



การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของตกแต่ง
เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขา
สารภี อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว

นายกรณ์พงศ์ ทองศรี
นายสันติ กมลนรากิจ
นางสาวศรีสุดา ภู่แย้ม
นายธานี สุคนระชาติ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายได้

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๖

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



The study and development of actions designed to reduce the rate
Of Production of odor House of wood charcoal Community groups
Were Sarapee Aranyaprathet Province sakaew

Mr. Kornpong Thongsri
Mr. Santi Kamonnarakit
Miss Srisuda Phuyaem
Mr. Thanee Sukontachart

This Report is Funded by Faculty of Architecture and Design
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Fiscal Year 2013

- ชื่อเรื่อง : การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว
- ผู้วิจัย : นายกรณ์พงศ์ ทองศรี ,นายสันติ กมลนราภิจ , นางสาวศรีสุดา ภูแย้ม ,นายธานี สุคนธะชาติ
- พ.ศ. : ๒๕๕๖

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว เป็นการศึกษาวัสดุที่ทำจากผงถ่านไม้ เพื่อการสร้างประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ และศึกษาหารูปแบบผลิตภัณฑ์และเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมกับบ้านพักอาศัยขนาดกลางซึ่งมีจำนวนมากในปัจจุบัน รวมถึงการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์และเฟอร์นิเจอร์จากผงถ่านไม้ เพื่อหามาตรฐานในโครงสร้างของผลิตภัณฑ์และเฟอร์นิเจอร์ที่ออกแบบ

จากการศึกษารูปแบบของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ได้ข้อสรุปในเรื่องการผลิต และการออกแบบ จากรูปแบบที่ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจว่าเป็นความเหมาะสม ผู้วิจัยได้นำรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านมาปรับแก้ แล้วให้ผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลางทำแบบสอบถามเกี่ยวกับรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจำนวน 30 คน ซึ่งได้ผลดังนี้ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.6 มากที่สุด ด้านความสะดวกสบายค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.6 มากที่สุด ด้านความปลอดภัยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.75 มากที่สุด ด้านการออกแบบค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.7 มากที่สุดโดยรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด จากนั้นทำการทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์ พบว่าการทดสอบชุดเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุจากผงถ่านไม้ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตกระทำต่อพื้นนั่ง และแรงสถิตกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตยันเท้าแขนด้านข้างและแรงสถิตยันกระทำต่อปีกพิงศีรษะ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อฐาน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อพื้นนั่งและแรงกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบการยกปลายข้างใดข้างหนึ่งขึ้นแล้วปล่อยลงอิสระ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ

Title : The study and development of actions designed to reduce the rate of Production of odor House of wood charcoal Community groups Were Sarapee Aranyaprathet Province sakaewPrachantakham Prachinburi

Researcher : Mr. Kornpong Thongsri ,Mr. Santi Kamonnarakit , Miss Srisuda Phuyaem ,Mr. Thanee Sukontachart

Year : 2013

Abstract

This research study and development of actions designed to reduce the rate of Production of odor House of wood charcoal Community groups Were Sarapee Aranyaprathet Province sakaewPrachantakham Prachinburi. Study materials are made of wood charcoal. And determine the appropriate form furnished house has many of the current medium. Products include standard tests to determine the standard of wood charcoal. in the structure of furniture design.

The research study and development of actions designed to reduce the rate of Production of odor House of wood charcoal. vetiver from interviews with experts in the design. Conclusions regarding the manufacture and design of a study to determine specialists as appropriate. Researchers have taken a home furnishing is correct. Then residents of the residential-sized survey about home furnishing, 30, who works as follows. Front of the house. The average was 4.6, most of the comforts average was 4.6, most security average is 4.75, most of the design value is 4.7 the overall satisfaction is at its greatest. The test standard furniture. The testing of materials, furniture wood charcoal. Static force acting on the basis of a test ride. The static force exerted on the backrest. In the test criteria. The static pressure test on the arm to the side and the force acting on the wing surface at the head. In the test criteria. The static pressure test on the press arm. In the test criteria. Criteria to test the force exerted on the seat and the backrest against the switch. In the test criteria. Force acting on the basis of the test. In passing the test. The impact tests and shock at the surface of the bracket. In the test criteria. Criteria for testing for the one side, then drop free In the test criteria.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งให้ความสำคัญเกี่ยวกับรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากผงถ่านไม้

ขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณบริษัท โคโค บอร์ด จำกัด ในการขึ้นต้นแบบวัสดุหญ้าแฝกและการทดสอบเฟอร์นิเจอร์ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมทุกคน ที่สละเวลาในการสัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน และขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน ที่ช่วยกันทำงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังงานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากผงถ่านไม้ จะเป็นประโยชน์ในด้านการศึกษา และเชิงพาณิชย์ อนึ่งถ้างานวิจัยนี้มีข้อบกพร่องประการใดผู้วิจัยต้องขออภัยใน ณ ที่นี้ แต่หวังว่าจะสร้างประโยชน์แก่ผู้อ่านและผู้ศึกษาด้านวัสดุและเฟอร์นิเจอร์

นายกรณ์พงศ์ ทองศรี



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
สารบัญแผนภาพ.....	ฌ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล.....	2
1.5 กรอบแนวคิด.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลวัสดุ.....	4
2.2 ศึกษาข้อมูลประเภทวัสดุทดแทนไม้.....	7
2.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอน.....	14
2.4 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการทำวัสดุทดแทนไม้.....	26
2.5 ศึกษาข้อมูลประเภทและชนิดของกาวติดไม้.....	27
2.6 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดการยศาสตร์ในการออกแบบ.....	45
2.7 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับจิตวิทยาสีที่ใช้ในการออกแบบ.....	70
2.7 ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	75
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	79
3.1 แหล่งข้อมูลและผู้ให้ข้อมูล.....	79
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	79

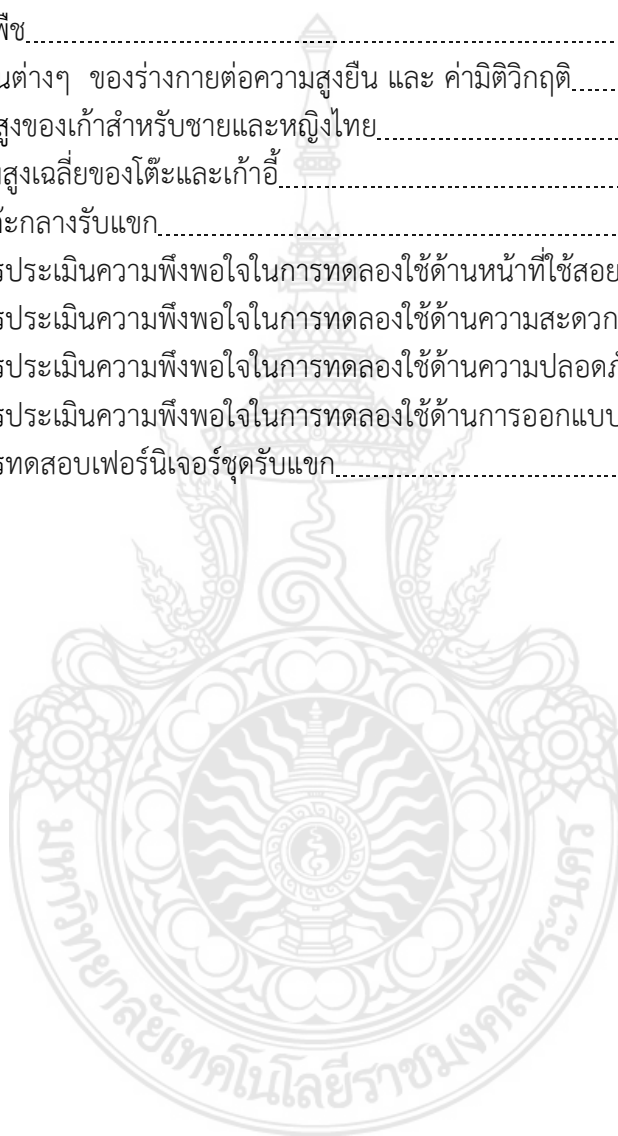
สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 ขั้นตอนการพัฒนา.....	82
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	83
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
บทที่4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
4.1 แบบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ รูปแบบ วัสดุ และรูปทรงเพื่อใช้ในการออกแบบ.....	85
4.2 แบบวิเคราะห์การออกแบบของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน.....	86
4.3 การประเมินจากผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลาง.....	87
4.4 การทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน.....	90
บทที่5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	91
5.1 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวิเคราะห์.....	91
5.2 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินการออกแบบ.....	92
5.3 สรุปผลแบบประเมินความพึงพอใจ.....	92
5.4 จากการทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์.....	93
5.5 ข้อเสนอแนะ.....	93
บรรณานุกรม.....	94
ภาคผนวก ก.....	95
ภาคผนวก ข.....	105
ภาคผนวก ค.....	114
ภาคผนวก ง.....	130
ภาคผนวก จ.....	134

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	ประเภทพีซีไร่นา	11
ตารางที่ 2.2	ประเภทพีซีไม้ผล	12
ตารางที่ 2.3	ประเภทพีซีอื่นๆ	12
ตารางที่ 2.4	ประเภทวีซีพีซี	12
ตารางที่ 2.5	แสดงมิติส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และ ค่ามิติวิกฤติ	46
ตารางที่ 2.6	ขนาดความสูงของเก้าอี้สำหรับชายและหญิงไทย	59
ตารางที่ 2.7	ขนาดความสูงเฉลี่ยของโต๊ะและเก้าอี้	59
ตารางที่ 2.8	ขนาดของโต๊ะกลางรับแขก	68
ตารางที่ 4.1	แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านหน้าที่ใช้สอย	86
ตารางที่ 4.2	แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน	87
ตารางที่ 4.3	แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความปลอดภัย	87
ตารางที่ 4.4	แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านการออกแบบ	88
ตารางที่ 4.5	แสดงผลการทดสอบเฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขก	89



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ผงถ่านไม้.....	5
ภาพที่ 2.2 ผงถ่านไม้.....	5
ภาพที่ 2.3 แผ่นไม้ทดแทน.....	6
ภาพที่ 2.4 วัสดุจากการทำวัสดุทดแทน.....	8
ภาพที่ 2.5 ไม้ประกบกับโครงสร้าง.....	13
ภาพที่ 2.6 แผ่นไม้ประสาน.....	14
ภาพที่ 2.7 แผ่นไม้อัด.....	15
ภาพที่ 2.8 แผ่นไม้อัดใส่ไม้ระแนง.....	15
ภาพที่ 2.9 แผ่นไม้อัดใส่ไม้ระแนง.....	16
ภาพที่ 2.10 แผ่นไม้บางประกบ.....	17
ภาพที่ 2.11 แผ่นขึ้นไม้อัด.....	18
ภาพที่ 2.12 แผ่นเกล็ดไม้อัด.....	18
ภาพที่ 2.13 แผ่นแถบไม้อัดเรียงขึ้น.....	19
ภาพที่ 2.14 แผ่นไม้อัดใส่ปาร์ติเกิล.....	20
ภาพที่ 2.15 แผ่นใยไม้อัดแข็ง.....	20
ภาพที่ 2.16 แผ่นใยไม้อัดความหนาปานกลาง.....	21
ภาพที่ 2.17 แผ่นผอยไม้อัดซีเมนต์.....	22
ภาพที่ 2.18 แผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์และแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์.....	23
ภาพที่ 2.19 แผ่นประกอบพลาสติกเสริมวัสดุเซลลูโลสธรรมชาติ.....	24
ภาพที่ 2.20 เครื่องสับชิ้นไม้และวัสดุทางการเกษตร.....	25
ภาพที่ 2.21 เครื่องอบไม้แบบอยู่กับที่.....	26
ภาพที่ 2.22 เครื่องอบไม้แบบหมุน.....	26
ภาพที่ 2.23 เครื่องคัดแยกด้วยการร่อน.....	27
ภาพที่ 2.24 เครื่องคัดแยกส่วนด้านอากาศ.....	27
ภาพที่ 2.25 เครื่องผสมแบบใช้เวลาผสมนาน.....	28
ภาพที่ 2.26 เครื่องผสมแบบใช้เวลาผสมสั้น.....	29
ภาพที่ 2.27 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นวัสดุ.....	31
ภาพที่ 2.28 ขั้นตอนการผสมกาว.....	32
ภาพที่ 2.29 ขั้นตอนการเตรียมแผ่น.....	33
ภาพที่ 2.30 ขั้นตอนการอัดร้อน.....	34
ภาพที่ 2.31 ขั้นตอนการนำวัสดุที่อัดเสร็จมาฟุ้งตาก.....	35
ภาพที่ 2.32 แสดงการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์.....	44
ภาพที่ 2.33 แสดงสัดส่วนทางกายของมนุษย์.....	45
ภาพที่ 2.34 การหมุนควงของข้อต่อนิ้วชี้.....	49
ภาพที่ 2.35 การกางมือออกและการหุบเข้า.....	50

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2.36	การเคลื่อนไหวส่วนศีรษะและคอ.....	50
ภาพที่ 2.37	การเคลื่อนไหวส่วนลำตัว.....	51
ภาพที่ 2.38	การเคลื่อนไหวส่วนหัวไหล่.....	51
ภาพที่ 2.39	การเคลื่อนไหวส่วนของแขนและข้อศอก.....	52
ภาพที่ 2.40	การเคลื่อนไหวส่วนของข้อมือ.....	52
ภาพที่ 2.41	แบบเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ด้านบน.....	53
ภาพที่ 2.42	แบบเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ในระดับด้านข้าง.....	54
ภาพที่ 2.43	ระดับการนั่งและแสดงจุดรับน้ำหนักของกล้ามเนื้อสะโพก.....	55
ภาพที่ 2.44	การถ่ายน้ำหนักลงพื้นที่นั่ง.....	56
ภาพที่ 2.45	แสดงถึงแรงโน้มถ่วงที่ร่างกายมนุษย์ปล่อยลงบนที่นั่ง.....	56
ภาพที่ 2.46	แสดงลักษณะทำนั่งต่างๆ.....	57
ภาพที่ 2.47	แสดงลักษณะทำนั่งต่างๆ.....	58
ภาพที่ 2.48	ระยะต่างๆ ในการสัมผัสใช้งานโดยตรงของมนุษย์.....	60
ภาพที่ 2.49	แสดงลักษณะของโต๊ะทำงาน.....	61
ภาพที่ 2.50	แสดงลักษณะของโต๊ะวางเครื่องพิมพ์ดีด.....	62
ภาพที่ 2.51	แสดงลักษณะของโต๊ะวางเครื่องคอมพิวเตอร์.....	62
ภาพที่ 2.52	แสดงลักษณะของเก้าอี้ไม่มีเท้าแขน มีลูกล้อเลื่อนและหมุนที่นั่งได้.....	64
ภาพที่ 2.53	แสดงลักษณะของเก้าอี้มีเท้าแขน มีลูกล้อเลื่อนและหมุนที่นั่งได้.....	64
ภาพที่ 2.54	แสดงลักษณะของเก้าอี้ชนิดหมุนได้.....	65
ภาพที่ 2.55	แสดงลักษณะของเก้าอี้ทำงานชนิด 4 ขา.....	65
ภาพที่ 2.56	แสดงลักษณะของโซฟา.....	66
ภาพที่ 2.57	แสดงลักษณะของอาร์มแชร์ (Arm Chair) เก้าอี้้นวมเดี่ยว.....	67
ภาพที่ 2.58	แสดงลักษณะของโต๊ะกลาง.....	67

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวความคิดในการวิจัย	3
แผนภาพที่ 3.1 ภาพแสดงกระบวนการศึกษาในงานวิจัย.....	80



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในประเทศไทย ได้มีการผลิตถ่านไม้ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงมาเป็นเวลานานมากแล้ว ซึ่งวิธีการผลิตถ่านไม้ที่ใช้กันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันที่หลายคนคงเคยพบเห็น ก็คือ การที่ชาวบ้านตัดต้นไม้ทั้งที่อยู่ในที่ของตนเองและในป่าไม้ธรรมชาติมาเผา โดยการนำท่อนไม้มาวางเรียงแล้วจุดไฟ จากนั้นจึงใช้ดินหรือแกลบกลบ ปล่อยให้ลุกไหม้แล้วนำถ่านออกมาดับด้วยน้ำ และมักจะย้ายที่ผลิตไปเรื่อย ๆ ตามแต่ที่ไหนจะมีไม้ให้เผา เมื่อไม้หมดก็จะย้ายไปผลิตที่อื่นต่อ การผลิตถ่านไม้จึงถูกมองว่าเป็นการตัดไม้ทำลายป่าและสร้างมลพิษ เมื่อการผลิตถ่านไม้ถูกมองว่าเป็นการตัดไม้ทำลายป่า อีกทั้งกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับป่าไม้ก็ไม่เอื้ออำนวยให้เกิดแรงจูงใจในการพัฒนาวิธีการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้นการศึกษาทำความเข้าใจ การวิจัยพัฒนาคุณภาพและผลผลิตของถ่านไม้ รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ จึงมีน้อยมาก

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ก่อตั้งเมื่อปี 2550 จากโครงการกองทุน SML เป็นกลุ่มหมู่บ้านที่พัฒนาผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปถ่านไม้ จากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เพื่อผลิตเป็นสินค้าประเภทต่างๆ เช่น ถ่านและน้ำส้มควันไม้ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่ชุมชนผลิตออกมายังไม่ได้รับความนิยมมากนักเนื่องจากสามารถพบเห็นได้ตามท้องตลาดโดยทั่วไป ถ้าหากชุมชนสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถ่านไม้ประกอบการภายนอกก็พร้อมจะเข้ามารับสินค้าของกลุ่มไปขายในพื้นที่อื่นๆ ปัญหาสำคัญของกลุ่มในปัจจุบัน คือ สามารถผลิตสินค้าทั่วไปได้ในจำนวนที่มาก แต่ผลิตสินค้าที่มีความแตกต่างจากผู้ประกอบการรายอื่นๆ ได้เป็นจำนวนน้อย ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในการเผาถ่านมีจำนวนน้อย สมาชิกใหม่ไม่สามารถผลิตสินค้าตรงกับความต้องการของตลาดทั่วไปได้ เพราะต้องใช้เวลานานในการศึกษาถึงความต้องการของตลาด การพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าอีกทั้งต้องใช้เวลานานในการฝึกฝีมือ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่ผลิตออกมาจึงมาจากช่างที่มีความเชี่ยวชาญเพียงไม่กี่คน แรงงานส่วนใหญ่ที่มีอยู่ปัจจุบันจึงไม่สามารถผลิตสินค้าที่แตกต่างจากท้องตลาดทั่วไปได้ นำมาซึ่งการขาดรายได้ ไม่สามารถเลี้ยงตัวเองได้อย่างเพียงพอกับสถานการณ์ปัจจุบัน

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยมีความสนใจในเรื่อง หัตถอุตสาหกรรมซึ่งเป็นวิธีคิดที่ใช้ทักษะ ความชำนาญ กระบวนการผลิต เทคโนโลยีที่เรียบง่าย ตลอดจนการบริหารจัดการในรูปแบบอุตสาหกรรมเพื่อคุณค่าในเชิงพาณิชย์ ขยายตัวเป็นธุรกิจ สร้างรายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “กระบวนการผลิต” ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากถ่านไม้ 1 ชิ้น จำเป็นต้องใช้ทักษะ ความชำนาญ กรรมวิธีในหลายขั้นตอน ไม่ใช่การศึกษาและพัฒนารูปแบบหรือรูปทรงเพียงอย่างเดียว ทักษะเหล่านี้ แรงงานที่ไม่มีความชำนาญในการผลิตจะไม่สามารถทำเองได้ หากเปลี่ยนกระบวนการในการผลิตสินค้าจากผลิตภัณฑ์สำหรับตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากถ่านไม้ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นๆที่ยังคงไว้ซึ่ง

กระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผง่านไม้ ที่สำคัญคือ สามารถสร้างงาน สร้างรายได้ มีการบวนการผลิตอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ใช้แรงงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ สามารถแข่งขันกับเวลา สร้างความหลากหลายให้กับตัวผลิตภัณฑ์ได้ น่าจะเป็นการพัฒนาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันซึ่งเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. ออกแบบของตกแต่งบ้านจากการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผง่านไม้
2. เพื่อพัฒนาแรงงานในกระบวนการผลิตให้ใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
3. เพื่อเพิ่มแนวทางการออกแบบให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพอย่างยั่งยืน

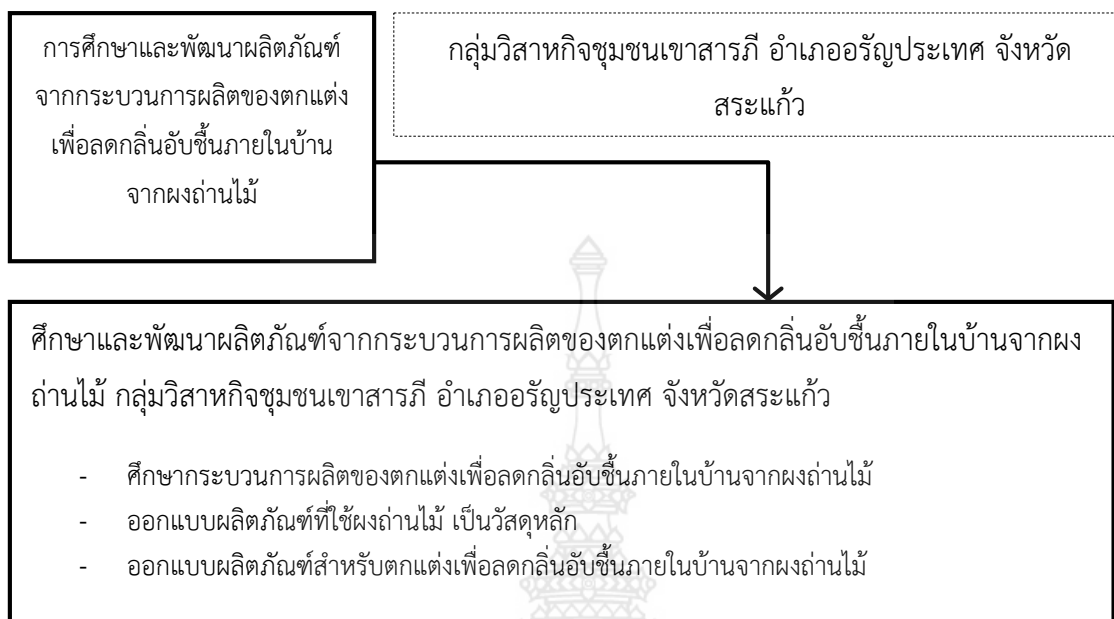
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาถึงกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผง่านไม้
2. ออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้ผง่านไม้เป็นวัสดุหลัก
3. ออกแบบผลิตภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้านจากกระบวนการผลิตของตกแต่งบ้านจากผง่านไม้ เช่น กระเบื้องปูผนังห้องครัวและกระเบื้องปูห้องน้ำ กรอบรูป โต๊ะ เก้าอี้ ชั้นวางของ เป็นต้น

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผง่านไม้ เพื่อทดสอบแนวความคิด
2. ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนต่างๆ อาทิ ปัญหา ข้อดี ข้อเสีย ของกระบวนการผลิตและวิธีการแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาแนวทางใหม่ของกระบวนการผลิต
3. ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
4. สรุปรูปข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์และทำการทดลอง
5. ทดสอบออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านด้วยหุ่นจำลอง
6. สรุปรูปผลการทดลองทั้งหมดและนำมาสร้างต้นแบบ
7. สรุปรูปผลการวิจัย
8. จัดทำรายงานและเผยแพร่งานวิจัย

1.5 กรอบแนวความคิด



แผนภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวความคิดในการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ทางด้านวิชาการ : สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้
2. ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ : สามารถเพิ่มแนวทางการผลิตจากไม้เหลือทิ้งจากผงถ่านไม้ เป็นเฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้าน โดยใช้เทคโนโลยีเดิมที่ชาวบ้านมีความชำนาญอยู่แล้ว
3. ประโยชน์ทางด้านสังคม : เกิดการจ้างงานและสร้างรายได้ให้กับสมาชิกในชุมชน สามารถลดอัตราการว่างงานและการอพยพเข้ามาทำงานในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
4. ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม : ใช้วัสดุธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้วผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้
2. ศึกษาข้อมูลประเภทวัสดุทดแทนไม้
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการทำวชพีซเถาวัลย์และต้นไม้ยราบยักษ์
4. ศึกษาข้อมูลประเภทและชนิดของกาวติดไม้
5. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดการยศาสตร์ในการออกแบบ
6. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับจิตวิทยาที่ใช้ในการออกแบบ
7. ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้

การใช้ประโยชน์จากถ่านไม้

ผลผลิตถ่านไม้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าที่หลายท่านเข้าใจกันเพียงแต่นำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนเท่านั้น ในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น ซึ่งมีเทคโนโลยีการผลิตถ่านไม้อย่างล้ำหน้าจะสามารถผลิตถ่านขาวหรือ White Charcoal เพื่อใช้ถ่านขาวในเชิงเพื่อสุขภาพโดยเฉพาะ เช่น ใช้ถ่านขาวใส่ลงในกาต้มน้ำร้อนเพื่อทำน้ำแร่ เพราะถ่านชนิดนี้จะละลายแร่ธาตุต่าง ๆ ออกมาเพิ่มคุณภาพและรสชาติของน้ำร้อน ใช้ชงกาแฟหรือจะใช้ผสมเหล้าวิสกี้ก็จะได้รสชาติที่นุ่มละมุน นี่เป็นตัวอย่างการใช้ถ่านแบบพิเศษในต่างประเทศ ในบ้านเรา ผลผลิตถ่านส่วนใหญ่จะเป็นถ่านดำที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิต่ำซึ่งไม่เหมาะจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ปิ้ง –ย่างอาหาร แต่ถ่านดำได้เปรียบกว่าถ่านบริสุทธิ์ตรงที่ผลิตได้จำนวนมากกว่า ซึ่งเหมาะแก่การนำไปใช้ทำเชื้อเพลิงอื่น ๆ ที่ไม่เป็นการประกอบอาหารโดยตรง เช่น ใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงถ่านหินชนิดต่าง ๆ ซึ่งมักจะมีค่ามลพิษที่สูงมาก แต่อย่างไรก็ดี ถ่านดำที่ผลิตด้วยอุณหภูมิสูงที่เราเรียกว่าถ่านบริสุทธิ์นั้น หากมีปริมาณผลผลิตที่มากพอและคงที่ ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์หลากหลายทั้งในครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรมได้ ตามรายงาน ของชมรมสวนป่า ผลิตภัณฑ์และพลังงานจากไม้ ดังนี้

1. **การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม** ถ่านบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตสารเคมีต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbondisulphide), โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium Cyanide) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) หรือถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นต้น

ถ่านกัมมันต์ ที่ได้จากถ่านไม้ที่มีค่าคาร์บอนเสถียรสูง (High Fixed Carbon) ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอีกหลากหลาย อาทิใช้ในระบบกรองและบำบัดอุตสาหกรรมน้ำดื่ม ระบบผลิตน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์จากคาร์บอนในอุตสาหกรรมโลหะ หรือใช้ขี้เถ้าเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ ให้แข็งตัวช้า และมีความแข็งแรงขึ้น ฯลฯ

2. **การใช้ประโยชน์ในครัวเรือน** คุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นและความชื้นของถ่าน เป็นที่รับรู้กันดีแล้วสำหรับผู้อ่าน แต่ในต่างประเทศ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องประดับจากถ่านเพื่อใช้ประโยชน์ใน

บ้านเรือนได้รับความนิยมนามาก คนญี่ปุ่น เป็นตัวอย่างของผู้ที่มองเห็นคุณประโยชน์ของถ่านอย่างชัดเจน

การใช้ถ่านเพื่อทำหน้าที่ลดกลิ่นในห้องปรับอากาศ มีประสิทธิภาพที่ดีมาก ในห้องแอร์ ที่ทำงานหรือในรถ โดยเฉพาะที่มีผู้สูบบุหรี่ หรืออาจจะมีเชื้อจุลินทรีย์ ควรนำถ่านไม้ไปวางดักไว้ที่ช่องดูดอากาศกลับของเครื่องดูดอากาศ รุพุนและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในถ่านไม้จะดูดซับกลิ่นและเชื้อโรคต่าง ๆ เอาไว้ ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อย่างดี หรือจะใช้ถ่านเพื่อการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน ก่อนปล่อยสู่ท่อระบายสาธารณะก็ยิ่งเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

3. การใช้ประโยชน์ในการเกษตร

ในภาคการผลิตเชิงเกษตร การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์นับว่ามีคุณค่าที่น่าสนใจไม่น้อย เนื่องจากถ่านมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษภัยต่อพืชและสัตว์จึงสามารถใช้ทดแทนสารเคมีราคาแพงได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพไม่แพ้กันทีเดียว

- 1) ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ถ่านไม้จะมีรูพรุนมากมาย เมื่อใส่ถ่านปนลงในดินจะช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำได้ดีขึ้นส่งผลให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็วช่วยลดการใช้ปุ๋ยเพราะสมบัติต่าง ๆ ของจุลธาตุที่มีอยู่หลายชนิดในถ่าน จะเป็นประโยชน์ให้แก่พืชที่ปลูก
- 2) ถ่านไม้ที่นำมาใช้ปรับปรุงดินควรเป็นเศษถ่าน ขนาดไม่เกิน 5 มม. โดยอาจจะเป็นถ่านแกลบหรือถ่านขานอ้อย แต่ควรระวังขี้เถ้าซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างสูงเพราะพืชก็ไม่ชอบดินที่มีค่าเป็นด่างสูงควรรักษาค่าเป็นกรดต่างของดินไว้ที่ pH 6.0 – 6.8
- 3) ช่วยรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้น ผักและผลไม้จะมีกลิ่นผลิตก๊าซเอทิลีน (Ethylene) เพื่อทำให้ตัวเองสุก เราสามารถรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้นโดยใส่ผงถ่านลงในกล่องบรรจุเพื่อดูดซับก๊าซดังกล่าวไว้ไม่ให้ออกฤทธิ์ผักผลไม้จะยังคงสดอยู่ได้นานถึง 17 วัน โดยไม่เสียหายหรือสุกงอม ปัจจุบันได้มีการนำผงถ่านกัมมันต์ผสมลงในกระดาษที่ใช้ทำกล่องบรรจุผลผลิตเพื่อการนี้แล้ว
- 4) ถ่านแกลบหรือถ่านขานอ้อย ใช้ทดแทนแกลบรองพื้นคอกสัตว์ซึ่งราคาถูกและหาง่ายพอ ๆ กัน เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนและก๊าซต่าง ๆ อันเป็นสาเหตุหนึ่งของอาการเครียดในสัตว์ส่งผลให้สุขภาพและผลผลิตจากปศุสัตว์มีคุณภาพดีขึ้น
- 5) ใช้ผสมอาหารสัตว์ นำผงถ่านผสมในอาหารสัตว์ด้วยอัตราส่วนเพียง 1 % ถ่านจะช่วยดูดซับก๊าซในกระเพาะและลำไส้ ช่วยลดอาการท้องอืดเนื่องจากปริมาณน้ำในอาหารสูงเกินได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์
- 6) ปรับปรุงคุณภาพแหล่งน้ำ นำถ่านไม้ใส่กระสอบ (ในปริมาณที่สอดคล้องกับปริมาณแหล่งน้ำ) ไว้ที่ก้นบ่อ และจัดให้มีการไหลเวียนน้ำบริเวณกระสอบถ่านนั้น เศษอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ที่อยู่ในรูพรุนของถ่าน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำในบ่อเลี้ยงปลาหรือกุ้งได้ เช่นกัน จากแหล่งเดียวกัน ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ประโยชน์จากถ่านไม้และน้ำส้มคว้นไม้กันอย่างเป็นล่ำเป็นสัน จนถือว่ถ่านเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ดีเยี่ยม มีปริมาณการใช้ในภาคเกษตรไม่น้อยกว่า ปีละ 50,000 ตัน



ภาพที่ 2.1 ผงถ่านไม้



ภาพที่ 2.2 ผงถ่านไม้

2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุทดแทนไม้ วัสดุทดแทนไม้

- **ความเป็นมาของวัสดุทดแทนไม้**

ในปัจจุบันประเทศไทยประสบกับปัญหาภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global Warming) กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน คือ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ การเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง ส่วนการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยทางอ้อม คือ การตัดไม้ทำลายป่า ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น เนื่องด้วยทรัพยากรป่าไม้ที่มีจำนวนลดลง การลดลงนี้ยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางชาติก่อให้เกิดปัญหาเป็นอย่างมาก เช่น การเกิดอุทกภัย ภัยแล้ง ฝนตกไม่ถูกต้องตามฤดูกาล โดยสาเหตุหลักมาจากความต้องการใช้ไม้ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากจำนวนประชากรและความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ความต้องการผลิตภัณฑ์ไม้ย่อมเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่เดียวกันไม้จากธรรมชาติมีอยู่อย่างจำกัดและลดลงอย่างรวดเร็ว จากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดกระแสการอนุรักษ์ป่าไม้เกิดขึ้นทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทย ส่งผลให้หลายๆ หน่วยงานพยายามคิดหาวิธีในการลดการตัดไม้ทำลายป่า โดยการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่าที่สุด และได้เป็นเกิดอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุทดแทนไม้ขึ้น ซึ่งในปัจจุบันจัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีแนวโน้มเติบโตมากขึ้นในวิถีการค้าเงินชีวิตของประชาชนชาวไทยโดยเฉพาะในด้านที่อยู่อาศัย

การใช้ วัสดุทดแทน ไม้ธรรมชาติ เป็นแนวทางหนึ่งเพื่อช่วยลดปัญหาจากสภาพปัญหาปัจจุบันที่ทรัพยากรป่าไม้มีจำนวนลดลง ในขณะที่ความต้องการใช้ไม้ยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการใช้วัสดุทดแทนไม้นอกจากจะช่วยลดการใช้ทรัพยากรไม้แล้ว ยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในด้านของการลดภาวะโลกร้อนได้ ประกอบกับการนำ เศษวัสดุ เหลือทิ้งจากการเกษตรมาทำให้กลับมีคุณค่าเป็น วัสดุ ทดแทนไม้ธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม



ภาพที่ 2.3 แผ่นไม้ทดแทน

โดยการนำเอาวัสดุประเภทไม้ยางพารา ชานอ้อย กะลา ไม้ยูคาลิปตัส ทำการผลิตแผ่นไม้ขนาดต่างๆ โดยอาศัยเทคโนโลยี อันทันสมัย ในรูปแบบไม้อัด แผ่นใยไม้อัดแข็ง แผ่นไม้ปาร์ติเกิล แผ่นไม้ MDF

• วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตวัสดุทดแทนไม้

วัสดุทดแทนไม้สามารถผลิตโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกันได้หลากหลายวิธีและผลิตออกมาได้หลากหลายรูปแบบเช่นกัน เช่น

1. การผลิตแผ่นกรีน -บอร์ด (green board) จากกล่องเครื่องดื่มยูเอชทีที่ใช้แล้ว ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติคล้ายไม้เนื้อแข็ง สามารถเลื่อย ตัด เจาะได้เหมือนไม้ทั่วไป ตัดโค้งหรือทำเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ และมีคุณสมบัติเด่นอีกประการก็คือ ปลูกและมอดจะไม่กักกิน ใช้เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียงได้ดี
2. การผลิตจาก พลาสติกชนิด พีวีซี เรียก "ไม้พีวีซี" หรือ "Rigid PVC Foam" หรือไม้เทียม ซึ่งมีความหนาใกล้เคียงกับไม้ที่นำมาใช้งานทั่วไปได้ โดยที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับไม้ แต่ "ไม้พีวีซี" มีข้อเด่นที่เหนือกว่าทั่วไปคือ มีอายุการใช้งานยาวนานเพราะไม่ดูดซึมน้ำ จึงไม่ผุผุกร่อนเหมือนไม้ หรือเป็นสนิมเหมือนเหล็ก ทนต่อกรด ต่าง สารเคมี ปลูก และแมลงทุกชนิด เป็นฉนวนกันความร้อน และกันเสียงได้ดี ที่สำคัญคือไม่เป็นเชื้อเพลิงติดไฟ
3. การนำหญ้าแฝกมาทำเป็นไม้เทียม มีคุณสมบัติในเรื่องของความสามารถในการยืดหยุ่น โค้งงอ ทนต่อสภาพแสงแดดได้ดีกว่าไม้ธรรมชาติและยังดูดซับน้ำได้น้อยกว่า มีการสูญเสียจากการที่ปลูกกักกินเพียง 1.2 % ซึ่งปกติไม้อื่น เช่น ไม้ยางพาราจะถูกปลูกกักกินถึง 20% นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นๆ อีกหลายวิธี นอกจากนี้ยังมีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นวัสดุทดแทนไม้ซึ่ง (วรรณ, 2550) ได้อธิบายไว้ว่า การผลิตวัสดุทดแทนไม้ที่นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ในการผลิต ด้วยการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรเข้ามาทำให้กลับมามีคุณค่าเป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติ เป็นการพัฒนาในรูปแบบเทคโนโลยีเพื่อชุมชน สนับสนุนให้ราษฎรในภูมิภาคเกิดการรวมกลุ่มประกอบอาชีพการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ในเชิงอุตสาหกรรมชนบท เป็นการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น และเชื่อมโยงวิชาการเทคโนโลยีทางไม้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์เศษวัสดุเหลือทิ้งให้สอดคล้องประสานกันเพื่อประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและขยายบทบาทของผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติให้สามารถเพื่อรายได้ในการส่งออกมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษวัสดุไม้และเศษพืชเกษตรเหลือทิ้งและยังเป็นผลดีต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ ซึ่งแหล่งที่มาของวัสดุทางการเกษตรชนิดที่เป็นเศษไม้ มี 5 แหล่งใหญ่ๆ ได้แก่ ผลิตผลป่าไม้ที่ไม่สามารถนำไปแปรรูปได้ เช่น
 - 1) ไม้ขนาดเล็กจากการตัดสายขยายระยะและกิ่งก้านที่หนาและใหญ่
 - 2) เศษไม้ขนาดใหญ่ที่เหลือจากอุตสาหกรรม เช่น ปีกไม้ ปลายไม้ ไล่ไม้ปอก
 - 3) เศษเหลือขนาดเล็กจากอุตสาหกรรม เช่น ขี้กบ ขี้เลื่อย
 - 4) เศษชิ้นไม้สับจากการตัดไม้ด้วยเครื่องตัดชิ้นไม้
 - 5) เศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และอุตสาหกรรมอบไม้ เช่น ไม้ตำหนิ ขอบไม้

