

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการทำปาร์ติเกิลบอร์ดจากเศษขุยมะพร้าวจากอุตสาหกรรมที่นอนใยมะพร้าว

Project Feasibility of Particle Board Made from Coconut Husk Left from Coconut Coir Bed Industry

อานนท์ อรรถภูมิ, เจริญชัย บุรยาศร์, ชนะ เขียงกมลสิงห์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

Email: chana_yia@utcc.ac.th

ทรงกลด จารุสมบัติ

ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Email: fforsoj@ku.ac.th

นักสวรงค์ โอสกลศิลป์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Email: Napassavong.O@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมประเทศหนึ่ง จึงมีเศษวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตรเป็นจำนวนมาก การกำจัดเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งแนวทางแก้ไขโดยทั่วไปคือ การนำไปทำปุ๋ยซึ่งมีมูลค่าต่ำ หรือนำไปเผาทิ้งซึ่งเป็นการทำลายชั้นบรรยากาศ และในบางครั้งต้องเสียค่าขนส่งในการนำไปกำจัดทิ้ง จากปัญหาดังกล่าวทำให้อุตสาหกรรมที่ทำที่นอนใยมะพร้าวและคณะผู้วิจัยเกิดความคิดในการนำเศษขุยมะพร้าวเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการทำที่นอนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำมาผลิตเป็นปาร์ติเกิลบอร์ด การทำปาร์ติเกิลบอร์ดจากขุยมะพร้าวเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาผลิตเป็นปาร์ติเกิลบอร์ดเพื่อทดแทนไม้จริงที่มีราคาแพงและหายากขึ้น ปาร์ติเกิลบอร์ดสามารถนำไปทำเฟอร์นิเจอร์ งานก่อสร้างและยังเป็นการเพิ่มมูลค่าเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่างๆ งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ของโครงการในการทำเป็นเชิงธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมในประเทศไทย โดยทำการศึกษาด้านความเป็นไปได้ทางด้านการตลาด ความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรม ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน และทำการศึกษาด้านปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพทางกล คุณสมบัติความเป็นฉนวนกันความร้อนและเสียงของปาร์ติเกิลบอร์ด คุณสมบัติทางกลเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 876-2532 และคุณสมบัติทางด้านความเป็นฉนวนกันความร้อนและเสียง ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM และ IEC ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า โครงการมีความเป็นไปได้ทั้งทางด้านการตลาด ทางวิศวกรรมและการเงิน โดยมีมูลค่าผลตอบแทนสุทธิเทียบเท่าที่ปัจจุบัน (NPV) 10,644,122 บาท ที่อัตราผลตอบแทนที่พึงพอใจต่ำสุดร้อยละ (MARR) 5.5 และโครงการมีอัตราผลตอบแทนร้อยละ (IRR) 104

คำหลัก ปาร์ติเกิลบอร์ด, อุตสาหกรรมที่นอนใยมะพร้าว

Abstract

Thailand is an agricultural country. Hence, there are a lot of agricultural wastes left from agricultural industry. Agricultural waste elimination is a crucial problem, which can be solved in many ways. One simple method is transforming the wastes into fertilizer but it produces very low value added. Another old-fashioned method is burning the wastes. However, this method is not only destroying the wastes, but also the global atmosphere. In addition, another drawback for these methods is that it costs to transporting disposals elsewhere. Experiencing the mentioned above problems, coconut coir bed industry and researchers have an idea to increase value of the coconut husk left from its industry by making particle boards. In the make of particle boards, coconut husks can be used to substitute woods, which are more expensive and rare in comparison. Particle board, then, can be used to make furniture and other materials in construction business. This will greatly increase the value of agricultural wastes.

The objective of this research is to study the feasibility of particle board making for Small and Medium Entrepreneur (SME) in Thailand. This study includes the feasibilities in different areas, such as marketing, engineering, and financial. Moreover, this research studies mechanical properties, which follow TISI. 876-2532 Standards, and sound/heat insulator properties which follow ASTM and IEC Standards. The results of the study show that this project is feasible for marketing, engineering and finance. Net Present Value (NPV) is 10,644,122, Minimum Attractive Rate of Return (MARR) is 5.5 percent, and Internal Rate of Return (IRR) is 104 percent.

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมกระดาษเป็นจำนวนมาก จากการศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมทำที่นอนใยมะพร้าว พบว่าประสบปัญหาในการกำจัดเศษขุยมะพร้าวเหลือทิ้งที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ปัจจุบันการกำจัดเศษวัสดุที่เหลือทิ้งนี้ทำโดยวิธีเผาทั้งทำปุ๋ยหมัก ว่าจ้างผู้รับเหมานำไปเผาทำลาย ซึ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น จากปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ ทำให้ผู้วิจัยคิดเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยการทำเป็นปาร์ติเกิลบอร์ด นอกเหนือจากจะได้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีคุณภาพดีแล้วยังสามารถนำไปทำฝากระเบื้องแทนไม้อัดที่มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อนและเสียงที่ดีได้อีกด้วย ดังนั้นหากจะพิจารณาถึงการเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติการทำปาร์ติเกิลบอร์ดก็เป็นทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่ง จากงานวิจัยและบทความที่ผ่านมา ได้มีการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ไม้อัด และแผ่นฉนวนกันความร้อน ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ชนะและคณะ (2545) ได้นำใยและขุยมะพร้าวที่เหลือจากอุตสาหกรรมกระดาษที่นอนใยมะพร้าวมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอย่างหนึ่ง แต่จากการศึกษาพบว่าการนำขุยมะพร้าวมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งนั้น ค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้มีค่าต่ำกว่าค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากแกลบ และเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขุยมะพร้าวยังมีระยะเวลาในการเผาไหม้ที่เร็วมาก ทำให้ไม่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ จากรายงานสถิติการใช้ไม้ของกรมป่าไม้ (2544) พบว่าประเทศไทยมีการนำเข้าไม้อัดเพิ่มเป็นจำนวนมากเนื่องมาจากความต้องการใช้ในประเทศเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในประเทศไทยเองก็มีการศึกษาการทำแผ่นประกอบจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วเช่นกัน โดย สุธี และ อนิวัตร (2517) ศึกษาและวิจัยผลิตแผ่นใยอัดแข็งจากเศษผงปอแก้ว โดยใช้วิธีการอัดแห้ง (Hardboard by dry process) ซึ่งผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ และเป็นแนวทางนำไปสู่การผลิตภาคอุตสาหกรรมได้ ณรงค์ (2522) ได้ทำการทดลองผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากต้นมันสำปะหลัง ที่เป็นแผ่นไม้อัดชั้นเดียว (Single layer board) ทำการอัดในแนวราบ (Flatpressing) โดยใช้เครื่องอัดไฮดรอลิก และใช้ภาชนะกดต่างกัน และผสมตัวยาป้องกันเนื้อไม้เพื่อให้สามารถนำไปใช้ภายนอกและป้องกันแมลงต่างๆ เมื่อทำการทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐาน พบว่าแผ่นขึ้นที่ได้มีคุณสมบัติตามมาตรฐานเป็นอย่างดี ประยูร (2544) ได้ทำการศึกษาการนำขาน้อยที่เหลือจากอุตสาหกรรมกระดาษมาทำเป็นแผ่นใยและยังได้ศึกษาถึงคุณสมบัติความเป็นฉนวนกันความร้อน อีกทั้งยังได้ศึกษาถึงการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการในการนำไปผลิตเพื่อเป็นอุตสาหกรรมจริง ทรงกลดและวชรธรรม (2544) ได้ทำการศึกษาไม้ไผ่แห้งมาทำเป็นแผ่นประกอบ ซึ่งพบว่าแผ่นประกอบจากไม้ไผ่แห้ง สามารถนำมาผลิตเป็น

