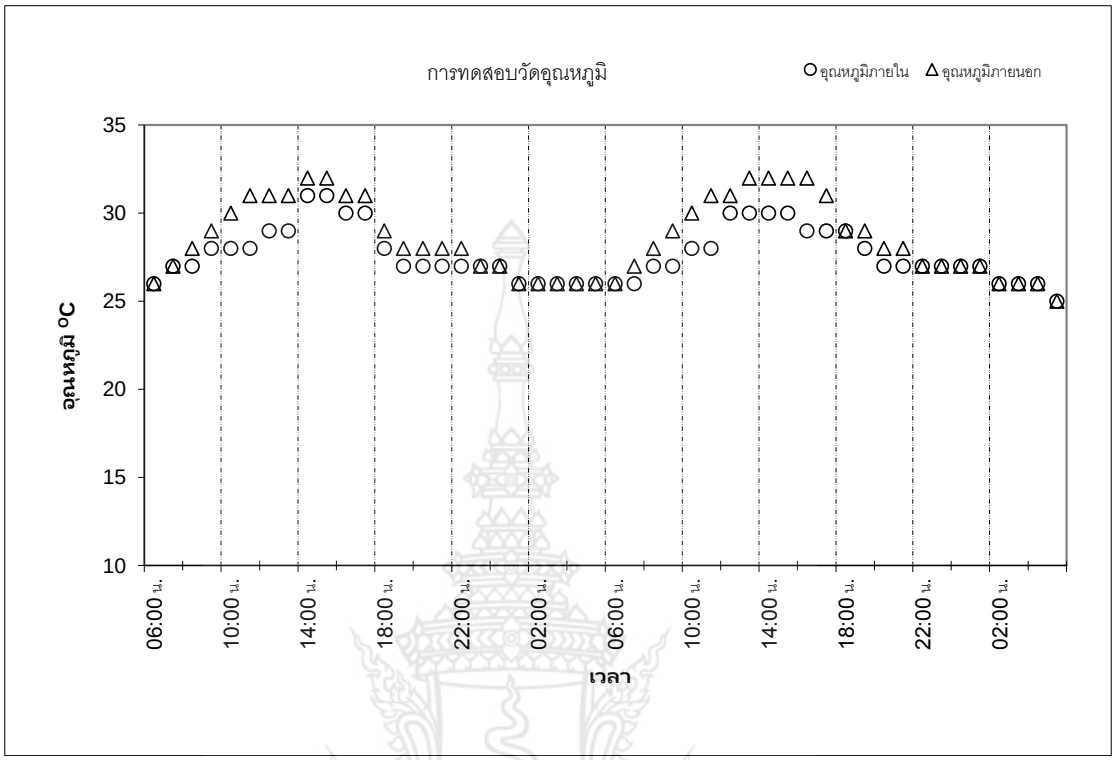
Jesse Edenbaum, 1992. Plastics additives and modifiers handbook, New York: Van Nostrand Reinhold, p.95–101.

*ไม้แบบ,ไม้แบบพลาสติก,ไม้อัด,ไม้อัดเคลือบฟิล์ม,อุปกรณ์ก่อสร้างอื่นๆ ,http://www.postptc.com/index.php?topic=1040.0

ภาคผนวก

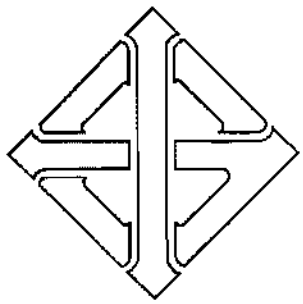


ตัวอย่างการขึ้นรูปและทดสอบ



การทดสอบอุณหภูมิผลิตภัณฑ์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 966 – 2547

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง

MEDIUM DENSITY FIBREBOARDS (MDF)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 79.060.20

ISBN 974-687-213-3

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง

มอก. 966 – 2547

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนที่ 63ง
วันที่ 5 สิงหาคม พุทธศักราช 2547

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 120
มาตรฐานแผ่นอัดสำหรับการก่อสร้าง

ประธานกรรมการ

นายนิคม แหลมสัก	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรรมการ

นายวินัย สีเที่ยงธรรม	กรมโยธาธิการและผังเมือง
นายวรธรรม อุ่นจิตติชัย	กรมป่าไม้
นายวิทยา วุฒิจำนงค์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายสมุทร พรหมเกษตรินทร์	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
นายสุรินทร์ กาญจนกุญชร	สำนักงานมาตรฐานสินค้า
นายชุมพล เพี้ยนภักตร์	บริษัท ไม้อัดไทย จำกัด
นายชัยพร มังกรเดชไชยกุล	บริษัท เดอะ วนชัย กรุ๊ป ออฟ คอมปานีส์ จำกัด
-	บริษัท สตาร์บล็อก กรุ๊ป จำกัด
นายอนุชา ราญรอน	บริษัท วิบูลย์วัฒนอุตสาหกรรม จำกัด
นายทรวง ทิมบุญธรรม	บริษัท ไทยชิปบอร์ด จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นางสาวนิลเนตร ไพรพิสุทธิ์	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางนี้ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.966-2533 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 107 ตอนที่ 101 วันที่ 14 มิถุนายน พุทธศักราช 2533 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงในสาระสำคัญของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดังกล่าว เพื่อให้ทันสมัยและเหมาะสมกับขีดความสามารถของผู้ทำและความต้องการของผู้ใช้จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

EN 120 : 1991	Wood based panels – Determination of formaldehyde content – Extraction method called the perforator method
EN 622-1 : 1997	Fibreboards – Specifications – Part 1 : General requirements
EN 622-5 : 1997	Fibreboards – Specifications – Part 5 : Requirements for dry process boards (MDF)
JIS A 5905-1994	Fibreboards
มอก.499-2526	ตะปูเกลียวหัวผ่า

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3263 (พ.ศ. 2547)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง มาตรฐานเลขที่ มอก.966-2533

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1604 (พ.ศ.2533) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ลงวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2533 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง มาตรฐานเลขที่ มอก.966-2547 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 90 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2547

พินิจ จารุสมบัติ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะ แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ความหนาแน่นตั้งแต่ 400 kg/m^3 ถึง 800 kg/m^3 ที่นำไปใช้ภายในอาคาร เช่น งานเครื่องเรือนและงานตกแต่งทั่วไป

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (medium density fibreboards ; MDF) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "แผ่นเอ็มดีเอฟ" หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากใยของไม้หรือใยของวัสดุลิกโนเซลลูโลส (lignocellulosic material) โดยการอัดร้อนหรือให้ความร้อนเพื่อให้ใยไม้ติดกันเป็นแผ่น มีการใช้กาวหรือไม่ใช้กาวเป็นส่วนประกอบ

2.2 ใยไม้ หมายถึง ชิ้นหรือส่วนของเนื้อไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลสที่มีรูปร่างคล้ายเข็มหรือด้าย

2.3 วัสดุลิกโนเซลลูโลส หมายถึง วัสดุที่มีเซลลูโลส และลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ไม้และพืชต่าง ๆ ได้แก่ ชานอ้อย ป่าน ปอ เป็นต้น

2.4 กาว หมายถึง สารอินทรีย์ที่ใช้ติดใยไม้ในแผ่นเอ็มดีเอฟ โดยปกติเป็นกาวเรซินสังเคราะห์