นอกจากนี้ยังมีเศษพืชเกษตรเหลือทิ้งอื่นที่ไม่ใช่ไม้ แต่เป็นวัสดุลิกโนเซลลูโลส ได้แก่ เศษวัสดุพืชเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ต้นมันสำปะหลัง ต้นและก้านใบของปาล์มน้ำมัน ต้นข้าวฟ่าง ต้นปอ กระสาและปออื่นๆ ไม้ตายขุย ฟางข้าวและหญ้าชนิดต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุจากอุตสาหกรรมพืชเกษตร

เช่น ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง แกลบ ทะ ลายเปล่าของผลปาล์มน้ำมัน ชูยและใยกาบมะพร้าว ซึ่ง ข้าวโพด เป็นต้น ตลอดจนวัสดุรีไซเคิลอื่นๆ ได้แก่ กระดาษและพลาสติกใช้แล้ว ให้กลับมามีคุณค่า เป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติ ได้แก่ แผ่นวัสดุไม้อัดต่างๆ นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ประโยชน์จาก ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษวัสดุไม้และเศษพืชเกษตร เหลือทิ้งและยังเป็นผลดีต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ รวมทั้งลดมูลค่าการนำเข้าไม้จากต่างประเทศ ตามแนว ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีทางการใช้ประโยชน์เศษไม้และเศษเหลือทางการเกษตรเพื่อผลิต เป็นอุตสาหกรรม มีความเจริญก้าวหน้าอย่างสูง สามารถใช้เศษไม้ ปลายไม้ ไม้ขนาดเล็กหรือกิ่งใหญ่ และวัสดุเส้นใยจากพืชเกษตรมาย่อยละเอียดแล้วอัดเป็นแผ่นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ (Wood-based panels) โดยมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับไม้จริงทุกประการซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับมากกว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุประเภทอื่น เช่น เหล็ก หรือพลาสติก เป็นต้น



ภาพที่ 2.4 วัสดุจากการทำวัสดุทดแทน

อย่างไรก็ตาม ในการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยีของวัสดุทดแทนไม้ ของแต่ละบุคคล อาจมีข้อจำกัด และเงื่อนไขแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากปัจจัยทางสังคม ทางกายภาพ ทางสิ่งแวดล้อม และปัจจัยอื่นๆ ซึ่งจะสอดคล้องกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างปัจเจกบุคคล

● สาเหตุแห่งการพัฒนาวัสดุทดแทนไม้

สำหรับสาเหตุที่ทำให้หน่วยงานต่างๆ ต้องหันมาให้ความสนใจในการพัฒนาวัสดุทดแทนไม้ เนื่องจากมีเหตุผลสำคัญ 2 ประการ คือ

1. สภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ ที่จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศเพื่อรอ การฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ในขณะที่ความ ต้องการใช้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามการเติบโตของปริมาณประชากรและเศรษฐกิจ การ นำไม้จากพืชที่ปลูกทดแทนได้ เช่น ไม้ยางพารา และไม้ยูคาลิปตัส ตลอดจนวัสดุชีวภาพ

ที่เป็นเศษเหลือทางการเกษตรอื่น ที่มีศักยภาพของการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนไม้จากธรรมชาติจึงมีบทบาทมากขึ้น

2. เป็นการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรเข้ามาทำให้กลับมามีคุณค่าเป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติ โดยพัฒนาในรูปแบบเทคโนโลยีเพื่อชุมชน สนับสนุนให้ราษฎรในภูมิภาคเกิดการรวมกลุ่มประกอบอาชีพการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ในเชิงอุตสาหกรรมขนาดย่อม เป็นการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น และเชื่อมโยงวิชาการเทคโนโลยีทางไม้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์เศษวัสดุเหลือทิ้งให้สอดคล้องประสานกันเพื่อประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและขยายบทบาทของผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติให้สามารถเพื่อรายได้ในการส่งออกมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษวัสดุไม้และเศษพืชเกษตรเหลือทิ้งและยังเป็นผลดีต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ รวมทั้งลดมูลค่าการนำเข้าไม้จากต่างประเทศ

● คุณสมบัติของวัสดุทดแทนไม้

ในอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุทดแทนไม้ โดยทั่วไป เป็นการนำวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น เช่น เศษไม้ หรือผงขี้เลื่อยมาผสมกับพลาสติก หรือวัสดุต่างๆ แล้วนำไปขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูป จะทำให้ได้วัสดุทดแทนไม้ซึ่งมีสมบัติที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับไม้จริง ถึงแม้มีสมบัติทางด้านกำลังบางประการด้อยกว่าไม้จริง แต่มีสมบัติอื่นๆ ที่โดดเด่นกว่าไม้จริงอยู่หลายประการ คือ มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนรุนแรง เช่น น้ำทะเล และน้ำเสีย ทนต่อปลวก ไม่มีปัญหาเรื่องการขยายตัวเนื่องความชื้น ทนต่อการผุพังเนื่องจากความชื้นและเชื้อรา และมีรูปแบบการติดตั้งใกล้เคียงกับไม้จริง และนอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติที่โดดเด่น ดังที่ (จรรยาศักดิ์, 2551) ได้ระบุไว้ดังนี้

1. ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ และมีพื้นผิวเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว
2. กันน้ำได้ดี กันปลวกได้ 100% และไม่เป็นผุผอง
3. เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียงได้อย่างดี
4. ตัดโค้งและทำเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ตามความต้องการ
5. สามารถเลื่อย ตัด ตัด ตัด ทากาว เจาะ และยึดด้วยตะปูได้ เช่นเดียวกับแผ่นไม้ชนิดอื่นๆ

ด้วยประโยชน์และคุณสมบัติต่างๆ ดังกล่าว อาจจะช่วยส่งผลต่อการยอมรับนวัตกรรมวัสดุทดแทนไม้ได้ต่อไปในอนาคต ซึ่งผู้เขียนได้ทำการศึกษากระบวนการในการยอมรับวัสดุทดแทนไม้ ดังจะได้กล่าวต่อไป

● กระบวนการในการยอมรับวัสดุทดแทนไม้

สำหรับการตัดสินใจยอมรับการใช้วัสดุทดแทนไม้เป็นไปตามทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจรับนวัตกรรม (The Innovation Decision Process Theory) ของโรเจอร์ (Rogers, 1995 อ้างใน กฤษมันต์, 2550) ซึ่งมีขั้นตอนของการเกิด 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นของความรู้ (Knowledge) ในขั้นนี้ผู้ใช้พยายามที่จะศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุทดแทนไม้ ได้ส่วนใหญ่ (62.2%) จะเริ่มสนใจหาข้อมูลเมื่อมีความต้องการสร้างหรือ

ตกแต่งที่อยู่อาศัย ทำให้ทราบว่าในปัจจุบันมีการนำวัสดุทดแทนไม้มาใช้ รวมถึงคุณลักษณะต่างๆ ของวัสดุทดแทนไม้ ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการในขั้นต่อไปได้ สำหรับช่องทางที่ผู้ใช้ได้รับความรู้มากที่สุดคือ โทรทัศน์ (52.0%) รองลงมาคือ วิทยุ (44.9%) และน้อยที่สุดคือ การประชุมสัมมนา (30.6%)

2. ขั้นของการถูกชักนำ (Persuasion) ในขั้นนี้ผู้ใช้ส่วนใหญ่ (51.4%) จะได้รับการอธิบายให้เห็นถึงประโยชน์และได้รับการชักชวนให้ใช้วัสดุทดแทนไม้จากผู้ที่อยู่ใกล้ชิด เช่น เพื่อนบ้าน หรือช่างที่ก่อสร้าง โดยจะอธิบายถึงประโยชน์ในเรื่องของความทนทานสามารถป้องกันปลวกได้ ไม่เป็นวัสดุที่ติดไฟง่ายและที่สำคัญยังเป็นการช่วยในเรื่องของการลดภาวะโลกร้อนด้วย
3. ขั้นของการตัดสินใจ (Decision) หลังจากที่ได้รับข้อมูลจากสื่อต่างๆ และได้รับการชักชวนจากเพื่อนบ้าน ผู้ใช้ส่วนใหญ่ (43.2%) ตัดสินใจรับนวัตกรรมวัสดุทดแทนไม้ในทันที เพราะเกิดความมั่นใจและกล้าที่จะใช้มากขึ้น
4. ขั้นของการนำไปสู่การปฏิบัติ (Implementation) ในขั้นนี้เมื่อตัดสินใจยอมรับแล้วผู้ใช้ส่วนใหญ่ (45.9%) รู้สึกพอใจผลที่ได้รับจากการทดลองใช้วัสดุทดแทนไม้ และยินยอมที่จะเลือกใช้วัสดุทดแทนไม้ในรูปแบบอื่นๆ ที่สามารถนำมาตกแต่งหรือสร้างที่อยู่อาศัยได้
5. ขั้นของการยืนยันการยอมรับ (Confirmation) จากที่ได้ทดลองใช้และเห็นผลแล้ว ผู้ใช้ส่วนใหญ่ (51.3%) ยืนยันที่จะใช้วัสดุทดแทนไม้ต่อไปหากมีโอกาสในการสร้างหรือตกแต่งที่อยู่อาศัยของตนอีก

● นวัตกรรมวัสดุทดแทนไม้

นอกจากนี้เมื่อศึกษาถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้จากการรับนวัตกรรมวัสดุทดแทนไม้ พบว่าผู้ที่ยอมรับนวัตกรรมวัสดุทดแทนไม้ส่วนใหญ่มีความพอใจอยู่ในระดับมาก และมูลเหตุของความพึงพอใจก็เป็นไปตามทฤษฎีของการยอมรับด้วยคุณสมบัติ (The Theory of Perceived Attributes) Rogers (1995) ซึ่งได้กล่าวถึงกลุ่มผู้มีศักยภาพในการยอมรับนวัตกรรมตัดสินใจยอมรับ โดยใช้ฐานของการรับรู้รับทราบถึงคุณสมบัติของนวัตกรรม ซึ่งมีอยู่ 5 ประการ ได้แก่

1. นวัตกรรมนั้นสามารถทดลองใช้ได้ก่อนการยอมรับ (Trial Ability) ผู้ใช้ส่วนใหญ่ มีความพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมองว่าเป็นสิ่งที่สามารถนำมาทดลองได้ก่อนแล้วจึงค่อยตัดสินใจยอมรับ ซึ่งเมื่อพิจารณาตามสภาพความเป็นจริงแล้ว ลักษณะของการทดลองใช้จะอยู่ในรูปแบบของการตัดสินใจใช้วัสดุที่ไม่สำคัญต่อตัวบ้านหรือที่อยู่อาศัยมากนัก เช่น การเลือกไม้พื้นสำหรับการสร้างเป็นระเบียงภายนอก และการเลือกไม้ระแนงสำหรับตกแต่งสวน เป็นต้น
2. นวัตกรรมนั้นสามารถสังเกตเห็นผลที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน (Observability)) ผู้ใช้ส่วนใหญ่ มีความพอใจอยู่ในระดับมาก เพราะวัสดุทดแทนไม้ที่นำมาใช้สามารถนำมาใช้ได้ทันทีที่ต้องการ และสามารถเห็นได้ถึงความสะดวกสบายที่ปรากฏหลังจากที่สร้างหรือตกแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
3. นวัตกรรมนั้นมีข้อดีกว่า หรือเห็นประโยชน์ได้ชัดเจนกว่าสิ่งอื่นๆ ที่มีอยู่ในขณะนั้น หรือสิ่งที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน (Relative Advantage) ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพอใจอยู่ใน

ระดับมาก โดยมีความพอใจในคุณลักษณะของความแข็งแรงทนทาน ไม่ดูดซึมน้ำ สามารถป้องกันแมลงและปลวกได้ดีกว่าไม้จริง และนอกจากนี้หากมองโดยไม่สังเกตก็ดูเหมือนไม้จริง ๆ

4. ไม่มีความซับซ้อน ง่ายต่อการนำไปใช้ (Complexity) ผู้ใช้ส่วนใหญ่ มีความพอใจอยู่ในระดับมาก เนื่องจากวัสดุทดแทนไม้มีหลายรูปแบบให้เลือกตามความต้องการ และเมื่อนำมาใช้ก็สามารถตอก ยึด หรือประกอบได้ง่าย สร้างความรวดเร็วในการทำงาน
5. สอดคล้องกับการปฏิบัติและค่านิยมที่เป็นอยู่ขณะนั้น (Compatibility) ผู้ใช้ส่วนใหญ่ (มีความพอใจอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากชาวบ้านส่วนใหญ่ยังไม่คุ้นเคยกับวัสดุทดแทนไม้และยังมีความเชื่อและค่านิยมเกี่ยวกับไม่ว่าดีกว่าวัสดุอื่นๆ

● **พรรณพืชที่มีศักยภาพในการนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นไม้วัสดุทดแทนไม้**

พรรณพืชที่สามารถนำมาทำเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ได้นั้น มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน สามารถแยกเป็นประเภทได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ประเภทพืชไร่นา

กลุ่ม	ชนิดพืช	ผลผลิตต่อปี (1,000 ตัน)	ส่วนที่จะนำมาใช้ผลิต แผ่นวัสดุ	วัสดุเหลือใช้ (10 ⁶ ก.ก)
ธัญพืช	ข้าว	24,172	ลำต้นและใบ	16,365
	ข้าวโพด	4,286	ลำต้นและใบ	1,170
	ข้าวฟ่าง	142	ลำต้นและใบ	178
	ข้าวสาลี	-	ลำต้นและใบ	-
	ข้าวบาร์เลย์	-	ลำต้นและใบ	-
	ทางกระรอก	-	ลำต้นและใบ	-
พืชหัวที่ใช้ประโยชน์ จากรากและลำต้น	มันสำปะหลัง	19,064	ลำต้น	1,678
	มันฝรั่ง	90,944	ลำต้นที่เป็นแก้วซี่เลื่อย	-
	ถั่วลิสง	138	เปลือกของเมล็ด	45
	ทานตะวัน	-	ลำต้น	-
	งา	37	ลำต้น	-
	ละหุ่ง	7	ลำต้น	-
	คำฝอย	-	ลำต้น	-
	มะพร้าว	1,400	ลำต้น	1,115
พืชโปรตีน และพืชน้ำมัน	ปาล์ม	3,256	ทางมะพร้าว	11,271
	ลินสีด	-	ขุยมะพร้าว	-
กลุ่ม	ชนิดพืช	ผลผลิตต่อปี (1,000 ตัน)	ส่วนที่จะนำมาใช้ผลิต แผ่นวัสดุ	วัสดุเหลือใช้ (10 ⁶ ก.ก)
พืชน้ำตาล	อ้อย	53,494	ลำต้นและใบ	31,722
พืชเส้นใย	ฝ้าย	39	ลำต้น	116
	ปอศิวบา	-	ลำต้นที่ลอกเปลือกแล้ว	-
	ปอแก้ว	29	ลำต้นที่ลอกเปลือกแล้ว	-
	ปอกระเจาฝักกลม	-	ลำต้นที่ลอกเปลือกแล้ว	-

	ปานศรณารายณ์ ปอสา	- -	ใบ ลำต้นที่ลอกเปลือกแล้ว	- -
พืชอาหารสัตว์	หญ้าไข่มุก หญ้าขน	3,256 -	ลำต้นและใบ ใบ	- -
พืชอื่นๆ	สับปะรด ยาสูบ ยางพารา	3,762 171 2,236	ลำต้นและใบ ลำต้น ลำต้นและกิ่ง	- - -

ตารางที่ 2.2 ประเภทพืชไม้ผล

กลุ่ม	ชนิดพืช	ผลผลิตต่อปี (1,000 ตัน)	ส่วนที่จะนำมาใช้ ผลิตแผ่นวัสดุ	วัสดุเหลือใช้ (10 ⁶ ก.ก)
-	กล้วย	1,804	ลำต้น	-
	มะม่วง	1,462	ลำต้นและกิ่ง	-
	ลำไย	212	ลำต้นและกิ่ง	-
	มะขาม	189	ลำต้นและกิ่ง	-
	มะม่วงหิมพานต์	48	ลำต้นและกิ่ง	-
	ทุเรียน	876	ลำต้นและเปลือก ของผลทุเรียน	-

ตารางที่ 2.3 ประเภทพืชอื่นๆ

กลุ่ม	ชนิดพืช	ผลผลิตต่อปี (1,000 ตัน)	ส่วนที่จะนำมาใช้ ผลิตแผ่นวัสดุ	วัสดุเหลือใช้ (10 ⁶ ก.ก)
-	หญ้าแพก	-	ลำต้นและใบ	-
	ไผ่แพ็ก	-	ลำต้นและใบ	-

ตารางที่ 2.4 ประเภทพืชพืช

กลุ่ม	ชนิดพืช	ผลผลิตต่อปี (1,000 ตัน)	ส่วนที่จะนำมาใช้ ผลิตแผ่นวัสดุ	วัสดุเหลือใช้ (10 ⁶ ก.ก)
-	หญ้าสลาบลวง (กกช้าง, ฐปถาชี)	-	ลำต้นและใบ	-
	ไมยราบยักษ์	-	ลำต้น	-
	ผักตบชวา	-	ลำต้นและใบ	-
	บัวตอง (ทานตะวันหนู)	-	ลำต้นและราก	-

2.3 ศึกษาข้อมูลประเภทของวัสดุทดแทนไม้

- วัสดุทดแทนไม้หรือไม้ประกอบ

เป็นวัสดุที่ประกอบจากส่วนประกอบ 2 ชนิด ขึ้นไป โดยมีวัสดุไม้หรือลิกโนเซลลูโลสอื่น เป็นส่วนประกอบหนึ่งร่วมกับวัสดุอื่น เช่น โพลีเมอร์ หรือ สารอนินทรีย์ ทั้งนี้ส่วนประกอบ แต่ละชนิดจะต้องแสดงคุณสมบัติของแต่ละส่วนแยกกันอย่างเด่นชัดแต่เมื่อนำมาผสมกันจะมีสมบัติที่ส่งเสริมกันมีคุณสมบัติคล้ายคลึงและนำมาใช้ในงานทดแทนไม้จริง ไม้ธรรมชาติ

- ประเภทของวัสดุทดแทนไม้แบ่งตามลักษณะที่นำมาประกอบแผ่น

1. กลุ่มไม้แปรรูป

- ไม้ประกบกับโครงสร้าง เป็นการนำแผ่นไม้แปรรูปมาประกอบติดกันทางความหนาด้วยกาวเรซิน โดยมีแนวเสี้ยนของแผ่นไม้ทุกแผ่น ยาวไปในแนวเดียวกับความยาวของไม้ประกบมักใช้กับงานโครงสร้างในรูปคานและเสา



ภาพที่ 2.5 ไม้ประกบกับโครงสร้าง

- แผ่นไม้ประสาน เป็นการนำไม้แปรรูปขนาดเล็กที่คัดเลือกดี แล้วมาติดกันด้วยกาวเรซิน เพื่อให้ได้แผ่นไม้ประสานที่มีขนาดหน้ากว้างและยาวขึ้น มักนำไปใช้เป็นพื้นไม้กระดานผนังอาคารและชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ เช่น ตู้ โต๊ะ



ภาพที่ 2.6 แผ่นไม้ประสาน

2. กลุ่มไม้บาง

- แผ่นไม้อัด ผลิตจากการนำไม้บางมาตากแล้วเรียงประกบกันเป็นชั้นๆ โดยให้แนวเสี้ยนของไม้บางแต่ละชั้นเรียงตั้งฉากกับไม้บางชั้นถัดไป นิยมประกบ เป็นชั้นในจำนวนคี่ เช่น 3 , 5 , 7 ชั้น



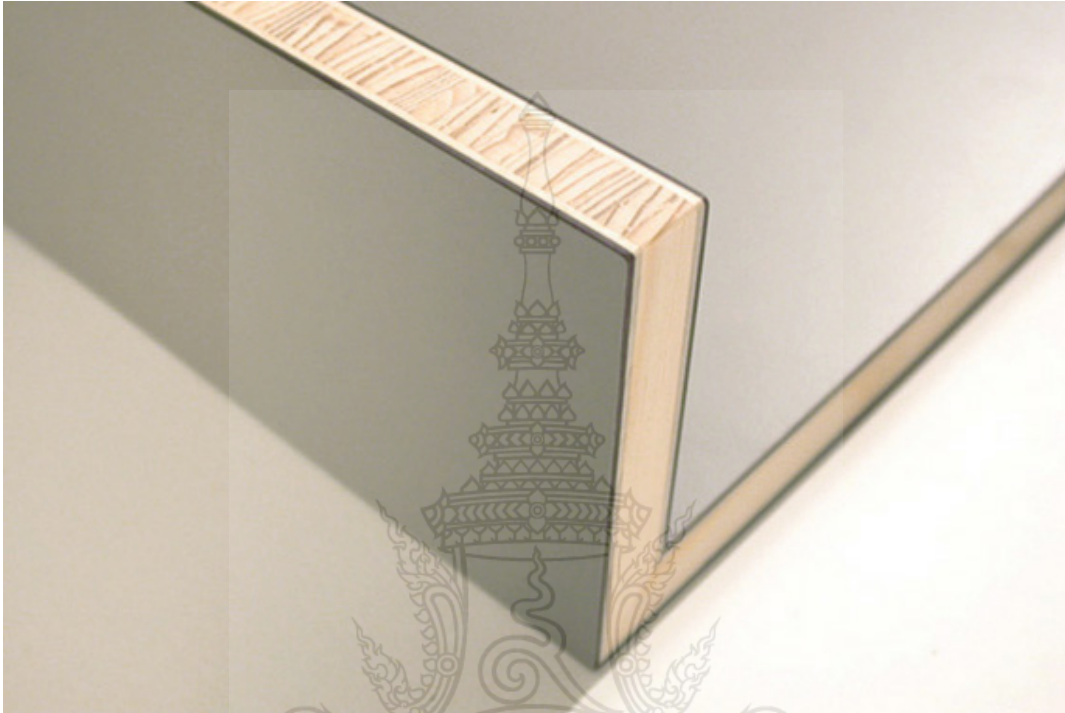
ภาพที่ 2.7 แผ่นไม้อัด

- แผ่นไม้อัดไส้ไม้ระแนง เป็นแผ่นไม้อัดที่ชั้นไส้เป็นไม้ระแนงขนาดหน้ากว้าง 7-30 มิลลิเมตร เรียงอัดประสานต่อเนื่องกัน แล้วประกบหน้าหลังด้วยไม้บางสลับเสี้ยน



ภาพที่ 2.8 แผ่นไม้อัดไส้ไม้ระแนง

- แผ่นไม้อัดไส้ไม้ระแนง เป็นไม้อัดประเภทหนึ่ง ที่มีไส้ทำจากไม้แปรรูป นำมาวางเรียงต่อกันโดยใช้กาวเป็นตัวเชื่อมต่อ และมีความกว้างน้อยกว่า 7 มิลลิเมตร ใช้ในการทำเฟอร์นิเจอร์



ภาพที่ 2.9 แผ่นไม้อัดไส้ไม้ระแนง

- แผ่นไม้อัดไส้ไม้คร่าว
- แผ่นไม้อัดสอดไส้
- แผ่นไม้บางประกบ การนำแผ่นไม้บาง (veneer) มาประกบโดยทิศทางของเส้นใยในแนวเดียวกัน โดยใช้กาวเป็นตัว เชื่อม



ภาพที่ 2.10 แผ่นไม้บางประเภท

3. กลุ่มชิ้นไม้

- แผ่นชิ้นไม้อัด ผลิตจากการนำชิ้นไม้หรือชิ้นวัสดุ lignocellulosic อื่นๆ ที่ถูกย่อยให้มีขนาดต่างๆ มารวมกันเป็นแผ่น โดยมีกาวเป็นตัวประสานเชื่อมให้ติดกันภายใต้ความร้อนและแรงอัด แผ่นชิ้นไม้อัดมีลักษณะแผ่นชิ้นไม้อัดขนาดลดหลั่น ชนิดแผ่นชิ้นไม้อัด 3 ชั้น และ 1 ชั้น ไม่มีการผลิตในประเทศ แผ่นชิ้นไม้อัดเริ่มมีบทบาทมากขึ้นเพราะสามารถใช้ทดแทนไม้อัดได้และราคาถูกกว่า แผ่นชิ้นไม้อัดมักนำมาปิดทับด้วยแผ่นพลาสติกพอร์ไมท์ กระจกตาข่าย หรือนำมาใช้เป็นแกนกลางของไม้อัด เพื่อเพิ่มความหนาของไม้อัด ช่วยลดต้นทุนการผลิตไม้อัด แผ่นชิ้นไม้อัดบางชนิดจะมีรูตรงกลาง เพื่อลดปริมาณและน้ำหนัก ทั้งยังใช้เป็นช่องทางสองทางสอดท่อน้ำ สายไฟ และฉนวนกันความร้อน



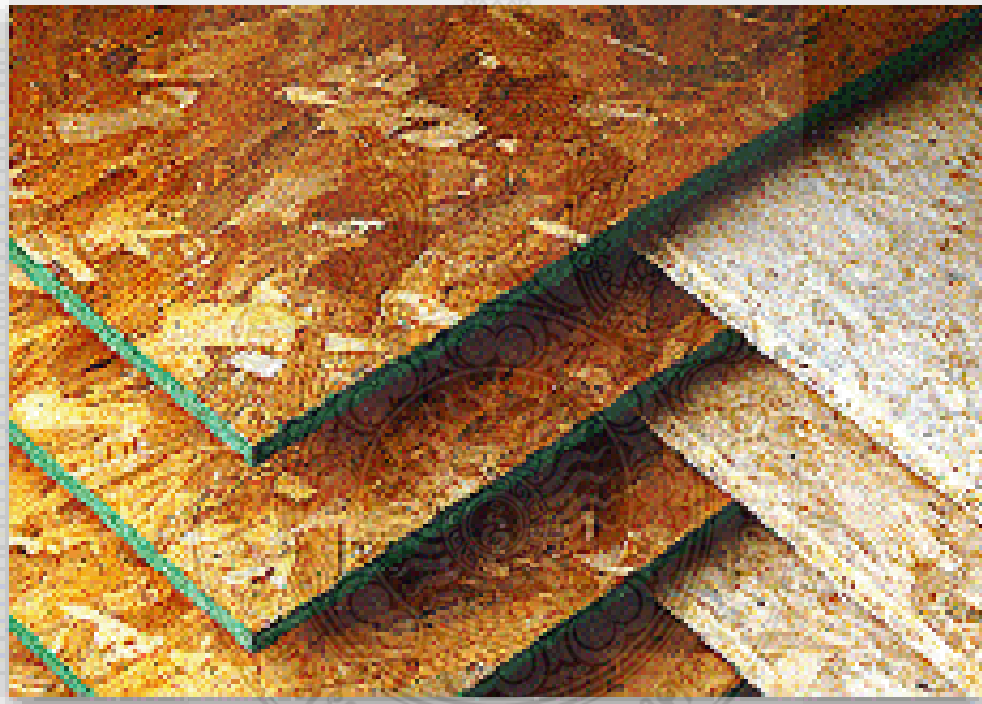
ภาพที่ 2.11 แผ่นซีเอ็มดีเอฟ

- แผ่นเคลือบไม้อัด คล้ายคลึงกับแผ่นซีเอ็มดีเอฟแต่ใช้ชิ้นไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลสอื่นๆ ที่มีลักษณะยาวและบางกว่าเป็นวัตถุดิบ เป็นการนำเอาแผ่นเคลือบไม้อัดมาเรียงชั้น ให้ชั้นด้านนอกทั้งสองชั้นเรียงขนานตามความยาวของแผ่น ยึดติด กันด้วยกาว



ภาพที่ 2.12 แผ่นเคลือบไม้อัด

- แผ่นแปงไม้อัดเรียงชั้น เป็นไม้แผ่นอีกประเภทหนึ่งในรูปแบบ แผ่นไม้อัดไม้ประกอบ (Wood-based Panels) ซึ่งใช้วิทยาการความรู้ ทางไม้มาประยุกต์รวมแผ่นชั้นไม้อัด (Particleboard) แผ่นไม้อัด (Ply-wood) และลักษณะแผ่นไม้แปรรูป (Lumber) กล่าวคือแผ่น OSB ประกอบด้วยชั้นไม้เล็กๆ หลากหลายขนาดและความยาว โดยนำแผ่นเศษไม้มาผสมกาวก่อนที่จะนำไปเรียงให้เสี้ยนไม้อยู่ในทิศทางเดียวกันในแต่ละชั้น ซึ่งแผ่น OSB จะมีอย่างน้อย 3 ชั้น แต่ละชั้นจะวางสลับเสี้ยนขวางตั้งฉากกัน จากนั้นนำไปอัดด้วยความร้อนได้แผ่นที่กว้างและยาวตามแต่ขนาดที่ต้องการ



ภาพที่ 2.13 แผ่นแปงไม้อัดเรียงชั้น

- แผ่นไม้อัดไส้ปาร์ติเกิล เป็นแผ่นไม้อัดที่ถูกปิดผิวทั้งสองด้านด้วยไม้บางหรือไม้อัดแผ่นไม้ที่ผลิต จาก การนำไม้ตามธรรมชาติมาบดย่อย เป็นชิ้นขนาดเล็กๆและนำมาอัดเข้ารูปเป็นแผ่นด้วยความร้อน กาวพิเศษ และแรงอัด พร้อมการผ่านกระบวนการทางเคมี เพื่อให้สามารถป้องกันความชื้นและปลวก



ภาพที่ 2.14 แผ่นไม้อัดใส่ปาร์ติเกิล

4. กลุ่มเส้นใยไม้

- แผ่นใยไม้อัดแข็ง ผลิตจากการนำเส้นใยจากไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลสอื่นๆ ที่ให้เส้นใยมารวมกันเป็นแผ่นด้วยกรรมวิธีเปียกแล้วทำการอัดร้อนเพื่อให้เกิดการยึดติดเหนียวระหว่างเส้นใยแผ่นเรียบหน้าเดียว สีน้ำตาลดำ



ภาพที่ 2.15 แผ่นใยไม้อัดแข็ง

- แผ่นใยไม้อัดความหนาปานกลาง ผลิตจากการนำเส้นใยจากไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลสอื่นๆ ที่ให้เส้นใยมารวมกันเป็นแผ่นด้วยกรรมวิธีแห้งโดยมีกาวเป็นตัวประสาน แล้วทำการอัดร้อนสามารถผลิตให้มีความหนา 1.8-60 มิลลิเมตร มีแผ่นเรียบ 2 หน้า สีขาว-น้ำตาลอ่อน ตกแต่งผิวให้ได้ดี ไม่ใช้กาว แผ่นใย



ภาพที่ 2.16 แผ่นใยไม้อัดความหนาปานกลาง

5. กลุ่มไม้อัดสารแร่

- แผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์ ผลิตจากการนำฝอยไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลสอื่นๆ ซึ่งมีลักษณะแคบแต่มีความยาวกว่าและโค้งงอจากเครื่องขูดมาผสมกับซีเมนต์ แล้วขึ้นรูปเป็นแผ่นด้วยการอัดค้ำงไว้นแบบ จนซีเมนต์แข็งตัว



ภาพที่ 2.17 แผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์

- แผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์และแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ผลิตจากการนำฝอยไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลสอื่นๆ ที่คลุกเคล้ากับซีเมนต์เป็นตัวประสาน ร่วมกับน้ำและสารปรับปรุงคุณภาพตามอัตราส่วนที่กำหนด แล้วขึ้นรูปในแบบอัดจนซีเมนต์แข็งตัวเต็มที่ด้วยการบ่ม เพื่อให้เกิดการยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นไม้หรือเส้นใยวัสดุลิกโนเซลลูโลสคุณภาพจึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการเข้ากันได้ระหว่างชั้นไม้หรือเส้นใยหรือวัสดุลิกโนเซลลูโลสอื่นๆ และซีเมนต์ที่ใช้เป็นสำคัญ



ภาพที่ 2.18 แผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์และแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

6. กลุ่มไม้อัดสารแร่

- แผ่นประกอบพลาสติกเสริมวัสดุเซลลูโลสธรรมชาติ เป็นแผ่นไม้ประกอบที่มีสารหลักส่วนใหญ่เป็นเทอร์โมพลาสติกโดยใช้วัสดุธรรมชาติที่เป็นลิกโนเซลลูโลสทั้งในรูปแบบของเส้นใยหรือผง เป็นสารตัวเสริมแรง



ภาพที่ 2.19 แผ่นประกอบพลาสติกเสริมวัสดุเซลลูโลสธรรมชาติ



2.4 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการทำวัสดุทดแทนไม้

1. กระบวนการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากเศษไม้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้นั้น นอกเหนือจากการคัดเลือก เศษวัสดุไม้และวัสดุทางการเกษตรที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตและกรรมวิธีผลิตที่ต่างกันแล้ว ยังต้องอาศัยกระบวนการผลิต ซึ่งมีอยู่หลายขั้นตอนในแต่ละขั้นตอนการผลิตเอง ก็ต้องใช้เครื่องมือต้นแบบในการผลิตที่แตกต่างกันไป ซึ่งการเลือกใช้เครื่องมือต้นแบบที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันไปด้วย สำหรับขั้นตอนการผลิตและเครื่องมือที่ใช้ในการกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนนั้น วรรณกรรม (2541) ได้จำแนกออกเป็น 6 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การเตรียมชิ้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุการเกษตร (particle preparation) เป็นการตัดทอนหรือลดขนาดวัสดุของวัตถุดิบให้ได้รูปร่างและขนาดที่เหมาะสมสำหรับแผ่นวัสดุทดแทนไม้ที่ทำการผลิตว่าต้องการแผ่นประกอบชนิดใด สำหรับเครื่องมือที่นิยมใช้ในการตัดทอนหรือลดจำนวนวัตถุดิบดังกล่าว ได้แก่ เครื่องย่อยอย่างหยาบ แบบ HOGS, เครื่องทำชิป, เครื่องตัดไม้สั้น, เครื่องตอกทูลและเครื่องตีชิ้นไม้, เครื่องกระแทกชิ้นไม้, เครื่องบดเสียดสีชิ้นไม้ เป็นต้น



ภาพที่ 2.20 เครื่องสับชิ้นไม้และวัสดุทางการเกษตร

2. การอบชิ้นเซาะวัสดุไม้และเซาะวัสดุการเกษตร (particle drying) ชิ้นเซาะวัสดุการเกษตรที่ใช้ในการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จะถูกรอบให้แห้ง ให้ได้ความชื้นต่ำอย่างสม่ำเสมอก่อนที่จะผสมกับกาวต่อไปเครื่องอบที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติในการป้อนชิ้นปาร์ติเกิลเข้าเครื่องได้อย่างรวดเร็วในกระแสน้ำร้อนมากๆ และมีการหมุนเวียนอากาศอย่างรวดเร็วเพื่อลดระยะเวลาการอบให้สั้นที่สุด ความชื้นออกไปจากชิ้นปาร์ติเกิลได้อย่างรวดเร็ว ทั้งยังป้องกันการลุดติดไฟของชิ้นปาร์ติเกิลที่อบเป็นเวลานาน สำหรับเครื่องอบที่นิยมใช้มีหลายแบบ เช่น เครื่องอบแบบหมุน, เครื่องอบแบบอยู่กับที่ เป็นต้น