แผ่นประกอบได้ โดยผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.876-2532 งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงการผลิตปาร์ติเกิลบอร์ด (Particle board) ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานและยังสามารถใช้เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียง โดยใช้เศษขุยมะพร้าวจากอุตสาหกรรมกระดาษที่นอนใยมะพร้าวเพื่อเป็นแนวทางในการนำวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้อื่น ๆ มาทำเป็นปาร์ติเกิลบอร์ดและศึกษาถึงความเป็นไปได้ของโครงการในการทำเป็นเชิงธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

2. การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ หมายถึงการศึกษาเพื่อต้องการทราบว่าผลประโยชน์ที่จะได้รับตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนหรือไม่ อย่างน้อยที่สุดจะต้องได้รับผลตอบแทนในอัตราไม่ต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ถ้าหากนำเงินนั้นไปให้กู้ หรือถ้าไม่ให้นำไปฝากธนาคารก็ย่อมได้รับดอกเบี้ยเช่นเดียวกัน จันทนาและศิริจันทร์ (2545) สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการทำปาร์ติเกิลบอร์ดสำหรับธุรกิจขนาดกลางและย่อม โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ การศึกษาด้านการตลาด การศึกษาด้านวิศวกรรม การศึกษาด้านการเงิน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การศึกษาด้านการตลาด

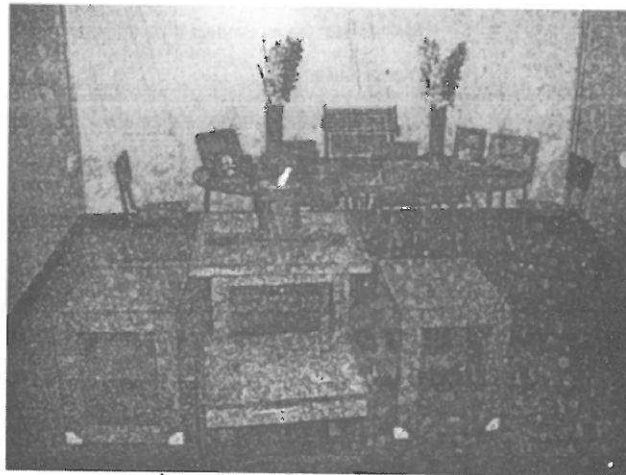
ในปัจจุบันนี้ปาร์ติเกิลบอร์ดมีบทบาทอย่างมากในการทดแทนไม้แปรรูป เนื่องจากสามารถนำไปใช้ทำเฟอร์นิเจอร์และใช้ในงานก่อสร้าง และยังสามารถทำเป็นฉนวนกันความร้อนและเสียงซึ่งสามารถช่วยลดความร้อนและความดังของเสียงจากภายนอกให้ผู้พักอาศัยในอาคารได้ คุณลักษณะของปาร์ติเกิลบอร์ดนอกจากจะต้องผ่านตามมาตรฐาน มอก. หรือมาตรฐานอื่นๆเช่น JIS ฯลฯ แล้วยังต้องมีความสามารถในการทนไฟ ทนแมลง และความชื้น ปาร์ติเกิลบอร์ดทำมาจากวัสดุหลายชนิด เช่น ขาน้อย เศษไม้ ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากขุยมะพร้าวในงานวิจัยนี้มีส่วนประกอบหลักคือ ขุยมะพร้าวที่เหลือจากอุตสาหกรรมกระดาษที่นอนใยมะพร้าว และกาว ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้มีคุณสมบัติเทียบเท่าและใกล้เคียงกับปาร์ติเกิลบอร์ดในท้องตลาด โดยสามารถนำไปใช้เป็นฝา ไม้แบบ ในงานก่อสร้างได้สามารถนำไป ตัด โสและตอกตะปู ได้เป็นอย่างดี

ในการเริ่มต้นการทำโครงการจึงควรมีการวิเคราะห์ SWOT ดังตารางที่ 1 แสดงถึงผลของการวิเคราะห์ SWOT ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มที่เป็นไปได้ทางด้านการตลาดของปาร์ติเกิลบอร์ด การนำปาร์ติเกิลบอร์ดไปใช้งานสามารถนำไปประกอบเป็นเฟอร์นิเจอร์ ดังรูปที่ 1 แสดงถึงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่นำปาร์ติเกิลบอร์ดมาทำเป็นเฟอร์นิเจอร์และของใช้