2.5 สารเติมแต่ง หมายถึง สารที่ใช้เติมในการทำแผ่นเอ็มดีเอฟ เพื่อให้มีสมบัติพิเศษ ซึ่งรวมทั้ง สารรักษาเนื้อไม้ด้วย

3. แบบ สัญลักษณ์ และชั้นคุณภาพ

3.1 แผ่นเอ็มดีเอฟ แบ่งตามความเรียบ ออกเป็น 2 แบบ คือ

3.1.1 แบบขัดผิว (sanded) มีสัญลักษณ์ SAN

3.1.2 แบบไม่ขัดผิว (unsanded) มีสัญลักษณ์ UNS

3.2 แผ่นเอ็มดีเอฟ แต่ละแบบแบ่งตามปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ

3.2.1 ชั้นคุณภาพ 1 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 9 mg/100 g

3.2.2 ชั้นคุณภาพ 2 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ มากกว่า 9 mg/100g ถึง 400 mg/100 g

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ความกว้าง ความยาว และความหนา ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 1

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.1 และข้อ 9.3.2

ตารางที่ 1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง ความยาว และความหนา

(ข้อ 4.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		
	ความกว้างและความยาว	ความหนา	
		SAN	UNS
น้อยกว่า 7	± 5.0	± 0.3	± 0.5
7 ถึง 15			± 1.0
มากกว่า 15			± 1.5

4.2 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุมทั้ง 2 เส้น จะมีได้ไม่เกิน 0.25% ของเส้นสั้น
การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.3

4.3 ความตรงของขอบแต่ละด้านจะคลาดเคลื่อนไปจากแนวตรงได้ไม่เกิน 3.0 mm
การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.4

5. ส่วนประกอบและการทำ

5.1 ส่วนประกอบ

5.1.1 ใยของวัสดุลิกโนเซลลูโลส สำหรับทำแผ่นเอ็มดีเอฟ

5.1.2 กาว

5.1.3 สารเติมแต่ง

5.2 การทำ

ย่อยวัสดุลิกโนเซลลูโลสให้เป็นใยโดยวิธีที่เหมาะสม นำไปคลุกเคล้ากับกาวและสารเติมแต่งตามอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วยเครื่องจักร แล้วอบจนได้ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมด้วยเครื่องอบ (การคลุกเคล้ากับกาวและสารเติมแต่ง อาจทำหลังการอบใยก็ได้) นำใยไปทำเป็นแผ่นใยด้วยเครื่องทำแผ่น แล้วนำไปอัดด้วยเครื่องอัดร้อนในแนวราบ ทั้งนี้ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ แรงอัด และระยะเวลาอัดร้อน แล้วนำไปขัดผิว (ในกรณีที่เป็นแบบขัดผิว)

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

แผ่นเอ็มดีเอฟต้องมีความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่น ขอบต้องตั้งได้ฉากกับระนาบผิว

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความหนาแน่น

ความหนาแน่นเฉลี่ยของแผ่นเอ็มดีเอฟต้องอยู่ในช่วง 400 mg/m^3 ถึง 800 mg/m^3 และความหนาแน่นของแผ่นเอ็มดีเอฟแต่ละแผ่นจะคลาดเคลื่อนจากค่าความหนาแน่นเฉลี่ยได้ไม่เกิน 10%

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.4

6.3 ปริมาณความชื้น (moisture content)

ปริมาณความชื้นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 4% ถึง 13%

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.5

6.4 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

6.4.1 แผ่นเอ็มดีเอฟชั้นคุณภาพ 1

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 9 mg/100g

6.4.2 แผ่นเอ็มดีเอฟชั้นคุณภาพ 2

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ มากกว่า 9 mg/100g ถึง 40 mg/100g

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.6

6.5 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณลักษณะที่ต้องการอื่นๆ

(ข้อ 6.5)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด									วิธีทดสอบตาม
		ความหนา mm									
		1.8 ถึง 2.5	เกิน 2.5 ถึง 4.0	เกิน 4.0 ถึง 6.0	เกิน 6.0 ถึง 9.0	เกิน 9.0 ถึง 12.0	เกิน 12.0 ถึง 19.0	เกิน 19.0 ถึง 30.0	เกิน 30.0 ถึง 45.0	เกิน 45.0	
1	การพองตัวตามความหนา % ไม่เกิน	45	35	30	17	15	12	10	8	6	ข้อ 9.7
2	ความต้านแรงดัด MPa* ไม่น้อยกว่า	23	23	23	23	22	20	18	17	15	ข้อ 9.8
3	มอดุลัสยืดหยุ่น MPa ไม่น้อยกว่า	2 700	2 700	2 700	2 700	2 500	2 200	2 100	1 900	1 700	ข้อ 9.8
4	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า MPa ไม่น้อยกว่า	0.65	0.65	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.50	0.50	ข้อ 9.9
5	ความยึดเหนี่ยวของดะปูเกลียว N ไม่น้อยกว่า										ข้อ 9.10
	– ด้านผิว	–	–	–	–	–	800**	750	750	750	
	– ด้านขอบ	–	–	–	–	–	650**	500	450	450	

หมายเหตุ * *1 MPa เท่ากับ 1 N/mm²*

** *หมายถึง ทดสอบเฉพาะที่ความหนา 15.0 mm ถึง 19.0 mm*

– *หมายถึง ไม่ต้องทดสอบ*

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่แผ่นเอ็มดีเอฟทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามชื่อมาตรฐาน

(2) สัญลักษณ์แสดงแบบ และ ชั้นคุณภาพ

(3) ขนาด (ความกว้าง x ความยาว x ความหนา) เป็น มิลลิเมตร x มิลลิเมตร x มิลลิเมตร

(4) ข้อความหรือรหัสแสดงเดือน ปีที่ทำ หรือรุ่นที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ตามภาคผนวก ก. ให้ไว้เป็นเพียงข้อแนะนำ