ภาพที่ 2.21 เครื่องอบไม้แบบอยู่กับที่



ภาพที่ 2.22 เครื่องอบไม้แบบหมุน

3. การคัดแยกขนาด (particle classification) เป็นการคัดขนาดชิ้นปาร์ติเกิลที่ได้จากการทอนหรือลดขนาดในขั้นตอนแรก ออกมาให้แต่ละขนาดมีความสม่ำเสมอ เพื่อให้แผ่นวัสดุทดแทนไม้ที่ได้มีโครงสร้างทางวิศวกรรม (engineering structure) ที่ดี การคัดแยกขนาดปาร์ติเกิลมี 3 วิธี คือ

- 1) การร่อน (screening) เป็นการคัดแยกชิ้นปาร์ติเกิลตามขนาด โดยใช้เครื่องร่อนขนาดต่างๆ เช่น ชนิดลาดเอียง ใช้ตะแกรงสี่เหลี่ยมและร่อนแบบหมุน, ชนิดวงกลมใช้ร่อนแบบหมุนเพื่อแยกขนาดได้ 4 ขนาด
- 2) การแยกโดยอากาศ (air classification) เป็นการแยกตามน้ำหนักพื้นผิวของวัตถุ โดยการผ่านชิ้นปาร์ติเกิลที่ตัดทอนแล้วไปยังกระแसाากาศที่หมุนพัดอยู่
- 3) การร่อนผสมกับการคัดแยกด้วยอากาศ



ภาพที่ 2.23 เครื่องคัดแยกด้วยการร่อน



ภาพที่ 2.24 เครื่องคัดแยกส่วนด้านอากาศ

4. การผสม (blending) เป็นการรวมกาว ชี๊ฝิ่ง และสารผสมอื่นๆกับชั้นปาร์ติเกิล การผสมคลุกเคล้า โดยทั่วไปทำโดยการสเปรย์กาวน้ำและชี๊ฝิ่งอิมัลชันไปบนชั้นปาร์ติเกิลขณะที่เคลื่อนที่ผ่านอยู่ในเครื่องผสมซึ่งขณะกำลังผสมระหว่างกาวและสารผสมอื่นๆ การกระจายของส่วนผสมที่สม่ำเสมอ จะทำให้ได้แผ่นวัสดุทดแทนไม้ที่มีคุณภาพที่ดี สำหรับเครื่องผสมมี 2 แบบ คือ

- 1) เครื่องผสมแบบใช้เวลาดำเนินการ (Long-retention time) ซึ่งแบ่งย่อยเป็นชนิดแบบกวนด้วยใบพาย, แบบหมุนเครื่องผสม, แบบคัดแยกชั้นปาร์ติเกิลด้วยลมก่อนผสม



ภาพที่ 2.25 เครื่องผสมแบบใช้เวลาดำเนินการ

- 2) เครื่องผสมแบบใช้เวลาดำเนินการสั้น (Short-retention time) โดยทั่วไปเครื่องผสมแบบนี้จะมีขนาดเล็กกว่าเครื่องผสมแบบแรกใช้ความเร็วสูงในการผสม การบำรุงรักษาที่

น้อยกว่า ซึ่งมีอยู่หลายประเภท เช่น Blow-line blending, Attrition-mill blenders เป็นต้น



ภาพที่ 2.26 เครื่องผสมแบบใช้เวลาผสมสั้น

5. การเตรียมแผ่นก่อนอัด (Mat formation) เป็นกรรมวิธีการโรยชั้นปาร์ติเกิลที่ผ่านการผสม กาวและผสมสารอื่นๆ แล้ว โดยใช้เครื่องโรยชั้นปาร์ติเกิล ซึ่งมีอยู่หลายชนิด ได้แก่ เครื่อง โรยชั้น, เครื่องโรยชั้นปาร์ติเกิลแบบฟาร์นิ, เครื่องโรยชั้นปาร์ติเกิลแบบเซ็งค์, เครื่องโรยชั้น ปาร์ติเกิลแบบ Durand, เครื่องโรยชั้นปาร์ติเกิลแบบ Wurtex, เครื่องโรยแผ่นแบบเรียงตัว ตามเสี้ยน เป็นต้นการโรยชั้นปาร์ติเกิลให้มีความสม่ำเสมอ ตลอดทั่วแผ่นโดยใช้เครื่องโรยแต่ ละแบบเหล่านี้ ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของกระบวนการผลิต เพราะถ้าชั้นปาร์ติเกิลมีการ กระจายไม่สม่ำเสมอ จะมีผลต่อคุณสมบัติให้เกิดความผันผวนขึ้นได้ ความหนาแน่นภายใน แผ่น จะไม่เท่ากันและจะเกิดการคืบตัว ทางความหนาที่ มากเกินในบริเวณที่มีความ หนาแน่นสูงกว่า นอกจากนี้การโรยแผ่นที่ไม่สม่ำเสมอก่อให้เกิดการบิดตัวหรือโค้งงอของ แผ่นได้

6. กรรมวิธีการอัด (pressing operation) เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ทำให้แผ่นเตรียมอัดแข็งตัวขึ้น และเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันของกาวเพื่อผลิตเป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด ซึ่งจะอยู่ในขั้นตอนของการอัดร้อนโดยใช้เครื่องอัดร้อน ซึ่งมีอยู่ 2 แบบใหญ่ๆ คือ แบบแท่น, และแบบต่อเนื่อง สำหรับเครื่องอัดร้อนแบบแท่นมีอยู่ 2 แบบ คือ เครื่องอัดแบบช่องอัดหลายชั้น และเครื่องอัดแบบช่องเดียว
7. หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนกรรมวิธีการอัดแล้วจะได้แผ่นปาร์ติเกิลซึ่งจะต้องนำไปทำการตกแต่ง ได้แก่ การตกแต่งขอบ, การตกแต่งผิวหน้า, การเคลือบ สำหรับเครื่องมือที่มีความสำคัญในขั้นตอนการตกแต่ง ได้แก่ เครื่องขัดผิว ซึ่งจำเป็นสำหรับการขัดผิวหน้าของแผ่นปาร์ติเกิลให้มีความเรียบ และความหนาสม่ำเสมอ

1. รายละเอียดขั้นตอนทำวัสดุทดแทนไม้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมชิ้นเศษวัสดุไม้และวัสดุทางเกษตร

วัตถุประสงค์

เพื่อสับเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรให้เป็นชิ้นไม้ที่มีขนาดเหมาะสม

วัสดุและอุปกรณ์

1. เศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรที่ผ่านการตากแดดและมีความชื้นไม่เกิน 14%
2. เครื่องสับชิ้นไม้
3. เครื่องทุบชิ้นไม้
4. เครื่องร่อนคัดขนาด

วิธีดำเนินการ

1. นำเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรมาเข้าเครื่องสับ
2. นำเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรที่เข้าเครื่องสับมาแล้วอย่างน้อย 2 รอบมาเข้าเครื่องทุบ
3. นำเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรที่ผ่านเครื่องทุบแล้วมาเข้าเครื่องร่อนเพื่อคัดขนาด โดยขนาดที่ต้องการมีขนาดระหว่าง 13 – 16 มิลลิเมตร
4. เก็บชิ้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรที่ต้องการไว้ในที่ที่สามารถควบคุมความชื้นได้เพื่อป้องกันเชื้อราโดยการใส่ถุงพลาสติก และรัดปากถุงให้แน่น
5. ทำความสะอาดอุปกรณ์และบริเวณที่ใช้เครื่องมือให้สะอาดเรียบร้อย



ภาพที่ 2.27 ขั้นตอนการเตรียมชั้นวัสดุ

ข้อควรระวัง

1. เศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรที่จะนำมาเป็นวัสดุดิบจะต้องรืบนำมาตากแดด เพื่อป้องกันเชื้อรา โดยให้มีความชื้นไม่เกิน 14%
2. การปฏิบัติงานจะต้องสวมชุดและอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยทุกครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 การผสมกาว

วัตถุประสงค์ เพื่อคลุกเคล้าให้กาวกับชั้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรผสมกันก่อนการนำไปอัดรีดหากการผสมกาวสม่ำเสมอจะทำให้ให้การยึดติดกันดีขึ้น

วัสดุและอุปกรณ์

1. ชั้นหญ้าแฝกจากขั้นตอนที่ 1
2. กาว pMDI (กาวไอโซไซยาเนต)
3. เครื่องชั่ง
4. กะละมังและภาชนะบรรจุกาวเพื่อใช้ในการชั่ง
5. เครื่องผสมกาว
6. ปืนฉีดกาว
7. ถังลม

8. พัดลม
9. อุปกรณ์รักษาความปลอดภัย ได้แก่ หน้ากาก, ปิดจมูก, แวนตา, เสื้อกันเปื้อน, และถุงมือ
ยาง

วิธีการดำเนินการ

1. คำนวณอัตราส่วนระหว่างชั้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุการเกษตรกับกาวในปริมาณที่
พอเหมาะกับความหนาแน่นของบอร์ดที่จะผลิต
2. ชั่งชั้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุการเกษตรและกาวตามที่คำนวณไว้แล้ว
3. นำเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุการเกษตรและกาวตามที่คำนวณไว้แล้ว
4. ผู้ปฏิบัติงานสวมอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยทุกอย่างและเปิดพัดลมเพื่อเป่าลมถ่ายเท
อากาศให้ระบายได้ดีขึ้น
5. เปิดวาล์วถังลมเพื่อใช้ลมในการฉีดกาวเข้าเครื่องผสมกาวที่มีเศษชั้นวัสดุไม้และเศษวัสดุ
ทางการเกษตรที่ผสมกาวอยู่แล้วจนกาวหมดและเปิดเครื่องผสมกาวทิ้งไว้ 3-5 นาทีเพื่อ
คลุกเคล้า
6. ปิดเครื่องผสมกาวแล้วนำกะละมังมารองรับชั้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรที่
ผสมกาวแล้วจากนั้นทำความสะอาดเครื่องผสมกาวให้เรียบร้อย
7. นำชั้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรที่ผสมกาวแล้วมาชั่งตามที่คำนวณ

ข้อควรระวัง

1. ระวังตะขิงระวางองกาวที่พุ่งกระจายทางที่ดีที่สุดคือใช้อุปกรณ์ป้องกันทุกอย่างและเปิดพัด
ลมเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก
2. ทำความสะอาดป็นฉีดกาวด้วยน้ำร้อนหรือสารเคมีอะซิโตนให้สะอาดและต้องถอด
ชิ้นส่วนประกอบของป็นฉีดกาวออกทำความสะอาดทุกครั้งแล้วค่อยประกอบใหม่เมื่อใช้
งานครั้งต่อไปเพื่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้นในการใช้งานในครั้งต่อไป



ภาพที่ 2.28 ขั้นตอนการผสมกาว

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมแผ่น

วัตถุประสงค์

เพื่อโรยชั้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุการเกษตรที่ผสมกาวแล้วให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นเพื่อคุณสมบัติที่ดีของบอร์ดและความหนาแน่นของบอร์ดที่ได้ใกล้เคียงกับที่คำนวณไว้ให้มากที่สุด

วัสดุและอุปกรณ์

1. ชั้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรที่ผสมกาวและชั่งน้ำหนักแล้ว
2. กล่องสี่เหลี่ยมเพื่อใช้ในการเตรียมแผ่น
3. แผ่นเหล็กกรองอัด
4. แท่งเหล็กเพื่อใช้กำหนดความหนา
5. ถูมือยาง, ผ้าปิดจมูกและแว่นตา

วิธีดำเนินการ

1. นำแผ่นเหล็กกรองอัดมาวางบนโต๊ะและวางทับด้วยเทปลอน
2. นำกล่องสี่เหลี่ยมมาวางทับบนเทปลอนจากนั้นนำชั้นวัสดุทางการเกษตรที่ผสมกาวแล้วซึ่งชั่งเตรียมไว้มาโรยลงไปบนกล่องสี่เหลี่ยมให้สม่ำเสมอให้มากที่สุด
3. เมื่อโรยเสร็จใช้แผ่นไม้กดลงบนวัสดุทางการเกษตรที่โรยลงไปแล้วจากนั้นเอากล่องสี่เหลี่ยมออกแล้วจึงเอาแผ่นไม้ที่กดเอาไว้ออก
4. นำเทปลอนและแผ่นเหล็กกรองอัดปิดทับลงไปตามลำดับ
5. นำแท่งเหล็กที่ใช้กำหนดความหนาไปบนแผ่นเหล็กกรองอัดแผ่นล่าง แท่งเหล็กดังกล่าวจะอยู่ด้านข้างทั้งสองข้าง ของชั้นเศษวัสดุทางการเกษตรที่โรยลงไป

ข้อควรระวัง

1. การโรยต้องโรยให้สม่ำเสมอ
2. โต๊ะที่วางต้องอยู่ในแนวระนาบ
3. ต้องวางแผ่นเทปลอนทุกครั้งเพื่อป้องกันแผ่นปาร์ติเกิ้ลจากแผ่นอัดติดกับตัวแผ่นเหล็กกรองอัด



ภาพที่ 2.29 ขั้นตอนการเตรียมแผ่น

ขั้นตอนที่ 4 การอัดร้อน

วัตถุประสงค์

เพื่อใช้ความร้อน, ความดัน และเวลาการเร่งกาวให้เกิดปฏิกิริยาการจับยึดตัวกันกับชั้นเศษวัสดุไม้และวัสดุทางการเกษตรเพื่อให้ได้ความหนาแน่นของบอร์ดและความแข็งแรงของบอร์ด

วัสดุและอุปกรณ์

1. ชั้นเศษวัสดุไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรจากขั้นตอนที่ 3
2. ถู่มือกันความร้อน
3. หน้ากากปิดจมูก, แว่นตา, และผ้ากันเปื้อน

วิธีดำเนินการ

1. เปิดเครื่องอัดร้อนตั้งอุณหภูมิของเครื่องอัดร้อนที่ 150 องศาเซลเซียส และความดัน 25 กก./ตร.ซม.
2. นำชั้นวัสดุทางการเกษตรที่เตรียมแผ่นไว้แล้วมาวางบนแท่นอัดร้อน และเปิดเครื่องสวิตทซ์ให้เครื่องอัดร้อนยกไฮดรอลิกขึ้น
3. เมื่อเข็มความดันขึ้นไปถึงความดันที่ตั้งค่าเอาไว้ทำการตั้งเวลา 5 นาที
4. เมื่อเวลาครบกำหนดก็นำบอร์ดออกจากเครื่องอัดร้อน
5. นำแผ่นชั้นหญ้าแฝกอัดออกเทปลอนและแผ่นรองอัดมาปรับสภาพบอร์ดให้มีการคืนตัวของบอร์ดทางด้านความหนาและให้การยึดตัวของกาวสมบูรณ์ขึ้นเมื่อบอร์ดเย็นตัวลง



ภาพที่ 2.30 ขั้นตอนการอัดร้อน



ภาพที่ 2.31 ขั้นตอนการนำวัสดุที่อัดเสร็จมาฟุ้งตาก



2.5 ศึกษาข้อมูลประเภทและชนิดของกาวติดไม้

1. ชนิดและประเภทของกาวติดไม้

กาวสังเคราะห์ที่ใช้ในงานไม้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. กาวเรซินชนิดแข็งตัวเมื่อร้อน (Thermo-setting resins) เป็นกาวที่ได้รับความร้อนจะแปรสภาพเป็นแผ่นแข็งที่ไม่สามารถหลอมละลายได้อีก

2. กาวเรซินชนิดอ่อนตัวเมื่อร้อน (Thermo-plastic resins) หรือร้อนละลาย ต้องให้ความร้อนและกลายเป็นสารยึดติดเมื่อเย็น

กาวอีกประเภทหนึ่ง ที่เรียกว่า Contact adhesives กาวติดสัมผัสเป็นกาวที่ประกอบด้วยสารละลายของยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ ซึ่งจะแปรสภาพเกิดการยึดติด เมื่อระเหยสารละลาย เป็นกาวที่มีการใช้น้อยในงานไม้ แต่ใช้กันแพร่หลายในการสำหรับตกแต่งหุ้มเบาะเครื่องเรือน

2.4.1.1 กาวเรซินชนิดแข็งตัวเมื่อร้อน (Thermo-setting resins) กาวเรซินที่แข็งตัวโดยการทำปฏิกิริยาทางเคมีเกิดเป็นโมเลกุลที่มีโครงสร้างสามมิติ กลายสภาพเป็นของแข็งในเวลาเดียวกันกับการยึดติดกับไม้ กาวชนิดนี้แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. กาวเรซินชนิดที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างฟอร์มัลดีไฮด์กับยูเรีย เมลามีน ฟีนอล
2. กาวชนิดที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาแทนนินกับฟีนอลหรือ ฟอร์มัลดีไฮด์
3. กาวเรซินชนิดไอโซไซยาเนต
4. กาวอีพ็อกซี

2.4.1.1.1 กาวยูเรีย – ฟอร์มัลดีไฮด์ (UF, Urea Formaldehyde)

ข้อมูลลักษณะและสัดส่วนในการผลิตของกาวประเภทนี้

- กาวชนิดแรกที่ได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวาง ซึ่งมีการใช้มาร่วม 60 ปี
- เป็นกาวที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานไม้
- เริ่มต้นจากใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ผสมกับยูเรียให้ความร้อนในส่วนที่ผสมที่เป็นด่างทำให้เกิดเมธิลอลยูเรีย แต่ยังไม่เป็นกาว แล้วต่อไปทำปฏิกิริยาในส่วนผสมที่เป็นกรด แล้วหยุดปฏิกิริยาโดยเติมด่างให้มีสภาพเป็นกลาง แล้วกำจัดน้ำออกจากส่วนผสมที่มากขึ้นจากการเกิดของการเกิดปฏิกิริยาควบแน่น ได้ส่วนผสมกาวที่เข้มข้นหรือระเหยน้ำต่อไปจนได้เป็นผงโดยนำกาวเข้มข้นไปผ่านรูเล็กๆในปล่องความร้อนที่ให้ความร้อนสูงถึง 200 องศาเซลเซียส
- กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ มีการจำหน่ายกันทั้งในสภาพของเหลวและเป็นผง เป็นผงก็จะเป็นทั้งถุงเดี่ยวและชนิด 2 ถุง โดยถุงเดี่ยวจะมีการผสมสารเร่งแข็งด้วย ฟอร์มัลดีไฮด์ 1 ถุง อีกถุง

หนึ่งก็จะเป็นสารเร่งแข็งที่อาจจะผสมสารเพิ่มอื่นๆได้ด้วย เช่น แป้งสาลี แป้งอื่นๆ หรือ ผงดินขาว หรือแคลเซียมซัลเฟต

- การเตรียมกาวโดยนำผงกาวผงหลักหรือกาวน้ำ มาผสมกับน้ำ แล้วผสมกับสารช่วยให้กาวแข็งตัว เมื่อเข้ากันได้ดีแล้วจึงนำไปทาบนผิวไม้ที่จะทำการยึดติด
- สารช่วยให้กาวแข็งตัวและมีสภาพเป็นกรด ซึ่งจะไปรบกวนให้ปฏิกิริยาทางเคมีเชื่อมตัวทางขวาง ที่หยุดปฏิกิริยาไว้ขณะทำการสังเคราะห์กาวเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ขึ้น โดยมีการให้ความร้อนกับแนวกาวเป็นตัวเร่งให้ตัวแข็งตัวยิ่งขึ้น
- สารช่วยให้กาวแข็งตัวที่ใช้กับกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ควรเป็นชนิดกรดอ่อนมากๆ เนื่องจากหากใช้กรดแก่จะทำให้ผิวไม้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเป็นผลให้แนวกาวเสียหาย
- การลดการปลดปล่อยสารฟอร์มัลดีไฮด์จากผลิตภัณฑ์ไม้ที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ คำนวณสัดส่วนโมล F:U ในการสังเคราะห์กาวเรซิน 1.8:1 หรือ 2.0:1 ให้ต่ำกว่า 1.6:1 หรือในบางกรณีต่ำถึง 1.2:1
- การใช้สัดส่วนโมล F:U ต่ำๆ นอกจากจะทำให้ต้องเพิ่มระยะเวลาในการสังเคราะห์เรซินแล้ว กาวที่ได้จะต้องใช้ระยะเวลาในการทำให้แข็งตัวนานขึ้นด้วย และยังทำให้ความแข็งแรงของการยึดติดมีแนวโน้มต่ำลงความต้านทานความชื้นลดลง ระยะเวลาการเก็บรักษา (ความเสถียร) ลดลง
- การลดสารฟอร์มัลดีไฮด์ของกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ในการปฏิบัติงานสามารถทำได้โดยเติมสารเพิ่มอื่น เช่น ยูเรีย เมลามีน แทนนินโซเดียมไดซัลไฟต์ และกรดอินทรีย์อย่างอ่อนๆ แต่ก็จะทำให้ใช้ในการต่อไม้ที่ต้องใช้ในที่ที่มีความชื้นและความร้อน
- กาวเรซินยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ พบมีการใช้โดยทั่วไปในการผลิตแผ่นไม้อัด แผ่นปาร์ติเกิล แผ่น MDF แผ่นไม้ระแนง และมีการนิยมใช้กันมากในการปิดผิวไม้บางบนงานเครื่องเรือน แต่ก็ต้องระมัดระวังว่าเป็นกาวที่เหมาะสมต่อการใช้งานเพียงพอต่อความชื้นแต่ไม่ต้านทานน้ำ

2.5.1.1.2 กาวเมลามีน – ฟอร์มัลดีไฮด์ (MF, Melamine Formaldehyde)

ข้อมูลลักษณะและสัดส่วนในการผลิตของกาวประเภทนี้

- เป็นกาวที่มีความคล้ายคลึงกับกาว UF มีการนำมาใช้หลังกาว UF ประมาณ 20 ปี
- กาว UF กับ MF จะเกิดจากการทำปฏิกิริยาของส่วนอะมิโน กับสารฟอร์มัลดีไฮด์ ภายในสภาวะที่ให้ความร้อนกับสารละลายผสมที่เหมือนกัน แต่ฟอร์มัลดีไฮด์จะทำปฏิกิริยารวดเร็วและมากกว่า MF มากกว่า UF
- ด้วยเหตุนี้การทำกาว MF จึงมีการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ที่น้อยกว่ากาว UF
- กาว UF และ MF ให้สารช่วยแข็งเหมือนกัน แม้แต่สารเติมและสารเพิ่มที่ใช้สารเหมือนกัน
- ลักษณะของกาว จะมีกาว-ใส เหมือนกัน ซึ่งก็จะทำให้แนวกาวที่ใส
- กาว MF จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิที่ทำให้แข็งตัวสูงกว่า UF แต่มีความต้านทานน้ำและอุณหภูมิที่สูง ได้ดีกว่า
- ข้อเสียคือราคา MF สูง ซึ่งสูงกว่าราคา UF ถึง 4-5 เท่า
- จึงมีการนำกาวมาผสมกับกาว UF เพื่อลดต้นทุนราคาลง เรียกว่า MUF glues ซึ่งคุณสมบัติของกาว MUF ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของการผสมระหว่าง MF กับ UF

- ยกตัวอย่างเช่น สัดส่วนการผสมกาว MF ต่อ UF = 40:60 ก็จะช่วยปรับปรุงความต้านทานต่อสภาวะแรงในการบ่มรุนแรงเห็นอย่างได้ชัด
- ในกาวเมลามีนมักนิยมใช้ในการผลิตแผ่น PB ที่มีคุณสมบัติพิเศษโดยเฉพาะการต้านทานต่อความชื้นและสภาพปนฟุ้งอากาศร้อนของแผ่น MDF
- กาวเมลามีน ยังมีการใช้ในการต่อไม้ที่ต้องการใช้ชิ้นงานในสภาพที่เปียกชื้นด้วย

2.5.1.1.3 กาวฟีนอล – พอร์มัลดีไฮด์ (PF, Phenol Formaldehyde)

ข้อมูลลักษณะและสัดส่วนในการผลิตของกาวประเภทนี้

- กาวเรซิน PF มีการผลิตใช้ก่อน UF และ MF เรซิน แต่กลับนำเข้ามาใช้ในงานไม้ราวปี 1930
- มีการใช้กันมากในการผลิตแผ่นไม้อัดชนิดใช้งานในทะเล และ FB และ OSB สำหรับใช้งานในการก่อสร้าง
- กาว PF มี 2 ชนิดคือ รีโซล และโนโวลแลค
- ชนิดรีโซล เป็นชนิดที่ใช้ในการผลิตแผ่นบอร์ด เช่น ไม้อัด PB MDF
- รีโซลเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างพอร์มัลดีไฮด์กับฟีนอลในสารละลายต่าง
- รีโซลต้องใช้อุณหภูมิในการแข็งตัวที่สูงและได้แนวกาวที่มีความต้านทานน้ำและความร้อนและเชื้อรา
- ชนิดโนแลค ผลิตสังเคราะห์ขึ้นในสภาวะที่เป็นกรดและมีสัดส่วนของ F ที่ต่ำ
- หากจะต้องทำให้เป็นการอัดร้อนจะใช้ Hexamethy tetramine ผสม
- ส่วนใหญ่ใช้ในงานประดิษฐ์กรรมไม้เพื่อผลิตชิ้นงานที่พิเศษ
- ใช้ผลิต Wafer board ชนิดพิเศษโยใช้ โนแลค
- ใช้ในการผลิต Densified wood
- Densified wood ผลิตโดยการนำไม้บางคล้ายการทำไม้อัด แต่แทนที่จะตากอบนไม้ระหว่างชั้นไม้ก็ใช้ไม้บางแช่ impregnate อัดกาวในสารละลายกาว แล้วปล่อยให้กาวไหลออกแล้วนำมาเรียงประกบกันตามความหนาที่ต้องการ แล้วอัดด้วยแรงดันสูงมาก เพื่อลดความหนาและได้ไม้เพิ่มความแน่นที่มีสมบัติทานต่อการสึกหรอได้ดีมาก

2.5.1.1.4 กาวฟีนอล – เรซอซินอล พอร์มัลดีไฮด์ (P-RF, Phenol-Resorcinol Formaldehyde)

ข้อมูลลักษณะและสัดส่วนในการผลิตของกาวประเภทนี้

- P-RF resins ผลิตโดยการเติม Resorcinol ผสมในกาว resole ที่ระยะสุดท้ายของการสังเคราะห์
- เป็นกาวสีน้ำตาลเข้มใช้ในการผลิตคานไม้ประสาน
- โดยมีข้อดี 2 ลักษณะ คือ มีความต้านทานน้ำ และความไวในการทำปฏิกิริยาซึ่งหมายความว่าสามารถใช้เป็นกาวที่อุณหภูมิต่ำมากๆ ซึ่งบางครั้งต่ำถึง 5 องศาเซลเซียส

- ใช้ พาราฟอร์มมาดีไฮด์ เป็นสารเร่งปฏิกิริยา และรอยต่อไม้จะแข็งตัวที่อุณหภูมิได้ถึง 70 องศาเซลเซียส
 - ผงไม้ถูกใช้บ่อยๆ ในการปรับปรุงคุณสมบัติการอุดช่องไม้ว่างในการติดไม้แปรรูป
- 2.5.1.1.5 กาวเรซินอีพ็อกซี (Epoxy Resins)

ข้อมูลลักษณะและสัดส่วนในการผลิตของกาวประเภทนี้

- อีพ็อกซีเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง bisphenol-A กับ epichlorhydrin ได้เป็น Resins ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างๆกัน จึงมีคุณสมบัติต่างกันไป
- สารหลายชนิดสามารถนำมาใช้เป็นสารเร่งแข็ง แต่ที่ใช้มากแพร่หลายในขณะนี้คือ polyamides
- อีพ็อกซีเรซิน จะแข็งตัวที่อุณหภูมิห้องโดยใช้แรงดันอัดข้อต่อไม้เล็กน้อย
- มันมีคุณสมบัติในการอุดช่องว่างได้ดีโดยหากการใช้งานไม้จะใช้ Epoxy ที่เป็นของเหลวมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และไม่ใส่ตัวทำละลายอื่นซึ่งจะแข็งตัวโดยปฏิกิริยาแบบรวมตัว ซึ่งไม่มีการสูญเสียผลผลิตจากปฏิกิริยาจึงมีการสูญเสียปริมาณเพียงเล็กน้อย ขณะที่มันแข็งตัว

2.5.1.2 กาวเรซินชนิดอ่อนตัวเมื่อร้อน (Thermo-Plastic resins)

2.5.1.2.1 กาวเรซินโพลีไวนิลอะซิเตต (PVAc resin)

- PVAc นี้โดยปกติใช้อยู่ในรูปอิมัลชัน
- แม้ว่าจะแข็งตัวโดยการใช้ความร้อนบ้างแต่ก็ยังคงอ่อนตัว ที่อุณหภูมิสูงๆ
- มันสามารถถูกปรับปรุงให้มีความหนืดสูงหรือต่ำ แข็งหรืออ่อนหยุ่นได้
- และให้ย่นสีหรือใสรงค์วัตถุเพื่อให้เกิดสีอะไรก็ได้
- แบ่งกาว 2 ที่ใช้ในงานไม้คือ
 1. แบบโฮโมโพลีเมอร์ ซึ่งจะอ่อนตัวทันทีเมื่อได้รับความร้อน
 2. แบบโค-โพลีเมอร์ ซึ่งจะมีการใช้สารเร่ง เพื่อการยึดเหนี่ยวทำให้มีความต้านทานน้ำและความร้อนดีขึ้น
- แบ่งข้าวโพดหรือแป้งชนิดอื่นๆ สามารถเติมลงไปผสมเพื่อเพิ่มความหนืดและป้องกันไม่ให้กาวเยิ้มออกจากข้อต่อหรือผ่านทะลุ pores ของไม้บางออกมา
- สารเติมจำพวกแร่ธาตุ ก็อาจใช้กันแต่ต้องระมัดระวังอย่าให้โดนหรือใช้วัสดุที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ซึ่งมันจะลดการแข็งตัวของกาวไป
- การผสมเกลือโลหะ เช่น โครเมียมหรือ อลูมิเนียมไนเตรท จะปรับปรุงให้การต้านทานน้ำดีขึ้น แต่ก็ใช้ แค้ก็จะทำให้อายุการใช้งานของกาวสั้นลง
- การเติม UF และ MF และ ไอโซไซยานาตเรซินก็จะช่วยปรับปรุงสมบัติของกาวได้
- กาว PVAc ใช้กันแพร่หลายสำหรับการติดไม้บาง การติดกระดาษ และ PVC foils กับแผ่น PB, hardboard และ MDF และสำหรับการประกอบตู้ โต๊ะ เป็นต้น

2.5.1.2.2 กาวระบบร้อนเหลว (Hot-melt Systems)

a. กาวร้อนเหลวชนิด EVA (EVA Hot-Melts)

- กาว Ethylene vinyl acetate เป็นส่วนผสมของ EVA resin (ซึ่งเป็นตัวหลักในการการเกิดยึดติด, adhesion และการแตะติด, tack) และตัวอุดพวกแร่ธาตุเป็นตัวเสริมการยึดจับ, cohesion และอุดรูของกาวและยังช่วยลดต้นทุนด้วย
- นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมของซีฟิ่งเล็กน้อย เพื่อควบคุมระยะเวลาในการเปิดและอัตราเร่งการแข็งตัว และยังมี anti-oxidant เพื่อใช้ลดแนวโน้มการเกิดปฏิกิริยาออกซิไดซ์ในหม้อกาวที่ร้อน
- การผลิตเริ่มโดยการใส่เรซิน, สารเติม, สารแอนติออกซิเดนท์ลงในเครื่องผสมแบบ Z-blade ที่ร้อน ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้บดและตัดเรซินร้อนและให้แน่ใจว่าผสมได้ทั่วถึง
- ทันทีที่ส่วนผสมเข้ากันได้ดี ส่วนผสมอื่นที่เหลือถูกเติมและผสมคลุกต่อไปอีก 30 นาที หลังจากนั้นส่วนผสมทั้งหมดจะถูกเติมและผสมคลุกต่อไปอีก 30 นาที หลังจากนั้นส่วนผสมทั้งหมดจะถูกเทสู่โต๊ะเย็นที่จัดทำขึ้นให้กาวแข็งตัวก่อนจะทำการตัดเป็นเม็ดๆ หรืออัดรีดออกมาเป็นเม็ดหรือรูปร่างต่างๆ ขนาดตามต้องการ
- รูปร่างของกาวเป็นสิ่งสำคัญมากในการนำไปใช้เพื่อให้แน่ใจว่าได้รับความร้อนที่เร็วในการทากาว สำหรับการติดขอบ โดยปราศจากการเกิดการเสื่อมสภาพของกาวจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน
- เม็ดกาวมักจะถูกเคลือบด้วยแป้ง talc เพื่อป้องกันกาวจับเป็นก้อนในถุง
- เครื่องอัดรีด มีการใช้สำหรับการผสมกาวด้วยเหมือนกันและมีประโยชน์โดยมันสามารถผลิตกาวในลักษณะต่อเนื่อง ซึ่งช่วยให้สามารถทำเป็นเม็ดๆ ได้ง่ายขึ้นมาก อย่างไรก็ตามเครื่องอัดรีดไม่ใช่ว่าจะประสบผลสำเร็จเสมอไป เนื่องจากการผสมของมันเป็นละเอียดเหมือน Z-blade Mixer และมันเป็นการดีในการเริ่มต้นหรือ เปิดเครื่องสำหรับ Z-blade หรือ Blender อื่น
- โครงสร้างพื้นฐานของ EVA polymer อาจจะมีปริมาณ Vinyl acetate สูง, ปานกลาง, ต่ำ หากมี acetate ในปริมาณสูงจะทำให้มีคุณสมบัติเกิดการยึดเหนี่ยวเข้ากันได้ดีกับสารเติมอื่น มี Longer open time (ระยะเวลาก่อนประกบได้นานขึ้น) มีความต้านทานความร้อนต่ำลงด้วย ละลายในตัวทำละลายได้มากขึ้น

b. กาวโพลีเอไมด์ (Polyamide Resins)

- มีการใช้ในปริมาณน้อยมาก ส่วนใหญ่สำหรับการติดขอบที่ต้องการความต้านทานสูงต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น
- คล้ายไนลอนและเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันโพลีเมอร์ที่เป็นกรดไขมัน (fatty acid polymers) กับ ไดอะมีน (diamine)
- ลำบากต่อการนำมาใช้งาน โดยเนื่องจากจุดหลอมเหลวของมันจะสูงมากและง่ายต่อการ oxidat ซึ่งสามารถทำให้สมบัติการยึดติดเสียไปตั้งนั้นด้วยเหตุนี้ บางครั้งจึงมีการใช้เครื่องทากาวที่ปิดอยู่ในก๊าซไนโตรเจน
- การโพลีเอไมด์ มีการใช้ใน USA สำหรับการติดขอบ แต่จะไม่แพร่หลายในที่อื่น เนื่องจากมีราคาแพงกว่า EVA และโพลียูรีเทน หลายเท่าตัว

c. กาวโพลีโอลีฟิน (Polyolefines)

- ใช้กันไม่แพร่หลายนักในอุตสาหกรรมไม้ เนื่องจากสมบัติการยึดติดยังไม่เด่นชัด แต่สำหรับการติดขอบแล้ว กาวโพลีเออีโพน์เป็นตัวกลางของการต้านทานความร้อนระหว่างการใช้อีวา และกาวโพลีเอไมด์ และยังมีราคาพอรับได้
- กาวนี้เป็นส่วนผสมของ Polypropylene, Polyethylene และเรซินอื่นคล้ายกับ Isobutyl-isoprene rubber เพื่อให้เกิดการแตะตัก (tack)
- มีลักษณะการหลอมเหลวที่ดีกว่า โพลีเอไมด์ความแข็งแรงการยึดเหนี่ยวที่ดีและมีพิคตของการหลอมเหลวแคบกว่า ซึ่งจะช่วยให้การแข็งตัวเร็วขึ้น
- แต่สมบัติการเป็นกาวด้อยกว่าเมื่อใช้กับพื้นผิวที่ราบเรียบอย่าง PVC
 - d. กาวเรซินโพลียูรีเทน (Polyurethane Resins)
- กาวเรซินร้อนเหลวโพลียูรีเทน ที่ใช้ในการติดแถบขอบจะมีลักษณะการใช้งานและผลิตภัณฑ์คล้ายกับกาวร้อนเหลวเดิม
- แต่จะทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศและวัสดุที่ต้องการติดกาวเกิดเป็นแนวกาวที่มีสมบัติคล้ายการเกิดจากกาวชนิดแข็งตัวเมื่อร้อน
- กาวเรซินโพลียูรีเทน ทำจากการทำปฏิกิริยาไดโอดอล กับ ไดไอโซไซยานาต เกิดเป็นโครงสร้างร่างแหที่มีหมู่ไฮดรอกซิลสูงที่จะทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิลต่อไป
- การใช้งานจะใช้งานที่อุณหภูมิต่ำกว่า EVA เรซิน คือประมาณ 100-140 องศา
- ต้องป้องกันความชื้นในการเก็บและระหว่างการใช้อาจจะต้องใช้อุปกรณ์ปิดที่มีก๊าซไนโตรเจน
- การใช้กาวนี้จะใช้เฉพาะที่ต้องการใช้งานที่มีการยึดติดเหนียวสูง เช่น เมื่อต้องการติดกาวตรงรอยแผลของประตูกันไฟ
- มีราคาสูงประมาณ 6 เท่า ของ EVA แต่ก็คุ้มกับราคาเพราะมีประสิทธิภาพสูง
- มีกรณีที่ไม่ต้องติดอุปกรณ์แถบขอบโดยไม่ใช้ nitrogen blanket ซึ่งเครื่องจ่ายกาวจะร้อนเหลวบนผิวที่จะติดกาว ทันทีที่แผ่นถูกทาแล้ว ด้านหน้า ของเครื่องจ่ายกาวจะปิดโดยมีแผ่นเลื่อนมาปิดเพื่อป้องกันกาวจากการสัมผัสกับอากาศหรือความชื้น