ตารางที่ 1: การวิเคราะห์ SWOT สำหรับปาร์ติเกิลบอร์ด

ผลิตภัณฑ์ (Product)	จุดแข็ง (Strength)	- สามารถนำไปทดแทนไม้ ทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่องประดับ - เป็นการนำวัตถุดิบและแรงงานภายในประเทศมาผสมผสานกัน - สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสำหรับโรงงานผลิตที่นอนใยมะพร้าวและอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง - เป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งโดยปกติแล้ววัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมักจะถูกนำไปเป็นปุ๋ย หรือเผาทำลาย - สามารถนำไปทำเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียงได้ ถ้าทำการปรับปรุงความหนาแน่นของแผ่นใยมะพร้าวให้เหมาะสม - เป็นแนวทางในการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่นมาทำเป็นปาร์ติเกิลบอร์ด - เป็นผลิตภัณฑ์ Green Product สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม
	จุดอ่อน (Weakness)	- ผลิตภัณฑ์มีการดูดซึ่มความชื้นสูง ความต้านทานต่อแมลงตัวและติดไฟ แต่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติเหล่านี้ให้ดีขึ้นได้ - ขนาดของปาร์ติเกิลบอร์ดสามารถขึ้นรูปได้ขนาดใหญ่ที่สุดประมาณ 60 ซม.*90 ซม. - สีเป็นสีน้ำตาลตามสีของใยมะพร้าวแต่สามารถทาสีได้
	โอกาส (Opportunity)	- เกษตรกรหรืออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมสามารถนำไปผลิตได้ - สามารถสร้างอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น การทำเฟอร์นิเจอร์
	ภาวะคุกคาม (Threat)	- สินค้าประเภทนี้เทคโนโลยีไม่สลับซับซ้อน และง่ายต่อการผลิต ทำให้อาจมีคู่แข่งเข้ามา
ราคา (Price)	จุดแข็ง (Strength)	- ต้นทุนวัตถุดิบใยมะพร้าวและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีราคาถูก
	จุดอ่อน (Weakness)	- ต้นทุนของกาวมีราคาสูงเนื่องจากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีราคาแพง - การปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆเช่น การป้องกันความชื้น แมลง ไฟไหม้ จำเป็นต้องเพิ่มสารเคมี ทำให้ต้นทุนยังมีราคาสูง
	โอกาส (Opportunity)	- หากมีความต้องการมากขึ้น มีการผลิตเป็นจำนวนมาก ราคาจะถูกลง ทำให้ปาร์ติเกิลบอร์ดมีราคาถูกลง มีโอกาสแข่งขันได้มากขึ้น
	ภาวะคุกคาม (Threat)	- ในขณะนี้ราคาของใยมะพร้าวมีราคาต่ำ แต่ถ้าผลิตภัณฑ์มีความต้องการมาก จะทำให้ราคาใยมะพร้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบทางตรงมีราคาสูงขึ้น
ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)	จุดแข็ง (Strength)	- สามารถนำไปจำหน่ายในอุตสาหกรรมการทำเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ก่อสร้างได้
	จุดอ่อน (Weakness)	- เกษตรกรหรืออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม มีกำลังการผลิตไม่สูง อำนาจการต่อรองน้อย
	โอกาส (Opportunity)	- ถ้าพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดีสม่ำเสมอสามารถผลิตเพื่อส่งออกได้
	ภาวะคุกคาม (Threat)	- มีผลิตภัณฑ์ ในท้องตลาดมากมายอยู่ก่อนแล้วเป็นจำนวนมาก การแข่งขันสูง
การส่งเสริมการขาย (Promotion)	จุดแข็ง (Strength)	- นำเสนอในลักษณะที่ให้ผู้บริโภคเห็นถึงรูปแบบของสินค้าที่มีคุณภาพและมาตรฐานที่ต้องการและราคาไม่แพง - พยายามส่งเสริมให้เห็นถึงทรัพย์สินทางปัญญาของชาวไทย ประโยชน์ใช้

		สอย และคุณภาพความทนของสินค้า
	จุดอ่อน (Weakness)	- ในเบื้องต้นอาจมีปัญหาทางด้านการส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผู้บริโภคยังไม่มีทราบถึงคุณสมบัติต่างๆของปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีอยู่เมื่อเทียบกับท้องตลาด - อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม มีอำนาจในการประชาสัมพันธ์น้อย
	โอกาส (Opportunity)	- ปัจจุบันมีการสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐบาลสำหรับเกษตรกรหรืออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม
	ภาวะคุกคาม (Threat)	- อำนาจการส่งเสริมการขายที่มากกว่าของผู้ค้ารายใหญ่ที่อยู่ในตลาด เช่น การลดราคา จุดเด่นด้านคุณสมบัติ



รูปที่ 1: ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปาร์ติเกิลบอร์ด

2.2 การศึกษาด้านวิศวกรรม

การศึกษาด้านวิศวกรรมในงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงลักษณะและวิธีการผลิตปาร์ติเกิลบอร์ด และการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของปาร์ติเกิลบอร์ด ลักษณะของโรงงาน ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ลักษณะและวิธีการผลิตปาร์ติเกิลบอร์ด

ปาร์ติเกิลบอร์ด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้หรือวัสดุ lignocellulose (Lignocellulose material) โดยทำให้ยึดติดกันด้วยตามทิศทางของแรงอัดตามแนวตั้งฉากกับระนาบแผ่น ปาร์ติเกิลบอร์ดอาจมีโครงสร้างหนึ่งชั้นขึ้นไป โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 500-800 กก./ม.³ ลักษณะของปาร์ติเกิลบอร์ดแบบชั้นเดียว ทำมาจากเศษไม้ที่มีลักษณะเหมือนกัน มีส่วนผสมของกาวและสารเติมแต่งอย่างเดียวกันตลอดความหนาของปาร์ติเกิลบอร์ด โดยทั่วไปการนำปาร์ติเกิลบอร์ดไปใช้งานมีหลายประเภท เช่น ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ใช้ภายในอาคาร ปาร์ติเกิลบอร์ดภายนอกอาคาร ปาร์ติเกิลบอร์ดสำหรับปูพื้น ปาร์ติเกิลบอร์ดสำหรับเก็บเสียง เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วกรรมวิธีการผลิตปาร์ติเกิลบอร์ดมีสองชนิด คือ วิธีการอัดแนวราบ (Flat plate pressed particle board) และวิธีการอัดแบบ

กระทุ้ง (Extrude particle board) แต่โดยทั่วไปแล้ว วิธีการอัดแนวราบจะมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่า เครื่องจักรที่ใช้มีความสลับซับซ้อนน้อยกว่าแต่ใช้เวลาในการผลิตมากกว่า สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้กรรมวิธีการผลิตแบบอัดแนวราบ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเตรียมเศษขุยมะพร้าว (Coconut dust preparation)

นำเศษขุยมะพร้าวที่ได้ไปร่อนด้วยตะแกรงร่อนเพื่อเอาเศษวัสดุแปลกปลอมออก และจะนำไปเก็บในถุงพลาสติกเพื่อป้องกันความชื้น

2. การอบและคัดขนาด (Drying and selection)

นำขุยมะพร้าวไปอบหรือตากแดดเพื่อลดความชื้นในขุยมะพร้าว โดยควบคุมความชื้นประมาณร้อยละ 3-6 ถ้าขุยมะพร้าวมีความชื้นมากจะทำให้แผ่นที่ได้โค้งงอ ไม่ได้รูป ความหนาไม่เท่ากันทั้งแผ่น

3. การผสมกาวกับขุยมะพร้าว (Resin blending)

นำขุยมะพร้าวไปชั่งน้ำหนัก เพื่อผสมกับกาวโดยใช้เครื่องผสมแบบวงแหวน (Ring mixture) ดังรูปที่ 2 โดยกาวที่ใช้เป็นชนิด MDI (Diphenylmethane di Isocyanate)

4. การทำแผ่นขึ้น (Mat formation)

นำขุยมะพร้าวที่ผสมกับกาวแล้วมาขึ้นรูปในกรอบแม่พิมพ์เพื่อให้ขุยมะพร้าวเรียงตัวและกำหนดความหนาแน่นของแผ่นขุยมะพร้าว

5. การอัดร้อน (Hot pressing)

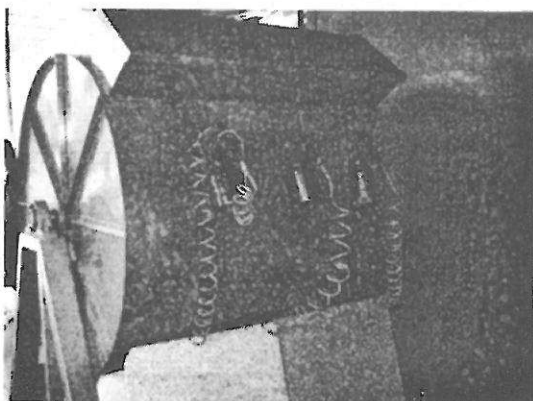
นำแผ่นขุยมะพร้าวเข้าเครื่องอัดร้อนแบบสามชั้น ดังรูปที่ 3 โดยใช้ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 4 นาที และควบคุมความหนา 10 มม.