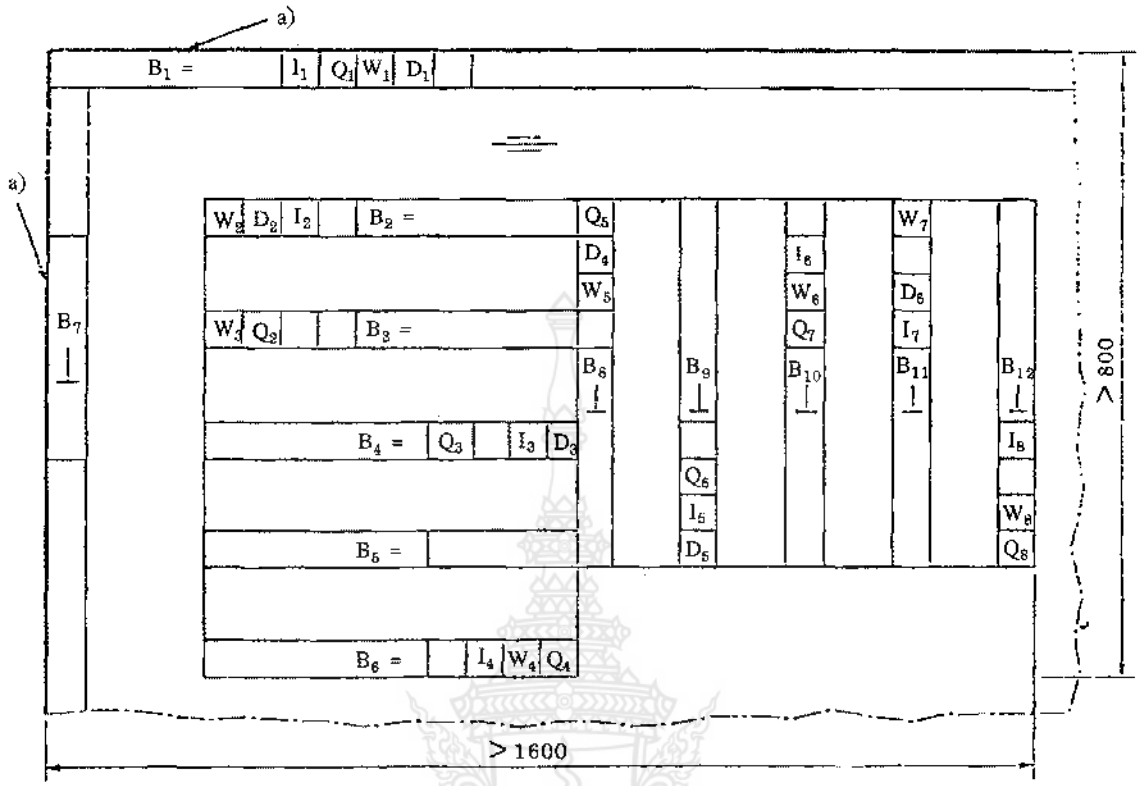
9. การทดสอบ

9.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างแต่ละแผ่น เป็นชิ้นทดสอบตามรูปที่ 1 ดังนี้

- ชิ้นทดสอบ D_1 ถึง D_6 ขนาด 50 mm x 50 mm จำนวน 6 ชิ้น สำหรับทดสอบความหนาแน่นและปริมาณความชื้น
- ชิ้นทดสอบ Q_1 ถึง Q_8 ขนาด 50 mm x 50 mm จำนวน 8 ชิ้น สำหรับทดสอบการพองตัวตามความหนา
- ชิ้นทดสอบ B_1 ถึง B_{12} ขนาด 50 mm x L mm จำนวน 12 ชิ้น สำหรับทดสอบความต้านแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่น

  L = 15 เท่าของความหนาระบุของชิ้นทดสอบ (ไม่น้อยกว่า 150 mm บวก 50 mm)
- ชิ้นทดสอบ I_1 ถึง I_8 ขนาด 50 mm x 50 mm จำนวน 8 ชิ้น สำหรับทดสอบความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า
- ชิ้นทดสอบ W_1 ถึง W_8 ขนาด 50 mm x 50 mm จำนวน 8 ชิ้น สำหรับทดสอบการทดสอบความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

= หมายถึง ทิศทางของแนวแกนด้านยาวของชิ้นทดสอบขนานกับทิศทางของเครื่อง

⊥ หมายถึง ทิศทางของแนวแกนด้านยาวของชิ้นทดสอบตั้งฉากกับทิศทางของเครื่อง

a) หมายถึง ขอบด้านนอก

รูปที่ 1 ตำแหน่งและการตัดชิ้นทดสอบ

(ข้อ 9.1)

9.2 การปรับภาวะชิ้นทดสอบ

ให้นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้สำหรับทดสอบการพองตัวตามความหนา ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่นความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยืดเหนี่ยวของตะปูเกลียวไปปรับภาวะที่อุณหภูมิ (20 ± 2) °C ความชื้นสัมพัทธ์ (65 ± 5)% จนมีมวลคงที่คือมวลของชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้ง ห่างกัน 24 h ต่างกันไม่เกิน 0.1% แล้วทดสอบทันทีที่พ้นจากการปรับภาวะ ส่วนชิ้นทดสอบที่ใช้ทดสอบความหนาแน่น และปริมาณความชื้นไม่ต้องปรับภาวะ

9.3 ขนาด

9.3.1 ความกว้าง และความยาว

ใช้สายวัดโลหะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 mm วัดที่จุดลึกเข้าไปจากขอบของแผ่นเอ็มดีเอฟประมาณ 100 mm ดังรูปที่ 2

9.3.2 ความหนา

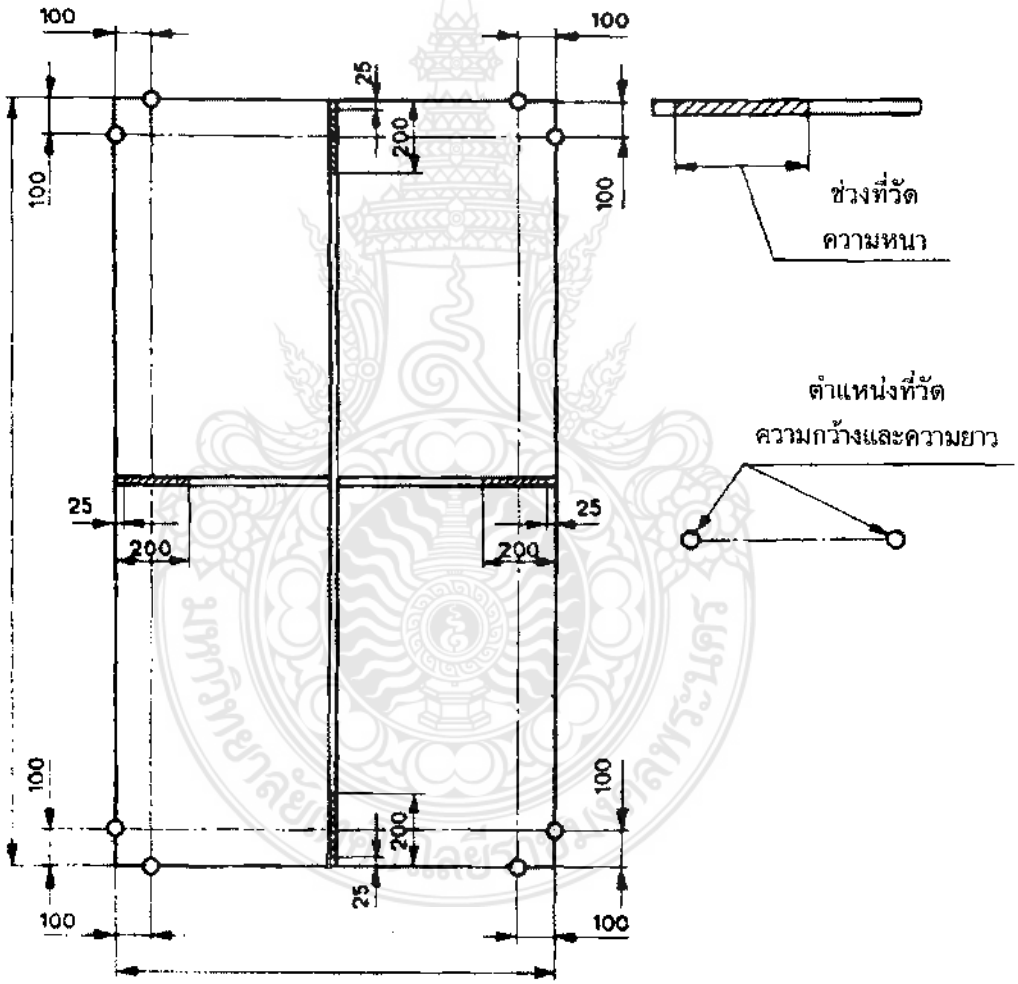
ใช้ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ถึง 20 mm ให้วัดที่บริเวณกึ่งกลางของขอบของแผ่นเอ็มดีเอฟทั้ง 4 ด้าน และให้ลึกเข้าไปจากขอบประมาณ 25 mm ถึง 200 mm ดังรูปที่ 2