2.5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการติดกาวประสานไม้

คุณภาพของแผ่นไม้ประสานขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ซึ่งมีอิทธิพลจากผู้ผลิตแผ่นไม้ประสานและผู้อำนาจกาว ที่จะต้องร่วมมือกันตลอดเวลาในระหว่างการผลิต เพื่อแนวทางหรือแก้ไขปัญหาคือจะทำให้ได้แผ่นไม้ประสานที่สวยงามและคุณภาพ โดยมีปัจจัยที่สำคัญดังนี้

2.5.2.1. ความชื้นของไม้ที่จะนำมาประสาน ไม้ก่อนที่จะทำการทากาวต้องทำการอบก่อน เพื่อให้ได้ความชื้นของไม้ระหว่าง 6 ถึง 15 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศรอบๆบริเวณการผลิต แต่ระดับความชื้นที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ระหว่าง 10 – 12 %

ประเด็นความชื้นที่จะละลายเสียมิได้คือ พยายามทำให้ไม้ก่อนที่จะอัดประสานมีความชื้นของไม้ทุกชิ้นให้เท่ากันได้มากที่สุด ซึ่งโดยปกติจะต้องมีความชื้นของไม้ที่จะอัดประสานติดกันไม่เกิน 2 %

นอกจากนี้ปริมาณความชื้นของไม้ยังมีผลต่อคุณสมบัติการติดกาวด้วย เนื่องจากกาส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตไม้ประสาน เป็นกาวที่อาศัยการแพร่กระจายไปบนพื้นผิวไม้ กลไกการติดกาวจะเกิดขึ้นจากการระเหยหรือสูญเสียตัวทำละลาย ออกจากแนวกาว ดังนั้นเมื่อไม้มีความชื้นสูงจึงต้องใช้ระยะเวลาในการอัดที่นานขึ้น เนื่องจากน้ำในแนวกาวจะถูกดูดเข้าสู่ไม้ได้ช้าลง ในทางกลับกันเนื้อกาวในแนวกาวกลับแทรกซึมลงสู่เนื้อไม้มากขึ้นด้วยทำให้มีเนื้อกาวในแนวกาวน้อยลงจนทำให้เกิดรอยต่อไม่แน่น

2.5.2.2. การเตรียมชิ้นไม้ประสาน เป็นการเน้นที่คุณภาพของพื้นผิวไม้และขนาดที่มีความสม่ำเสมอและตัดฉากอย่างถูกต้อง เครื่องเลื่อยและเครื่องไสผิวหน้าต้องเที่ยงตรงและคม เพื่อให้ได้ผิวไม้ที่เรียบและขนาดที่ตรงสม่ำเสมอตลอดของความยาวไม้ จึงต้องทำการตรวจสอบชิ้นไม้ที่เลื่อยและไสก่อนทำการทากาวตลอดเวลา วิธีการง่ายๆ ในการตรวจสอบ นอกจากจะเทียบระนาบกับแท่งมาตรฐานแล้ว ยังอาจจะนำมากองเรียงชิ้นไม้ให้ขนานกันแล้วยึดด้วยแท่นยึดเพื่อตรวจสอบรอยการประชิด ส่วนการวัดมุมฉากก็สามารถตรวจสอบจากการตั้งฉากคู่อีกครั้งหนึ่ง

ใบมีดที่ใสจะทำให้เกิดรอยไหม้บนผิวไม้ เป็นผลเสียโดยจะไปปิดรอยเสี้ยนของไม้ เป็นอุปสรรคขัดขวางการแทรกซึมของกาวบนพื้นผิวหน้าที่จะทำการติดกาว

2.5.2.3. ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับทากาว ระยะเวลาตั้งแต่เตรียมไม้ซึ่งปกติตั้งแต่ถึงไม้แล้วจนถึงทากาว จะต้องใช้เวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้ได้ผลของการยึดติดกาวที่ดีโดยทั่วไปควรทากาวหลังจากไสแต่งหน้าไม้ ภายในระยะเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมงและผิวหน้าต้องไม่กระทบกับแสงแดด เนื่องจากว่าสารประกอบเคมีบนผิวหน้าไม้จะเกิดออกซิเดชัน ทำให้ลดความสามารถในการซึมซับของกาวส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของแนวกาว โดยความแข็งแรงจะลดลงเป็นปกติโดยตรง เมื่อเพิ่มระยะเวลาระหว่างการไสไม้กับการทากาวอย่างมีนัยสำคัญ

2.5.2.4. การเก็บรักษาและผสมกาวกับตัวเร่งแข็ง กาวและตัวเร่งต่างๆ ควรเก็บรักษาไว้ในที่เย็นเพื่อยืดอายุของกาวให้นานที่สุด โดยทั่วไปอายุของกาวที่เป็นของเหลวจะได้รับผลกระทบอย่างมากกับอุณหภูมิ โดยพบว่าหากอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 7 องศาเซลเซียส จะมีผลคล้ายกับการบ่มกาวหรือตัวเร่งให้ปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น 2 เท่า ดังนั้นการเก็บรักษาของเหลวอย่างระมัดระวัง และหลีกเลี่ยงให้ภาชนะบรรจุถูกแสงแดดเป็นสิ่งสำคัญมาก

2.5.2.5. กาวจะต้องทาบนพื้นผิวไม้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องทากาว ในกรณีที่เครื่องทากาวแบบลูกกลิ้งจะต้องพิจารณาเลือกคู่มือที่ร้องของลูกกลิ้งที่เหมาะสม

2.5.2.6. ช่วงเวลาที่ประกบเพื่อรอการอัด ช่วงเวลาที่ประกบเพื่อรออัดเป็นระยะเวลาที่เริ่มจากการทากาวจนกระทั่งทำการอัดสำหรับไม้เนื้อแข็งนั้นจะต้องใช้ช่วงเวลาที่ประกบเพื่อรออีกที่นานขึ้นเพื่อรอให้กาวซึมซับบนผิวหน้าไม้ก่อนทำการอัด

2.5.2.7. การใช้กำลังอัด กำลังควรสูงที่จะเพียงพอที่จะอัดขึ้นไม้ที่ทาแล้วเข้าด้วยเพื่อรอให้กาวเกิดการแข็งตัวหากทำการอัดประสานไม้หลายชิ้น ควรระมัดระวังคำนวณกำลังอัดให้เหมาะสมและเพียงพอสำหรับแนวกาวทุกๆแนว สำหรับแต่ละแนวกาวที่ทาควรใช้กำลังอัด 5-8 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (0.5 - 0.6MPa) และใช้ระยะเวลาในการอัดที่เพียงพอเพื่อมั่นใจว่ากาวเกิดการแข็งตัวเต็มที่เพียงพอแล้วก่อนที่จะทำการคายแรงดันออก

2.5.2.8. อุณหภูมิในการอัด การใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ระยะเวลาในการอัดสั้นลงสำหรับการใช้กาวประเภท อิมัลชัน เวลาจะใช้ต่างกันไปตามอุณหภูมิห้องถึง 70 – 90 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ในการอัดและชนิดของกาว เมื่ออัดไม้ด้วยกาวอิมัลชัน จำเป็นต้องปล่อยระยะเวลาให้ไม้เย็นตัวให้เพียงพอต่อการคายแรงดัน โดยเฉพาะการใช้วิธีการแบบอัดคลื่นความถี่สูง เหตุที่ต้องปล่อยให้เกิดการเย็นตัวหลังนั้นอัดเพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อการหย่อน ในแนวกาวเนื่องจากอุณหภูมิและสมบัติของกาวประเภทเทอร์โมพลาสติกของตัวเอง

2.5.2.9. ระยะเวลาในการอัด ระยะเวลาในการอัดขึ้นอยู่กับปริมาณของกาวที่ใช้ ชนิดของกาว อุณหภูมิในการอัด ชนิดของไม้ การใช้อุณหภูมิในการอัดที่สูงจะส่งผลให้ระยะเวลาในการอัดสั้นลงโดยทั่วไป ระยะเวลาในการอัดมักจะมีการกำหนดไว้ให้ในเอกสารกำกับของผู้ขาย-ผู้ผลิตกาว แต่แนะนำให้ทำการทดสอบก่อนที่จะผลิตจริงเสมอ เนื่องจากสภาวะแวดล้อมในสถานที่ของผู้ใช้กาวจะแตกต่างกันและมีผลกระทบต่อระยะเวลาในการอัดด้วย

2.5.2.10. การทำความสะอาด ในขณะที่กาวยังเปียกอยู่ สามารถเช็ดออกได้ทันทีจากผิวหนังและเสื้อผ้าโดยใช้สบู่และน้ำ สำหรับเครื่องมือเกี่ยวกับกาวสามารถทำความสะอาดได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับชนิดของกาว กาวชนิดน้ำอิมัลชัน เช่น กาวโพลีไวโนอะซิเตต สามารถทำความสะอาดได้โดยใช้น้ำอุ่น, กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ที่ติดอยู่กับลูกกลิ้งสามารถล้างได้ออกโดยใส่น้ำผสมโซดาเจือจาง 10% จะทำให้กาวเจือจางและหมดสภาพความเหนียวหลังจากนั้น 2-3 นาที ลูกกลิ้งสามารถล้างได้ด้วยน้ำอุ่น, กาวเรซินอล-ฟีนอล ฟอร์มัลดีไฮด์ สามารถล้างออกได้โดยใช้น้ำอุ่นผสมแอลกอฮอล์เล็กน้อย, กาวโพรียูเรเทน และ กาวชนิดคล้ายคลึงกัน สามารถล้างออกได้โดยใช้ตัวทำละลาย เช่น อะซิโตนหรือโทลูอีน ขณะชำระล้างควรระวังอย่าสูดหรืออย่าให้เข้าตา หรือละอองเหล่านี้กระทบโดยตรงกับผิวหนังหรือร่างกาย

2.5.2.11. การตรวจสอบ การตรวจสอบด้วยวิธีการง่ายๆคือ การตรวจด้วยการชามืด โดยการตอกสีวลงบนแนวรอยต่อกาวแล้วตรวจดูพื้นผิวไม้ที่แตกหักตรงรอยต่อนั้น วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายสำหรับการดูคุณภาพการใช้กาว แม้ว่ากาวยังไม่แข็งตัวเต็มที่ซึ่งต้องใช้เวลาหลายวันก็ตาม ซึ่งในบางกรณีสำหรับกาวประเภทอิมัลชัน ที่ต้องการให้ด้านทานน้ำได้ดี อาจต้องรอให้เกิดการแข็งตัวที่จะใช้งานได้เต็มที่ถึง 14 วัน โดยเฉพาะชิ้นงานที่จะนำมาผลิตนำมาใช้เป็นโต๊ะและกรอบหน้าต่าง

2.6 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการยศาศตร์

2.6.1 วิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์

Diirer ได้ค้นพบวิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเห็นพ้องต้องกันทุกๆ ไป โดยเขาเริ่มวัดความสูงของร่างกายมนุษย์และกำหนดไว้ดังต่อไปนี้

1/2 ของความสูงทั้งหมด = ครึ่งหนึ่งของร่างกายวัดจากต้นขาหรือขาหนีบขึ้นไปถึง ศีรษะส่วนบน

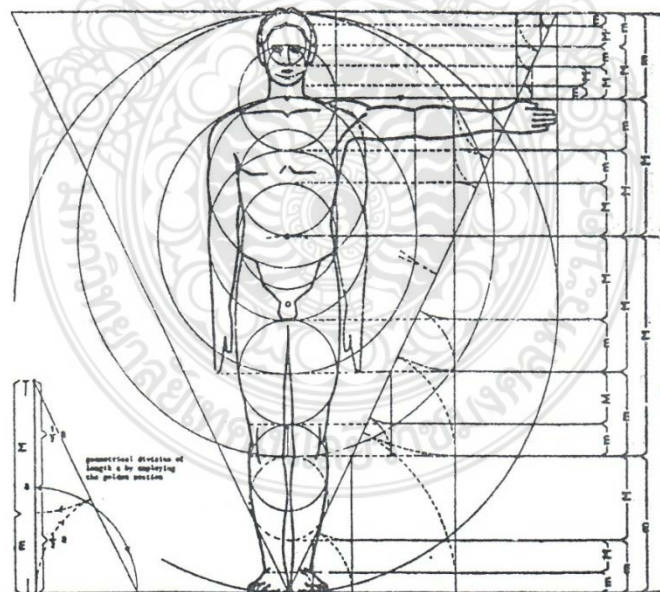
1/4 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่า และจากปลายคางถึงสะดือ

1/6 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า

1/8 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของศีรษะส่วนบนถึงปลายคาง และจากคางถึงราวนม

1/10 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้ารวมถึงหูด้วยและความยาวของมือถึงข้อมือ

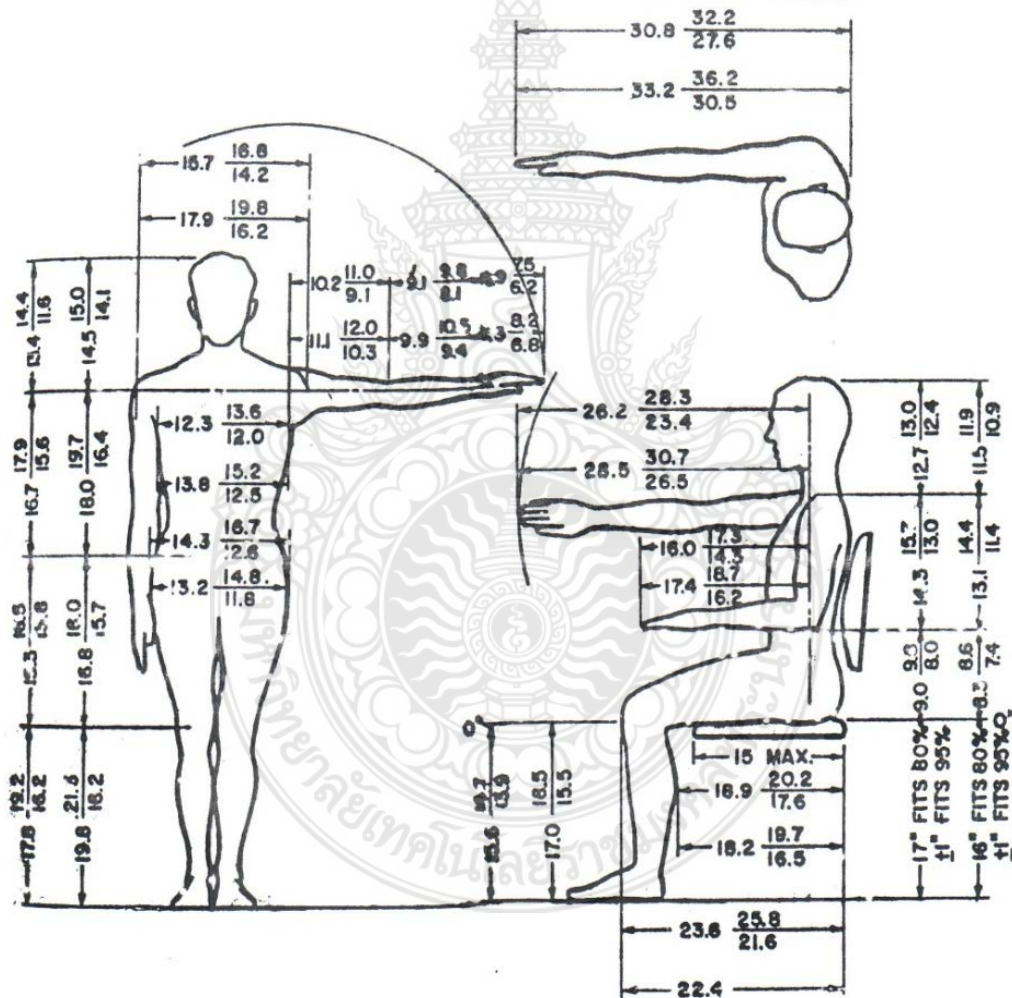
1/12 ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าวัดจากปลายจมูกส่วนล่างสุดและในการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ 1/40 ของความสูงทั้งหมดของร่างกาย



ภาพที่ 2.32 แสดงการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์

2.6.2 สัดส่วนทางกายภาพของมนุษย์

มิติส่วนต่างของร่างกาย เช่นเดียวกับความสูงยืน คือ ค่าที่วัดได้จะมี ค่าที่วัดได้จะมีค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด การที่จะกำหนดค่าใดเป็นค่ามิติวิกฤตนั้นขึ้นอยู่กับ การนำไปใช้ ซึ่งในแต่ละกรณีไม่เหมือนกัน ยกตัวอย่างเช่น การนำมิติหมายเลข (1) ความสูงยืนไปใช้ในการกำหนดความสูง (ที่ต่ำที่สุด) สำหรับช่อง ประตูค่าที่นำไปกำหนดเป็นมิติวิกฤต คือ Max และการนำค่าวิกฤตหมายเลข (5) ความสูงเอื้อมมือบนไปใช้ในการกำหนดความสูงของชั้นวางของ ค่าที่ถูกกำหนดเป็นมิติวิกฤต คือค่า Min ซึ่งในกรณีนี้หรือในกรณี พิจารณาเลือกกำหนดมิติวิกฤตที่เลือกจะต้องช่วยในงานออกแบบ นำไปใช้ได้ดีสะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาด หรือใช้ได้กว้างขวางที่สุด



ภาพที่ 2.33 แสดงสัดส่วนทางกายภาพของมนุษย์ (กิติ สันตุเสก. 2544 : 16 - 18)

ตารางที่ 2.5 แสดงมิติส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และ ค่ามิติวิกฤติ

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยืน		
			ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.30	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	201.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7	ความสูงระดับสายตา	0.460	68.21	73.87	79.70
8	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.65	61.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	35.01	37.77
13	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	33.07	35.81	38.63
14	ระยะจากก้นถึงน่องตอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
15	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	54.00
16	ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	108.45
17	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19	ความกว้างกางแขน	1.002	151.56	164.13	177.08
20	ความกว้างระหว่างศอก	0.262	38.85	42.07	45.37
21	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83

2.6.3 ขนาดสัดส่วนและระบบกล้ามเนื้อมนุษย์

การนำเอาหลักการทางกายศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการจัดสภาพแวดล้อม เพื่อลดผลกระทบต่อการทำงานของมนุษย์นั้น มักเกี่ยวข้องกับการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่สัมพันธ์กับส่วนต่างๆ ของร่างกายที่ถูกใช้งานหนักเบาไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะอาชีพและการทำงานของแต่ละบุคคล

อย่างไรก็ตาม ภาวะส่วนต่างๆ ของร่างกายจะต้องทำงานสอดประสานกัน หากเกิดภาวะผิดปกติขึ้นที่อวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่ง ก็จะมีผลกระทบต่อการทำงานของอวัยวะอีกส่วนหนึ่งเสมอ ดังนั้นจึงควรเข้าใจวิธีการทำงานและความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันในการใช้โครงสร้างส่วนต่างๆ ของร่างกายในการทำงาน ซึ่งมีโครงสร้างหลักที่มักถูกใช้งานอยู่ตลอดเวลา 5 ส่วน คือ ส่วนของมือและข้อมือ ส่วนของแขนและไหล่ ส่วนของ

คอและหลัง ส่วนของเข่าและขา และส่วนของดวงตา ฉะนั้น ควรจะศึกษาถึงลักษณะการทำงานของอวัยวะแต่ละส่วนและหาวิธีหลีกเลี่ยงหรือป้องกันอันตรายจากการทำงานนั้นๆ

2.6.3.1 มือและข้อมือ

ลักษณะโครงสร้างของมือและข้อมือประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนของกระดูกและกล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคลื่อนไหว กับส่วนของระบบประสาท (Nerves) ที่ช่วยในการรับความรู้สึก การใช้มือและข้อมือในการทำงานต่างๆ ควรคำนึงถึงหลักการยศาสตร์ เพื่อความปลอดภัยและสุขภาพ ดังนี้

1. ท่าทางปกติ มือและข้อมือควรอยู่ในตำแหน่งปกติที่เป็นธรรมชาติ ในลักษณะเป็นแนวตรง คล้ายกับการจับมือที่ทักทายกัน การวางตำแหน่งชิ้นงานควรให้เหมาะสมกับระดับความสูงของการวางมือและข้อมือ หรือควรวางชิ้นงานตรงหน้าหรือโดยตรงเพื่อให้มองเห็นและทำงานได้โดยตรง และหากมีการเคลื่อนที่ของชิ้นงานในขณะที่ทำงาน ควรสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของมือที่เลื่อนไปมาตามชิ้นงานนั้นด้วย

2. การออกแรงจับถือ ไม่ควรจับถือสิ่งของที่ขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป หากออกแรงจับถือชิ้นงานหรือวัตถุอุปกรณ์โดยใช้ทั้งมือจับถือ ไม่ควรออกแรงเฉพาะตรงส่วนนิ้ว และถ้าเป็นไปได้ควรใช้ทั้งสองมือทำงานประสานร่วมกัน หรืออาจใช้วิธีการลากหรือเลื่อนสิ่งของแทนการใช้วิธีจับชิ้นในแนวตั้ง เป็นต้น

ข้อควรระวังในการทำงานของมือและข้อมือ

พยายามหลีกเลี่ยงการงอหรือบิดของข้อมือบ่อยครั้งเกินไป ไม่ควรออกแรงกดมากเกินความจำเป็น หลีกเลี่ยงการออกแรงทำงานของมือเดิมซ้ำๆ กันเป็นเวลานาน ควรสลับหรือปรับเปลี่ยนตำแหน่งของมือและข้อมือไปมา และบางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้ถุงมือเพื่อป้องกันการบาดเจ็บหรือเพื่อความรู้สึกจับได้มั่นคงมากขึ้น เป็นต้น

2.6.3.2 คอและหลัง

โครงสร้างของคอและหลังประกอบไปด้วยข้อกระดูกย่อยๆ ต่อกันมากมายของกระดูกสันหลัง และยังมีส่วนของกล้ามเนื้อและเอ็นช่วยจับยึดส่วนต่างๆ ของโครงร่างเข้าด้วยกัน การทำงานส่วนคอและหลังถือเป็นส่วนที่สำคัญ เนื่องจากส่วนนี้ประกอบด้วยกระดูกสันหลังที่ถือเป็นแกนของร่างกายที่ทำหน้าที่การรับแรงกดของร่างกาย และเป็นส่วนที่อยู่ของเส้นเลือดเส้นประสาท หากได้รับอาการบาดเจ็บในส่วนนี้ จะทำให้ได้รับความเจ็บปวดและทรมาณมาก

1. ท่าทางปกติ ท่ายืนปกติในลักษณะตัวตรง กระดูกสันหลังจะมีรูปร่างคล้ายตัวเอส (S) โดยโค้งสลับกัน คือกระดูกสันหลังส่วนคอและเอวจะโค้งไปทางด้านหน้า (Concave) ส่วนลำตัว สะโพกและก้นก็จะโค้งกับไปทางด้านหลัง (Convex)

ข้อควรระวังในการเคลื่อนไหวส่วนคอและหลัง

การเคลื่อนไหวของส่วนคอในขณะที่ทำงานที่ไม่ควรเกิดขึ้นบ่อยนัก เช่น การเอียงคอ (Tilt) ไปทางด้านข้าง ซึ่งจะทำให้ส่วน Foramen ของกระดูกสันหลังเอียงไปในทิศทางที่ศีรษะโน้มเอียงออกไป การก้มเงยคอ (Flexion/Extension) ไปมาจะทำให้เกิดแรงกดลงบนส่วนหมอนรองกระดูก (Discs) บริเวณกระดูกส่วนคอ และการหันหน้าไปมา (Side-to-side) จะทำให้กระดูกส่วนคอซ้อนหมุนทับกันไปมา ทำให้เกิดแรงกดลงบนหมอนรองกระดูกระหว่างกระดูกเหล่านั้น

การเคลื่อนไหวส่วนหลังขณะที่ทำงานที่ไม่ควรเกิดขึ้นบ่อยนักได้แก่ การงอหลังหรือการโน้มตัวไปข้างหน้า (Forward bending) การบิดเอี้ยวลำตัวตรงกระดูกส่วนเอว (Lumbar twisting) และการเอียงลำตัวไปทางด้านข้างใดข้างหนึ่ง (Lateral back movement)

2.6.3.3 การทำงานในท่านั่ง

หลักการของการยศาสตร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการนั่งทำงาน โดยไม่ทำให้เกิดความรู้สึกอ่อนล้าของช่วงคอและหลัง เช่น ท่านั่งปกติในขณะที่ทำงาน ควรนั่งให้โครงกระดูกโค้งงอได้จังหวะพอดีตามธรรมชาติ ใช้เก้าอี้ที่สามารถปรับแต่งได้โดยให้ส่วนของท่อนขาเหนือหัวเข่าทำมุมกับลำตัว + - 90 องศา และควรมีส່วนรองรับสะโพก ข้อศอก และส่วนหลัง โดยเฉพาะบริเวณช่วงเอวซึ่งเคล็ดขัดยอกง่ายกว่าบริเวณอื่นๆ

ส่วนการเอื้อมหยิบ ควรจัดให้วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้อยู่ภายในรัศมีที่สามารถหยิบจับง่ายและควรยื่นขึ้นหยิบจับสิ่งของมากกว่าการเอื้อมมือไปจับสิ่งของ ในการรักษาสุขภาพสมดุลงานขณะนั่งนั้น ควรเปลี่ยนท่านั่งเป็นครั้งคราว สม่่าเสมอ เพื่อช่วยให้เลือดไหลเวียนได้ดีขึ้น และควรให้เก้าอี้พนักพิงอย่างเต็มที่

2.6.3.4 การทำงานในท่ายืน

การทำงานในท่ายืนที่ควรปฏิบัติคือ การยืนให้โครงสร้างของกระดูกจัดเรียงกันได้ตามจังหวะธรรมชาติ ปรับระดับของพื้นที่การทำงานให้มีความสูงพอเหมาะ จัดวางวัสดุอุปกรณ์ให้อยู่ในระยะเอื้อมถึง ใช้ที่รองขาหากต้องเอื้อมจับสิ่งของที่อยู่สูงเกินเอื้อม หลีกเลี่ยงการโค้งงอตัวลงในขณะทำงาน โดยจัดวางวัสดุอุปกรณ์หรือชิ้นงานให้อยู่ในระดับประมาณใต้ข้อศอก หากชิ้นงานอยู่ต่ำควรนั่งคุกเข่าลงไปหยิบจับแทนการโค้งหลังลง ในส่วนการรักษาสมดุลงานการยืน ควรมีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนท่ายืนไปมา เพื่อกระตุ้นการทำงานของระบบภายใน และควรใช้วิธีการบริหารเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อบริเวณหลังด้วย

2.6.3.5 การยกและการผลักดันชิ้นงานหรือวัสดุ

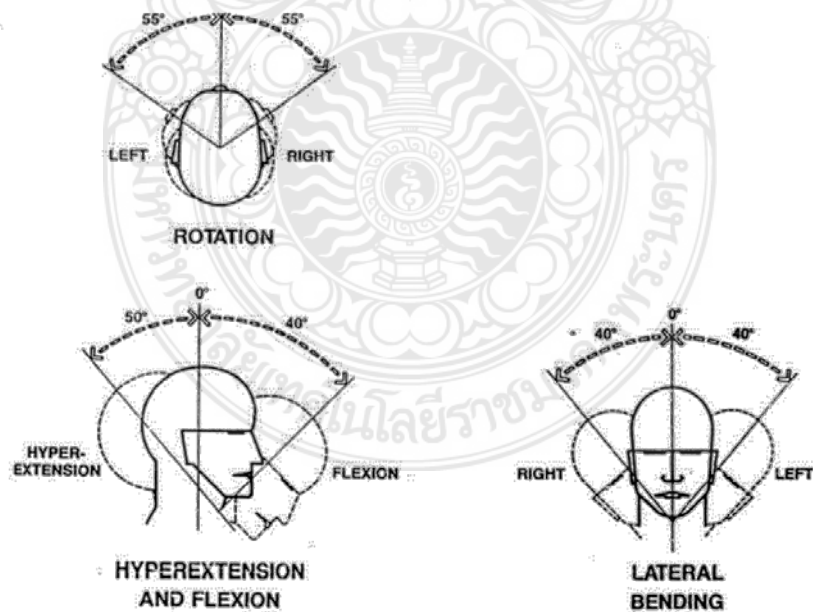
ควรรักษาโครงสร้างร่างกายให้อยู่ในสภาพปกติ โดยเข้าใกล้สิ่งของที่ต้องยกขึ้นให้มากที่สุด ยกขึ้นโดยให้ส่วนหลังยังคงอยู่ในสภาพตั้งตรง และเมื่อส่งผ่านสิ่งของที่มีน้ำหนักให้หันหน้าเข้าหาตำแหน่งที่จัดวางเสียก่อนที่จะส่งต่อ ทั้งนี้เพื่อลดการบิดตัวในขณะทำงาน ส่วนการผลักหรือการดันวัสดุนั้น ส่วนหลังควรตรงได้ระดับในขณะผลักหรือดัน และควรใช้วิธีการผลักมากกว่าการลากเป็นต้น (รัชชานนท์ สิปปภากุล. 2548 : 143-149)



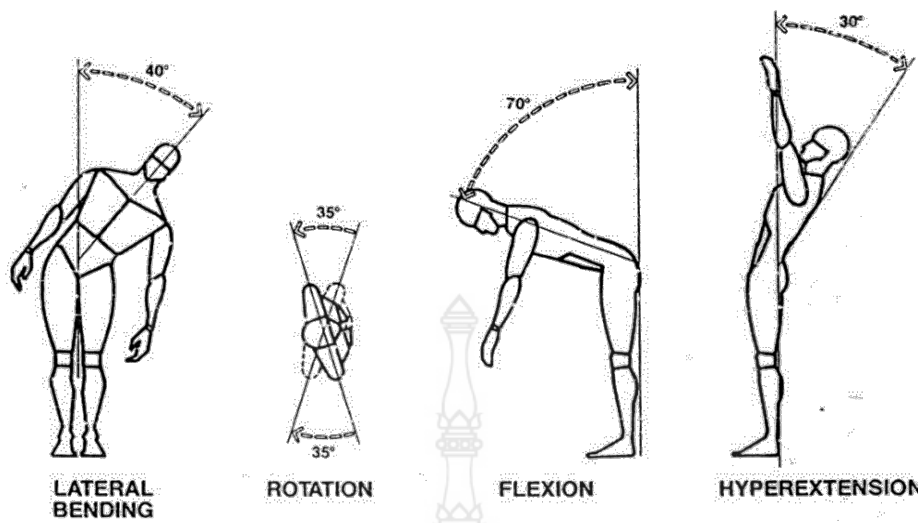
ภาพที่ 2.34 การหมุนควงของข้อต่อนิ้วชี้



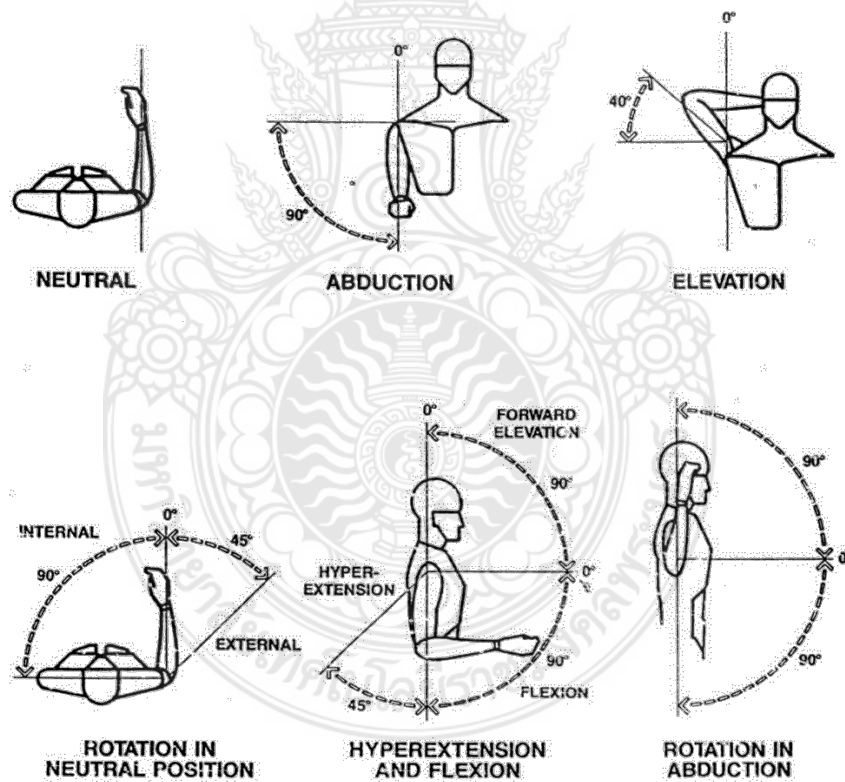
ภาพที่ 2.35 การกางมือออกและการหุบเข้า



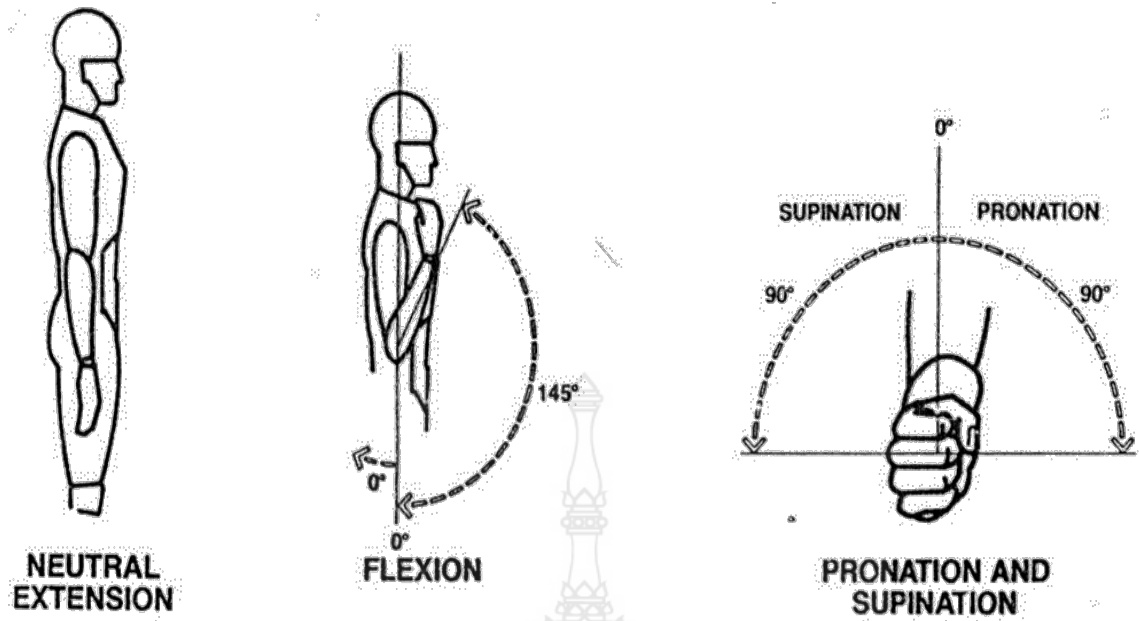
ภาพที่ 2.36 การเคลื่อนไหวส่วนศีรษะและคอ



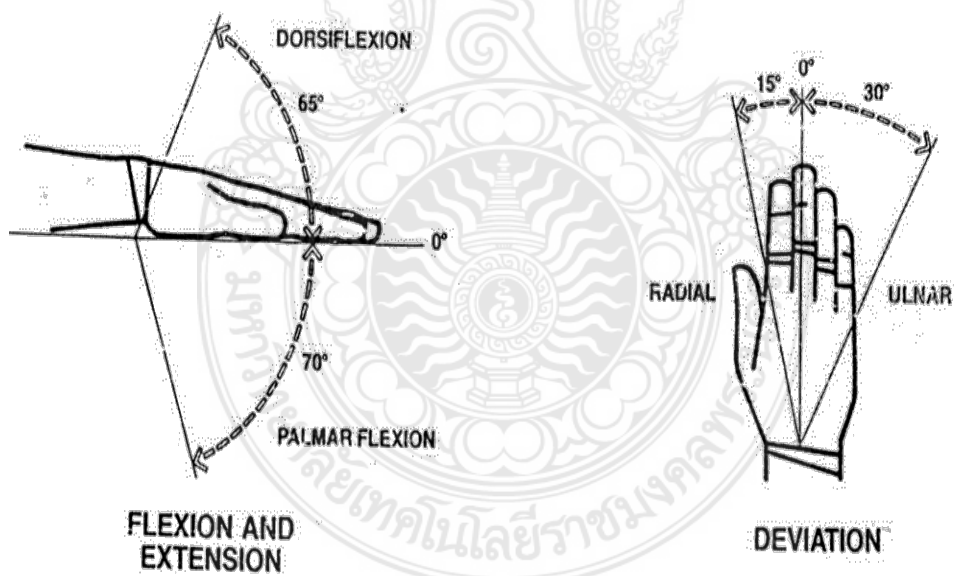
ภาพที่ 2.37 การเคลื่อนไหวส่วนลำตัว



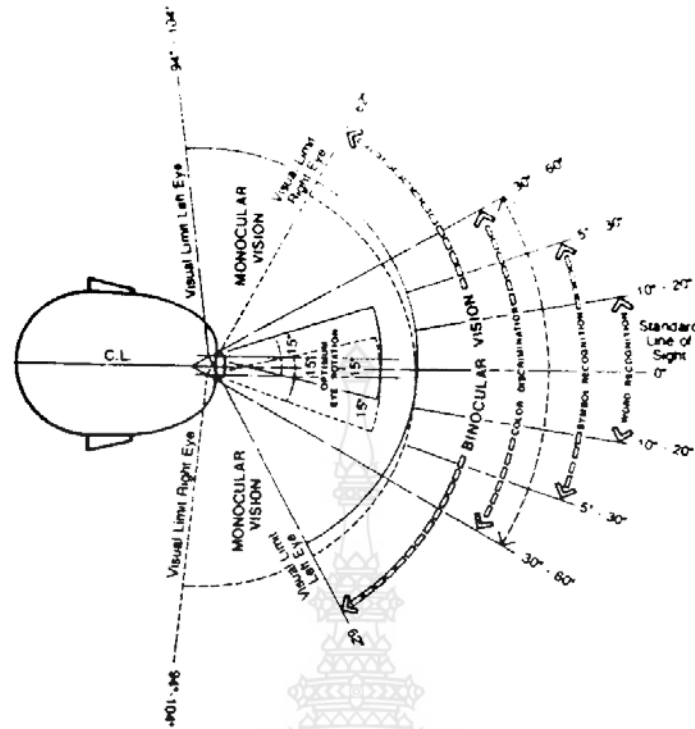
ภาพที่ 2.38 การเคลื่อนไหวส่วนหัวไหล่



ภาพที่ 2.39 การเคลื่อนไหวส่วนของแขนและข้อศอก



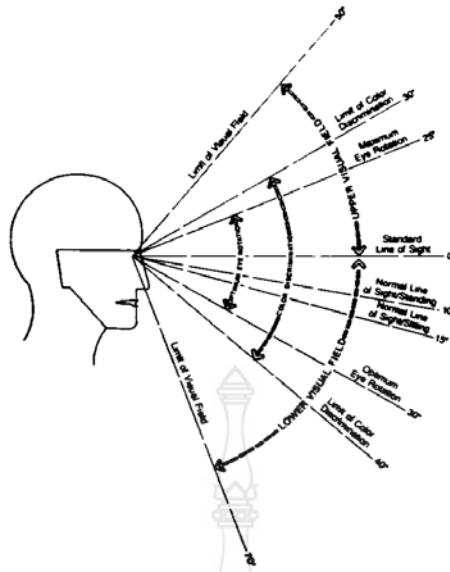
ภาพที่ 2.40 การเคลื่อนไหวส่วนของข้อมือ



ภาพที่ 2.41 แบบเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ด้านบน

จากการศึกษามุมมองจากด้านบน สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมต่อไป