6. การปรับสภาวะและตัดตามขนาดที่ต้องการ (Conditioning and cutting)

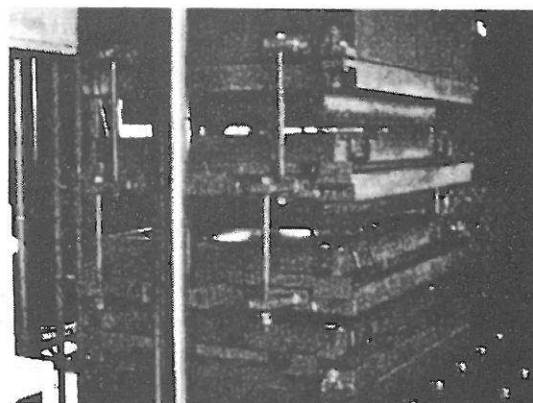
นำปาร์ติเกิลบอร์ดไปวางทับด้วยน้ำหนักขนาด 5 กก./ซม.² เพื่อให้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้เข้ารูปไม่บิดเบี้ยวด้วยอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้น นำปาร์ติเกิลบอร์ดไปตัดตามขนาดที่ต้องการคือ 60*90 ซม. โดยมีความหนา 10 มม. ซึ่งขุยมะพร้าวมีลักษณะดังรูปที่ 4 และปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้มีรูปร่างคล้ายลักษณะดังรูปที่ 5 ตามลำดับ

2.2.2 การออกแบบการทดลอง

การทำปาร์ติเกิลบอร์ดจากเศษขุยมะพร้าวมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่หลายตัว การกำหนดปัจจัยที่เหมาะสมจะทำให้ได้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีคุณสมบัติทางกล ความเป็นฉนวนกันความร้อนและฉนวนกันเสียงที่ดี ดังนั้นจึงทำการออกแบบการทดลอง (Experimental design) เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสม (Montgomery, 2001) ตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่ ความหนาแน่นของแผ่นขุยมะพร้าวและร้อยละส่วนผสมของกาวต่อน้ำหนักขุยมะพร้าว โดยคำนึงถึงคุณสมบัติทางด้านกายภาพและคุณสมบัติความเป็นฉนวนกันความร้อนและฉนวนกันเสียง คุณสมบัติทางด้านกายภาพได้แก่ ความหนาแน่นของปาร์ติเกิลบอร์ด (Density of particle board) ปริมาณความชื้น (Moisture content) คุณสมบัติการดูดซับน้ำ (Water absorption) การขยายตัวตามความหนา (Swelling) คุณสมบัติการต้านแรงดัดงอ (Inertia bending) ค่ามอดูลัสแตกกร้าว (Modulus of rupture) และมอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) และการทดสอบการขยายตัวตามความยาว (Changesian length) ซึ่งคุณสมบัติทางกลเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 876-2532 ส่วนคุณสมบัติความเป็นฉนวนกันความร้อนจะวัดในรูปของการนำความร้อน ซึ่งความเป็นฉนวนกันความร้อนจะแปรผกผันกับการนำความร้อน โดยการวัดเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM ส่วนคุณสมบัติความเป็นฉนวนกันเสียงเป็นไปตามมาตรฐาน IEC ค่าความหนาแน่นของขุยมะพร้าวในการทดลองจะเปลี่ยนแปลงไป 3 ค่าได้แก่ 0.4, 0.6, 0.8 กก./ซม.³ และส่วนผสมของกาวจะเปลี่ยนแปลงไป 3 ค่าได้แก่ร้อยละ 6, 8, 10 ของน้ำหนักขุยมะพร้าว คุณสมบัติที่ทำการศึกษาในการทดลองมี 9 ปัจจัย ดังกล่าวข้างต้น ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อให้สามารถตรวจสอบความเชื่อถือได้ของผลการทดลอง ดังนั้นจึงมีจำนวนการทดลองทั้งหมด $3 \times 3 \times 3 = 243$ การทดลอง



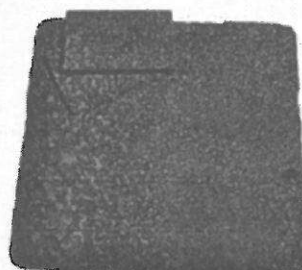
รูปที่ 2: เครื่องผสมกาวแบบวงแหวน



รูปที่ 3: เครื่องอัดร้อนแบบสามชั้น



รูปที่ 4: ขุยมะพร้าวเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม



รูปที่ 5: ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้จากกระบวนการผลิต

2.2.3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแผ่นขุยมะพร้าวและร้อยละส่วนผสมของกาบต่อน้ำหนักขุยมะพร้าว ที่มีผลต่อคุณสมบัติของปาร์ติเกิลบอร์ด โดยมีรูปแบบตามสมการถดถอยดังต่อไปนี้

$$Z = \alpha + \beta_1 x + \beta_2 y + \varepsilon \quad (1)$$

โดยที่

Z คือ ค่าตัวแปรตามที่ถูกพยากรณ์หรือคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่ใช้ทดสอบปาร์ติเกิลบอร์ด

α คือ ค่าคงที่ของสมการถดถอย

β_1, β_2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยของตัวแปรอิสระ

x, y คือ ตัวแปรอิสระ หรือ ความหนาแน่นของแผ่นขุยมะพร้าว และร้อยละส่วนผสมของกาบต่อน้ำหนักขุยมะพร้าว ตามลำดับ

ε คือ ค่าความผิดพลาด

ข้อมูลจากการทดลองสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 โดยตารางที่ 2 แสดงถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติต่างๆอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยวิธีการ ANOVA ตารางที่ 3 แสดงถึงค่ามาตรฐาน มอก.โดยพิจารณาตามคุณสมบัติต่างๆเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากขุยมะพร้าว ซึ่งมีคุณสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876 - 2532 และตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามคุณสมบัติต่างๆ และความหนาแน่นของขุยมะพร้าวและปริมาณกาบ โดยหลักแรกแสดงถึงตัวแปรตามหรือคุณสมบัติที่ทำการศึกษา หลักที่สองและหลักที่สามแสดงสมการและฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ หลักที่สี่แสดงแนวโน้มของค่าตอบสนองที่ต้องการ ส่วนหลักที่ห้าและหกแสดงถึงแนวโน้มของความหนาแน่นของขุยมะพร้าวและส่วนผสมของกาบต่อน้ำหนักที่ทำให้ได้ค่าตอบสนองในทิศทางที่ต้องการ

ตารางที่ 2: สรุปปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตามคุณสมบัติต่างๆ (ANOVA)