9.3.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

ใช้สายวัดตามข้อ 9.3.1 วัดหาความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

9.3.4 ความตรงของขอบ

ขึงเส้นด้ายให้ตึงระหว่างมุมที่ขอบเดียวกันของแผ่นเอ็มดีเอฟ แล้ววัดระยะที่คลาดเคลื่อนจากแนวเส้นด้ายมากที่สุดของขอบทั้ง 4 ด้าน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และ ความหนาของแผ่นเอ็มดีเอฟ

(ข้อ 9.3.1 และข้อ 9.3.2)

9.4 ความหนาแน่น

9.4.1 เครื่องมือ

9.4.1.1 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 g

9.4.1.2 ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ถึง 20 mm

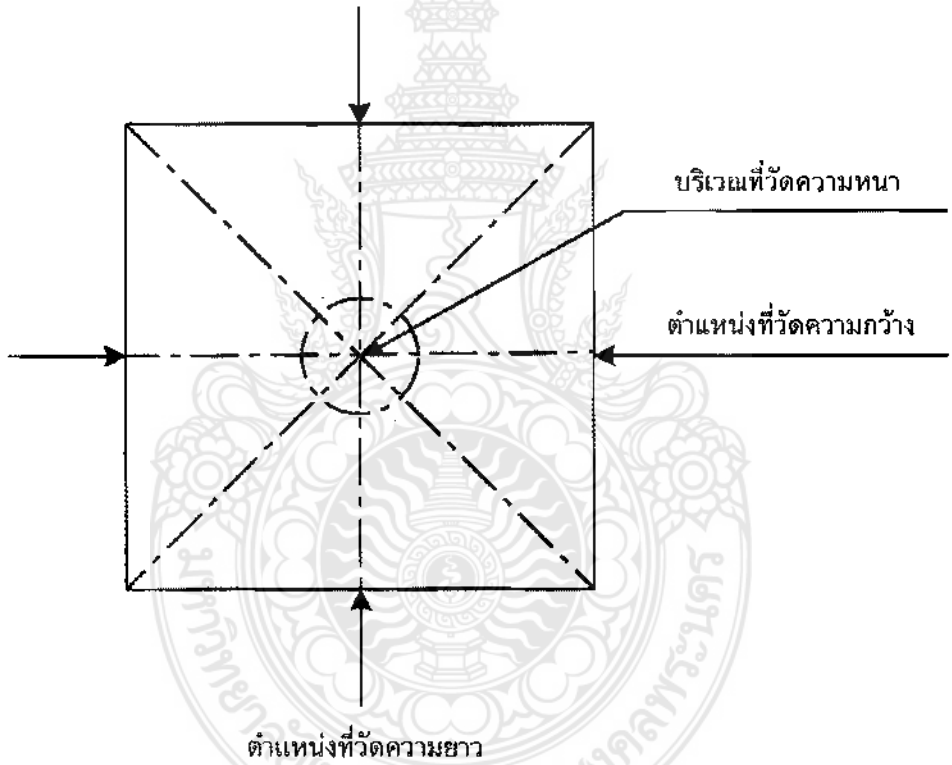
9.4.1.3 แคลิเปอร์แบบเลื่อน (sliding caliper) หรือเครื่องวัดอื่นที่เทียบเท่า อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 mm

9.4.2 วิธีทดสอบ

9.4.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบให้ได้มวลที่แน่นอนถึง 0.01 g

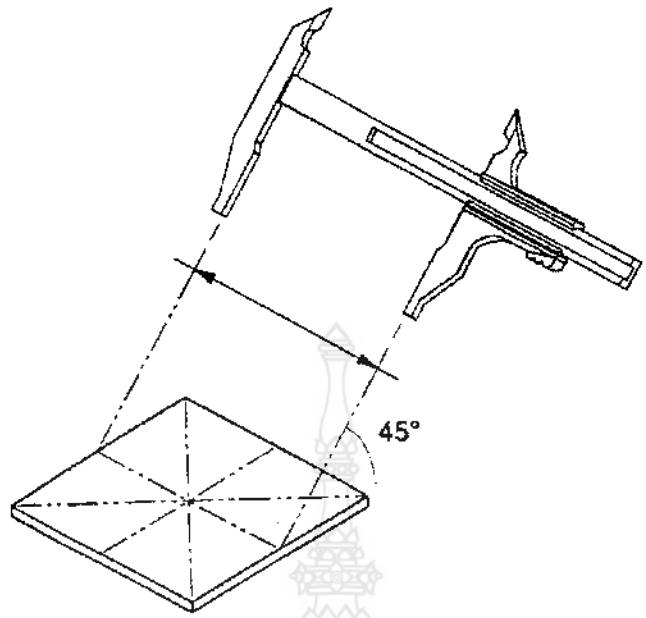
9.4.2.2 ใช้เครื่องมือตามข้อ 9.4.1.2 วัดความหนาตรงจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบตามรูปที่ 3

9.4.2.3 ใช้เครื่องมือตามข้อ 9.4.1.3 วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ ตามรูปที่ 3 โดยวางเครื่องมือให้ทำมุมกับแนวระนาบของชิ้นทดสอบ ประมาณ 45° ตามรูปที่ 4



รูปที่ 3 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ

(ข้อ 9.4.2.2 ข้อ 9.4.2.3 และข้อ 9.7.2.1)



รูปที่ 4 แสดงวิธีวัดความกว้าง ความยาวของชิ้นทดสอบ
(ข้อ 9.4.2.3)

9.4.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร} = \frac{m}{V} \times 10^6$$

เมื่อ m คือ มวลของชิ้นทดสอบ เป็น กรัม

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ เป็น ลูกบาศก์มิลลิเมตร

9.4.4 การรายงานผล

รายงานค่าความหนาแน่นและความหนาแน่นเฉลี่ย

9.5 ปริมาณความชื้น

9.5.1 เครื่องมือ

(1) เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 g

(2) ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ (103 ± 2) °C

(3) เดซิเคเตอร์

9.5.2 วิธีทดสอบ

9.5.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบซึ่งผ่านการทดสอบตามข้อ 9.4 แล้ว ให้ได้มวลที่แน่นอน ถึง 0.01 กรัม เป็นมวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ

9.5.2.2 อบชิ้นทดสอบในตู้อบที่อุณหภูมิ (103 ± 2) °C จนได้มวลคงที่ คือมวลของชิ้นทดสอบ เมื่อชั่ง 2 ครั้งที่เวลาห่างกัน 6 h ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.1% ของมวลของชิ้นทดสอบ

9.5.2.3 นำมาใส่ในเดซิเคเตอร์ปล่อยไว้ให้เย็น

9.5.2.4 ชั่งชิ้นทดสอบ เป็นมวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง

9.5.3 วิธีคำนวณ

หาค่าปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น ร้อยละ} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

เมื่อ m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ เป็น กรัม

m_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง เป็น กรัม

9.5.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้น

9.6 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

9.6.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบกว้าง 25 mm ยาว 25 mm ให้มีมวลรวมประมาณ 500 g

9.6.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตาม BS EN 120

หมายเหตุ *การทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าได้ โดยใช้เกณฑ์กำหนดและวิธีทดสอบ (รวมทั้งการเตรียมชิ้นทดสอบ) ต้องสอดคล้องกันดังในภาคผนวก ข. ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีตาม BS EN 120 เป็นวิธีตัดสิน*

9.7 การพองตัวตามความหนา

9.7.1 เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ถึง 20 mm

9.7.2 วิธีทดสอบ

9.7.2.1 ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนาตามรูปที่ 3 วัดความหนาของชิ้นทดสอบ เป็นความหนาก่อนแช่น้ำ

9.7.2.2 แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ $(20 \pm 2)^{\circ}C$ โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำ ให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 mm แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 mm

9.7.2.3 เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 24 h แล้ว รีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด วัดความหนาตามตำแหน่งเดิม เป็นความหนาหลังแช่น้ำ

9.7.3 วิธีคำนวณ

หาค่าการพองตัวตามความหนา จากสูตร

$$\text{การพองตัวตามความหนา ร้อยละ} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

เมื่อ t_1 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ เป็น มิลลิเมตร

t_2 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ เป็น มิลลิเมตร

9.7.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของการพองตัวตามความหนา เป็นร้อยละ

9.8 ความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.8.1 เครื่องมือ

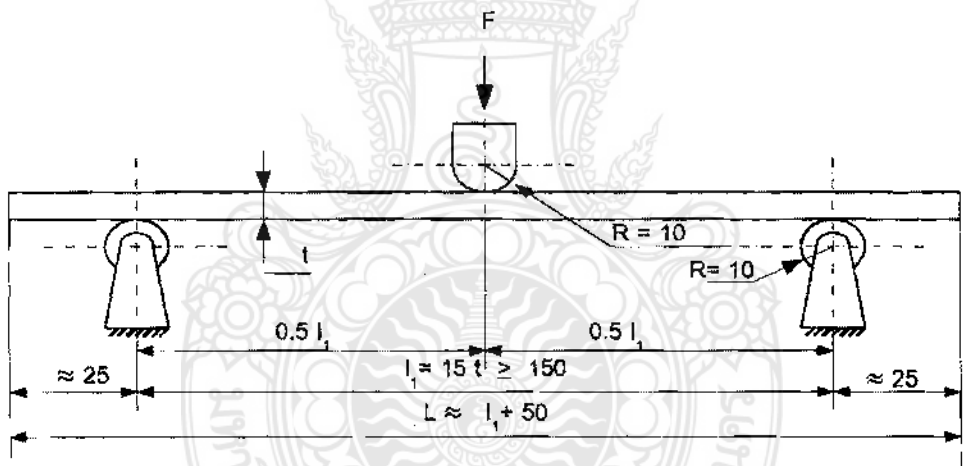
9.8.1.1 เครื่องกด ซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 N หรือ 5% ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ แท่งกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 mm และมีความยาวของแท่งกดไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

9.8.1.2 แท่งรองรับ ต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นรูปวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 mm และมีความยาวของแท่งรองรับไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

9.8.1.3 เครื่องวัดการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 mm

9.8.2 วิธีทดสอบ

9.8.2.1 วางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาระบุของชิ้นทดสอบ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็ม ของ 10 mm) แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 mm ตามรูปที่ 5 ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 mm



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5 การทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น
(ข้อ 9.8.2.1)

9.8.2.2 ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการกดประมาณ 10 mm/min)

9.8.2.3 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว ดังรูปที่ 6

9.8.3 วิธีคำนวณ

9.8.3.1 ความต้านแรงดัด

หาค่าความต้านแรงดัด จากสูตร

$$fm = \frac{3\ F_{max}\ l_1}{2\ b\ t^2}$$

เมื่อ fm คือ ความต้านแรงดัด เป็น เมกะพาสคัล

F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ เป็น นิวตัน

l_1 คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ เป็น มิลลิเมตร

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

t คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

9.8.3.2 มอดุลัสยืดหยุ่น

หาค่ามอดุลัสยืดหยุ่น จากสูตร

$$E_m = \frac{l_1^{\ 3}\ (F_2 - F_1)}{4\ b\ t^3\ (a_2 - a_1)}$$

เมื่อ E_m คือ มอดุลัสยืดหยุ่น เป็น เมกะพาสคัล

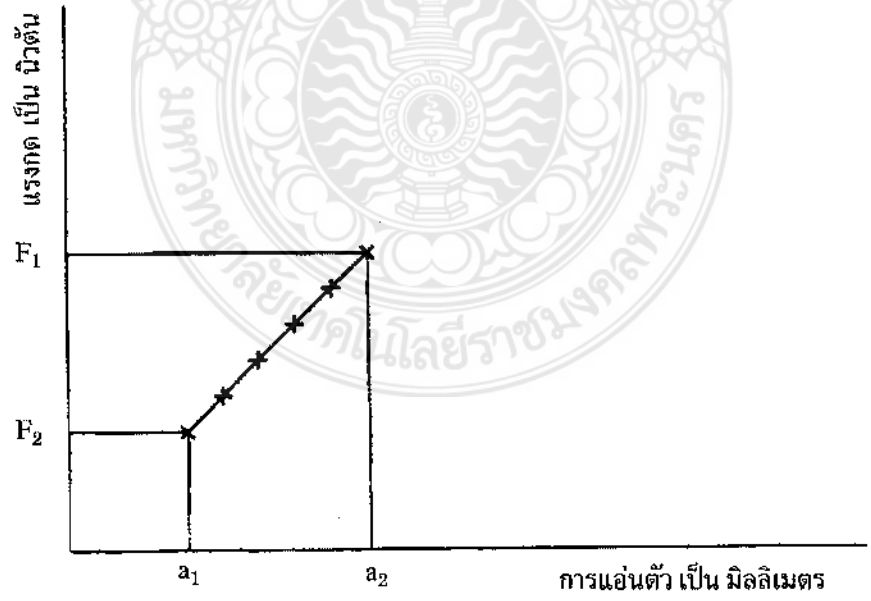
l_1 คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ เป็น มิลลิเมตร

$F_2 - F_1$ คือ แรงกดที่เพิ่มขึ้น ในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง ตามรูปที่ 6 เป็น นิวตัน

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

t คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

$a_2 - a_1$ คือ ระยะแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรงตามรูปที่ 6 เป็น มิลลิเมตร



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว

(ข้อ 9.8.2.3 และข้อ 9.8.3.2)

9.8.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.9 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.9.1 เครื่องมือ

9.9.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถใช้แรงดึงเพื่อแยกชิ้นทดสอบออกในเวลาไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s

9.9.1.2 แผ่นดึงซึ่งทำด้วยไม้หรือโลหะที่เหมาะสม ขนาดไม่น้อยกว่า 50 mm x 50 mm ความหนาตามความเหมาะสม