มุมมองตัวหนังสือ	10 – 20
มุมมองของสัญลักษณ์	5 – 30
มุมมองที่ดีที่สุดของสี	30 – 60
มุมมองกว้างที่สุด	60 – 94
มุมมองกวาดสายตาอีกข้างหนึ่ง	62



ภาพที่ 2.42 แบบเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ในระดับด้านข้าง

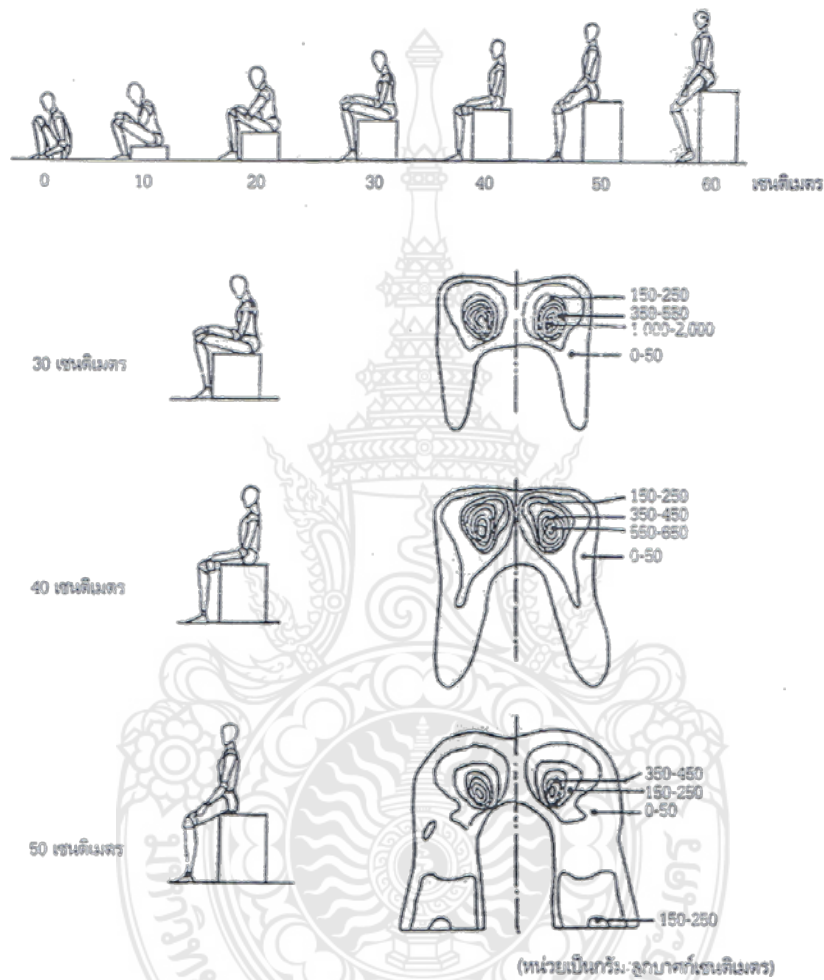
จากการศึกษามุมมองด้านข้าง สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมต่อไป

มุมเงยสูงสุด	50
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ขึ้นบน	30
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ลงล่าง	40
มุมเหลือบตาขึ้นมากที่สุด	25
มุมเหลือบตาลงมากที่สุด	30
มุมสายตูปกติขณะยืน	10
มุมสายตูปกติขณะนั่ง	15
มุมก้มสูงสุด	70

(รั้วชานนท์ สิปปภากุล. 2548 : 159)

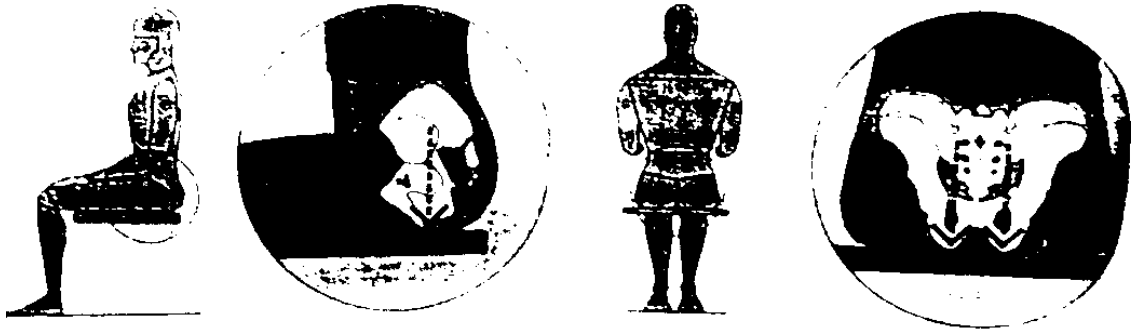
2.6.4 การนั่งของมนุษย์

ความสะอาดสบายเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของการออกแบบที่จะต้องใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ คณิตศาสตร์ สรีระร่างกายมนุษย์ กายวิภาคศาสตร์ มาวิเคราะห์ทำนั้งในอิริยาบถต่างๆ เพื่อค้นหาวิธีการที่จะ ออกแบบให้นั่งได้สบายที่สุด การกระจายน้ำหนักของตัวคนบนเก้าอี้จะต้องกระจายเกือบทั่วบริเวณร่างกายที่ สัมผัสกับที่นั่งและมีจุดกดทับที่รับน้ำหนักเฉพาะจุดให้น้อยที่สุด



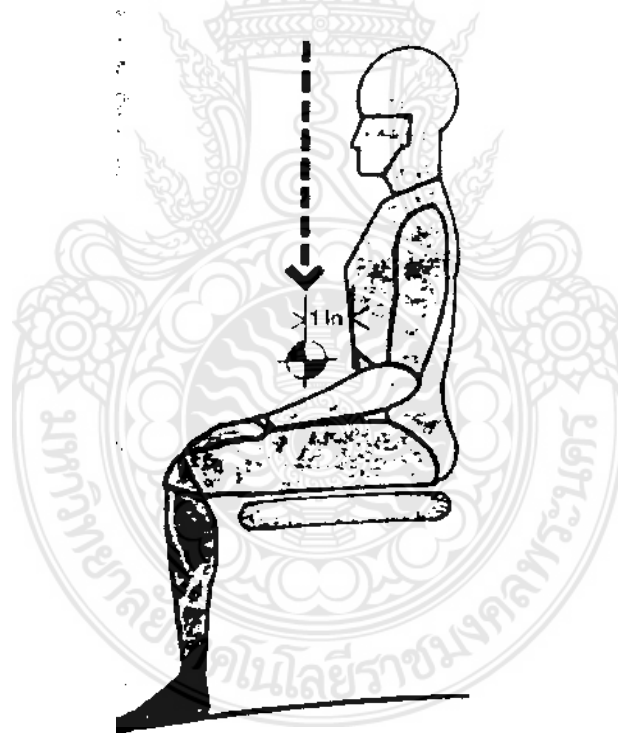
ภาพที่ 2.43 ระดับการนั่งและแสดงจุดรับน้ำหนักของกล้ามเนื้อสะโพกที่มีการกระจายน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดคือ เก้าอี้ที่มีความสูง 40 เซนติเมตร (วรรณิ สหสมโชค. 2549 : 205)

ในการนั่งของมนุษย์น้ำหนักประมาณ 75 % ได้วางลงบนพื้นที่ 4 ตารางนิ้ว หรือ 26 ตารางเซนติเมตร ดังรูปได้แสดงการวางน้ำหนักของมนุษย์ลงที่พื้นที่รองรับ

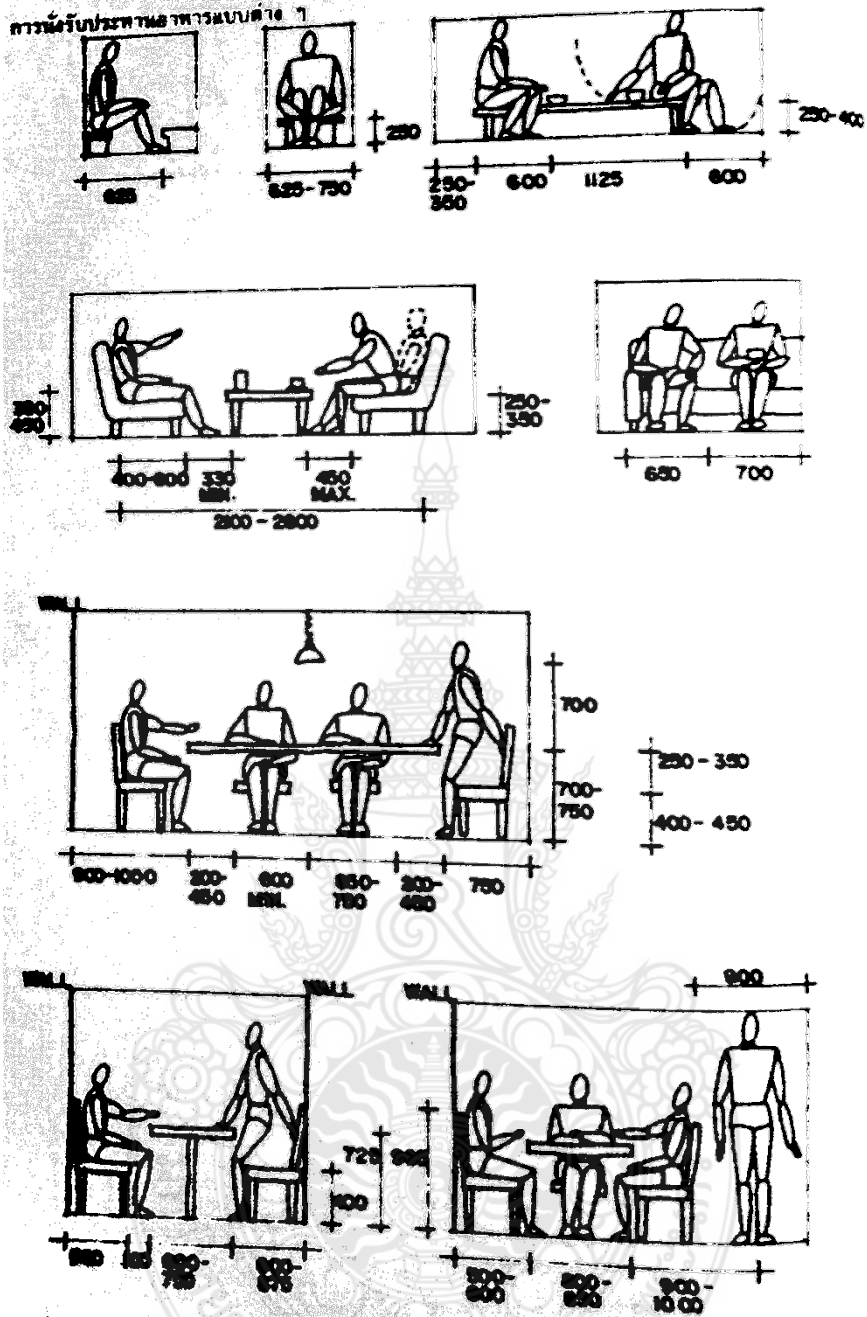


ภาพที่ 2.44 การถ่ายน้ำหนักลงพื้นที่นั่ง

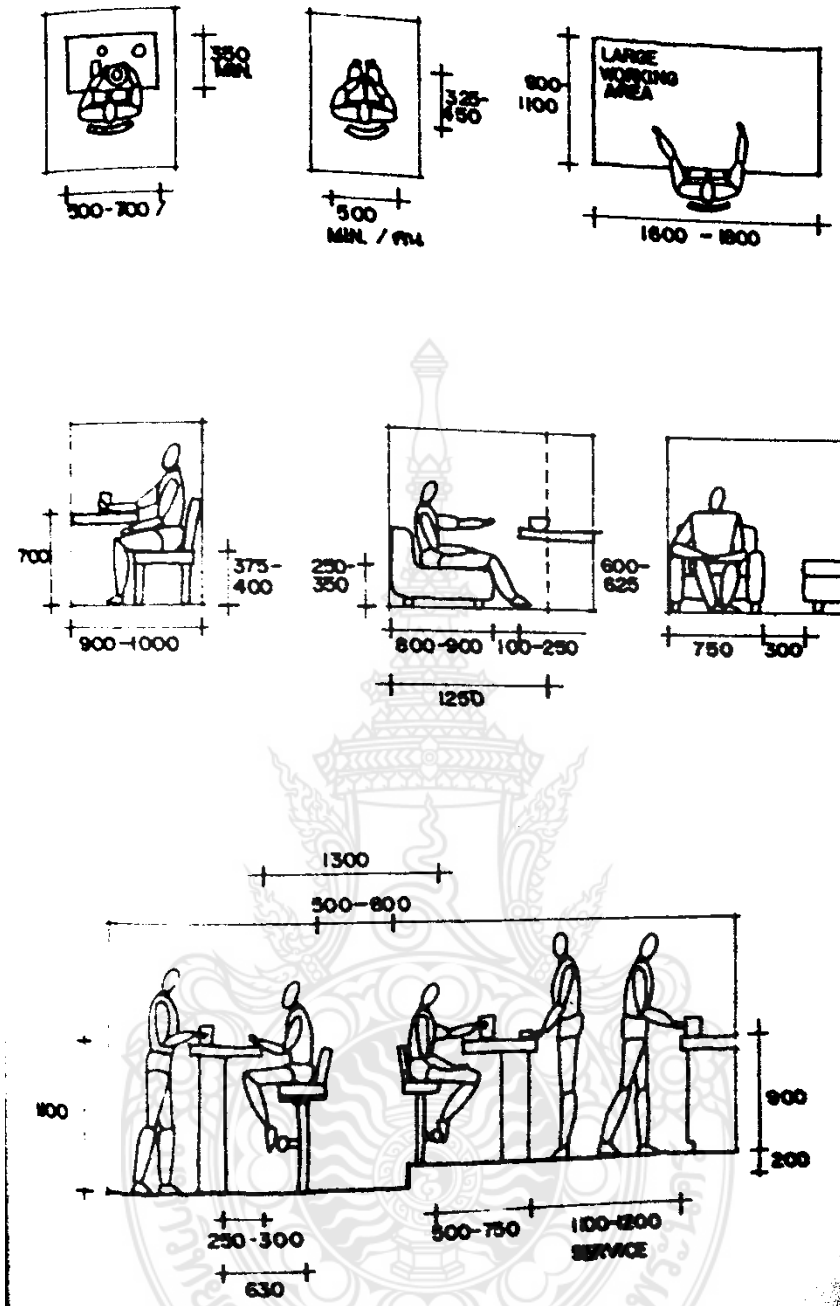
จากข้อมูลการวางน้ำหนักลงบนพื้นที่มาของการออกแบบที่นั่งสามารถรองรับน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม



ภาพที่ 2.45 แสดงถึงแรงโน้มถ่วงที่ร่างกายมนุษย์ปล่อยลงบนที่นั่ง (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2550 : 59)



ภาพที่ 2.46 แสดงลักษณะที่นั่งต่างๆ (กิติ สิ้นธุเสก. 2544 : 58)



ภาพที่ 2.47 แสดงลักษณะท่าที่นั่งต่างๆ (กิติ สิ้นธุเสก. 2544 : 59)

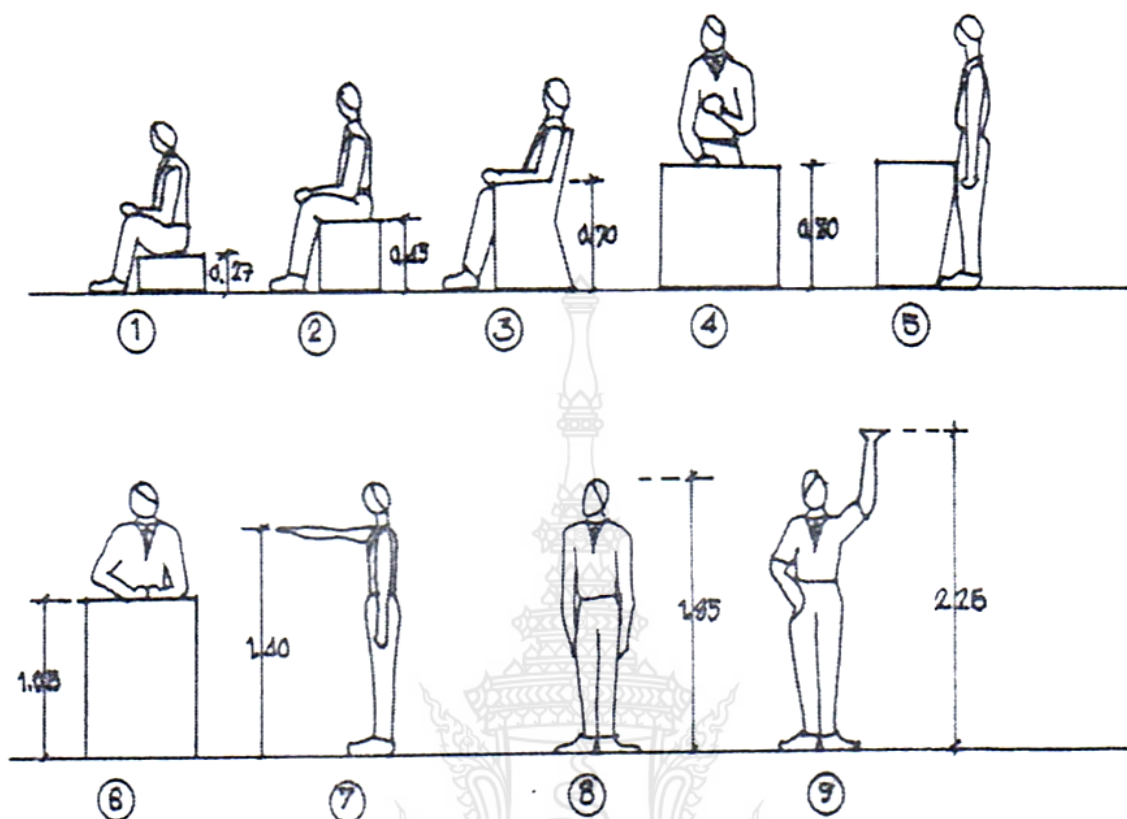
ตารางที่ 2.6 ขนาดความสูงของเท้าสำหรับชายและหญิงไทย (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2550 : 58)

อายุ	18 - 79 ปี	18 - 24 ปี	25 - 34 ปี	35 - 44 ปี	45 - 54 ปี	55 - 64 ปี	65 - 47 ปี	75 - 79 ปี
ชาย	15.5 นิ้ว	16.0 นิ้ว	16.0 นิ้ว	15.6 นิ้ว	15.3 นิ้ว	15.2 นิ้ว	15.2 นิ้ว	15.2 นิ้ว
หญิง	14.0 นิ้ว	14.2 นิ้ว	14.1 นิ้ว	14.0 นิ้ว	13.8 นิ้ว	13.6 นิ้ว	13.9 นิ้ว	13.8 นิ้ว

ตารางที่ 2.7 ขนาดความสูงเฉลี่ยของโต๊ะและเก้าอี้ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2550 : 65)

อายุ	ความสูงเฉลี่ย (นิ้ว)	ความสูงโต๊ะ (นิ้ว)	ความสูงเก้าอี้ (นิ้ว)
5 ปี	40 นิ้ว	22 นิ้ว	11.6 นิ้ว
7 ปี	43 นิ้ว	22.4 – 24.4 นิ้ว	12.0 – 13.6 นิ้ว
13 ปี	55 นิ้ว	24.8 – 26.0 นิ้ว	14.0 – 14.8 นิ้ว
15 ปี	60 นิ้ว	27.2 – 29.2 นิ้ว	15.6 – 16.4 นิ้ว
19 ปี	63 นิ้ว	27.3 – 28.0 นิ้ว	16.0 นิ้ว

2.6.5 ระยะต่างๆ ในการสัมผัสใช้งานโดยตรงของมนุษย์



ภาพที่ 2.48 ระยะต่างๆ ในการสัมผัสใช้งานโดยตรงของมนุษย์

2.6.5.1 ระดับนั่งเตี้ย 0.27 เมตร หัวเข่าจะตั้งชันขึ้นและหลังจะงอ เป็นระยะนั่งได้ในช่วงเวลาสั้นๆ เพราะจะเมื่อยหลัง

2.6.5.2 ระดับนั่ง 0.45 เมตรเป็นระดับนั่งสบายเหมาะกับนั่งทำงานหรือรับประทานอาหาร เป็นระยะที่ทำให้ขาและหลังตั้งตรงทำให้นั่งได้นาน

2.6.5.3 ระดับนั่งที่มีเท้าแขน ระดับเท้าแขนสูงจากพื้น 0.70 เมตร ขณะที่ที่นั่งสูงจากพื้น 0.45 เมตร

2.6.5.4 ระดับโต๊ะทำงาน สูงจากพื้น 0.80 เมตร หรือ 0.75 เมตร

2.6.5.5 ให้สังเกตการยื่นขีดโต๊ะทำงานปลายเท้าจะล้าออกมาข้างหน้า ทำให้ต้องคิดว่าการออกแบบควรจะหลบปลายเท้าอย่างไร

2.6.5.6 ระดับยื่นขีดโต๊ะสูง 1.05 เมตร เหมาะกับการยื่นบรรยายหน้าโต๊ะบรรยาย หรือการยื่นติดต่อหน้าเคาน์เตอร์ในสำนักงาน

2.6.5.7 ระยะสูง 1.40 เมตร เป็นระยะของแขนเอื้อมถึง ในสำนักงานอาจใช้กับระยะของชั้นหยิบของหรือเอกสารต่างๆ

2.6.5.8 ระดับความสูงของคนทุกๆ ไป 1.85 เมตร ระดับความสูงนี้อาจมีแตกต่างกันแต่ถ้าต้องทำสิ่งที่สามารถใช้ได้กับคนสูงทุกระดับ เราต้องเลือกระดับความสูงที่มากที่สุดเป็นขนาดมาตรฐาน เช่น ความสูงของประตู เป็นต้น เพื่อให้คนสูงทุกระดับใช้เดินผ่านได้สบาย

2.6.5.9 ระดับแขนยกสูง 2.26 เมตร ใช้กับระดับของสิ่งของหรือตู้เก็บของที่มี ความสูงที่สามารถเอื้อมหรือยกหยิบได้ (นภาพรรณ สุทธะพินทุ. 2548 : 52 -53)

2.6.6 ประเภทและขนาดของเครื่องเรือน

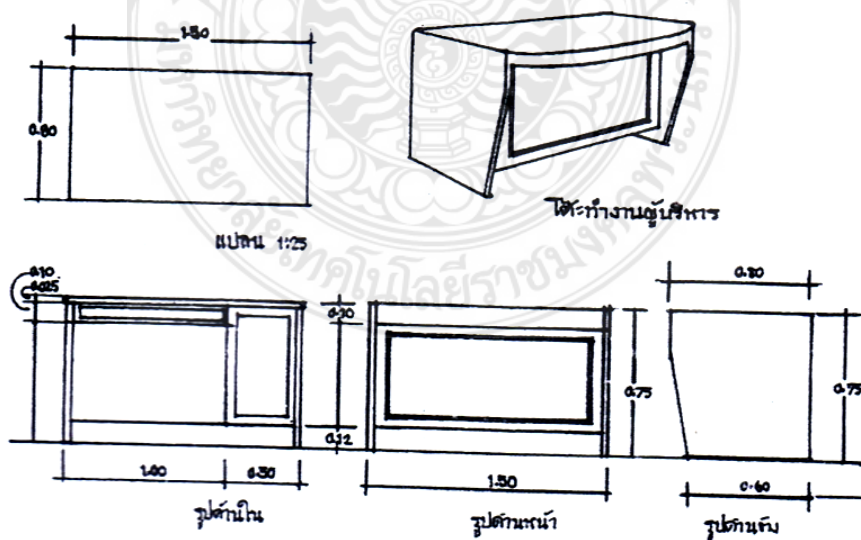
2.6.6.1 โต๊ะทำงาน (Desk) โต๊ะทำงานเป็นเครื่องเรือนที่จำเป็นมากสำหรับงานทุกประเภท โต๊ะอาจมีขนาดและรูปแบบแตกต่างกันบ้างตามวิธีการใช้งานและตามขนาดของพื้นที่ โดยทั่วไปโต๊ะทำงานควรออกแบบให้สะดวกสำหรับผู้ใช้งาน เช่น มีตู้และลิ้นชักสำหรับเก็บเอกสาร หรือสิ่งของต่างๆ ได้ ขนาดของโต๊ะให้ได้ตามหน้าที่การทำงาน เช่น โต๊ะสำหรับผู้บริหารมีขนาดใหญ่กว่าโต๊ะอื่นๆ และกำหนดขนาดสัดส่วนของโต๊ะให้สบายต่อการทำงาน ขนาดของโต๊ะทำงานมีหลายขนาดดังนี้

ขนาดกว้าง 0.65 x 1.20 x 0.75, 0.80 เมตร

0.70 x 1.50 x 0.75, 0.80 เมตร

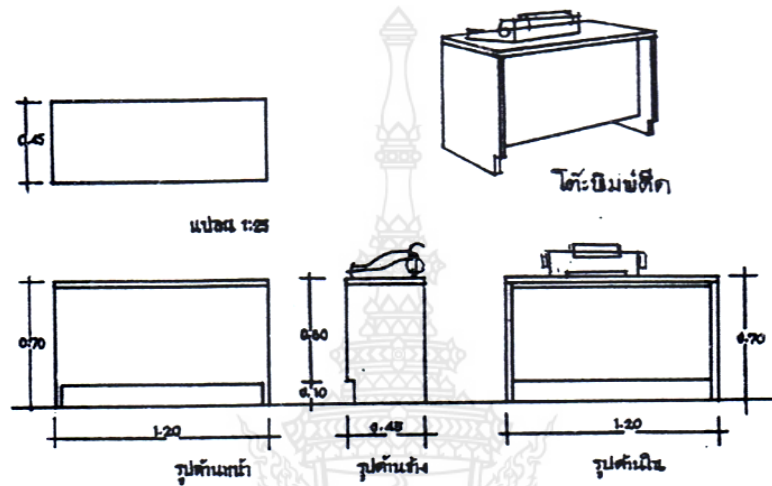
80 x 1.50 x 0.75, 0.80 เมตร

0.80 x 1.80 x 0.75, 0.80 เมตร



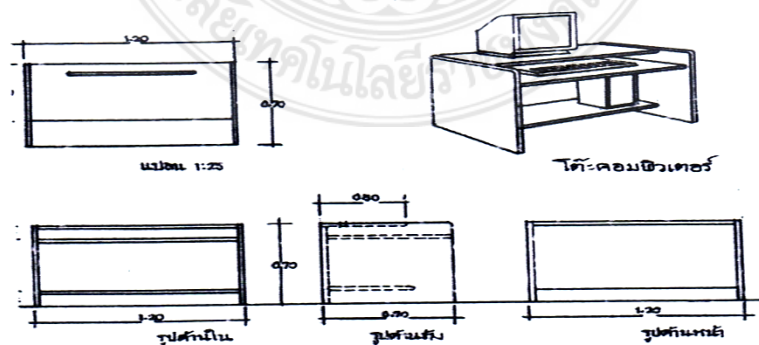
ภาพที่ 2.49 แสดงลักษณะของโต๊ะทำงาน

2.6.6.2 โต๊ะวางเครื่องพิมพ์ดีด (Type Table) สำหรับการใช้เครื่องพิมพ์ดีดมีความจำเป็นสำหรับผู้มีหน้าที่พิมพ์ดีด ขนาดของโต๊ะต้องให้เหมาะสมกับการวาง เครื่องพิมพ์ดีด รวมทั้งความต้องการอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น มีที่วางเอกสาร กระดาษ ฯลฯ พร้อมขณะทำงานพิมพ์



ภาพที่ 2.50 แสดงลักษณะของโต๊ะวางเครื่องพิมพ์ดีด

2.6.6.3 โต๊ะวางเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer Table) ปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นของสำนักงาน คารเลือกแบบที่ตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ควรเลือกแบบและขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ระดับความสูงของโต๊ะเมื่อวางจอคอมพิวเตอร์ ควรให้มีระดับพอดีกับการนั่งดู ระดับของแป้นคีย์บอร์ดให้วางมือได้สะดวกไม่ยกสูงเกินไป นอกจากนั้นขนาดของโต๊ะต้องติดพื้นที่สำหรับการวางอุปกรณ์อื่นๆ ด้วย



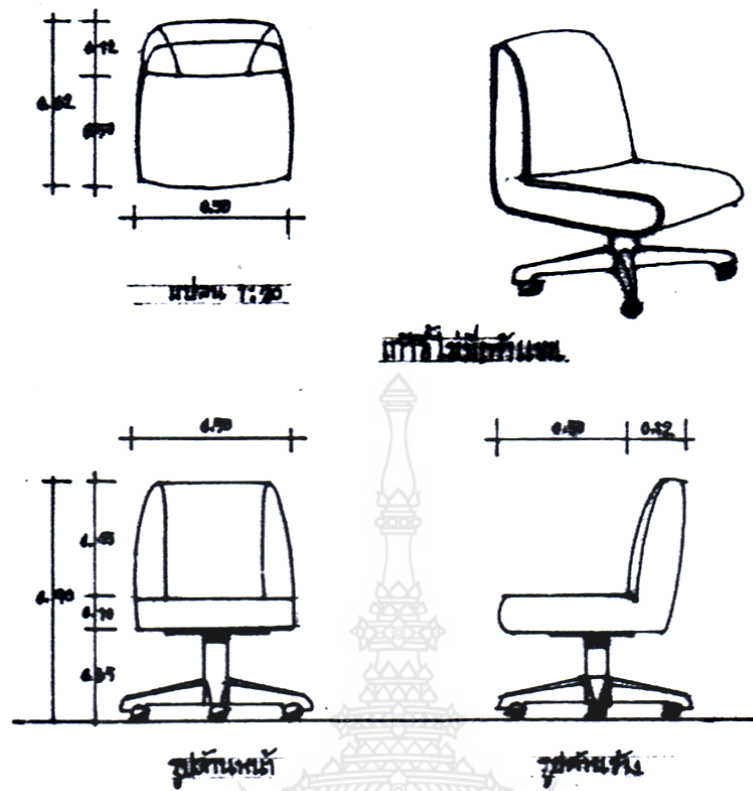
ภาพที่ 2.51 แสดงลักษณะของโต๊ะวางเครื่องคอมพิวเตอร์

2.6.6.4 เก้าอี้ (Chair)

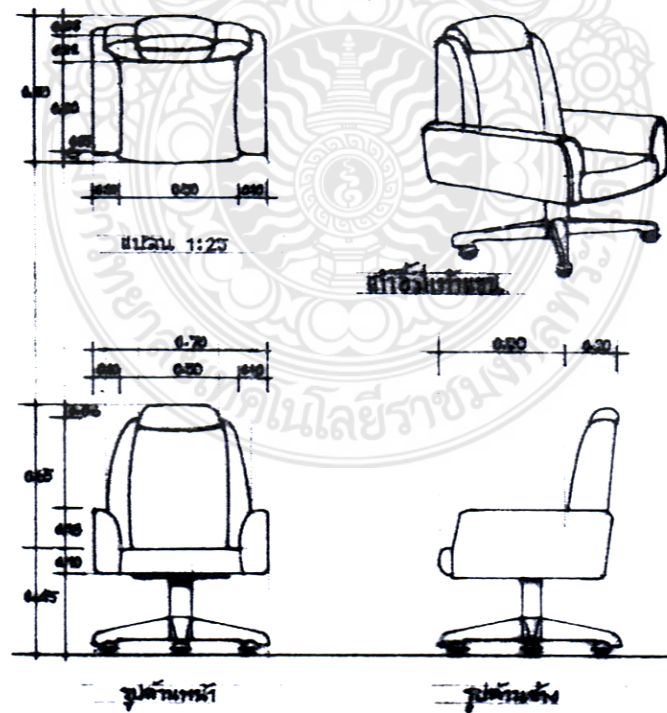
เก้าอี้ถือว่าเป็นเครื่องเรือนที่จำเป็นและมีความสำคัญมากสำหรับสำนักงานทุกแห่ง มีการออกแบบเก้าอี้ทำงานเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท คือ

- เก้าอี้แบบหมุนได้ ได้แก่ เก้าอี้ที่มีแกนหมุนที่นั่งไปได้รอบตัวแต่ขา อยู่กับที่ สะดวกในการนั่งทำงาน ประเภทที่ต้องทำงานไปมารอบๆ ตัวได้สะดวก แต่เคลื่อนย้ายขณะที่นั่งอยู่ไม่ได้
- เก้าอี้แบบหมุนได้และเคลื่อนย้ายได้ ได้แก่ เก้าอี้ที่มีแกนหมุนที่นั่งไปได้รอบตัวและที่ขา เก้าอี้ที่มีลูกล้อ ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งได้โดยไม่ต้องลุกจากเก้าอี้
- เก้าอี้มีขา 4 ขา เป็นเก้าอี้แบบที่นั่งได้ในลักษณะมั่นคงอยู่กับที่เหมาะกับการนั่งทำงานแบบที่ไม่ต้องเคลื่อนไหวรวดเร็วทันใจ เพราะการขยับเคลื่อนที่จะต้องลุกขึ้นจากเก้าอี้แล้วเลื่อนออกไปทุกครั้ง