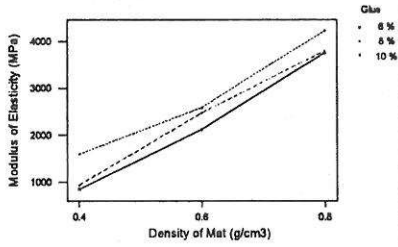
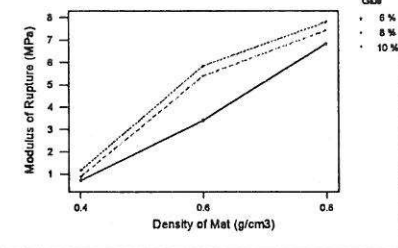
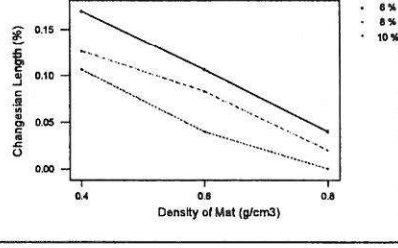
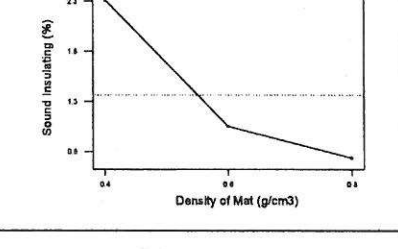
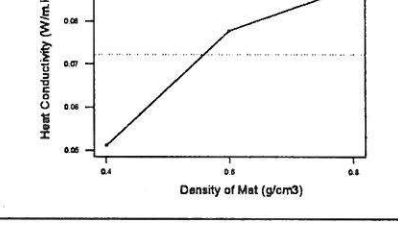
ตัวแปร	ความหนาแน่นหลังอัดขึ้นรูป	ความชื้น	การดูดซึมน้ำ	การขยายตัวความหนา	ค่าแรงดึงตึงฉาก	มอดูลัสยืดหยุ่น	มอดูลัสแตกร้าว	การขยายตัวตามความยาว	การเป็นฉนวนกันเสียง	การนำความร้อน
x	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
y		*	*	*	*	*	*	*		

ตารางที่ 3: แสดงคุณลักษณะของปาร์ติเกิลบอร์ดจากขุยมะพร้าวเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม 876 - 2532

ลำดับที่	คุณลักษณะ	คุณลักษณะ			
		ความหนา (มม.)			
		3-5	6-19	19 - 50	ปาร์ติเกิลบอร์ดจากขุยมะพร้าว (10 มม.)
1	การดูดซึมน้ำ ร้อยละ ไม่เกิน 2 ชม. 24 ชม.	40 80	40 80	40 80	17 -
2	การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ร้อยละ ไม่เกิน	8	12	12	3.5
3	การต้านแรงอัด เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	18	13.8	12.5	-
4	มอดูลัสยืดหยุ่น เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	2,000	2,000	1,850	2,484
5	ความต้านทานแรงดึงตึงฉาก เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	0.8	0.34	0.25	2.6
6	ความยืดหยุ่นของผิวหน้า นิวตัน ไม่น้อยกว่า	-	1,100	1,100	-
7	ความยืดหยุ่นของตะปูเกลียว นิวตัน ไม่น้อยกว่า	-	360	250	-

ตารางที่ 4: สรุปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามต่างๆ และความหนาแน่นของยูนิฟอร์มโฟมและปริมาณกาว

ตัวแปรตาม	สมการถดถอย	ผังของปัจจัยต่างๆ	ค่าตอบสนองที่ต้องการ	ความหนาแน่นแผ่นยูนิ	ปริมาณกาว
ความหนาแน่นของปาร์ติเกิลบอร์ด (g/cm ³)	$-0.0059 + 0.967x$	Means for Density of Particle Board	มาก	มาก	-
ความชื้น (%)	$22.8 - 13.3x - 0.509y$	Means for Moisture Content	น้อย	มาก	มาก
การดูดซับน้ำ (%)	$46.8 - 38.5x - 0.83y$	Means for Absorption	น้อย	มาก	มาก
การขยายตัวความหนา (%)	$14.6 - 10.9x - 0.569y$	Means for Swelling	น้อย	มาก	มาก
ค่าแรงดัดงอ (MPa)	$-5.61 + 10.6x + 0.232y$	Means for Inertia Bending	มาก	มาก	มาก

ตัวแปรตาม	สมการถดถอย	ฟังก์ชันปัจจัยต่างๆ	ค่าตอบสนองที่ต้องการ	ความหนาแน่นแผ่นขุย	ปริมาณการ
มอดูลัสยืดหยุ่น (MPa)	$-2850 + 7010x + 141y$	Means for Modulus of Elasticity 	มาก	มาก	มาก
มอดูลัสแตกหัก (MPa)	$-7.85 + 16.1x + 0.32y$	Means for Modulus of Rupture 	มาก	มาก	มาก
การขยายตัวตามความยาว (%)	$0.362 - 0.286x - 0.0142y$	Means for Changesian Length 	น้อย	มาก	มาก
การเป็นฉนวนกันเสียง (%)	$3.73 - 3.94x$	Means for Sound Insulating 	มาก	น้อย	-
การนำความร้อน (W/m.k)	$0.0172 + 0.0917x$	Means for Heat Conductivity 	น้อย	น้อย	-

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณกาวยาไม่มีผลกับคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันเสียงและกันความร้อนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความหนาแน่นของขุยมะพร้าวมีผลต่อทั้งคุณสมบัติทางกลและคุณสมบัติการเป็นฉนวนของปาร์ติเกิลบอร์ดอย่างมีนัยสำคัญ ถ้าความหนาแน่นของขุยมะพร้าวมากจะทำให้ปาร์ติเกิลบอร์ดมีคุณสมบัติทางกลที่ดี เช่น มีความหนาแน่นสูง มีความชื้นของปาร์ติเกิลบอร์ดต่ำ ร้อยละการดูดซึมน้ำและการขยายตัวของปาร์ติเกิลบอร์ดต่ำ นอกจากนี้ถ้าความหนาแน่นของขุยมะพร้าวสูง ยังส่งผลให้คุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงสูง ซึ่งสามารถแสดงอยู่ในรูปของค่ามอดูลัสแตกร้าวและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นที่สูง และค่าแรงดึงตึงฉากที่สูง ส่วนคุณสมบัติทางด้านการเป็นฉนวนกันเสียงและการนำความร้อนที่ดี ควรจะใช้ความหนาแน่นของขุยมะพร้าวต่ำเนื่องจาก ปริมาณขุยมะพร้าวที่ต่ำจะทำให้ปาร์ติเกิลบอร์ดมีความพรุนสูงสามารถดูดซับเสียงได้ดีและมีการนำความร้อนต่ำ ในทางตรงข้ามปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีความหนาแน่นต่ำจะสูญเสียคุณสมบัติความแข็งแรงทางกลไป เพราะจะเปราะเนื่องจากการที่มีเส้นใยในการยึดติดกันน้อย ฉะนั้นในการกำหนดค่าความหนาแน่นในการขึ้นรูปแผ่นจะต้องพิจารณาระดับคุณสมบัติตามความต้องการ จากการทดลองพบว่า ปาร์ติเกิลบอร์ดที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียงควรมีค่าความหนาแน่นของแผ่นขุยมะพร้าวก่อนอัดความร้อนโดยประมาณ 0.4 ก./ซม.³ และปาร์ติเกิลบอร์ดที่เหมาะสมสำหรับใช้งานทั่วไปเป็นควรมีค่าความหนาแน่นของแผ่นขุยมะพร้าวก่อนอัดความร้อนโดยประมาณ 0.8 ก./ซม.³