9.9.2 วิธีทดสอบ

9.9.2.1 ติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดึง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ให้แรงยึดระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดึงได้มากกว่าแรงยึดตัวในชิ้นทดสอบ

9.9.2.2 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกัน อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึง จนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการดึง ประมาณ 2 mm/min)

9.9.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า จากสูตร

$$\text{ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะพาสคัล} = \frac{F}{W \times L}$$

เมื่อ F คือ แรงดึงสูงสุด เป็น นิวตัน

W คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

9.9.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.10 ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว

9.10.1 เครื่องมือ

9.10.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถใช้แรงดึงเพื่อถอนตะปูเกลียวออกจากชิ้นทดสอบในเวลาไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s

9.10.1.2 ตะปูเกลียว ชนิดหัวจมแบบผ่าที่เป็นไปตาม มอก.499 ขนาดระบุ 4.1 ความยาว 40 mm หรือที่มีขนาดใกล้เคียง

9.10.2 วิธีทดสอบ

9.10.2.1 ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ทดสอบ 3 แห่ง คือ ที่กึ่งกลางผิวหน้า 1 แห่ง และที่กึ่งกลางของขอบ 2 ขอบที่ประชิดกัน

9.10.2.2 ขันตะปูเกลียวลงในชิ้นทดสอบ ซึ่งได้เจาะรูนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.7 mm ± 1 mm ลึก 19 mm ± 1 mm ไว้แล้ว ขันตะปูเกลียวจนกระทั่งส่วนเกลียวที่สมบูรณ์จมลึกลงไปถึง 15 mm ± 0.5 mm ไม่นับความยาวส่วนปลายเรียวของตะปูเกลียว

9.10.2.3 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบ แรงที่ใช้ดึงจะต้องอยู่ในแนวเดียวกับตะปูเกลียว และตั้งฉากกับผิวหน้าหรือผิวขอบของชิ้นทดสอบ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการดึง ประมาณ 2 mm/min)

9.10.3 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.)

ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง แผ่นเอ็มดีเอฟ ที่มีแบบ ชั้นคุณภาพและความหนาเดียวกัน ทำจากกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด และลักษณะทั่วไป

ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1

ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 6.1 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่าแผ่นเอ็มดีเอฟรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบขนาด และลักษณะทั่วไป

(ข้อ ก.2.1)

ขนาดรุ่น แผ่น	ขนาดตัวอย่าง แผ่น	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 150	3	0
151 ถึง 500	13	1
501 ขึ้นไป	20	2

ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

ก.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากแผ่นเอ็มดีเอฟที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาดและลักษณะทั่วไปแล้ว ให้มีมวลประมาณ 500 g

ก.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.4 จึงจะถือว่าแผ่นเอ็มดีเอฟรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความหนาแน่น ปริมาณความชื้น และคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ก.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากแผ่นเอ็มดีเอฟ ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาดและลักษณะทั่วไปแล้ว จำนวน 3 แผ่น

ก.2.3.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 ข้อ 6.3 และข้อ 6.5 จึงจะถือว่าแผ่นเอ็มดีเอฟรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างแผ่นเอ็มดีเอฟ ต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1 ข้อ ก.2.2 และข้อ ก.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าแผ่นเอ็มดีเอฟรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข.

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

(ข้อ 9.6)

ข.1 ข้อแนะนำเกณฑ์กำหนดและวิธีทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ โดยวิธีใดวิธีหนึ่งตามตารางวิธีทดสอบเทียบเท่าดังนี้

ชั้นคุณภาพ	เกณฑ์กำหนด		วิธีทดสอบ
1	ไม่เกิน 8 mg/100g		วิธี Perforator ตาม BS EN 120
	ไม่เกิน 0.5 mg/l	E_0	วิธี Desiccator ตาม JIS A 5905
	มากกว่า 0.5 mg/l ถึง 1.5 mg/l	E_1	
2	มากกว่า 8 mg/100g ถึง 30 mg/100g		วิธี Perforator ตาม BS EN 120
	มากกว่า 1.5 mg/l ถึง 5.0 mg/l	E_2	วิธี Desiccator ตาม JIS A 5905

หมายเหตุ *E_0 E_1 E_2 หมายถึง ปริมาณการปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์*

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายสมชาย เหลืองสด
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sochai Luangsod
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์, รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

   คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์
   เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพ ฯ 10300
   โทรศัพท์ 0 2282 9009-15 ต่อ 7006 โทรศัพท์ 08 1617 6706
   E-mail: somchairitnbk@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	ปริญญา
ตรี	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
โท	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

   คุณสมบัติเชิงกลและเชิงกายภาพ, การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของชิ้นงาน, การออกแบบผลิตภัณฑ์, คอมพิวเตอร์ช่วยงานวิศวกรรมและการออกแบบ, ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกอุตสาหกรรม, การควบคุมระบบอัตโนมัติ, การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

7. ประสบการณ์ด้านงานวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัย

   -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: ชื่อโครงการวิจัย

   -การศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการควบคุมเครื่องอัดอากาศแบบสตาร์-สต็อป งบประมาณแผนดิน ประจำปี 2549 (หัวหน้าโครงการวิจัย)

   -การวิเคราะห์ความเข้มของความเค้นที่เกิดขึ้นในหัวรีฟอร์มด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โครงการวิจัย-เงินงบประมาณ พ.ศ. 2552 ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และบริษัทไทยซัมมิทพีเคเค บางนา จำกัด

   -การศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการควบคุมเครื่องอัดอากาศแบบสตาร์-สต็อป งบประมาณแผนดิน ประจำปี 2549

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

- สมชาย เหลืองสดและคณะ, การวิเคราะห์มิติของแผ่นเหล็กเสริมกำลังที่ฐานของทางจราจรภายใต้ผลกระทบของแรงลมที่เกิดจากพาหนะโดยระเบียยวิธีไฟไนเอลีเมนต์, 18-21 ก.ย. 2012, The 7th International form on Strategic Technology, Tomsk Russia.

- ประกอบ ชาติภุกต์, สมชาย เหลืองสด, การวิเคราะห์ความล้าของหัวรีฟอร์มด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์, 24-26 August 2016 The 8th Rajamangala University of Technology National Conference, Bangkok, Thailand.

- สมชาย เหลืองสดและคณะ, การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากเศษหินบะซอลต์, 17-18 พฤษภาคม 2560 การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 16, กรุงเทพฯ

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ: ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

โครงการวิจัยงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

-การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากเศษหินบะซอลต์

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายสัจจะชาญ พรัดมะลิ

   ชื่อ -นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sajjachan Pradmali

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กระทรวงศึกษาธิการ เลขที่ 1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ จ.กรุงเทพ 10800

e– mail: sajachan@gmail.com โทร 0813572224

5. ประวัติการศึกษา

วศ.บ .วิศวกรรมโยธา

วศ.ม .วิศวกรรมโยธา

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษแตกต่างจากวุฒิการศึกษา ระบุสาขาวิชาการ

สิ่งประดิษฐ์ คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต การอนุรักษ์พลังงาน และการสร้าง มูลค่าเพิ่ม การบริหารโครงการ และพัฒนาโครงการ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :ชื่อแผนงานวิจัย

การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อสร้างจากเศษหินพัมมิซ, ปีงบประมาณ 2559 (รอดำเนินการ)