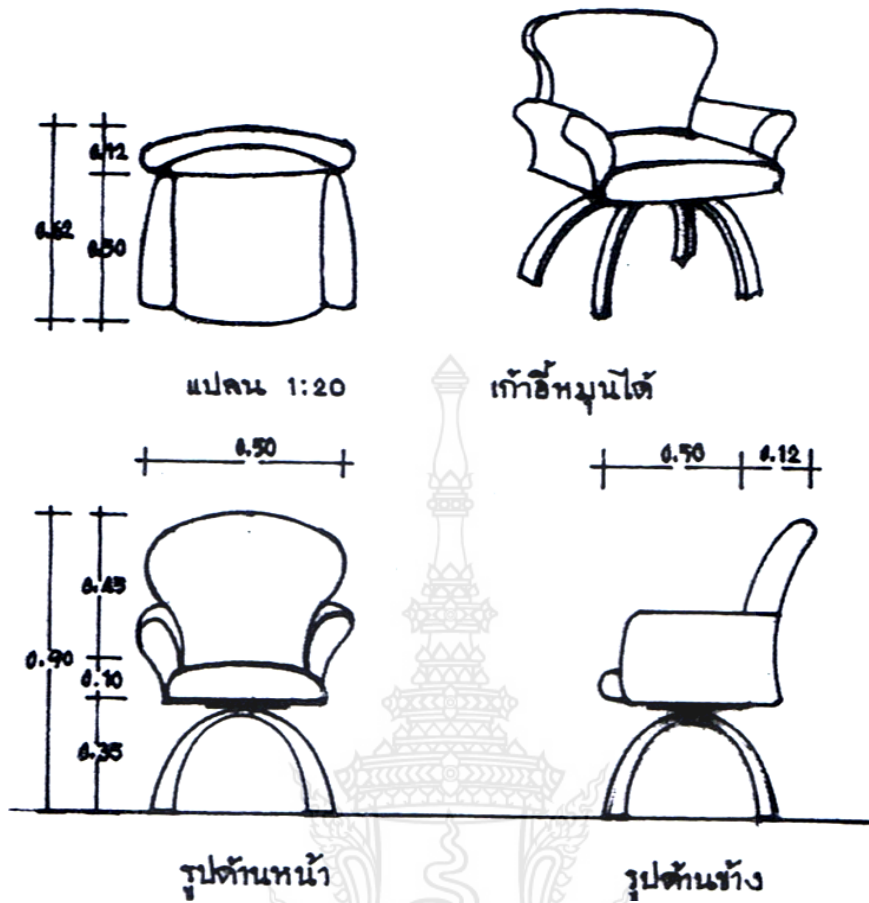
การพิจารณาเลือกประเภทและรูปแบบของเก้าอี้จึงต้องพิจารณาจากการใช้งานของพนักงานทั่วๆ ไปที่ต้องทำงานหลายอย่างทั้งเตรียมเอกสารและพิมพ์งาน จึงเหมาะกับเก้าอี้หมุนได้เคลื่อนย้ายได้สะดวก และไม่มีเท้าแขน จะทำให้เคลื่อนไหวแขนในการพิมพ์งานได้สะดวก ส่วนเก้าอี้สำหรับระดับผู้บริหาร อาจเป็นเก้าอี้หมุนได้ ปรับได้ มีเท้าแขน และมีพนักพิงหลังสูงระดับศีรษะเพื่อให้เกิดความสบาย และเป็น การเน้นถึงฐานะและตำแหน่งของผู้นั่ง



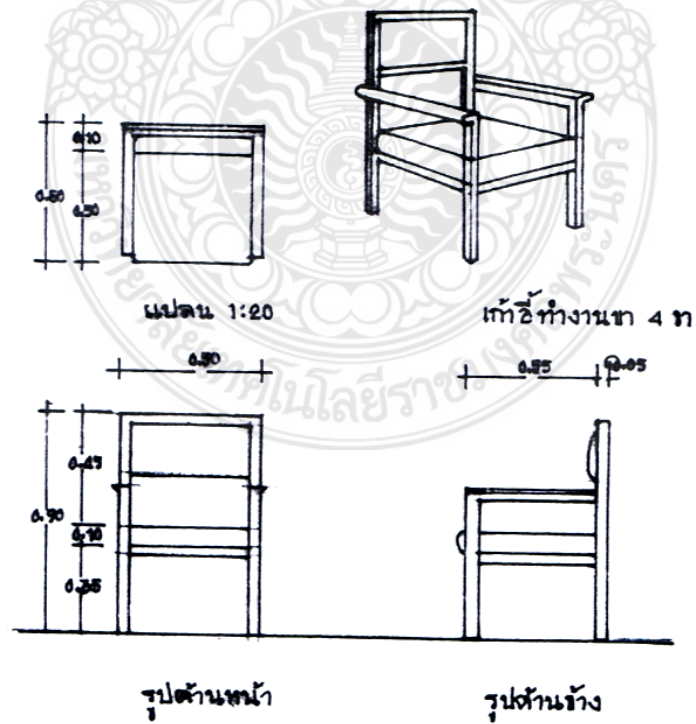
ภาพที่ 2.52 แสดงลักษณะของเก้าอี้ไม่มีเท้าแขน มีลูกล้อเลื่อนและหมุนที่นั่งได้



ภาพที่ 2.53 แสดงลักษณะของเก้าอี้มีเท้าแขน มีลูกล้อเลื่อนและหมุนที่นั่งได้



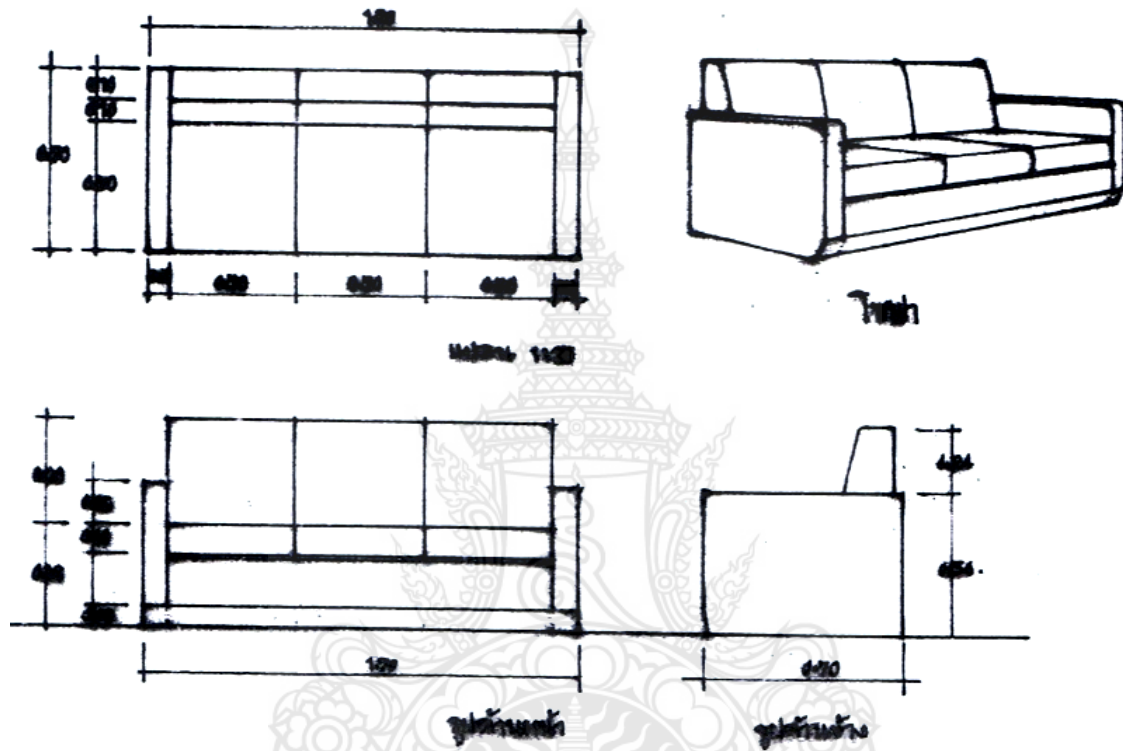
ภาพที่ 2.54 แสดงลักษณะของเก้าอี้ชนิดหมุนได้



ภาพที่ 2.55 แสดงลักษณะของเก้าอี้ทำงานชนิด 4 ขา

2.6.6.5 โซฟา (Sofa)

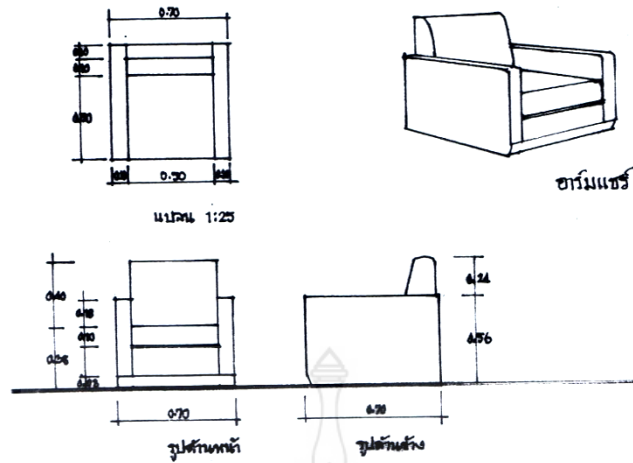
ที่นั่งรับแขกนวม สามารถนั่งได้ 2 – 3 คน สำหรับใช้เป็นที่นั่งรับรองผู้มาติดต่อ รูปแบบและขนาดของโซฟาสามารถออกแบบได้หลายลักษณะและหลายขนาด ถ้าพื้นที่ห้อง มีขนาดใหญ่ ขนาดโซฟาอาจขยายให้ใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงแล้วแต่ขนาดของสถานที่



ภาพที่ 2.56 แสดงลักษณะของโซฟา

2.6.6.6 อาร์มแชร์ (Arm Chair)

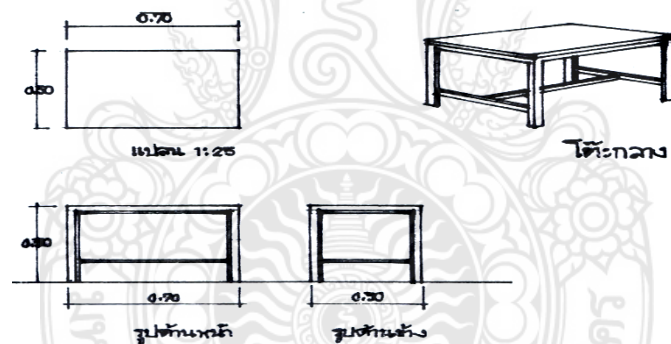
เก้าอี้นวมเดี่ยว เป็นเก้าอี้ที่นั่งคนเดียวที่จัดวางเข้าชุดกับโซฟา ส่วนมากจะออกแบบให้มีรูปแบบเหมือนโซฟา



ภาพที่ 2.57 แสดงลักษณะของอาร์มแชร์ (Arm Chair) เก้าอ้นวมเดี่ยว

2.6.6.7 โต๊ะกลาง (coffee Table)

ใช้วางประกอบการใช้งานของชุดรับแขกที่มีโซฟาและอาร์มแชร์ โต๊ะกลางจะเป็นที่พักวางแก้วเครื่องดื่ม หนังสือสำหรับการต้อนรับแขก ขนาดของโต๊ะกลางอาจมีขนาดเล็ก และใหญ่ได้ตามขนาดของโซฟารับแขก



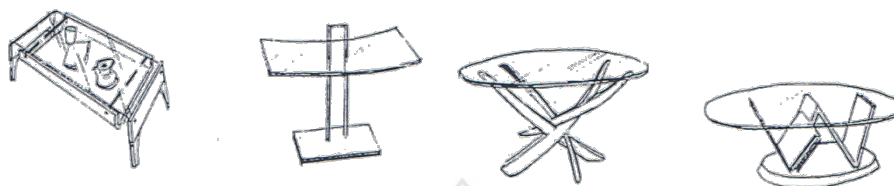
ภาพที่ 2.58 แสดงลักษณะของโต๊ะกลาง (นภาพรรณ สุทธะพินทุ. 2548 : 79 - 87)

2.6.3.8 โต๊ะกลางรับแขก (Coffee table)

โต๊ะกลางรับแขกเป็นโต๊ะสำหรับวางสิ่งของ เช่น แก้วน้ำ แจกัน หรือสิ่งของเล็กๆ น้อยๆ และของโชว์จะตั้งอยู่ตรงกลางระหว่างเก้าอี้รับแขก ดังตะกลางรับแขกจึงมีความสูงไม่เกินระดับเข่าของคนนั่งเก้าอี้รับแขกเพื่อให้ผู้นั่งเกิดความรู้สึกเป็นกันเอง สัมพันธ์ใกล้ชิดกับ ผู้สนทนาที่นั่งด้วย โต๊ะกลางจะมี 2 ส่วนคือ หน้าโต๊ะกับขาโต๊ะที่เป็นส่วนสำคัญ ดังนั้นรูปแบบจึงสามารถออกแบบได้อย่างอิสระ ความสูงของโต๊ะกลางรับแขกควรมีความสูงประมาณ 380 - 550 มิลลิเมตร ส่วนหน้าโต๊ะจะมีหลายรูปแบบ มีทั้งโต๊ะกลมสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปทรงอิสระ ขนาดของหน้าโต๊ะโดยประมาณจะมีขนาดดังนี้

โต๊ะกลมหรือโต๊ะสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดประมาณ 700 x 700 หรือ 900 x 900 มิลลิเมตร

โต๊ะสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดประมาณ 400 x 600 หรือ 900 x 1200 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2.59 ตัวอย่างโต๊ะกลาง

ตารางที่ 2.8 ขนาดของโต๊ะกลางรับแขก (วรรณิ สหสมโชค. 2549 : 195)

ชนิดของโต๊ะกลาง	กว้าง (มิลลิเมตร)	ยาว (มิลลิเมตร)	สูง (มิลลิเมตร)
โต๊ะกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส	550	550	380 – 600
	60	600	380 – 600
	750	750	380 – 600
โต๊ะสี่เหลี่ยมผืนผ้า	300	400	380 – 600
	350	600	380 – 600
	380	600	380 – 600

2.7 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับจิตวิทยาสีที่ใช้ในการออกแบบ

2.7.1 จิตวิทยาของสี(PSYCOLOGY OF COLOUR)

สีทุกสีย่อมมีอิทธิพลอยู่เหนือจิตใจมนุษย์ทั่วไป ดังนั้น สีกับมนุษย์จึงเป็นสิ่งที่แยกกันไม่ออกทุกคนจะรู้สึกในอารมณ์ทันทีเมื่อได้เห็นสี โดยเฉพาะถ้าได้เห็นสีที่ตนเองชอบเป็นพิเศษ หรือได้เห็นสีที่ตนเองไม่ชอบ เพราะมนุษย์เราทุกคนย่อมมีอารมณ์ ชอบบางสีมากที่สุดและรู้สึกเฉย ๆ ในบางสี และไม่ชอบบางสีเอาเสียเลย เราจะสังเกตเห็นคนบางคนชอบใช้สีเพียงบางสีอยู่ตลอดเวลา นั้นเป็นเพราะความผูกพันและเคยชินกับสีนั้นจนไม่ยอมใช้สีอื่น หรือถ้าจะใช้บ้างก็หลีกเลี่ยงไม่พ้นจะด้วยกรรมใดก็ตามก็จะเกิดความรู้สึกขัดเขินดูไม่ค่อยมั่นใจในตัวเอง ในลักษณะการวางตัว หรือบุคลิกท่าทาง ผู้มีรสนิยมดีมักจะใช้สีได้ถูกต้องกับเวลา โอกาส วัฒนธรรม ความเป็นอยู่ ดินฟ้าอากาศและสมัยนิยม อย่างไรก็ตาม ต่างก็มีความชอบแตกต่างกันตามนิสัยและการศึกษาของแต่ละบุคคล

มนุษย์เรามีนิสัยชอบและพอใจสิ่งใหม่ ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากสมัยนิยมหรือชาตินิยม เช่น ชาวจีนชอบสีแดง ถือว่าสีแดงมีอำนาจภาพ ชาวตะวันตกชอบสีแดงเลือดนก หมายถึงความเป็นผู้ดี มีเชื้อสายสูงศักดิ์ การนิยมเสื้อผ้าสีสด นิยมกันในห้องสตรี ประชาชนในประเทศร้อน นิยมสีร้อน ความนิยมในเรื่องสีทำให้เกิดการศึกษาค้นคว้าทดลองขึ้น ให้ข้อคิดว่าสีแท้ทุกสีสวยแต่บางสีมีข้อแม้ว่า ให้ใช้ปริมาณมากหรือน้อยจึงจะสวย ความรู้สึกของคนเราจึงขึ้นอยู่กับการใช้สีและสีมีอำนาจมีอิทธิพลต่อจิตใจของบุคคล เมื่อเราได้ทราบแล้วว่า อิทธิพลของสีกับมนุษย์มีความผูกพันกัน ดังนั้นจึงควรจะได้รู้ถึงสีสันต่าง ๆ ที่แสดงอารมณ์ โดยเฉพาะเพื่อให้ถูกกับเรื่องราวที่จะนำไปใช้ให้เป็นผลสมบูรณ์

2.7.2 จิตวิทยาของการใช้สีในชีวิตประจำวัน

เตือนให้ระวังอันตราย

ใช้สีแดง ส้ม

ปลอดภัย

ใช้สีเขียวหรือสีขา

เกี่ยวกับไฟไหม้หรือเรื่องไฟ

ใช้สีแดง

ห้องที่ใช้ในการพักผ่อน

ใช้สีเขียว น้ำเงินปนเขียว

ห้องนั่งเล่นที่ต้องการความสนุกสนานร่าเริง ใช้สีชมพู เหลืองปนเขียว

2.7.3 สีเกี่ยวกับการรักษาคนไข้ทางประสาท

คนไข้ที่มีความเป็อหนายต่อสิ่งต่าง ๆ ควรให้พักในห้องสีเขียวเหลือง เพื่อให้ดูคล้ายธรรมชาติ สีเขียวเป็นสีของความสดชื่น เป็นสีแสดงความงอกงามของธรรมชาติ คนเจ้าอารมณ์ ใช้สีน้ำเงินปนเขียว หรือเขียวอ่อน เพื่อให้เกิดความเยือกเย็นและสงบ คนที่หมดกำลังใจ ควรใช้สีส้ม ชมพูแก่ เหลือง เพื่อช่วยให้เกิดความรู้สึกสดชื่น รื่นริง

สีน้ำเงิน	เจียบขริม เอาการ เอางาน สงบสุข มีสมาธิ
สีเขียว	ปกติ มีชีวิต มีพลัง มีความสุข บำบัดโรคประสาทได้ดี
สีแดง	กระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น เร้าใจ
สีเหลืองแก่	เกิดพลัง กระชุ่มกระชวย เป็นสัญลักษณ์ความมั่งมี
สีเหลือง	สดใส ร่าริง เบิกบาน
สีส้ม	ทำให้เกิดกำลังวังชา
สีเขียวเหลือง	มีชีวิต เป็นสีแห่งความเจริญวัย
สีม่วง	เสน่ห์ ความร้นลับ มีอำนาจ
สีม่วงเข้ม	แสดงถึงความเศร้าโศก
สีเทา	ความเศร้า เจียบขริม แก่ชรา สงบนิ่ง สดใจ
สีขาว	บริสุทธิ์ ใหม่ สดใส สะอาด ร่าริง
สีชมพู	ประณีต มีความหวัง ร่าริง เป็นหนุ่มเป็นสาว เบบาง
สีแดงเข้ม	มั่งคั่ง สมบูรณ์ สง่าผ่าเผย และความปิติอิมเอิบ
สีเทาอมเขียว	แก่ชรา ท่อเหี่ยว ไม่มีพลัง
สีน้ำตาล	อบอุ่น แห้งแล้ง น่าเบื่อ
สีดำ	หนักแน่น มีด โศกเศร้า ลึกลับ ว่างเปล่า

สีทอง สีเงิน	แสดงถึงความมั่งคั่ง
สีดำกับสีขาวอยู่ด้วยกัน	แสดงอารมณ์ที่ถูกกดดัน
สีสดและสีบาง ๆ ทุกสี	บ่งถึงความกระชุ่มกระชวย ความแจ่มใส
สีเขียวอ่อน	ให้ความรู้สึกอ่อนแอ บอบบาง
สีฟ้า	ให้ความรู้สึกกว้าง สว่าง

2.7.4 อิทธิพลของสีที่มีผลกระทบต่อจิตใจมนุษย์

พารีด้า อาซาคุลินา นักจิตวิทยาชาวโซเวียตได้กล่าวถึงอิทธิพล และความสำคัญของสีไว้ใน นิตยสาร “สปรูตนิค” ของรัสเซียเมื่อเร็ว ๆ นี้ เพื่อเอาไว้ตรวจสอบดูว่า คนชอบสีไหนจะมีจิตใจอย่างไรและสีนั้นจะมีผลกระทบต่อความรู้สึกของเราอย่างไรด้วย

สีฟ้าอ่อน ช่วยทำให้จิตใจกระชุ่มกระชวยบรรเทาความเศร้าและช่วยกล่อมจิตใจ ทั้งอาจจะช่วยลดอุณหภูมิของร่างกายและความดันโลหิตได้เล็กน้อยช่วยบรรเทา ความเจ็บปวด ทำให้รู้สึกเย็นสบาย สีฟ้าอ่อนเป็นสีของความอดทน

สีแดง เป็นสัญลักษณ์ของพลัง สร้างความตั้งมั่นในการทำกิจกรรม ความเกรียงไกร อารมณ์ร้อน เป็นสีทำให้เมื่อยตาได้ง่ายที่สุด และกระตุ้นประสาทมากที่สุด สีแดงสะดุดตาคนได้ในทันทีและคนจะเบื่อสีได้เร็วเช่นกัน

สีชมพู คล้ายกับธรรมชาติที่อ่อนนุ่มและค่อนข้างจะเป็นทารก คนที่ถือหลักประโยชน์นิยมจะไม่ชอบสีนี้

สีเขียว ทำให้สงบ คนที่ชอบสีนี้จะพยายามแสดงความสามารถ สำหรับคนที่ไม่ชอบอาจจะเป็นไปได้ว่าเป็นคนกลัวปัญหาในชีวิตประจำวัน

สีน้ำเงินแก่ สื่อถึงความสงบของจิตใจที่มีอยู่ในคนที่อึม่อม ที่สามารถจะวางมายาของชีวิตได้ คนที่ชอบสีนี้เป็นคนสมถะ ถ่อมตัวและมีแนวโน้มที่จะโศกเศร้าขาดความเชื่อมั่น สีนี้สบายตาช่วยขจัดความเครียด

สีเหลือง เชื่อกันว่า แสดงออกถึงสามัญสำนึก เป็นสีโปรดปรานของคนซึ่งสงสัยที่พุดคุยกับคนอื่น และปรับตัวกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้โดยง่าย สีเหลืองช่วยทำให้ระบบประสาทเข้มแข็งและปลุกฝังการมอง การณ์ในด้านดี

สีม่วง จะดูลึกกลับ คนที่ชอบสีม่วงเป็นคนที่มึลักษณะเจ้าอารมณ์และอ่อนไหว

สีน้ำตาล เป็นสัญลักษณ์ของความกระวนกระวายและความไม่พอใจ

สีเทา เป็นสีของการประนีประนอม บ้างก็ว่าเป็นสีของคนที่มีลักษณะชอบใช้เหตุผลและไม่ค่อย จะไวใจอะไรง่าย ๆ

สีขาว ดูจะเป็นสีในอุดมคติที่ไม่ก่อให้เกิดความรำคาญและข้อโต้แย้งใด ๆ

ในชีวิตประจำวันเราจะต้องเกี่ยวข้องกับสีเป็นอย่างมาก สิ่งแวดล้อมรอบตัวเรล้วนเป็นสิ่งของที่ ประดิษฐ์ขึ้นและเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ประกอบด้วยสีทั้งสิ้น เครื่องใช้ บ้านเรือน ยานพาหนะ การแต่ง กาย เราทราบแล้วว่าสีมีส่วนเกี่ยวข้องกับอารมณ์ สีบางสีให้ความรู้สึกสดชื่น บางสีให้ความรู้สึกหดหู่ บางสี เห็นในระยะใกล้ บางสีเห็นในระยะได้ไกล บางสีทำให้กระฉับกระเฉง มีสำนวนแสดงอารมณ์เกี่ยวกับสี เช่น โกรธจนตาเขียว อายจนหน้าแดง หน้าดำคร่ำเครียด ฯลฯ สีบางสีอาจใช้บอกความหมายได้ เช่น สัญญาณ จราจรหรือถ้าเห็นสีแดงมักจะนึกถึงเลือดหรือไฟ สีเขียวนึกถึงต้นไม้ไปไม่เป็นต้นในคำกลอนสุนทรภู่จะเห็นว่า แม้การจะออกรบ ก็ยังต้องใช้สีเป็นส่วนให้กำลังใจเช่นถ้าจะออกรบในวันอาทิตย์ต้องทรงเครื่องสีแดงจะเป็นมงคล และโชคดีได้ชัยชนะ

ในการจัดเวทีการแสดงควรใช้แสงและสีตกแต่ง เพื่อให้เกิดบรรยากาศและเน้นแสงสีที่ไม่ขัดกับสี ของเครื่องแต่งกายผู้แสดง เช่น ผู้แต่งกายด้วยเสื้อผ้าสีแดง ไม่ควรใช้ไฟที่เป็นแสงสีเขียว

ในการจัดนิทรรศการควรใช้แสงสีช่วยเน้นบรรยากาศ และแสงสีทำให้ภาพที่แสดงดูมีชีวิตชีวา สวยงามขึ้น การเขียนป้ายโฆษณาคำขวัญ ถ้าใช้สีที่มึ ๆ ก็จะทำให้ความสนใจ ใช้สีแดงเป็นสัญญาณอันตราย สี เหลืองเป็นสัญญาณระวัง สีเขียวเป็นสัญญาณปลอดภัย สีขาวเป็นเครื่องหมายแสดงความสงบ สีดำเป็นสื่อ แสดงถึงความเศร้า สีที่ใช้เป็นประจำทุกวันดูเหมือนจะไม่พันการแต่งกายซึ่งควรจะทราบหลักเกณฑ์ที่ใช้สีใน โอกาสเวลาและสถานที่ที่เหมาะสม

การใช้สีสดฉูดฉาดจะใช้ได้อย่างเต็มที่ในสถานที่ชั่วคราวซึ่งชั่วคราว ที่มีผู้คนอยู่ชั่วคราวช่วยยาม ย่อมไม่รู้สึกระคายตาในสีสดหรือฉูดฉาดแต่อย่างไร กลับจะเป็นผลเสียอีก สีสดใสช่วยกระตุ้นจิตใจของผู้คนให้เกิดความ ปีติและเร้าใจให้เร้าใจเบิกบานใจ อิทธิพลของแสงไฟมีส่วนทำให้สีเกิดการเปลี่ยนแปลง สีบางสีเมื่อถูกแสง

สว่างจากไฟแล้วผันแปรไป เช่น สีครามจะดูเป็นสีเทา สีม่วงแดงจะดูหนักไปทางสีแดง สีแดงเข้มจะมีสีค่อนข้างไปทางสีแดง สีน้ำเงินสดจะดูชัดขึ้น สีเหลืองจะดูไปทางส้มอ่อนเล็กน้อย ยิ่งแสงสว่างจัด สีเหลืองจะถูกกลืนหายไปเลยทีเดียว บางครั้งสีของผ้าบางผืนที่เราเลือกซื้อในร้านขายผ้า เห็นว่ามันสวยสด สะดุดตาถูกใจจึงซื้อมา ครั้นได้นำออกมาดูอีกครั้ง จึงรู้สึกว่ามันเปลี่ยนไปไม่เหมือนเดิมนั้นเป็นเพราะอิทธิพลของแสงไฟในร้านขายผ้า จึงควรจะต้องพิจารณาในการเลือกสีเพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดเกิดขึ้น

สีในกลางแจ้งบรรยากาศแถบทะเลมักจะนิยมใช้สีและลวดลายเสื้อผ้ากันอย่างเต็มที่ เพราะว่าบรรยากาศแถบทะเลมีความสว่างสดใส สงบนิ่ง ดูราบเรียบแจ่มแจ้ง สีเสื้อผ้าที่ใช้ควรจะใช้สีขาวและสีที่สว่างสดใส เพื่อทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า เพราะสีสดเหล่านั้นจะลดความสดลงเอง เมื่อกระทบกับสีของแสงแดดจัด ไม่ควรใช้สีเข้มหม่น เช่น สีเทาหรือสีที่มัว ๆ จะดูรู้สึกหดหู่ใจ ไม่เข้ากับบรรยากาศแวดล้อม

สำหรับบางประเทศหรือภาคเหนือที่อากาศหนาว มักมีบรรยากาศทึมเทาตลอดปี

การใช้สีสดใสจะทำให้บาดตา ดูโดดเด่นออกมา ถ้าใช้สีที่ลดความสดใสลงบ้าง ก็จะทำให้ดูกลมกลืนกับสภาพดินฟ้าอากาศ

อย่างไรก็ดี บุคคลมีหลายประเภทต่างก็มีอารมณ์เกี่ยวกับสีแตกต่างกันได้ ซึ่งเป็นเหตุผลเฉพาะบุคคล บางคนชอบแต่งกายด้วยสีเข้มมืดหรือสีหนัก ๆ เพราะเห็นว่าเป็นการเรียบร้อยแสดงให้เห็นถึงความสง่าผ่าเผยสุภาพเป็นผู้ดี

การกำหนดสีให้เหมาะสมกับเพศ วัย รูปร่าง ผิวพรรณ โดยทั่ว ๆ ไปเพศหญิงมักมีโอกาสเลือกสีและลายได้มากกว่าเพศชาย เช่นสีที่อ่อนสดใส ไปจนถึงสีที่เข้มสดและสีที่ลดค่าความสดใสลงแล้ว

สำหรับเพศชาย การใช้สีบางสีที่เข้มสดตัดกันอย่างรุนแรงย่อมไม่เหมาะจะใช้ได้บางโอกาส บางสถานที่ เช่น สถานที่ท่องเที่ยวพักผ่อนที่เป็นธรรมชาติ ชุดลาลอง โดยปกติควรใช้สีอ่อนมีลวดลายเพียงนิดหน่อย หรือใช้สีเข้มหม่นพอควร หรือสีที่ดูเป็นกลาง ๆ มัว ๆ ไม่ฉูดฉาด สะดุดตาเกินไป

รูปร่างอ้วนเตี้ย ผิวดำ และผิวขาว การใช้สีของคนผิวดำสีที่ใช้ควรเป็นสีค่อนข้างสว่างเป็นกลาง ๆ และสีเข้ม ถ้าจะใช้สีสดบ้างเพื่อให้ดูรู้สึกกระปรี้กระเปร่า ปริมาณของสีสดนั้นควรจะอยู่ในประมาณ 10%-30% น้ำหนักของสี พื้นของผ้าควรจะเป็นสีอ่อนสว่างหรือขาวประมาณ 30%-40% เพราะพื้นซึ่งเป็นสีอ่อนหรือสีขาวนั้นจะสะท้อนสีตัวเองออกมาบัพให้สีเข้มให้ดูหดตัวลง ซึ่งก็จะช่วยให้ดูรู้สึกว่ารูปร่างอ้วนดูลดลง

ส่วนมากการใช้สีของคนผิวขาว มีโอกาสใช้สีได้มากกว่าคนผิวดำ เช่น สีที่สดใส สีเข้มสด สีที่หม่น ส่วนสีอ่อนดูสว่างนั้น ควรใช้ปริมาณน้อย การใช้สีที่สว่างมากไปจะยิ่งทำให้ดูรู้สึกอ้วนมากขึ้น

รูปร่างท้วม สูง ผิวดำ และผิวขาว ควรใช้สีกลาง ๆ ไม่ใช่สีสดจนเกินไป หรือใช้สีเข้มสดมาก นักถ้าจะให้สีสดใสหรือสีเข้มสดมาผสมบ้างก็ควรให้ มีปริมาณ10%-30% ก็จะทำให้ดูกระปรี้กระเปร่าขึ้น สำหรับคนผิวขาวสูงใหญ่ สีที่ใช้ก็มีโอกาสใช้สีสดใส สีเข้มสด และสีอื่น ๆ ได้ทุกสีไม่จำกัด

รูปร่างเล็ก ผิวดำ ผิวขาว สีที่ใช้ควรเป็นสีค่อนข้างสว่างเป็นกลาง ๆ ถ้าจะให้สีเข้มสดหรือสีอ่อนสดใสมาผสมบ้างก็ควรให้มีปริมาณ 10%-30% ก็จะทำให้ดูกระปรี้กระเปร่าขึ้น สำหรับคนผิวขาวใช้สีได้ไม่จำกัด

รูปร่างผอมสูง ผิวดำและผิวขาว สีที่ใช้ควรเป็นสีค่อนข้างสว่างเป็นกลาง ๆ ถ้าจะให้สีเข้มสดหรือสีอ่อนสดใสมาผสมบ้างก็ควรให้มีปริมาณ 10%-30% ก็จะทำให้ดูกระปรี้กระเปร่าขึ้น สำหรับคนผิวขาวใช้สีได้ไม่จำกัด

2.8 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 การผลิตวัสดุทดแทนแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้

ผู้ศึกษา : สมควร วัฒนกิจไพบูลย์ และ จิตตกร ทรงต่อศรีสกุล ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

การผลิตวัสดุทดแทนแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรทั้ง 5 ชนิดได้แก่ ต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด ต้นฟางข้าว เปลือกทุเรียน และผักตบชวา โดยกำหนดความชื้นของเศษวัสดุไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ทำการอัดด้วยเครื่องอัดร้อน แรงอัดจำเพาะ 150 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อุณหภูมิอัด 150 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอัด 10 นาที ความหนาแน่นของแผ่นอยู่ในช่วง 6-9 มิลลิเมตร และมีความหนาแน่นที่กำหนด 500-800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทดสอบตามคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 876-2532 พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับผลิตเป็นวัสดุทดแทนแผ่นขึ้นไม้อัด โดยปริมาณผสมของเศษวัสดุประมาณ 80-85 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ วัสดุทดแทนแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตได้ มีคุณสมบัติทางการตัดเฉือน ด้วยเครื่องมือกลได้เป็นอย่างดี สามารถทำการเลื่อยตัด เจาะรู ตอกตะปู ตลอดจนการขัดผิวเรียบด้วยกระดาษทราย โดยไม่ทำให้เกิดการแตกร่อน สามารถใช้ทดแทนแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิต

จากวัตถุดิบที่เป็นเนื้อไม้ได้เป็นที่น่าพอใจ แต่ยังมีจุดอ่อนในด้านคุณสมบัติ ด้านทานแรงยึดเหนี่ยวสกรูเกลียว การดูดซึมน้ำ การพองตัว และกลืนจากเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ ดังนั้นการนำไปประยุกต์การใช้งานจึงเหมาะกับงานที่ไม่สัมผัสความชื้นสูง แต่หากมีการใช้สารเคลือบผิวหรือวัสดุเคลือบผิว เช่น แลคเกอร์หรือพอร์ไมกา ก็จะเป็นการแก้ไขจุดอ่อนดังกล่าวได้ (Engineering Today. 2548 : 132 - 138)

2.8.2 การศึกษาการผลิตแผ่นเส้นใยอัดความหนาแน่นปานกลางจากผักตบชวา

ผู้ศึกษา : กำพล ชูปรีดา

กิตติภณ ศิริปัญญา

ฤทธิ์ชัย เต็งการณกิจ

คณะเทคโนโลยีศิลปอุตสาหกรรม (ก่อสร้างและงานไม้)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

การศึกษการผลิตแผ่นเส้นใยอัดความหนาแน่นปานกลางจากผักตบชวาที่ได้ทดลองผลิตจากกรรมวิธีแห้ง (Dry-Forming Process) ชนิดผิวเรียบ 2 หน้าซึ่งมีความหนาแน่นที่กำหนด 800 กก./ลบ.ม. ขึ้นไปความหนาของแผ่นเท่ากับ 9 มม. ใช้ปริมาณกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 10%, 13% และ 16% และปริมาณพาราฟินอิมัลชัน 0.75% เทียบกับน้ำหนักแห้งของเส้นใยผักตบชวา โดยมีรายละเอียดในการผลิตดังนี้ คือ ทำการอัดด้วยเครื่องอัดร้อนแรงอัดจำเพาะ 25 กก./ตร.ซม. อุณหภูมิในการอัด 150 องศาเซลเซียสและใช้เวลาในการอัด 6 นาที เส้นใยผักตบชวาก่อนการผสมกาวมีความชื้นเฉลี่ย 6.79 %

ผลการศึกษาพบว่าแผ่นทดสอบที่ระดับปริมาณเนื้อกาว 10%, 13% และ 16% ไม่ผสมพาราฟินอิมัลชัน มีความหนาแน่นเฉลี่ย 869, 855 และ 927 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ แผ่นทดสอบที่ระดับปริมาณเนื้อกาว 10%, 13% และ 16% ผสมพาราฟินอิมัลชัน มีความหนาแน่นเฉลี่ย 858, 858 และ 857 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายสมบัติและทางกลสมบัติตามมาตรฐาน JIS A 5905-1994 (Fiberboards) พบว่า แผ่นทดสอบทุกระดับปริมาณเนื้อกาวทั้งผสมและไม่ผสมพาราฟินอิมัลชันไม่สามารถผ่านค่ามาตรฐานทางกลสมบัติ ทั้งค่าความต้านทานแรงดัดและค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า สำหรับค่าทางกายสมบัติพบว่า ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยและค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ค่าขยายตัวทางความหนาเมื่อแช่น้ำและ ค่าการดูดซึมน้ำยังสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (<http://library.kmutnb.ac.th/projects/ind/FDT/fdt0270t.html>)