2.2.4 ลักษณะของโรงงานผลิตปาร์ติเกิลบอร์ด

โรงงานในงานวิจัยนี้เป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 500 ตารางเมตร โดยเป็นโรงเรือนแบบปิด มีขนาดกว้าง 8 เมตร ความยาว 16 เมตร ภายในโรงเรือนมีโรงเก็บอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์ กว้าง 2.5 เมตร ยาว 4 เมตร เพื่อใช้ในการจัดเก็บอุปกรณ์และขุยมะพร้าว เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา

2.2.4.1 เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแบ่งเป็น 3 ประเภท

คือ 1. เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตหลัก 2. เครื่องมือและอุปกรณ์การผลิต 3. เครื่องมือ และอุปกรณ์อื่นๆ

1 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตหลักคือ

1. เครื่องอัดร้อน
2. เครื่องคัดร่อนขนาด
3. เครื่องผสมกาวยา
4. เครื่องบีบลม

2 เครื่องมือและอุปกรณ์การผลิต

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก
2. กระบอบกตักกาวยา

3. บล็อกพิมพ์แผ่นประกอบ

4. แผ่นเหล็กรองอัด

5. แผ่นเทปล่อน

6. ตะแกรงระบายอากาศ

7. ภาชนะบรรจุกาวยา

8. เลื่อยจิ๊กซอไฟฟ้า

9. ชุดนิรภัยประกอบด้วย เสื้อกันเปื้อน ถุงมือกันความร้อน รองเท้าบูท

10. ภาชนะ บรรจุ

3 เครื่องมือ และอุปกรณ์อื่นๆ

1. รถบรรทุก 4 ล้อเล็ก
2. พัดลมดูดอากาศ
3. ปิ๊มน้ำ
4. วาล์วเปิดปิดน้ำ
5. สายยาง

2.2.4.2 กำลังการผลิต

กำลังการผลิตสามารถผลิตได้ 360 แผ่น/วัน หรือสามารถผลิตได้เท่ากับ 95,040 แผ่น/ปี (264 วันทำงาน)

2.3 การศึกษาด้านการเงิน

การศึกษาด้านการเงิน เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการลงทุนว่าจะต้องใช้งบประมาณด้านใดบ้าง เป็นจำนวนเท่าไร โครงการนี้จะให้ผลตอบแทนการลงทุนสูงหรือต่ำอย่างไร นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ความไวของโครงการ เพื่อดูว่าอัตราผลตอบแทนการลงทุนจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หากมีการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบ ปริมาณการขาย ราคาขายในอนาคต ในกรณีที่สภาพการณ์ต่างๆ ในอนาคตเปลี่ยนแปลงไป

2.3.1 ค่าใช้จ่ายของโครงการ

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ได้แก่ ค่าเช่าที่ดิน ค่าปรับสภาพพื้นที่ ค่าก่อสร้างโรงเรือนแบบปิด ค่าชุดบ่อและระบบบำบัดน้ำเสีย ค่าก่อสร้างถังคอนกรีตเก็บน้ำ

- ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตหลัก ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิต ค่าใช้จ่ายในการลงทุนอุปกรณ์อื่นๆ

- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ได้แก่ ค่าขุยมะพร้าว ค่ากาวยาไฮโซไซยาเนต ค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้า ฯลฯ

- ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ได้แก่ ค่าซ่อมแซมเครื่องจักรต่างๆ

ตารางที่ 5: โครงการลงทุนทำแผนชุมชนพร้าวัด

รายการ/ปี	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายของโครงการ (บาท)											
1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	406,040										
2. ค่าเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์	1,142,902										
3. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน											
3.1 ค่าชุมชนพร้าว		1,710,720	1,710,720	1,710,720	1,710,720	1,710,720	1,710,720	1,710,720	1,710,720	1,710,720	1,710,720
3.2 ค่าทำอาหารโฮโฮโยนาค		5,702,400	5,702,400	5,702,400	5,702,400	5,702,400	5,702,400	5,702,400	5,702,400	5,702,400	5,702,400
3.3 ค่าแรงงาน		314,880	314,880	314,880	314,880	314,880	314,880	314,880	314,880	314,880	314,880
3.4 ค่าไฟฟ้า		91,450	91,450	91,450	91,450	91,450	91,450	91,450	91,450	91,450	91,450
3.5 ค่าน้ำมัน		15,540	15,540	15,540	15,540	15,540	15,540	15,540	15,540	15,540	15,540
3.6 ค่าภาษีรายได้		16,314	16,314	16,314	16,314	16,314	16,314	16,314	16,314	16,314	16,314
3.7 ค่าน้ำมันไฮดรอลิก		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
3.8 ค่าจากรับประกันความเสี่ยง		2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640
3.9 ค่าอุปกรณ์วิจัย		1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488
3.10 ค่าใบเลื่อยจักร		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
4. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา		31,220	31,220	31,220	31,220	31,220	31,220	31,220	31,220	31,220	31,220
รวมต้นทุนของโครงการ	1,548,942	7,889,052	7,891,049	7,892,649	7,891,129	7,895,649	7,892,984	7,896,629	7,891,049	7,895,649	7,892,329
ผลตอบแทนของโครงการ											
5. จากการขายแผนชุมชนพร้าวัด		9,504,000	9,504,000	9,504,000	9,504,000	9,504,000	9,504,000	9,504,000	9,504,000	9,504,000	9,504,000
6. มูลค่าคงเหลือของทรัพย์สิน					200				200		80,000
รวมผลตอบแทนของโครงการ	-1,548,942	1,614,948	1,612,951	1,611,351	1,613,071	1,608,351	1,611,016	1,607,371	1,613,151	1,608,351	1,691,671
รวมผลตอบแทนสุทธิ	-1,548,942	1,530,756	1,449,160	1,372,249	1,302,098	1,230,605	1,168,383	1,104,966	1,051,127	993,365	990,356

MARR = 5.5%, IRR = 104%, NPV = 10,644,122 บาท

2.3.2 รายได้จากการขายปาร์ติเกิลบอร์ด

รายได้จากการขายปาร์ติเกิลบอร์ดสามารถหาได้ดังสมการต่อไปนี้

$$R = S * P \quad (2)$$

R คือ รายได้จากการขายปาร์ติเกิลบอร์ดต่อปี (บาท)