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :ชื่อโครงการวิจัย

1) การใช้ดินขาวผสม เส้นใยมะพร้าว ฟางข้าวและแกลบเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนในผนังคอนกรีตบล็อก)หัวหน้าโครงการ(, ปีงบประมาณ2552

2) การใช้ดินขาวผสม กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดและเส้นใยจากเปลือกทุเรียนเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนและลดมลภาวะหนักในผนังคอนกรีตบล็อก)ผู้ร่วมวิจัย(, ปีงบประมาณ2554

3) การพัฒนาวัสดุอาคารจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อการประหยัดพลังงานและลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร)ผู้ร่วมวิจัย(, ปีงบประมาณ2554

4) การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง)ผู้ร่วมวิจัย(, ปีงบประมาณ2554

5) การใช้กากโดโลไมท์สำหรับเป็นบล็อกประสานที่ต้านทานแรงอัดสูง ปีงบประมาณ2558

6) การใช้ประโยชน์จากเถ้าปาล์มน้ำมันในงานคอนกรีตผสมหินฝุ่นแทนทรายสำหรับผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้าง, ปีงบประมาณ2559 (รอดำเนินการ)

7)การใช้เศษหน้าดินขาวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนภายในอาคารของอิฐก่อสร้างสามัญปีงบประมาณ2558

8) รางระบายน้ำสำเร็จรูปหน้าตัดการไหลแบบประสม (ผู้ร่วมโครงการวิจัย) งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2549

9) โค้งอัตราการไหล-ช่วงเวลา เชิงภูมิภาค สำหรับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (ผู้ร่วมโครงการวิจัย) งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2550

10) การศึกษาความเป็นไปได้ในการสัญจรทางน้ำและการท่องเที่ยวเชิงวิชาการของคลองรังสิต(ผู้ร่วมโครงการวิจัย)สกอ. (เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน) งบประมาณ ปี 2549

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน)อาจมากกว่า 1 เรื่อง(

งานวิจัยที่เผยแพร่)วารสารรายงานการประชุมวิชาการ(<u>งานวิจัยที่เผยแพร่(วารสาร รายงานการประชุมวิชาการ)</u>

1) <u>สัจจะชาญ พรัดมะลิ</u>, 2548, Regional Flow-Duration Curve for The Upper Ping River Basins, วารสารชมรมอุทกวิทยาไทย, ฉบับที่ 9, หน้า 159-167.
2) ประชุม คำพุฒ ,<u>สัจจะชาญ พรัดมะลิ</u>, 2548, ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในการเดินทางสัญจรของนักศึกษา :กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, เอกสารประกอบการประชุมการสัมมนางานวิจัยเพื่อการพัฒนาทางหลวง, กรุงเทพฯ 2-1 ,กันยายน, หน้า .178-169
3) <u>สัจจะชาญ พรัดมะลิ</u>, 2548, Regional Flow Duration Curve for Wang River Basin, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วทท) ครั้ง 31, นครราชสีมา, 20-18 ตุลาคม, หน้า 560-564.
4) ประชุม คำพุฒ และ <u>สัจจะชาญ พรัดมะลิ</u>, 2548, การศึกษากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หินฝุ่นเป็นมวลรวมละเอียดแทนทรายและใส่สารผสมเพิ่มประเภทลดปริมาณน้ำและเร่งเวลาการก่อตัว, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปีครั้งที่ ,1สมาคมคอนกรีตไทย ,ระยอง 27-25 ,ตุลาคม , หน้า CON 156-CON 160.
5) <u>สัจจะชาญ พรัดมะลิ</u>, 2549, Regional Flow-Duration Curve for Ungauged Sites of Salawin River Basins, Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD2006), ขอนแก่น, 26-25มกราคม, หน้า 91.
6) <u>สัจจะชาญ พรัดมะลิ</u>, 2549, Synthesis of Streamflow by The Watershed Geometry of Wang River Basin, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน,

หน้า 333.

7) สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2549, Estimation of Streamflow by Comparison of Regional Flow-Duration Curves, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20 เมษายน, หน้า 334.

8) สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2549, A Study of Requirement of Organizations on Civil Engineer, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน, หน้า 24.

9) อรรถพล มาลัย, สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2549, A Study of Mechanic Properties of Mango Wood, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน, หน้า 252.

10) Sajjachan Pradmali, 2006, Regional Analysis of Flow-Duration Curve By Using Rainfall and Watershed Geometry, Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, Bangkok, Thailand, October. 16-18, 2006: 389.

11)Sajjachan Pradmali, 2006, Regional Analysis of Load Duration Curve for Upper Ping River Basin, Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, Bangkok,Thailand, October. 16-18, 2006: 393.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุนและสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายประชุม คำพุฒ
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Prachoom Khamput
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 7201 00608 88 2
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
   ผู้อำนวยการ หน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาฯ แห่ง มทร.
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
   ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
   โทรศัพท์ที่ทำงาน 0 2549 3417 โทรศัพท์มือถือ 08 1665 4755
   E–mail: prachoom.k@en.rmutt.ac.th, choomy_gtc@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	ปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันฯ	ประเทศ
2540	ตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2544	โท	วิศวกรรมศาสตร-มหาบัณฑิต	โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   6.1 การทดสอบวัสดุและคุณสมบัติของวัสดุ

6.2 คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต

6.3 การอนุรักษ์พลังงาน และการสร้างมูลค่าเพิ่ม

6.4 การบริหารโครงการ และพัฒนาโครงการ

6.5 สิ่งประดิษฐ์ ออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

1) การพัฒนาวัสดุและสิ่งแวดล้อมอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2552

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ลำดับที่	ปี งปม.	ชื่อเรื่อง	สถานภาพ	หน่วยงาน
1	2552	การพัฒนาอิฐปูพื้นภายนอกอาคารเพื่อลดอุณหภูมิ	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (เชิงพาณิชย์)
2	2553	การศึกษาการป้องกันสารพิษจากบ่อฝังกลบขยะซึมลงน้ำใต้ดินโดยใช้น้ำยางธรรมชาติ	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (ภาคกลางตอนบน)
3	2554	โครงการผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากกากดินขาว	หัวหน้าโครงการ	สวทช. (iTAP)
4	2554	โครงการบ้านสำเร็จรูปทรงโดมเพื่อผู้ประสบภัย	หัวหน้าโครงการ	สวทช. (iTAP)
5	2555	การใช้ยางธรรมชาติสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์พาราชิงเกิ้ลรูฟ	หัวหน้าโครงการ	งปม.แผ่นดิน มทร.ธัญบุรี
6	2555	การพัฒนาบ้านสำเร็จรูปทรงโดมเพื่อผู้ประสบภัย	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (SP2)
7	2555	ผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมวลเบาผสมหินฝุ่น	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (SP2)

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

1. Rungthongbaisuree, S., Khamput, P., and Ketratanaborvorn, T. : ***Causes of Damage of Electric Tower in Thailand*;** Proc. of Second Asia/Pacific Conference on Durability of Building Systems : Harmonised Standards and Evaluation, Vol. 1, Bandung, Indonesia, July, 2000, pp. 16-1 ~ 16-9.
2. Rungthongbaisuree, S., and Khamput, P. : ***Methods for Maintenance of Transmission Towers*;** Proc. of the Fourth Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering (RSID4), Bangkok, Thailand, April, 2003, pp. A2-45 ~ A2-54.