2.8.3 การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยผักตบชวามาใช้ในอุตสาหกรรม

หัวหน้าโครงการ : ผศ.ดร.วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา

ผู้ร่วมวิจัย : อาจารย์ รุจิระ ขจรจิตต์เมตต์

นางสาว กัญญา บุญยืนวิทย์

นางสาว นิมลรัตน์ สุประภากร

บทคัดย่อ

เส้นใยผักตบชวาเป็นเส้นใยธรรมชาติประเภทเส้นใยเซลลูโลส โดยส่วนที่พบว่ามีเส้นใยประกอบอยู่ค่อนข้างมากคือ ส่วนที่เป็นก้านใบ ลักษณะของเส้นใยจะค่อนข้างหยาบคล้ายลินินในตัวเส้นใยจะประกอบด้วยเส้นใยกลวงเล็กๆ เกาะติดกัน

ในการศึกษาเส้นใยชนิดนี้ได้พบว่าปริมาณของเส้นใยผักตบชวามีอยู่ประมาณ 11% โดยน้ำหนักเป็นเส้นใยที่ค่อนข้างหยาบ (52 denier) ความถ่วงจำเพาะ 1.46 ความสามารถในการดูดซึมน้ำประมาณ 7% ความแข็งแรงในขณะแห้ง 2.05 gpd (gram per denier) และความแข็งแรงในขณะเปียก 2.46 gpd ซึ่งสรุปได้ว่าเส้นใยผักตบชวา มีสมบัติต่างๆ ที่เป็นไปได้ ในการจะนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายต่อไป

เมื่อนำเส้นใยผักตบชวามาปั่นเป็นด้าย โดยตัดให้มีความยาว 1.5 นิ้ว และผสมกับฝ้ายด้วยสัดส่วนต่างๆ กัน คือ 0%, 15%, 25%, 33.33%, 45% และ 50% โดยน้ำหนักของเส้นใยผักตบชวาต่อน้ำหนักรวมพบว่าปริมาณที่เหมาะสมที่จะ สามารถปั่นเป็นด้ายที่มีความแข็งแรงดี คือ ที่สัดส่วน 25% อย่างไรก็ตามลักษณะของเส้นด้าย ยังค่อนข้างจะหยาบ และมีปลายเส้นใยโผล่ออกมาค่อนข้างจะมาก

(http://www.material.chula.ac.th/Thai_web/Research/polymerAb/003.ChawaFiber.html)

2.8.4 การประยุกต์ใช้เส้นใยผักตบชวาเสริมในแผ่นหลังคา

ผู้ศึกษา : บุรฉัตร ฉัตรวีระ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

เขต เขต ทิน และพิชัย นิมิตยงสกุล ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

บทคัดย่อ

เนื่องจากความต้องการหลังคาคอนกรีตในประเทศกำลังพัฒนามีสูงมาก ที่ผ่านมามีงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เส้นใยธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาเสริมในคอนกรีตนอกจากเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีตในด้านต่างๆ ให้ดีขึ้นแล้วยังทำให้ต้นทุนการผลิตแผ่นหลังคาคอนกรีตมีราคาถูกลงด้วยจึงเป็นเห็นผลให้เส้นใยผักตบชวาซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งถูกนำมาศึกษาเพื่อเป็นแนวทางเลือกใหม่ โดยการศึกษานี้ได้มุ่งเน้น

คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกลของเส้นใยผักตบชวา รวมไปถึงเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของแผ่นหลังคาคอนกรีตเสริมเส้นใย กับ แผ่นหลังคาคอนกรีตเสริมเส้นใยที่มีซีเมนต์ผสมอยู่ด้วย

วิธีการผลิตในการศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนามาจากกลุ่มพัฒนาเทคโนโลยีสำเร็จรูป โดยใช้เส้นใยผักตบชวาที่ตากแห้งยาว 25 มิลลิเมตร ผสมกับซีเมนต์เพสต์ซึ่งทดลองใช้ 2 ชนิด คือ ซีเมนต์ที่ไม่ผสมซีเมนต์ (อัตราส่วนซีเมนต์ต่อน้ำเท่ากับ 1: 0.5 โดยน้ำหนัก) และซีเมนต์ผสมซีเมนต์กับซีเมนต์ (อัตราส่วนซีเมนต์ต่อซีเมนต์เท่ากับ 7: 3 โดยน้ำหนัก, ซีเมนต์ต่อน้ำเท่ากับ 1: 0.45 โดยน้ำหนักและอัตราส่วนซีเมนต์ผสมซีเมนต์ต่อน้ำยาลดน้ำพิเศษเท่ากับ 1: 0.024 โดยน้ำหนักเพื่อลดปริมาณแต่ยังคงสภาพความสามารถในการเทได้ให้เท่ากับมอร์ต้าที่ไม่ผสมซีเมนต์) โดยที่ในทุกๆ ในตัวอย่างทดสอบให้อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1: 2 โดยน้ำหนัก และหน่วยของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 2,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในด้านอัตราส่วนของเส้นใยต่อวัสดุผสมซีเมนต์นั้นให้แปรค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0 ถึง 3 โดยน้ำหนัก และทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM

ผลการทดสอบพบว่าเส้นใยผักตบชวามีความสามารถในการดูดซับน้ำสูงแต่มีค่าแรงดึงและโมดูลัสความยืดหยุ่นต่ำ ในด้านส่วนผสมของผลิตภัณฑ์หลังคาพบว่าส่วนผสมที่ใช้เส้นใยร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของวัสดุผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์กับซีเมนต์เป็นส่วนผสมที่ดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีความทนทานต่อแรงกระแทกของแผ่นหลังคาเสริมเส้นใยเท่ากับ 32 (ที่ความสูง 800 มิลลิเมตร) ซึ่งสูงกว่าแผ่นหลังคามอร์ต้าธรรมดา วิธีการผลิตที่ใช้ในการวิจัยนี้มีลักษณะง่ายและเป็นระบบจึงเหมาะสมกับชนบทที่อยู่ห่างไกล (วารสาร สจร. 2537 : 78 - 81)



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนดังนี้

1. แหล่งข้อมูลและผู้ให้ข้อมูล
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แหล่งข้อมูลและผู้ให้ข้อมูล

1. ประชากร

- 1) ผู้อยู่อาศัยบ้านพักอาศัยขนาดกลาง
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์

2. กลุ่มตัวอย่าง

- 1) ผู้อยู่อาศัยบ้านพักอาศัยขนาดกลาง 100 คน
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ จำนวน 2 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้านการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ ลักษณะโครงสร้างของเก็บจากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์

2) แบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลด้านการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปและการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ จากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลดังนี้

1. ผู้อยู่อาศัยบ้านพักอาศัยขนาดกลาง

- ตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม โดยสร้างเป็น Rating scale เพื่อเป็นแนวทางให้ได้ข้อมูลด้านประสิทธิภาพต่างๆเช่นด้านการใช้งาน ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านความแปลกใหม่ ด้านความเหมาะสมรูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ จากกลุ่มตัวอย่างดังนี้

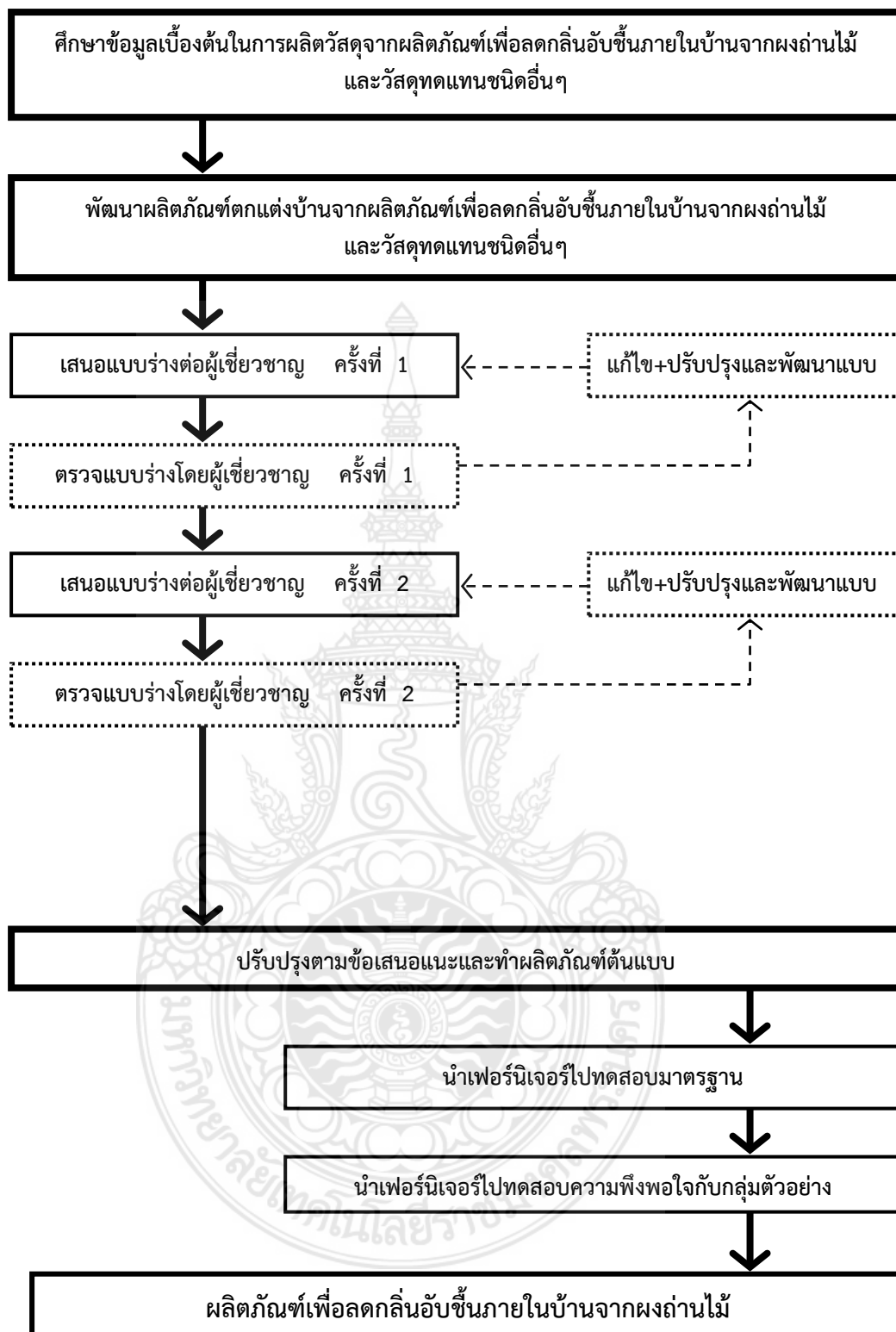
1. ผู้อยู่อาศัยบ้านพักอาศัยขนาดกลาง

ในด้านความคิดเห็นตามแนวทางและประเด็นครบถ้วนตรงตามที่ต้องการศึกษา ซึ่งมีค่าการวัดดังนี้

- | | | |
|---|---------|-------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมาก |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อย |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

3) การตรวจสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์

ผู้วิจัยนำผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ ไปทดสอบมาตรฐานของเฟอร์นิเจอร์



แผนภาพที่ 3.1 ภาพแสดงกระบวนการศึกษาในงานวิจัย

3.3 ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้

ขั้นตอนของการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ มีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังนี้

1. สรุปรูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ โดยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล
2. เลือกข้อเสนอความคิดเห็นที่ดีที่สุด
 - 1) นำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลางมาวิเคราะห์หาค่าในทางสถิติเพื่อหาความเป็นไปได้ของรูปแบบเฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้าน
 - 2) หลังจากได้วิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ แล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการระดมร่างภาพและแนวคิดต้นแบบ (Idea Sketch) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบทำการเลือกรูปแบบที่ต้องการได้รับพัฒนามากที่สุด
 - 3) การเขียนแบบเพื่อการผลิต
 1. นำรูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ มาทำการร่างภาพเพื่อเตรียมสู่ขั้นตอนการเขียนแบบ
 2. เขียนแบบเพื่อการผลิต นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ที่ร่างรูปแบบเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทำการเขียนแบบเพื่อการผลิต ในด้านการใช้วัสดุ โครงสร้าง ขนาดสัดส่วน การตกแต่ง ความสวยงาม
3. สร้างหุ่นจำลอง

นำรูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ เขียนแบบการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาทำการผลิตสร้างหุ่นจำลองต้นแบบ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

 1. การกำหนดขนาดมิติของผลิตภัณฑ์
 2. เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ในการผลิต
 3. ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
 4. ประกอบชิ้นส่วน
 5. เก็บรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบความเรียบร้อย
4. นำต้นแบบไปทดสอบโครงสร้าง
5. นำต้นแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านไปทดสอบโครงสร้าง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ข้อมูลได้จากการตอบแบบสอบถามของผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลางและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเพื่อหาข้อมูลในการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้
2. ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามมาทำการพัฒนามาวิเคราะห์แล้วหาค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แบบสัมภาษณ์

นำข้อมูลที่ได้มาจากการสัมภาษณ์กำหนดโครงสร้าง ถูกนำมาบันทึกในลักษณะบรรยายเพื่อนำมาวิเคราะห์ในการหาแนวทางพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีประสิทธิภาพและสรุปผลเชิงสังเคราะห์

2. แบบสอบถาม

นำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามภาพประกอบภาพจำลอง มาวิเคราะห์แล้วหาค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลโดยใช้ความถี่ (Frequency)
- ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นในรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว วิเคราะห์ข้อมูล

3. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ของระดับความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ ทั้ง 3 รูปแบบ นำเสนอรูปแบบตารางและคำบรรยายประกอบ โดยแบ่งเกณฑ์ดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในโครงการศึกษาเรื่องการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว นักวิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 2 เรื่อง ประกอบด้วย

1. แบบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ รูปแบบ วัสดุ และรูปทรง เพื่อใช้ในการออกแบบ
2. แบบวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบความสวยงาม (Design) จากผู้เชี่ยวชาญทางการ ออกแบบ และผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลาง

4.1 แบบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ รูปแบบ วัสดุ และรูปทรง เพื่อใช้ในการออกแบบ

ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ รูปแบบ วัสดุ และรูปทรง เพื่อใช้ในการออกแบบโดยอาศัยข้อมูลทางสถิติของ กรมป่าไม้ เกษตรกรจังหวัด และอัตราการสั่งซื้อเฟอร์นิเจอร์ โดยแบ่งหัวข้อในการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ข้อดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ทางด้านวัสดุ การเลือกชนิดของวัสดุ วัสดุที่นำมาใช้ในการอัดแผ่นไม้ จำเป็นต้องวัสดุที่มีอัตราการเหลือทิ้งทางเกษตรในปริมาณที่มากและมีตลอดทั้งปี จากการหาข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ได้ผลออกมา ส่วนของ เปลือก ลำต้น และ ผล ทำการสรุปวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยใช้ข้อมูลทางสถิติพบว่าใน 1 ปี นั้นมีอัตราการทิ้งวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประเภท เปลือกและลำต้น เป็นจำนวนมากที่สุด จึงนำ ข้อมูลมาเข้าสู่กระบวนการคิดในขั้นตอนถัดไป โดยนำเอาวัสดุเด่นและมีอัตราการเกิดของเสียมากที่สุดมาแปรรูป ผลจากการดูสถิติ พบว่าฟางข้าว ข้าวเปลือก หญ้าแฝก ไมยราบยักษ์ และผงถ่านไม้ เป็นวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมากที่สุด
2. การวิเคราะห์ทางด้านรูปแบบการแปรรูปการแปรรูปวัสดุประเภทวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรนั้นพบว่ามีความจำเป็นต้องนำวัสดุมาตากแห้งเพื่อให้เกิดความชื้นในวัสดุต่ำที่สุด จากการทดลองการแปรรูป พบวิธีที่สามารถแปรรูปวัสดุได้ 3 ประเภท คือ การเคลือบการประกบแผ่น การบีบอัดกับซีลี้อย และการสาน จากการทดลองทำการแปรรูปที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นแผ่นไม้ที่สุด คือ วิธีการบีบอัดกับเศษซีลี้อย หรือ บีบอัดกับวัสดุประเภทเดียวกันทั้งหมด
3. การวิเคราะห์ทางด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์จากรูปแบบการใช้งานเน้นการผ่อนคลายพักผ่อน เกิดความสดชื่นจากกลิ่นไม้ธรรมชาติ มีความเหมาะสมทั้งด้านรูปแบบและการใช้งานจึงได้ออกมาเป็น เฟอร์นิเจอร์ประเภทชุดรับแขก
4. การวิเคราะห์สี สีน้ำตาลไหม้ สีน้ำตาล สีดำ สีไม้มะขาม และสีธรรมชาติ

4.2 แบบวิเคราะห์การออกแบบของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผง ถ่านไม้ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โดยใช้แบบสัมภาษณ์

1. จากการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

จากการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบให้ความเห็นว่า วัสดุที่ใช้ในการออกแบบมีความเหมาะสม ส่วนรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ให้เติมแนวความคิดที่เป็นเซตเดียวกันผู้ใช้งานจะได้มองออกว่าเป็นเฟอร์นิเจอร์ชุดเดียวกัน จากแบบร่างที่ตรวจพบว่ามี ความเหมาะสมแล้วมีความเป็นเอกภาพแล้วแต่เป็นห่วงเรื่องของโครงสร้าง ซึ่งต้องทำการ ทดสอบเมื่อต้นแบบเสร็จแล้ว สรุปได้ดังนี้

● ด้านการออกแบบ

- 1) ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนการออกแบบ ได้คัดเลือก รูปแบบมา และทำการพัฒนารูปแบบจนลงตัวได้เป็นเฟอร์นิเจอร์ไม้ใน รูปแบบที่ต้องการ และมีการตัดทอนรูปแบบลักษณะมีการแก้ไขรูปร่าง รูปทรง
- 2) ด้านอายุการใช้งานและการบำรุงรักษา ในส่วนของการผลิตเน้นการทำ Slack เพื่อป้องกันการปลวกกิน แต่ไม้ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติป้องกันปลวก อยู่แล้วจึง เป็นการทำให้เพิ่มความมั่นใจ
- 3) ด้านความสะดวกสบาย ถึงเฟอร์นิเจอร์จะเป็นเฟอร์นิเจอร์ไม้ทั้งตัวแต่ก็ ได้นึกถึงรูปลักษณะที่ทำให้เกิดความสบายในการใช้งาน โดยนึกถึง ความสะดวกสบายในการใช้เป็นหลัก ตามหลักการยศาสตร์
- 4) ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ มีรูปร่างหน้าตาที่มีความแปลกในส่วน ด้านข้าง มีการเล่น Space ของสีตามความนิยมของสมัย
- 5) ด้านรูปแบบของสี ใช้สีน้ำตาลของน้ำตาลไหม้และผสมกับ Space บาง บริเวณที่เป็นสีไม้ธรรมชาติเพื่อให้เกิด Detail
- 6) ด้านความสวยงามของผลิตภัณฑ์ มีความเหมาะสมในระดับหนึ่ง เพราะ มีการเสริมความแปลกใหม่เข้าไปจึงอาจจะเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้พบเห็นเกิดความแปลกไปจากรูปทรง แต่ก็ก็เป็นกลิ่นอายที่ทำให้เกิดแนวคิด การ มองที่ไม่เบื่อ
- 7) ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน มีความปลอดภัยจากโครงสร้างเพราะ ใช้ไม้โครงตามและไม้จริงทำโครงภายในก่อน

● ด้านการผลิต

- 1) ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ มีการผลิตที่ไม่ยากนัก แต่มีบางส่วนอาจจะ ต้องใช้ความเชี่ยวชาญจากช่างเพราะเป็นส่วนที่ Detail มีความยาก และส่วนอื่นๆก็ขึ้นโครงตามหลักการปกติ

- 2) ด้านลักษณะการยึดติด มีการเข้าเต็ย โดยการใส่ลูกแม่ค และตะปูลม ยิงและใช้กาวทาไม้ ทาเพื่อให้เกิดความแข็งแรง ในบางส่วนก็มีการเข้า เต็ยเพื่อให้แน่นหนา
- 3) ด้านวัสดุ มีการใช้วัสดุที่ทำการอัด มาอย่างดีผ่านกระบวนการที่ได้ มาตรฐานจึงไม่มีปัญหาทางด้านวัสดุ เพราะมีการรับรองมาเป็นอย่างดี
- 4) ด้านความเหมาะสมในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ในด้านนี้ เฟอร์นิเจอร์จะไม่สามารถใช้เครื่องจักรผลิตได้ในทุกๆส่วน เพราะมี บางส่วนที่ต้องใช้ช่างฝีมือในการทำ

4.3 การประเมินจากผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลาง

ผู้ศึกษาโครงการได้ดำเนินการให้ผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลางจำนวน 100 คน โดยแบ่งออกเป็น 4 ตอนดังนี้

- 1) ด้านหน้าที่ใช้สอย
- 2) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- 3) ด้านความปลอดภัย
- 4) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

● ผลการประเมินด้านหน้าที่ใช้สอย

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านหน้าที่ใช้สอย(N=100)

รายการ	\bar{x}	SD	ความหมาย
1.เฟอร์นิเจอร์มีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตาม เป้าหมายที่ตั้งไว้	3.8	.6	ปานกลาง
2.ขนาดของเฟอร์นิเจอร์	4.5	0	มาก
3.น้ำหนักของเฟอร์นิเจอร์	4.5	0	มาก
4.ความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้	5.0	0	มากที่สุด
รวม	4.35	0.82	มากที่สุด

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดย ภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 4.0 –5.0 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด(มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5) อยู่ 2 ข้อ และมีค่าเฉลี่ย อยู่ในระดับมากที่สุดรองลงมา (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.8) คือข้อ 1 สังเกตได้ง่าย และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0) อยู่ 1 ข้อ

- ผลการประเมินด้านด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน (N=100)

รายการ	\bar{x}	SD	ความหมาย
1.มีความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.25	.6	มาก
2.มีความสะดวกสบายการนั่ง	4.25	.6	มาก
3.มีความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย	5.0	0	มากที่สุด
4.มีความสะดวกสบายในการติดตั้ง	4.25	.6	มาก
5.มีรูปแบบการใช้งานที่เข้าใจง่าย	4.00	0	มาก
รวม	4.25	2	มากที่สุด

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.0 –5.0 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0) อยู่ 1 ข้อ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดรองลงมา (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25) คือข้อ 1,2,4,5 สังเกตได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00) อยู่ 1 ข้อ

- ผลการประเมินด้านด้านความปลอดภัย

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความปลอดภัย(N=30)

รายการ	\bar{x}	SD	ความหมาย
1.ความปลอดภัยขณะใช้งาน	4.7	.6	มากที่สุด
2.ความปลอดภัยของงานไม้	5.0	0	มากที่สุด
3.การทำความสะอาด	5.0	0	มากที่สุด
4.การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษา	4.3	.6	มาก
รวม	4.75	1.9	มากที่สุด

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.0 –5.0 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0) อยู่ 2 ข้อ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดรองลงมา (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7) คือข้อ 1 สังเกตได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3) อยู่ 1 ข้อ

- ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สะดวกใช้งาน ทันสมัย สวยงามเหมาะสม

- สรุปการประเมินผล

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านการออกแบบ(N=100)

รายการ	\bar{x}	SD	ความหมาย
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย	4.50	0.82	มากที่สุด
2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.50	2	มากที่สุด
3. ด้านความปลอดภัย	4.50	1.9	มากที่สุด
รวม	4.50	1.57	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.4 พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านจากผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50)



4.4 การทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน

จากการออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากผงถ่านไม้ มีการทดสอบมาตรฐานโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขกโดยมีการทดสอบ 8 ขั้นตอนและได้ผลในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบเฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขก (ทดสอบ ณ บริษัท โคอโค บอร์ด จำกัด)

ลักษณะการทดสอบ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. แรงสถิตยกระทำต่อพื้นนั่ง แรงสถิตยกระทำต่อพนักพิง	ผ่าน	-
2. แรงสถิตยดันเท้าแขนด้านข้าง แรงสถิตยกระทำต่อปีกพนักศีรษะ	ผ่าน	-
3. แรงสถิตยกระทำกดลงเท้าแขน	ผ่าน	-
4. แรงสลับกระทำต่อพื้นนั่งแรงสลับกระทำต่อพนักพิง	ผ่าน	-
5. แรงกระทำต่อฐาน	ผ่าน	-
6. แรงกระแทกต่อพื้นนั่ง	ผ่าน	-
7. แรงกระแทกต่อพนักพิง แรงกระแทกต่อเท้าแขน	ผ่าน	-
8. การยกปลายข้างใดข้างหนึ่งขึ้นแล้วปล่อยลง อิสระ	ผ่าน	-
ผลการทดสอบเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุหญ้าแฝก	ผ่าน	-

จากตารางที่ 4.5 พบว่าการทดสอบชุดเฟอร์นิเจอร์จากผงถ่านไม้ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตยกระทำต่อพื้นนั่ง และแรงสถิตยกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตยดันเท้าแขนด้านข้างและแรงสถิตยกระทำต่อปีกพนักศีรษะ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตยกระทำกดลงเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสลับกระทำต่อพื้นนั่งและแรงสลับกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อฐาน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระแทกต่อพื้นนั่งและแรงกระแทกต่อเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบการยกปลายข้างใดข้างหนึ่งขึ้นแล้วปล่อยลง อิสระ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลจากการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยโครงการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของ ตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ผู้วิจัยสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิเคราะห์

1. ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบบ่อยจากด้านวัสดุจากผงถ่านไม้ ที่นำมาอัดมีความชื้นสูงมาก จึงต้องมาทำความสะอาดก่อน และจึงนำมาตากแดด เพื่อให้มีความชื้นที่คงที่เพื่อเข้ากระบวนการแปรรูป
2. ปัญหาวัสดุที่อยู่ในขั้นตอนการทำจะพบว่า การไม่อัดแน่นของเนื้อวัสดุ และการร่วนของวัสดุ จึงหาวิธีการ คือการคิดค้นสูตรโดยพบว่าการอัดแต่ละครั้ง จะมีวิธีการและขั้นตอนที่ค่อนข้างหลายขั้นตอน จึงใช้เวลาในการทดลองพอสมควรเพื่อหาสูตรและสูตรท้ายเมื่อได้แผ่นวัสดุทดแทนไม้ที่ต้องการ พบว่าสูตรและขั้นตอนวิธีการทำมีความแตกต่างจากสูตรที่เคยมีมาไม่มากนัก แต่สิ่งที่ได้รับการทดลองคือ ความพยายามในการคิดค้น และ ความรู้ความเข้าใจ ในเรื่องการอัดวัสดุที่เพิ่มมากขึ้น
3. ปัญหาเรื่องการใช้งานโดยจะเกิดปัญหาเรื่อง ความสบายในการใช้งานเนื่องจากผู้ใช้แต่ละวัยมีขนาด และรูปร่างที่ไม่เหมือนกัน หรือ ไม่เท่ากัน จึงต้องพัฒนารูปแบบเฟอร์นิเจอร์ให้สามารถรองรับกลุ่มผู้ใช้ได้ทุกกลุ่มเพื่อสร้างความเหมาะสมและเพิ่มความพึงพอใจต่อการใช้งาน
4. ปัญหาเรื่องผู้ใช้จะเกิดความกังวลในเรื่องสัมผัสแรก หรือ การมองครั้งแรกจะทำให้ผู้ใช้รู้สึกวุ่นวาย มันจะมีฝุ่นหรือมีอันตรายต่อการใช้งานเพราะตัววัสดุ และรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์เป็นไม้ และเป็นวัสดุที่นำมาอัดเป็นแผ่น
5. สีที่ใช้ในตัวผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการเข้ากันของสถานที่และเหมาะสมกับทุกสถานที่ โดยเน้นการใช้สีที่มีอัตราการขายที่ค่อนข้างสูง และเหมาะสมกับทุกกลุ่ม

5.2 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านดังนี้

1. ในด้านการด้านหน้าที่ใช้สอยประเมินการออกแบบของเฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้าน จากวัสดุผง่านไม้ พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โดยภาพรวม มีความคิดเห็นว่าคุณมีความสะดวกสบายในการใช้งาน เคลื่อนย้ายสะดวก และควรรีบทัดหลักในการออกแบบในส่วนของคุณภาพสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้ ตามหลักการยศาสตร์ให้ถูกต้อง
2. ในด้านการด้านความสะดวกสบายในการใช้งานประเมินการออกแบบของเฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้านจากผง่านไม้ พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โดยภาพรวม มีความคิดเห็นว่าคุณมีให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกสบายและพึงพอใจ ในการใช้งานมากที่สุด โดยวัดจากความรู้สึกที่แสดงออกมา จากผู้ใช้ รวมทั้งความสะดวกสบายในการ เคลื่อนย้าย ติดตั้ง มีรูปลักษณะที่ใช้งานได้ง่าย
3. ในด้านการด้านความปลอดภัยในการใช้งานประเมินการออกแบบของเฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้านจากผง่านไม้ พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โดยภาพรวม มีความคิดเห็นว่าคุณขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์ ความปลอดภัยในการใช้งาน ความแข็งแรงของตัวลื้อคหรือข้อต่อ รูปแบบและรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์ ความเหมาะสมในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

5.3 จากแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้เฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากผง่านไม้

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย ผลการประเมินมีความคิดเห็นว่าคุณขนาดของเฟอร์นิเจอร์ น้ำหนักของ และพวกข้อต่อ เตี้ยของตัวเฟอร์นิเจอร์ มีรูปทรงที่สัมพันธ์กับเฟอร์นิเจอร์ และเข้ากับรูปแบบการใช้งานของเฟอร์นิเจอร์ มีความเข้ากันระหว่างความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้
2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ผลการประเมินมีความคิดเห็นว่าคุณมีความสะดวกสบายการใช้งาน มีความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย มีความสะดวกสบายในการติดตั้ง มีความพึงพอใจหลังจากใช้งานในด้านรูปลักษณะและรูปแบบ
3. ด้านความปลอดภัย ผลการประเมินมีความคิดเห็นว่าคุณความปลอดภัยขณะใช้เฟอร์นิเจอร์ รูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ไม่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความกังวล การทำความสะอาดง่าย มีความปลอดภัยของวัสดุ และไม่มีฝุ่น

5.4 จากการทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์

การทดสอบชุดเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุผง่านไม้ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตกระทำต่อพื้นนั่ง และแรงสถิตกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตยกต้นเท้าแขนด้านข้างและแรงสถิตยกกระทำต่อปีกพิงศีรษะ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตยกกระทำต่อลงเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสลับกระทำต่อพื้นนั่งและแรงสลับกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อฐาน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อพื้นนั่งและแรงกระทำต่อเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบการยกปลายข้างใดข้างหนึ่งขึ้นแล้วปล่อยลงอิสระ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ ซึ่งในภาพรวมเฟอร์นิเจอร์ผ่านเกณฑ์ทดสอบ

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีวัสดุเน้นเรื่อง concept ที่เน้นความแปลกใหม่ที่เพิ่มขึ้นอีก
2. ควรมีเรื่องการเปรียบเทียบกับวัสดุที่เคยมีมาแล้วเทียบเรื่องความแข็งแรง
3. ควรมีรูปแบบที่แปลกตามากกว่าที่ทำมา
4. ควรมีรูปแบบที่ดูแข็งแรงเพราะที่ทำมาดูเหมือนไม่แข็งแรง
5. ตอบโจทย์ในเรื่องความคิดด้านการไม่ยึดติดในโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์ที่มีการนำตัวอักษรมารวมใช้ในแนวคิด
6. การออกแบบการใช้งานของเฟอร์นิเจอร์ด้านวัสดุควรหาทางสร้างความมั่นใจกับผู้ใช้งาน

บรรณานุกรม

- วรรณม อุจน์จิตติชัย. 2550. ผลิตภัณฑ์วัสดุทดแทนไม้จากเศษไม้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พิมพ์ครั้งที่ 1. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร. 167 หน้า.
- วรรณม อุจน์จิตติชัย. 2541. อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลและกรรมวิธีการผลิต. เอกสารวิชาการเลขที่ ร.514. กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ , กรุงเทพฯ. 202 หน้า.
- วรรณม อุจน์จิตติชัย. 2543. แผ่นปาร์ติเกิลจากเศษไม้ละชนิดเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม. น.87-105 ใน รายงานผลงานวิจัยกลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมป่าไม้ 2541-2542 ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ , กรุงเทพฯ.
- วิรัช ชื่นวาริน. 2527. เทคโนโลยีและเทคนิคที่ก้าวหน้าในการผลิตแผ่นใยไม้อัด. อนุสารไม้อัด บางนา. มกราคม-กุมภาพันธ์ 2527. หน้า 13-17.
- การ คันธโชติ และ วรรณม อุจน์จิตติชัย. 2551. รายงานการศึกษาการออกแบบระบบการผลิตแผ่นโคโคบอร์ด. โครงการภายใต้ความสนับสนุนจาก iTap สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร. 242 หน้า.
- สาคร คันธโชติ. 2541. กรรมวิธีการผลิต. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- สาคร คันธโชติ. 2547. การออกแบบผลิตภัณฑ์งานไม้. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- สาคร คันธโชติ. 2549. เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาเฟอร์นิเจอร์ไม้. กรุงเทพฯ : กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สาคร คันธโชติ. 2549. การออกแบบและกระบวนการผลิตเครื่องเรือนไม้ในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1996. Forest Products and Wood Science. 3rd. Iowa State University press, USA.
- Kollmann F.F.P. and Côté W.A.J. 1968. Principles of Wood Science and Technology. I. Solid Wood. Springer-Verlag-Berlin, Heidelberg, New York.
- Stamm, A.J. 1964. Wood and Cellulose Science. Ronald Press, New York.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก.
ขั้นตอนในการทำงาน



ในอดีตจวบจนปัจจุบันประเทศไทยได้มีการผลิตถ่านไม้เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงมาเป็นเวลานานมาแล้ว ซึ่งวิธีการผลิตถ่านไม้ที่ทำกันมากก็คือ การที่ชาวบ้านตัดต้นไม้ทั้งที่อยู่ในพื้นที่ของตนเองและในป่าไม้ธรรมชาติ มาเผา วิธีการเผาถ่านโดยการนำท่อนไม้วางเรียงแล้วจุดไฟ จากนั้นจึงใช้ดินหรือแกลบกลบ ปล่อยให้ลุกไหม้ แล้วนำถ่านออกมาดับด้วยน้ำ และมักจะย้ายที่ผลิตไปเรื่อยๆ ตามแต่ว่าที่ไหนจะมีไม้ให้เผา เมื่อไม้หมดก็จะย้ายไปผลิตที่อื่นต่อ การผลิตถ่านไม้จึงถูกมองว่าเป็นการตัดไม้ทำลายป่าและสร้างมลพิษ เมื่อการผลิตถ่านไม้ถูกมองว่าเป็นการตัดไม้ทำลายป่า อีกทั้งกฎระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวกับป่าไม้ไม่ได้เอื้ออำนวยให้เกิดแรงจูงใจในการพัฒนาวิธีการผลิตถ่านไม้ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้นการศึกษาทำความเข้าใจการวิจัยพัฒนาคุณภาพและผลผลิตของถ่านไม้ รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จึงมีน้อยมาก

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ก่อตั้งเมื่อปี 2550 จากโครงการกองทุน SML เป็นกลุ่มหมู่บ้านที่พัฒนาผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปผองถ่านไม้ จากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เพื่อผลิตเป็นสินค้าประเภทต่างๆ เช่น ถ่านและน้ำส้มควันไม้ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่ชุมชนผลิตออกมายังไม่ได้รับความนิยมนักเนื่องจากสามารถพบเห็นได้ตามท้องตลาดโดยทั่วไป ถ้าหากชุมชนสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผองถ่านไม้ ผู้ประกอบการจากภายนอกก็พร้อมจะเข้ามารับซื้อสินค้าของกลุ่มไปขายในพื้นที่อื่นๆ ปัญหาสำคัญของกลุ่มในปัจจุบัน คือ สามารถผลิตสินค้าทั่วไปได้ในจำนวนที่มากก็จริง แต่สามารถผลิตสินค้าที่มีความแตกต่างจากผู้ประกอบการรายอื่นๆ ได้เป็นจำนวนน้อย ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในการเผาถ่านมีจำนวนน้อย สมาชิกรายใหม่ไม่สามารถผลิตสินค้าตรงกับความต้องการของตลาดทั่วไปได้ เพราะต้องใช้เวลานานในการศึกษาถึงความต้องการของตลาด การพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า อีกทั้งต้องใช้เวลานานในการฝึกฝีมือ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่ผลิตออกมาจึงมาจากช่างที่มีความเชี่ยวชาญเพียงไม่กี่คน แรงงานส่วนใหญ่ที่มีอยู่ปัจจุบันจึงไม่สามารถผลิตสินค้าที่แตกต่างจากท้องตลาดทั่วไปได้ นำมาซึ่งการขาดรายได้ ไม่สามารถเลี้ยงตัวเองได้อย่างเพียงพอกับสถานการณ์ปัจจุบัน

โดยเฉพาะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์ โดยเฉพาะไม้ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติในปัจจุบันถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็ว โดยไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่ตามมา ผลิตผลในพื้นที่ป่าไม้ลดน้อยลงมาก เนื่องจากป่าไม้ถูกมนุษย์บุกรุกทำลายทำให้เกิดสภาวะขาดแคลนต้นไม้มาใช้ประโยชน์ พื้นที่ป่าของประเทศไทยถูกทำลายไปมาก ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศวิทยา นำมาสู่ปัญหาสภาวะโลกร้อนเกิดภัยพิบัติต่างๆ ขึ้นมากมาย แม้ว่าไม้ในป่าซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถปลูกเพิ่มและฟื้นฟูได้แต่ต้องใช้ระยะเวลานานในการเจริญเติบโตของต้นไม้ โดยเฉพาะในประเทศไทยมีการประกาศปิดป่าเมื่อพ.ศ. 2532 ทำให้ไม้ขาดแคลนมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบหลักที่ต้องใช้ไม้จำนวนมากเพื่อการผลิตในการตอบสนองความต้องการกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ที่ดีมีคุณภาพหาได้ยากและมีราคาแพง ซึ่งเป็นสาเหตุแห่งปัญหาในการทำการวิจัยเรื่องของวัสดุทดแทนไม้ ซึ่งเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้เรานำมาทดแทนไม้ไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง ผลิตเครื่องเรือนและเครื่องใช้ต่างๆ โดยการผลิตเป็นไม้ประกอบ (Wood composite) และในอนาคตวัสดุประเภทนี้มีความสำคัญต่อการใช้ประโยชน์ไม้ในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการใช้ประโยชน์เศษไม้และเศษเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมีความเจริญก้าวหน้าอย่างสูง สามารถใช้เศษไม้ ปลายไม้ ไม้ขนาดเล็ก หรือกิ่งใหญ่และวัสดุเส้นใยจากพืชเกษตรมาย่อยละเอียดแล้วอัดเป็นแผ่นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ (Wood-based panels) โดยมีสมบัติใกล้เคียงกับไม้ธรรมชาติทุกประการ (สาคร คันธโชติ)

อย่างไรก็ตามในการนำวัสดุมาใช้กับงานออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์นั้น มีวัสดุมากมายหลายชนิดให้เลือกใช้ขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้ให้ถูกต้องและความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ประเภทหรือชนิดนั้นๆ กล่าวคือ การ

นำเศษไม้ เศษเหลือใช้ทางการเกษตร วัสดุแบบแปรรูปหรือกิ่งแปรรูปแล้วนำมาใช้สร้างหรือผลิตชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นั้น จำเป็นต้องศึกษาและพิจารณาถึงธรรมชาติและคุณสมบัติวัสดุก่อนนำไปประยุกต์ใช้กับงานการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ เพราะวัสดุแต่ละชนิดมีธรรมชาติและสมบัติที่ต่างกัน เมื่อเราเข้าใจเรื่องวัสดุแล้วทำให้เราสามารถเลือกใช้ชนิดของวัสดุได้ถูกต้องและมีความเหมาะสมกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ รวมถึงต้องคำนึงถึงวิธีการผลิตให้เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ด้วย นอกจากนี้แล้วต้องพิจารณาเลือกเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตให้เหมาะสมเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ออกมามีคุณภาพและประสิทธิภาพ (สาคร คันธโชติ)

การผลิตไม้ประกอบ (Wood composite) โดยทั่วไปมีขั้นตอนพอสังเขปคือ นำไม้หรือเศษไม้ไปบดย่อยเป็นชิ้นขนาดเล็กๆ ลงไปอีก นำไปผสมกับสารเชื่อมยึดและสารเติมแต่งอื่นๆ และนำไปขึ้นรูปโดยการอัดยึดให้ติดกันเป็นแผ่นภายใต้แรงอัดและความร้อนจากเครื่องอัดร้อน เพื่อให้เกิดการยึดติดกันระหว่างชิ้นวัสดุเล็กๆ จนเป็นแผ่นบอร์ดที่มีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาตามต้องการ ในการผสมกาวก่อนการอัดยึด อาจใช้สารผสมเพิ่มชนิดอื่นๆ เพื่อปรับปรุงให้แผ่นไม้ที่ได้มีคุณสมบัติพิเศษบางประการในการนำไปใช้เป็นวัสดุสำหรับส่วนประกอบของงานก่อสร้างอาคารหรือสถานที่ การผลิตเครื่องเรือนและเครื่องใช้ทดแทนไม้ (วรรณ อุ่นจิตติชัย) อย่างไรก็ตามการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ต้องคำนึงถึงเรื่องของกาวซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการผลิต ต้องไม่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่าอยู่ในขั้นตอนการผลิต การนำไปใช้งานหรือหลังจากเลิกใช้งานแล้ว มีความเหมาะสมกับชนิดของวัสดุที่ใช้ ไม่ก่อมลพิษและทำลายสิ่งแวดล้อม รวมทั้งปริมาณและราคาในอนาคตประกอบด้วย (สาคร คันธโชติ)

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยมีความสนใจในเรื่อง หัตถอุตสาหกรรมซึ่งเป็นวิธีคิดที่ใช้ทักษะ ความชำนาญ กระบวนการผลิต เทคโนโลยีที่เรียบง่าย ตลอดจนการบริหารจัดการในรูปแบบอุตสาหกรรมเพื่อคุณค่าในเชิงพาณิชย์ ขยายตัวเป็นธุรกิจ สร้างรายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการผลิตในการผลิตผลิตภัณฑ์จากถ่านไม้ 1 ชั้น จำเป็นต้องใช้ทักษะความชำนาญ กรรมวิธีที่มีหลายขั้นตอน ไม่ใช่การศึกษาและพัฒนาในรูปแบบหรือรูปทรงเพียงอย่างเดียว ทักษะเหล่านี้แรงงานที่ไม่มีความชำนาญในการผลิตจะไม่สามารถทำได้ หากเปลี่ยนกระบวนการในการผลิตสินค้าจากผลิตภัณฑ์สำหรับตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นๆ ที่ยังคงไว้ซึ่งกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ ที่สำคัญคือ สามารถสร้างงาน สร้างรายได้ มีการบวนการผลิตอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ใช้แรงงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ สามารถแข่งขันกับเวลา สร้างความหลากหลายให้กับตัวผลิตภัณฑ์ได้ น่าจะเป็นการพัฒนาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันซึ่งเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพัฒนาความเป็นไปได้ในการเตรียมผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้โดยใช้กาวติดยึดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่มีสมบัติเชิงกลที่ดี ต้นทุนการผลิตต่ำ และมีความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ สามารถใช้ในงานอุตสาหกรรมเอนกประสงค์ (multi-purpose) งานก่อสร้าง งานเครื่องเรือนและผลิตภัณฑ์งานไม้ต่างๆ และงานฉนวน (insulation)
2. เพื่อปฏิบัติการศึกษาทดลองความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้เชิงพาณิชย์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อเพิ่มมูลค่าผงถ่านไม้ลดปัญหาสภาพแวดล้อมและสังคมท้องถิ่นจากผงถ่านไม้
4. เพื่อนำผงถ่านไม้ที่มีมูลค่าน้อยมาสร้างมูลค่าเพิ่ม เป็นต้นแบบองค์ความรู้เรื่อง นวัตกรรมแก่เยาวชนและผู้ที่มีความสนใจ
5. ออกแบบของตกแต่งบ้านจากการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้

6. เพื่อพัฒนาแรงงานในกระบวนการผลิตให้ใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
7. เพื่อเพิ่มแนวทางการออกแบบให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพอย่างยั่งยืน

เป้าหมายของโครงการ

1. ได้กรรมวิธีการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในเชิงพาณิชย์และเพื่อสังคม
2. ได้รายละเอียดเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ในเชิงพาณิชย์และเพื่อสังคม
3. ออกแบบของตกแต่งบ้านจากการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้
4. ได้พัฒนาแรงงานในกระบวนการผลิตให้ใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
5. ได้แนวทางการออกแบบให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพอย่างยั่งยืน

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาเบื้องต้นเพื่อวางแผนกำหนดสูตรผสมของวัตถุดิบต่างๆให้เหมาะสม
2. ศึกษาวิธีการกระบวนการผสมและขึ้นรูปแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ในระดับห้องปฏิบัติการ
3. ศึกษาสมบัติต่างๆของแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ตามสูตรต่างๆที่เตรียมได้ ได้แก่
 - 1) สมบัติทางกายภาพ เช่น ความหนาแน่น และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ เป็นต้น
 - 2) สมบัติเชิงกล เช่น ความแข็งแรงโค้งงอและมอดูลัสโค้งงอ แรงยึดเหนี่ยวภายใน เป็นต้น
4. ทดลองผลิตขึ้นรูปแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ในสายการผลิตตามสูตรผสมที่พัฒนาขึ้นจากระดับห้องปฏิบัติการ
5. ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ซึ่งเป็นนวัตกรรมเชิงพาณิชย์
6. ศึกษาถึงกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้
7. ออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้ผงถ่านไม้เป็นวัสดุหลัก
8. ออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้านจากกระบวนการผลิตของตกแต่งบ้านจากผงถ่านไม้ เช่น กระเบื้องปูผนังห้องครัวและกระเบื้องปูห้องน้ำ กรอบรูป โต๊ะ เก้าอี้ ชั้นวางของ เป็นต้น

วิธีการปฏิบัติงานที่จะใช้ในโครงการและแผนการดำเนินงาน

วิธีการปฏิบัติงาน

1. วางแผนงานและออกแบบการทดลองเบื้องต้นโดยกำหนดชนิดและอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ
2. ทำการผสมวัตถุดิบตามอัตราส่วนที่กำหนด แล้วนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นเตรียมอัด(Mat forming) และขึ้นรูปเป็นชิ้นงานแผ่นวัสดุทดแทนไม้ตัวอย่างสำหรับการทดสอบสมบัติต่างๆต่อไป
3. ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลต่างๆ ของแผ่นวัสดุทดแทนไม้ที่เตรียมได้
4. ทำการทดลองซ้ำเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมที่มีสมบัติที่ดี เหมาะกับการใช้งาน

5. วิเคราะห์และสรุปผลความเป็นไปได้ในการเตรียมแผ่นวัสดุทดแทนไม้
6. ศึกษาถึงกระบวนการผลิตของตักแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้
7. ออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้ผงถ่านไม้เป็นวัสดุหลัก
8. ออกแบบผลิตภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้านจากกระบวนการผลิตของตักแต่งบ้านจากผงถ่านไม้ เช่น กระเบื้องปูผนังห้องครัวและกระเบื้องปูห้องน้ำ กรอบรูป โต๊ะ เก้าอี้ ชั้นวางของ เป็นต้น
9. จัดทำรายงานเพื่อนำเสนอความก้าวหน้าครั้งเทอมและสุดท้าย

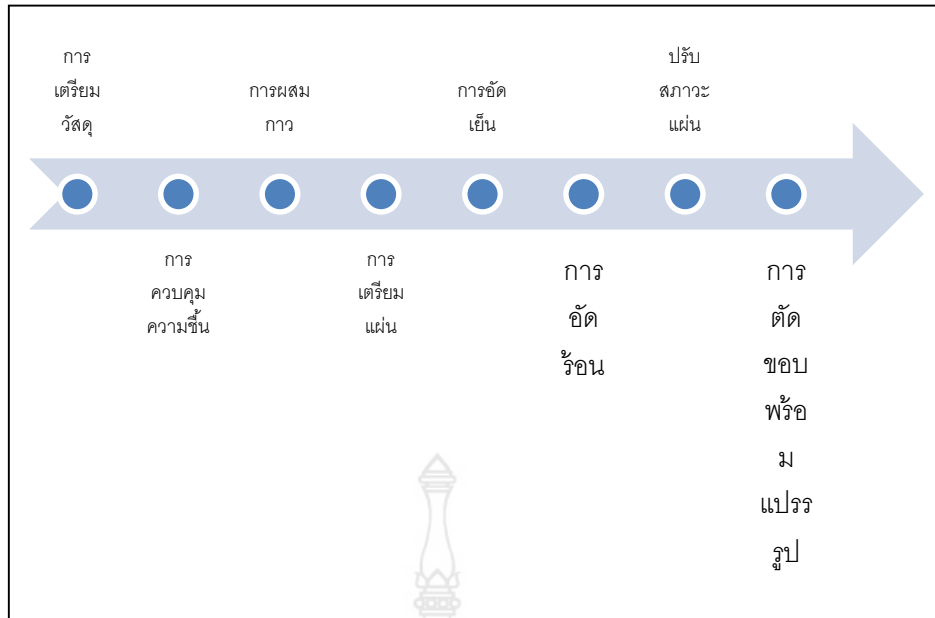
5. อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการ

อุปกรณ์ในการศึกษา

- 1) เครื่องย่อยชิ้นไม้อย่างหยาบ (Hammer mills)
- 2) เครื่องร่อนพร้อมตะแกรง (Screening Machine)
- 3) เครื่องชั่งน้ำหนัก (Electric Balance)
- 4) เครื่องอัดร้อน (Hot - press)
- 5) เครื่องผสมกาว
- 6) ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
- 7) เครื่อง Moisture Balance
- 8) เครื่องเลื่อย

ผลการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากไมยราบยักษ์

กระบวนการผลิตวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ครั้งนี้ ได้ใช้เครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์ของบริษัท โคโคบอร์ดจำกัด ซึ่งมีหลักการและกระบวนการผลิตหลักเช่นเดียวกับกระบวนการผลิตแผ่นไม้จากเศษไม้ในอุตสาหกรรมทั่วไป แต่วิธีการจัดการและเตรียมการแตกต่างกันไปโดยเฉพาะการใช้เครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์ วิธีการปฏิบัติการต่างๆต้องเหมาะสมตามชนิดของวัสดุที่นำมาสู่กระบวนการผลิตแผ่นไม้ประกอบแบ่งออกเป็น 7 ส่วนหลัก คือ 1.การเตรียมวัสดุ 2. การควบคุมความชื้น 3. การผสมกาว 4. การเตรียมแผ่นหรือโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์ 5. การอัดร้อน 6. การปรับสภาวะแผ่น 7. การตัดขอบเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ (ดูภาพที่ 1 ประกอบ



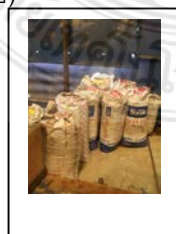
ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการผลิตแผ่นไม้ประกอบ

การเตรียมวัสดุ

ในส่วนของการเตรียมวัสดุ ทำการศึกษาลักษณะพื้นฐานทั่วไปของวัสดุ รูปร่าง ขนาด น้ำหนักวัสดุ สภาวะเบื้องต้น รวมทั้งจำแนกแยกกลุ่มวัสดุตามลักษณะเด่นที่เห็นแตกต่างกัน เพื่อบริหารจัดการเรื่องการเตรียมการใช้เครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์ วิธีการปฏิบัติการต่างๆที่เหมาะสมตามชนิดพื้นฐานทั่วไปของวัสดุเป็นเบื้องต้นก่อนทำการทดสอบในการสับบดย่อยและการคัดขนาด

การจัดหาและจัดส่งผงถ่านไม้

ชาวบ้านกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว จัดหาและจัดส่งผงถ่านไม้มายังโรงงานเพื่อเตรียมพร้อมในการทดลองผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ ซึ่งจัดหาผงถ่านไม้บรรจุถุงมี น้ำหนักรวม 200 กิโลกรัม จากนั้นทำการตรวจสอบคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากกัน ชั่งน้ำหนักและทำการแยกกอง (ดูภาพที่ 2 และ 3 ประกอบ)



ภาพที่ 2 ชาวบ้านกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว จัดหาและจัดส่งผง ถ่านไม้



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะรูปร่างของวัสดุถ่านไม้โดยทั่วไปก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต

การจัดการเครื่องสับบดย่อยเพื่อความเหมาะสมกับชนิดและขนาดของวัสดุ

การจัดการเครื่องสับบดย่อยสับย่อยผงถ่านไม้โดยใช้เครื่องสับแบบเครื่องสับบดย่อยพลาสติกมีขนาดมอเตอร์ 10 แรงม้า เพื่อใช้ทดลองสับย่อยผงถ่านไม้ ผลปรากฏว่า วัสดุที่ผ่านการสับย่อยแบบนี้ใช้ได้ดี (ดูภาพที่ 4 และ 5 ประกอบ)



ภาพที่ 4 เครื่องสับแบบเครื่องสับบดย่อยพลาสติกมีขนาดมอเตอร์ 10 แรงม้า เพื่อใช้ทดลองสับย่อยผงถ่านไม้



ภาพที่ 5 ผลของการสับบดย่อยผงถ่านไม้พร้อมบรรจุกระสอบนำไปฝังแดดเพื่อลดความชื้นต่อไป

การควบคุมความชื้น

วัสดุที่ผ่านการสับย่อยได้ขนาดที่เหมาะสมแล้วนำมาผึ่งแดดให้แห้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสมก่อนผสมกาว (ดูภาพที่ 6 ประกอบ)



ภาพที่ 6 การนำวัสดุผึ่งแดดให้แห้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสมก่อนผสมกาว ใช้เวลา 3 วัน

การผสมกาว

หลังการนำวัสดุผึ่งแดดให้แห้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสมก่อนผสมกาวโดยใช้เวลา 3 วัน จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักวัสดุและชั่งน้ำหนักกาวตามสูตรที่เตรียมไว้สำหรับนำไปผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ ขนาด 122x122 เซนติเมตร ความหนา 10 มิลลิเมตร (ดูภาพที่ 7 และ 8 ประกอบ)



ภาพที่ 7 การชั่งน้ำหนักวัสดุและชั่งน้ำหนักกาวตามสูตรที่เตรียมไว้เตรียมพร้อมในกระบวนการผลิตขั้นต่อไป



ภาพที่ 8 การผสมกาวตามสูตรที่เตรียมไว้และทำการชั่งน้ำหนักวัสดุพร้อมนำไปโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์

การเตรียมแผ่นหรือโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์ (ดูภาพที่ 9 ประกอบ)



ภาพที่ 9 การนำวัสดุที่ผ่านการผสมกาวและซังน้ำหนักรวมตามสูตรมาโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์ให้สม่ำเสมอ

การอัดร้อน

นำแบบแม่พิมพ์เข้าสู่เครื่องอัดแผ่นวัสดุ โดยใช้ความร้อนอุณหภูมิที่ 120 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอัดร้อน 12 นาทีและ กำลังการอัดที่ 3200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (ดูภาพที่ 10 ประกอบ)



ภาพที่ 10 การอัดร้อน

การปรับสภาวะแผ่น

หลังการอัดร้อนแล้วถอดแผ่นออกจากแบบแม่พิมพ์ออกมาปรับสภาวะ และตรวจสอบสภาพแผ่นเบื้องต้นด้วยสายตา (ดูภาพที่ 11 ประกอบ)



ภาพที่ 11 การปรับสภาวะแผ่น

การตัดขอบเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

หลังการปรับสภาวะแผ่นแล้วทำการตัดขอบไม้ที่ไม่เรียบร้อยออกให้ได้แผ่นวัสดุทดแทนไม้ขนาด 122x122 เซนติเมตร (ดูภาพที่ 12 ประกอบ)



ภาพที่ 12 ผลผลิตการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ขนาด 122x122 เซนติเมตร
หนา 10 มิลลิเมตร

สรุปผลการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้

ในกระบวนการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้แบ่งออกเป็น 7 ส่วนหลัก คือ 1. การเตรียมวัสดุ 2. การควบคุมความชื้น 3. การผสมกาว 4. การเตรียมแผ่นหรือโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์ 5. การอัดร้อน 6. การปรับสภาวะแผ่น 7. การตัดขอบเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

ผลการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้โดยใช้กาวติดยึดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ครั้งนี้ไม่สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย เนื่องจากการติดยึดของกาวและผงถ่านไม้ไม่ดีพอ ผลผลิตของแผ่นไม้ที่ได้ติดแบบแม่พิมพ์ถอดออกยากและเกิดตำหนิที่แผ่นไม้ และเป็นไปไม่ได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ และไม่สามารถใช้ในงานอุตสาหกรรมเอนกประสงค์ (multi-purpose) งานก่อสร้าง งานเครื่องเรือนและผลิตภัณฑ์งานไม้ต่างๆ และงานฉนวน (insulation) ได้ (ดูภาพที่ 13 ประกอบ)



ภาพที่ 13 ผลผลิตการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ขนาด 122x122 เซนติเมตร
หนา 10 มิลลิเมตร ไม่สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย เนื่องจากการติดยึดของกาวและผง

ถ่านไม้ไม่ดีพอ ผลผลิตของแผ่นไม้ที่ได้ติดแบบแม่พิมพ์ถอดออกยากและเกิดตำหนิที่แผ่นไม้ และเป็นไปไม่ได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์

ข้อเสนอแนะ

1. ในกระบวนการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้แบ่งออกเป็น 7 ส่วนหลักนั้น ผลของการเตรียมวัสดุในส่วนของสับบดย่อยและคัดขนาดสามารถทำได้ โดยเครื่องสับย่อยแบบเครื่องสับบดย่อยพลาสติกมีขนาดมอเตอร์ 10 แรงม้า และการเตรียมวัสดุต้องใช้วัสดุในสภาพที่ไม่มีสิ่งปนเปื้อน ง่ายต่อการสับย่อย ลดมลสภาวะทางเสียง และต้องมีเครื่องดูดละอองฝุ่น ราคาเครื่องสับบดย่อยพลาสติกประมาณ 250,000 บาท

2. การควบคุมความชื้น สามารถทำได้โดยการนำวัสดุผึ่งแดดให้แห้งได้โดยใช้เพียงเวลา 3 วัน และต้องใช้พื้นที่ที่มากน้อยตามปริมาณของวัสดุ

3. การผสมกาว ในขั้นตอนนี้ต้องใช้เครื่องผสมกาวที่เหมาะสมโดยการพ่นกาว การคลุกคล้าวกาวได้ทั่วถึง การกำหนดชนิดของกาวและอัตราส่วนผสมของวัสดุติดต้องทำการทดสอบซ้ำ และต้องทดลองใช้กาวที่เหมาะสมในการยึดเหนี่ยว โดยต้องคำนึงถึงต้นทุนของกาวในการผลิตที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเช่นเดิม ราคาเครื่องผสมกาวครบชุดประมาณ 350,000 บาท หรือขนาดเล็กเคลื่อนย้ายได้ง่ายประมาณราคา 150,000 บาท

4. การเตรียมแผ่นหรือรอยแผ่นในแบบแม่พิมพ์สามารถใช้คนทำได้แต่ต้องเน้นวิธีการให้ถูกต้อง และขนาดของแผ่นควรมีขนาดไม่เกิน 40x40 เซนติเมตร หรือน่าจะอัดขึ้นรูปเป็นรูปทรงอื่นๆ

5. การอัดร้อนควรใช้เครื่องที่มีแรงอัดสูงไม่ต่ำกว่า 3500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความร้อนอุณหภูมิที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่า 180 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอัดร้อนขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแผ่น ราคาเครื่องอัดร้อนครบชุดประมาณ 450,000 บาท (ขนาด 40x40 เซนติเมตร)

อย่างไรก็ตามในการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ ก่อนทำการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อลดกลิ่นอับขึ้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้ ควรทำการศึกษาระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ในการขึ้นรูปจากผงถ่านไม้ใหม่

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย





แบบสอบถาม

การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว

คำชี้แจง : แบบวิเคราะห์นี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลประกอบการทำวิจัยวัสดุและรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน ในการนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านโปรดได้พิจารณา และตอบคำถามทุกข้อของแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของท่านทุกข้อมีความสำคัญยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ดังนั้นผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย





แบบสอบถาม

การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตของตกแต่งเพื่อลดกลิ่นอับชื้นภายในบ้านจากผงถ่านไม้
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว

คำชี้แจง : แบบวิเคราะห์นี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลประกอบการทำวิจัยวัสดุและรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน ในการนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านโปรดได้พิจารณา และตอบคำถามทุกข้อของแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของท่านทุกข้อมีความสำคัญยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ดังนั้นผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย



ภาคผนวก ค
ภาพกิจกรรมต่างๆในงานวิจัย





ภาพที่ 1 ชาวบ้านกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว จัดหาและจัดส่งผงถ่านไม้



ภาพที่ 2 ชาวบ้านกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเขาสารภี อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว จัดหาและจัดส่งผงถ่านไม้



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะรูปร่างของวัสดุถ่านไม้โดยทั่วไปก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะรูปร่างของวัสดุถ่านไม้โดยทั่วไปก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะรูปร่างของวัสดุถ่านไม้โดยทั่วไปก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะรูปร่างของวัสดุถ่านไม้โดยทั่วไปก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต



ภาพที่ 7 เครื่องสับแบบเครื่องสับด้อยพลาสติกมีขนาดมอเตอร์ 10 แรงม้า
เพื่อใช้ทดลองสับย่อยผงถ่านไม้



ภาพที่ 8 ผลของการสับด้อยผงถ่านไม้พร้อมบรรจุกระสอบนำไปฝังแดดเพื่อลดความชื้นต่อไป



ภาพที่ 9 ผลของการสับบดย่อยผงถ่านไม้พร้อมบรรจุกระสอบนำไปฝังแดดเพื่อลดความชื้นต่อไป



ภาพที่ 10 ผลของการสับบดย่อยผงถ่านไม้พร้อมบรรจุกระสอบนำไปฝังแดดเพื่อลดความชื้นต่อไป



ภาพที่ 11 การนำวัสดุผึ่งแดดให้แห้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสมก่อนผสมกาว ใช้เวลา 3 วัน



ภาพที่ 12 การนำวัสดุผึ่งแดดให้แห้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสมก่อนผสมกาว ใช้เวลา 3 วัน



ภาพที่ 13 การชั่งน้ำหนักวัสดุและชั่งน้ำหนักการตามสูตรที่เตรียมไว้เตรียมพร้อมในกระบวนการผลิตขั้นต่อไป



ภาพที่ 14 การซังน้ำหนัสดูและซังน้ำหนักรวมตามสูตรที่เตรียมไว้เตรียมพร้อมในกระบวนการผลิตขั้นต่อไป



ภาพที่ 15 การผสมรวมตามสูตรที่เตรียมไว้และทำการซังน้ำหนัสดูพร้อมนำไปโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์



ภาพที่ 16 การผสมกาวตามสูตรที่เตรียมไว้และทำการชั่งน้ำหนักวัสดุพร้อมนำไปโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์



ภาพที่ 17 การผสมกาวตามสูตรที่เตรียมไว้และทำการชั่งน้ำหนักวัสดุพร้อมนำไปโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์



ภาพที่ 18 การนำวัสดุที่ผ่านการผสมกาวและซังน้ำหนักรตามสูตรมาโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์ให้สม่ำเสมอ



ภาพที่ 19 การนำวัสดุที่ผ่านการผสมกาวและซังน้ำหนักรตามสูตรมาโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์ให้สม่ำเสมอ



ภาพที่ 20 การนำวัสดุที่ผ่านการผสมกาวและซังน้ำหนักรตามสูตรมาโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์ให้สม่ำเสมอ



ภาพที่ 21 การนำวัสดุที่ผ่านการผสมกาวและซังน้ำหนักรตามสูตรมาโรยแผ่นในแบบแม่พิมพ์ให้สม่ำเสมอ



ภาพที่ 22 การอัดรีด



ภาพที่ 23 การอัดร้อน



ภาพที่ 24 การปรับสภาวะแผ่น



ภาพที่ 25 ผลผลิตการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ขนาด122x122 เซนติเมตรหนา 10 มิลลิเมตร



ภาพที่ 26 ผลผลิตการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ขนาด122x122 เซนติเมตรหนา 10 มิลลิเมตร



ภาพที่ 27 ผลผลิตการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ขนาด122x122 เซนติเมตรหนา 10 มิลลิเมตร ไม่สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย เนื่องจากการติดยึดของกาวและผงถ่านไม้ไม่ดีพอ ผลผลิตของแผ่นไม้ที่ได้ติดแบบแม่พิมพ์ถอดออกยากและเกิดตำหนิที่แผ่นไม้ และเป็นไปไม่ได้ในการผลิต
เชิงพาณิชย์



ภาพที่ 28 ผลผลิตการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ขนาด122x122 เซนติเมตรหนา 10 มิลลิเมตร ไม่สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย เนื่องจากการติดยึดของกาวและผงถ่านไม้ไม่ดีพอ ผลผลิตของแผ่นไม้ที่ได้ติดแบบแม่พิมพ์ถอดออกยากและเกิดตำหนิที่แผ่นไม้ และเป็นไปไม่ได้ในการผลิต
เชิงพาณิชย์



ภาพที่ 29 ผลผลิตการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ขนาด122x122 เซนติเมตรหนา 10 มิลลิเมตร ไม่สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย เนื่องจากการติดยึดของกาวและผงถ่านไม้ไม่ดีพอ ผลผลิตของแผ่นไม้ที่ได้ติดแบบแม่พิมพ์ถอดออกยากและเกิดตำหนิที่แผ่นไม้ และเป็นไปไม่ได้ในการผลิต

เชิงพาณิชย์

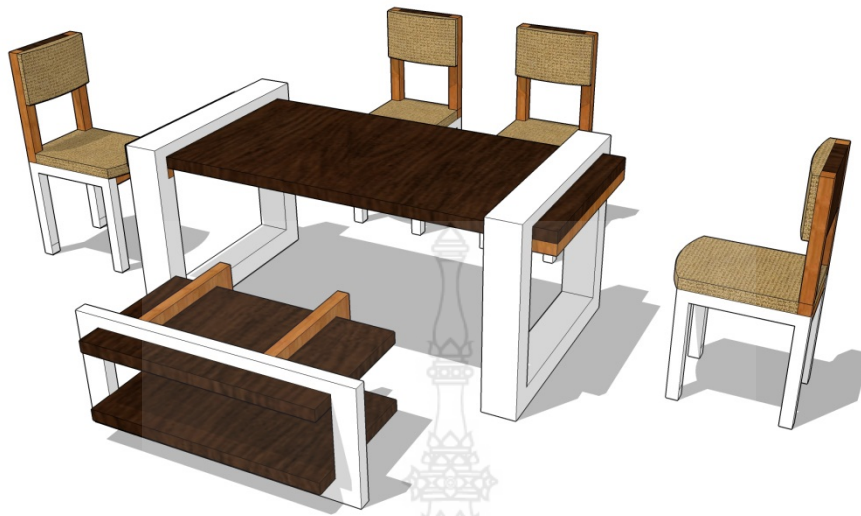


ภาพที่ 30 ผลผลิตการศึกษาวิจัยและพัฒนาแผ่นวัสดุทดแทนไม้จากผงถ่านไม้ขนาด122x122 เซนติเมตรหนา 10 มิลลิเมตร ไม่สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย เนื่องจากการติดยึดของกาวและผงถ่านไม้ไม่ดีพอ ผลผลิตของแผ่นไม้ที่ได้ติดแบบแม่พิมพ์ถอดออกยากและเกิดตำหนิที่แผ่นไม้ และเป็นไปไม่ได้ในการผลิต

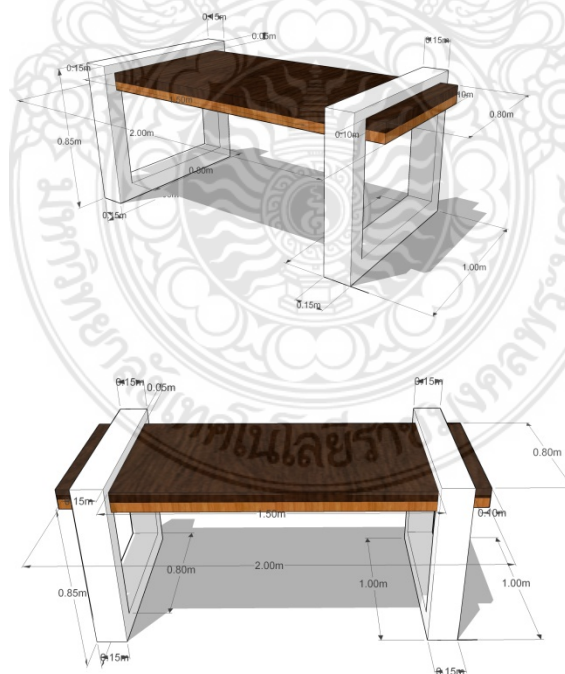
เชิงพาณิชย์

ภาคผนวก ง
ผลงานวิจัยและต้นแบบงานวิจัย

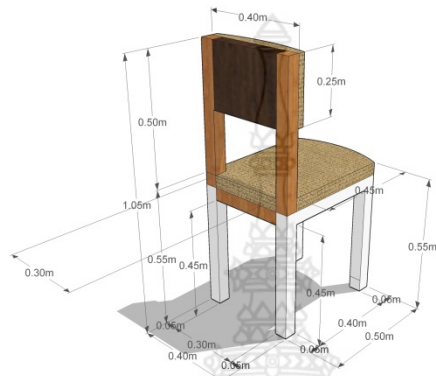
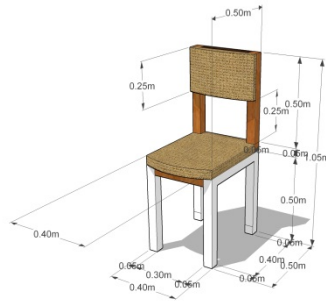




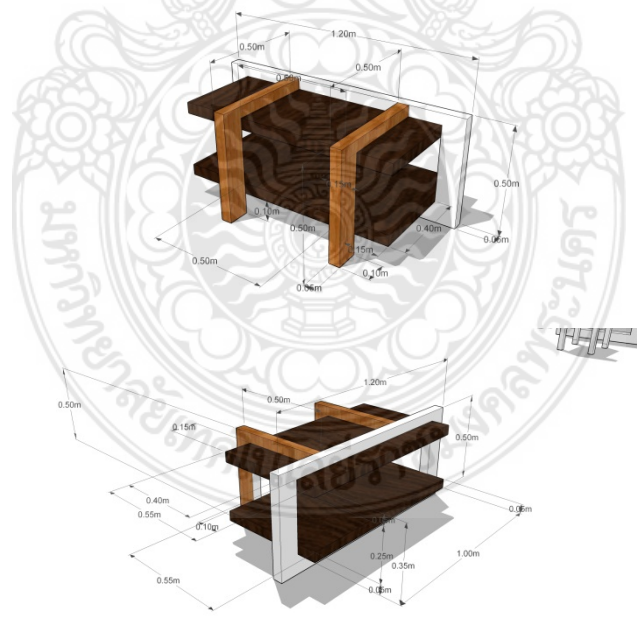
ต้นแบบงานวิจัย



ต้นแบบชุดที่ 1 โต๊ะรับประทานอาหาร



ต้นแบบชุดที่ 2 เก้าอี้รับประทานอาหาร



ต้นแบบชุดที่ 3 ชั้นวางของโชว์

ภาคผนวก จ.
ประวัติคณะผู้วิจัย



ประวัติคณะผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายกรณ์พงศ์ ทองศรี
 ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Kornpong Thongsri
 เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3329900015446
 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
 หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
 โทรศัพท์ 0 2281 9231-4 ต่อ 6304-5 โทรสาร 0 2282 8572
 Mobile : 08-59605948 E-mail : Korn.urp@gmail.com

ประวัติการศึกษา

2552 ผ.ม. (การวางแผนภาคและเมือง) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 2546 สถ.บ. (สถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิชาการ การศึกษา
 กลุ่มวิชา การออกแบบตกแต่งภายใน

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็น
 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :-

หัวหน้าโครงการวิจัย :-

งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว :

ผู้ร่วมวิจัย : การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการเปิดหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ.2554
 หัวหน้างานวิจัย : ผลกระทบด้านเศรษฐกิจของรูปแบบการถือครองที่ดิน: กรณีศึกษาเปรียบเทียบบ้านมั่นคงชนบทตำบลวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมาและบ้านมั่นคงชนบทตำบลดอนยอ จังหวัดนครนายก พ.ศ.2553

งานวิจัยที่กำลังทำ :-

ประวัติคณะผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายธานี สுகนระชาติ
 ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MR. THANEE SUKONTACHART
 เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1009 04290 67 4
 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
 หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
 โทรศัพท์ / โทรสาร 0 2282 2384 e-Mail: thanee79@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ปริญญาเอก(กำลังศึกษา) ปริญญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ต . การออกแบบผลิตภัณฑ์)
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 ปริญญาโท ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
 (ค.อ.ม. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ปริญญาตรี อดิศาสตร์บัณฑิต (อ.ส.บ. วิศวกรรมอุตสาหกรรม)
 มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

สาขาวิชาการออกแบบทางเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์
 กลุ่มวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำ
 การวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย :

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากกระดาษป่านครนารายณ์เพื่อเศรษฐกิจชุมชน พ.ศ.
 2552

งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่า
 ได้ทำการวิจัยคลุ้งแล้วประมาณร้อยละเท่าใด