S คือ จำนวนแผ่นที่ขายได้ต่อปี (แผ่น/ปี)

P คือ ราคาของปาร์ติเกิลบอร์ด (บาท/แผ่น)

จากการประมาณค่าจำนวนปาร์ติเกิลบอร์ดที่ขายได้เป็น 95,040 แผ่น/ปี และ ราคาของปาร์ติเกิลบอร์ดเป็น 100 บาท/แผ่น ดังนั้น รายได้จากการขายปาร์ติเกิลบอร์ดเป็นจำนวนเงิน 9,504,000 บาท โดยที่ราคาขายกำหนดให้ต่ำกว่าราคาท้องตลาดร้อยละ 15 และ ขายได้หมดตามกำลังการผลิต

2.3.3 มูลค่าคงเหลือของทรัพย์สิน

มูลค่าคงเหลือของทรัพย์สินและเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์จะถูกรวมเข้าไว้ เป็นส่วนหนึ่งของผลตอบแทนจากการลงทุน ซึ่งผลตอบแทนที่ได้จากมูลค่าคงเหลือจะเกิดขึ้นในปีสุดท้ายของอายุการใช้งานคือในปีที่ 10 ซึ่งคาดว่าจะมีมูลค่า 80,000 บาท

2.3.4 มูลค่าผลตอบแทนสุทธิของโครงการ

การวิเคราะห์ว่าผลตอบแทนของโครงการคุ้มค่าแก่การลงทุนหรือไม่นั้นมีหลายวิธี เช่น วิธีแรก พิจารณามูลค่าผลตอบแทนสุทธิเทียบเท่าที่ปีปัจจุบัน (Net Present Value: NPV) ค่า NPV คือผลรวมของผลตอบแทนสุทธิในแต่ละปีที่หักค่าใช้จ่ายในแต่ละปีแล้วนำมาคิดเปรียบเทียบกับให้เป็นปัจจุบัน โดยใช้ อัตราผลตอบแทนที่พึงพอใจต่ำสุด (Minimum Attractive Rate of Return: MARR) โครงการจะคุ้มค่าเมื่อ NPV มีค่ามากกว่าศูนย์ งานวิจัยนี้เลือก MARR เป็นร้อยละ 5.5 วิธีที่สอง พิจารณาอัตราผลตอบแทน (Internal Rate of Return: IRR) โดย IRR คือ อัตราดอกเบี้ยที่ทำให้ NPV เป็นศูนย์ โดยโครงการจะคุ้มค่าเมื่อ IRR มากกว่า MARR ผลตอบแทนสุทธิของโครงการ แสดงได้ดังสมการที่ (3)

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+i)^i} (S * P - F - (p_c + p_g)S) \quad (3)$$

NPV คือ มูลค่าผลตอบแทนสุทธิเทียบเท่าที่ปีปัจจุบัน (บาท)

F คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท)

i คือ อัตราดอกเบี้ย (บาท/ปี)

n คือ จำนวนปี (ปี)

S คือ ปริมาณการขาย (แผ่น)

P คือ ราคาขายต่อแผ่น (บาท/แผ่น)

p_c คือ ราคาขุยมะพร้าวต่อแผ่น (บาท/แผ่น)

p_g คือ ราคาขาวต่อแผ่น (บาท/แผ่น)

โดยโครงการนี้มีมูลค่าผลตอบแทนสุทธิเทียบเท่าที่ปีปัจจุบัน (NPV) เป็นเงิน 10,644,122 บาท ในช่วงระยะเวลา 10 ปี และมีอัตราผลตอบแทน (IRR) เป็นร้อยละ 104 สามารถสรุปผลได้ว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5

2.3.5 การวิเคราะห์ความไวของโครงการทำปาร์ติเกิลบอร์ด

การลงทุนของโครงการทำปาร์ติเกิลบอร์ดจากขุยมะพร้าว เมื่อพิจารณาเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องในระหว่างการค้าและการทำให้เผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ จึงควรทำการศึกษาหาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ต่อผลตอบแทนของโครงการ เช่น เมื่อมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือผลตอบแทนลดลง การวิเคราะห์ความไววิธีการเหล่านี้ช่วยให้ทราบว่าโครงการนี้มีความเสี่ยงมากน้อยเพียงใดเมื่อมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น การวิเคราะห์ความไวจะช่วยเป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการลงทุนของโครงการ

ปัจจัยที่มีผลต่อ NPV มีหลายปัจจัย แต่ปัจจัยที่มีมากต่อ NPV และมีโอกาสที่จะเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคตได้แก่ ราคาขาย/แผ่น ปริมาณการขาย/ปี ราคาขุยมะพร้าว/แผ่น และราคาขาว/แผ่น ดังมีรายละเอียดตามตารางที่ 6

ผลตอบแทนสุทธิของโครงการ เมื่อพิจารณาเทียบกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ แสดงได้ดังสมการที่ 4 อัตราการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขุยมะพร้าว อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขาว อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณขาย และอัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขาย เป็นอัตราที่เปรียบเทียบกับค่าปกติ เช่น ราคาขาวปกติเป็น 60 บาท/แผ่น เมื่อราคาขาวเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ราคาขาวจะเป็น 72 บาท/แผ่น หรือราคาเพิ่มขึ้น 1.2 เท่าของราคาปกติ ผลของการวิเคราะห์ความไวสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 6

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+i)^i} (C_s * S * C_p * P - F - (C_c * p_c) + (C_g * p_g)S * C_s) \quad (4)$$

NPV คือ มูลค่าสุทธิ (บาท)

i คือ อัตราดอกเบี้ย (บาท/ปี)

n คือ จำนวนปี (ปี)

C_c อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขุยมะพร้าว [0-2]

C_g อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขาว [0-2]

C_s อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณขาย [0-2]

C_p อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขาย [0-2]

S ปริมาณการขาย (แผ่น)

P ราคาขาย (บาท)

p_c ราคาขุมมะพร้าว (บาท)

p_g ราคาถั่ว (บาท)

ผลจากวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. กรณีราคาขายไม่คงที่

ผลตอบแทนของโครงการมีความไวอย่างมากต่อราคาขาย ดังสังเกตได้จากความชันของกราฟในรูปที่ 4 หากราคาขายลดลงต่ำกว่าร้อยละ 85 ของราคาปกติ โครงการนี้จะขาดทุน ในทางกลับกันหากสามารถเพิ่มราคาขายได้ ผลตอบแทนของโครงการจะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

2. กรณีราคาถั่วไอโซไซยานตไม่คงที่

การเปลี่ยนแปลงของราคาถั่วมีผลกระทบต่อ NPV มากกว่าการเปลี่ยนแปลงของราคาขุมมะพร้าว ราคาถั่วสามารถเพิ่มขึ้นได้เป็น 1.25 เท่าของราคาปกติโดยโครงการยังไม่ขาดทุน ในทางตรงข้ามถั่วราคาถูกลง จะทำให้ต้นทุนลดลงมากเนื่องจากถั่วเป็นต้นทุนที่มีราคาสูงและส่งผลให้ผลตอบแทนของโครงการมีค่าเพิ่มมากขึ้น

3. กรณีปริมาณการขายปาร์ติเกิลบอร์ดต่อปี ไม่คงที่

ปริมาณการขายมีไว้วางจากราคาขาย ถ้าปริมาณการขายลดลงต่ำกว่าร้อยละ 30 ของปริมาณการขายเดิมจะทำให้โครงการนี้ขาดทุน

4. กรณีราคาขุมมะพร้าวไม่คงที่

การเปลี่ยนแปลงของราคาขุมมะพร้าวมีผลกระทบต่อ NPV ไม่มากนัก หากขุมมะพร้าวมีราคาสูงขึ้นไม่เกิน 1.8 เท่าของราคาเดิม โครงการก็จะยังมีกำไรอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากขุมมะพร้าวมีราคาถูก

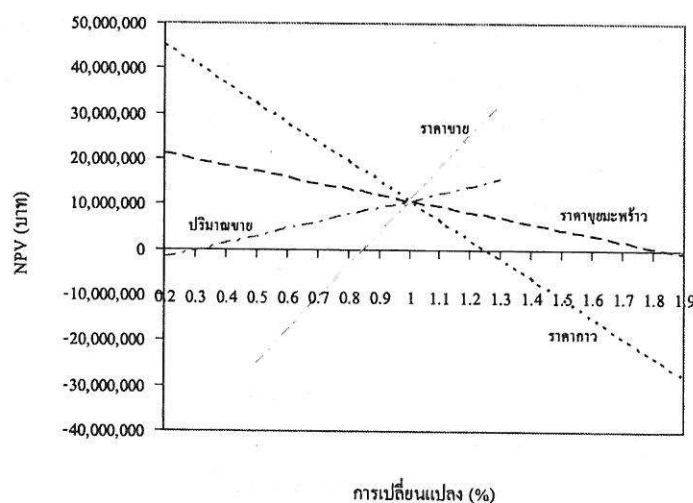
3. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาโครงการทำปาร์ติเกิลบอร์ดประกอบไปด้วยการศึกษา 3 ส่วน ได้แก่ การศึกษาทางด้านการตลาด การศึกษาด้านวิศวกรรม การศึกษาทางการเงิน

การศึกษาทางด้านการตลาด พบว่า ตลาดยังคงมีความต้องการในการทำปาร์ติเกิลบอร์ดสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมทำเฟอร์นิเจอร์ โครงการนี้มีความเป็นไปได้ทางด้านการตลาด

การศึกษาทางด้านวิศวกรรม พบว่า การทำปาร์ติเกิลบอร์ดจากขุมมะพร้าวมีลักษณะเช่นเดียวกับการทำปาร์ติเกิลบอร์ดทั่วไป ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้มีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และผลิตภัณฑ์ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม การปรับเปลี่ยนความหนาแน่นของขุมมะพร้าวและปริมาณถั่วจะทำให้คุณสมบัติปาร์ติเกิลบอร์ดเปลี่ยนแปลงไป

การศึกษาทางการเงิน พบว่า โครงการนี้มีมูลค่าผลตอบแทนสุทธิเทียบเท่าที่ปัจจุบัน (NPV) เป็นเงิน 10,644,122 บาท ในช่วงระยะเวลา 10 ปี และมีอัตราผลตอบแทน (IRR) เป็นร้อยละ 104 สามารถสรุปผลได้ว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน จากการวิเคราะห์ความไวของโครงการ เพื่อดูว่าอัตราผลตอบแทนการลงทุนเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร พบว่า หากปริมาณขายลดลงต่ำกว่าร้อยละ 30 ของปริมาณขายปกติ จะทำให้โครงการนี้ไม่น่าลงทุน หากราคาขายต่ำกว่าร้อยละ 85 จะทำให้โครงการนี้ไม่น่าลงทุน หากราคาถั่วแพงกว่าปกติ 1.25 เท่า จะทำให้โครงการนี้ไม่น่าลงทุน



รูปที่ 6: การเปลี่ยนแปลงความไวกับค่า NPV

ตารางที่ 6: ข้อมูลสำหรับปาร์ติเกิลบอร์ด

ปริมาณการเปลี่ยนแปลง	ราคาปกติ
ราคาขาย	100 บาท/แผ่น
ปริมาณการขายปาร์ติเกิลบอร์ด/ปี	360 แผ่น/วัน
ราคากาวไอโซไซยานต	60 บาท/แผ่น
ราคาขุยมะพร้าว	18 บาท/แผ่น

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ขอขอบคุณบริษัท บางกอกแมทเทรล จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานผลิตที่นอนโยมะพร้าวสายทิพย์ ที่ได้เอื้อเฟื้อขุยมะพร้าวสำหรับงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณกระทรวงวิทยาศาสตร์ที่ได้เอื้อเฟื้อเครื่องมือในการทดสอบคุณสมบัติทางด้านเสียงและความร้อน

5. เอกสารอ้างอิง

อานนท์ อรรถณัฐย์, เจริญชัย ชูชาติ, ชนะ เขียวกลมสิงห์, ทรงกลด จารุสมบัติ, นภัสพงศ์ โอศติศิลป์ (2546), "การพัฒนาการทำแผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียงจากเศษขุยมะพร้าวจากอุตสาหกรรมที่นอนโยมะพร้าว", การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2546 ตุลาคม, พิษณุโลก

สุธี หาญสงคราม และ อนิรุทธ เฉลิมพงษ์ (2517), การผลิตแผ่นใยไม้อัดจากเศษปอแก้ว, เลขที่ ร.154, กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำนักงานสถิติ กรมป่าไม้ (2544), รายงานการใช้ไม้ในประเทศไทย, กรมป่าไม้

ประยูร สุรินทร์ (2544), การศึกษากระบวนการผลิตและคุณสมบัติของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากขาน้อย, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ทรงกลด จารุสมบัติ, วรธรรม อุ๋นจิตติชัย (2544), "ศักยภาพของวัตถุดิบทดแทนไม้สำหรับแผ่นไม้ประกอบ (กรณีศึกษาใบไม้แห้ง)" การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 ระหว่างวันที่ 5-7 กุมภาพันธ์ 2544. กรุงเทพฯ.

ณรงค์ เพ็งปรีชา (2522), การผลิตแผ่นไม้อัดจากต้นมันสำปะหลัง, เลขที่ ร.185, กองวิจัยการผลิต กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ชนะ เขียวกลมสิงห์, ศุภฤกษ์ ธรรมบันดาลสุข, บรรยง ลักษณะไพญญ์ เวท (2545), "การศึกษาการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมกระดาษ", การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2545 พฤศจิกายน, กาญจนบุรี, หน้า 87-94.

จันทนา จันทโรและ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2545), "การศึกษาความเป็นไปได้ โครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม" จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mongomery, D.C.(2001), Design and Analysis of Experiment, John Wiley & Son INC