3. Khamput, P. : ***A Study of Compressive Strength of Concrete used Quarry Dust to Replace Sand*;** Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD2006), Khon Kaen, Thailand, January 25-26, 2006, pp. 108-110.
4. Boksuwan, A., and Khamput, P. : ***A Study of Mixing Natural Rubber in Concrete Block for Developing Strength and Thermal Insulation Properties*;** The 3rd International Symposium on Sustainable Energy System, Kyoto, Japan, August 30-September 1, 2006, pp. 212. (Poster Presentation)
5. Pradmali, S., and Khamput, P. : ***Regional Analysis of Load Duration Curve for Upper Ping River* Basin;** 3rd APHW Conference "Wise Water Resource Management towards Sustainable Growth and Poverty Reduction", Bangkok, Thailand, October16-18, 2006, pp. 393. @
6. Khamput, P. : ***Using Latex from Para-Rubber for Developing Strength and Thermal Insulation Properties of Concrete Block;*** Asian Symposium on Materials and Processing 2006 (ASMP 2006), Bangkok, Thailand, November 9-10, 2006, pp. 23.
7. Malai, A., and Khamput, P. : ***Development of Rubber Natural Concrete Block for Thermal Insulation and Energy Saving Purpose;*** The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)", Bangkok, Thailand, November 21-23, 2006, pp. 1009-1014.
8. Khamput, P. : ***A Study of Using Natural Rubber Mixed in Moderate Lightweight Concrete;*** Asian Workshop on Polymer Processing 2006 (AWPP 2006), Bangkok, Thailand, December 6-8, 2006, pp. 257-260.
9. Khamput, P. and Wanthong, P. : ***Using Para-Rubber Mixed in Moderate Lightweight Concrete;*** International Conference on Mining, Materials, and Petroleum Engineering: The Frontiers of Technology (ICFT-2007), Phuket, Thailand, May 10-12, 2007, pp. 23.
10. Khamput, P. : ***A Study of Properties of Composite Boards Made from Coir Fiber and Polyethylene;*** The 2nd International Conference on Advances in Petrochemicals and Polymers (ICAPP 2007), Bangkok, Thailand, June 25-28, 2007, pp. 329. (Poster Presentation)
11. Khamput, P., Ruayruay, E. and Wanthong, P. : ***A Study of Properties of Composite Boards Made from Coir Fiber and Polyethylene;*** Asian-Pacific Regional Conference on Practical Environmental Technology (APRC 2007), Khon Kaen, Thailand, August 1-2, 2007, pp. 70.
12. Khamput, P., Wanthong, P. and Kumnuantip, Ch. : ***A Study of Para-Rubber Plate as Load-Transfer Material in Compression Test of Concrete Specimens;*** International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2007), The Swissôtel Le Concorde, Bangkok, Thailand, November 21-23, 2007, pp. 448-451.

13. Khamput, P. : ***Compressive Strength of Mortars Mixing with Fly Ash and Crushed Dust;*** International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2007), The Swissôtel Le Concorde, Bangkok, Thailand, November 21-23, 2007, pp. 452-455.

14. Lawsuriyonta, M., Kumput, P., Rasilamlert, M. and Yamchaiya, P. : ***A Study of Forming Materials from Coir Mixing with Natural Rubber;*** Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (5th EMSES 2007), Asia Pattaya Hotel, Pattaya, Thailand, November 21-24, 2007, pp. 178-180. (Poster Presentation)

15. Khamput, P. and Wanthong, P. : ***Composite Material from High Density Polyethylene and Coconut Coir Powder;*** Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (5th EMSES 2007), Asia Pattaya Hotel, Pattaya, Thailand, November 21-24, 2007, pp. 191-194. (Poster Presentation)

16. Khamput, P. and Wanthong, P. : ***A Study of Properties of Lightweight Mortar Mixing with Low Ammonia Concentrated Latex from Natural Rubber;*** The Second GMSARN International Conference 2007 on Sustainable Development: Challenges and Opportunities for the Greater Mekong Subregion, Ambassador City Jomtien Hotel, Pattaya, Thailand, December 12-14, 2007, ME-07.

17. Khamput, P. and Wanthong, P. : ***A Study of Mortar mixing with Medium Ammonia Concentrated Latex;*** The 2nd Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD 2008), Khon Kaen, Thailand, January 28-29, 2008, pp. 134-138.

18. Khamput, P. : ***Strength Properties of Adobe Mixing with Rice Husk Ash***; ASEAN COST+3: New Energy Forum for Sustainable Environment (NEFSE), Kyoto, Japan, May 25-27, 2008, pp. 57-58.

19. Khamput, P. and Suweero, K. : ***Properties of Lightweight Mortar Mixing with Low Ammonia Concentrated Latex from Natural Rubber;*** Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (7th EMSES 2009), Chiang Mai, Thailand, November 19-22, 2009, p. 60. (Poster Presentation)

20. Khamput, P. and Suweero, K. : ***A Study of Compressive Strength of Concrete used Dolomite to Replace Sand;*** The 5th PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology (ICET-2011), Merlin Beach Resort Hotel, Tritrang Beach, Phuket, Thailand, May 2-3, 2011, p. 100.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายอรรคเดช ฤกษ์พิบูลย์
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Aukkadet Lergpiboon
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 9099 00623 16 5
3. ตำแหน่งปัจจุบัน วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
   เงินเดือน (บาท) - บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 10 ชั่วโมง : สัปดาห์
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mailฝ่ายวิศวกรรม 2 สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม กรมชลประทานเลขที่ 811 ถ.สามเสน แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทร 0894650905 e– mail: aukkadet.rid@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
   วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
   วศ.ม. (วิศวกรรมโยธา-โครงสร้าง) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการการทดสอบวัสดุในงานก่อสร้าง คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต การคำนวณออกแบบโครงสร้างในงานชลประทาน
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย ในแต่ละข้อเสนอการวิจัยงานวิจัยที่เผยแพร่(วารสาร รายงานการประชุมวิชาการ)
   1) อรรคเดช ฤกษ์พิบูลย์ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, “ผลกระทบของเถ้าชานอ้อยบดละเอียดต่อกำลังอัดประลัยและโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต”, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปีครั้งที่ 4, 20-22 ตุลาคม 2551, โรงแรมลายทอง, จ.อุบลราชธานี, หน้า MAT96 – MAT101.
   2) นันทชัย ชูศิลป์, อรรคเดช ฤกษ์พิบูลย์ และชัย จาตุรพิ ทักษ์กุล, “การต้านทานคลอไรด์และซัลเฟตของคอนกรีตที่ผสมเถ้าชานอ้อยบดละเอียด”, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14, 13 – 15 พฤษภาคม 2552, สุรสัมมนาคาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, จ.นครราชสีมา
   3) อรรคเดช ฤกษ์พิบูลย์, วีรชาติ ตั้งจิรภัทร, ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, “คอนกรีตกำลังสูงที่ผสมเถ้าชานอ้อยบดละเอียด”,การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปีครั้งที่ 6, 20-22 ตุลาคม 2553, แกรนด์แปซิฟิก ซอฟเฟอริน รีสอร์ท แอนด์ สปา, อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี