



รายงานการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการ
ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อการเพิ่มผลผลิตงาน
หัตถกรรมสู่ระบบอุตสาหกรรม

Design and development of appropriate technologies for
entrepreneurs, bamboo products, OTOP Phetchabun to
improve productivity craft to industry.

โดย

ขุนแผน ตุ่มทองคำ และคณะ

สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการ
ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อการเพิ่มผลผลิตงาน
หัตถกรรมสู่ระบบอุตสาหกรรม

Design and development of appropriate technologies for
entrepreneurs, bamboo products, OTOP Phetchabun to
improve productivity craft to industry.

ขุนแผน ตุ่มทองคำ	สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
นรินทร์ รัตนวัย	สาขาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์	สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
นภาพร ตุ่มทองคำ	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์งบประมาณแผ่นดิน
พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการ
วิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ 2561

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

นายขุนแผน ตุ่มทองคำ
ผู้วิจัย

(ข)

- ชื่อโครงการวิจัย** : การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อการเพิ่มผลผลิตงานหัตถกรรมสู่ระบบอุตสาหกรรม
- ชื่อผู้วิจัย** : ชุนแผน ตุ่มทองคำ
- ผู้ร่วมวิจัย** : นรภัทร รัตนวิชัย
- ผู้ร่วมวิจัย** : เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์
- ผู้ร่วมวิจัย** : นภาพร ตุ่มทองคำ
- หน่วยงาน** : คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ปีทำการวิจัย** : พ.ศ. 2561

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องเรือนจากนวัตกรรมไม้ไผ่ ประสานภูมิปัญญาเพชรบูรณ์สู่ระบบ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องใช้ไม้ไผ่ที่ศึกษาออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดเพลาะไม้ไผ่ควบคุมอุณหภูมิสำหรับผลิตแผ่นไม้ประกอบ และพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการและประเมินศักยภาพไม้ไผ่ชุมชนเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการประเมินเครื่องเรือนแผ่นไม้ประกอบไม้ไผ่จากแนวคิดศิลปะและวัฒนธรรมเพชรบูรณ์ ลักษณะสีไม่หลุดลอก เมื่อลูบผลิตภัณฑ์แล้วไม่ติดมือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ระดับดีมาก ลักษณะการประกอบด้วยวัสดุอื่น เรียบร้อย ประณีต ติดแน่น คงทนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ระดับดีมาก ผลเครื่องใช้ไม้ไผ่ที่ศึกษาสามารถใส่ไม้ไผ่และลดเวลาในการใส่ไม้ไผ่ซึ่งโดยปกติแรงงานคนใช้มีดในการใส่ไม้ไผ่ในอัตราการผลิตเฉลี่ย 3-4 แผ่นต่อนาที โดยขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ใส่ไม้ไผ่ ผลการทดลอง พบว่า เครื่องใช้ไม้ไผ่ที่ศึกษาสามารถใส่ไม้ไผ่ในอัตราการผลิตเฉลี่ย 18 แผ่นต่อ 1 นาที ซึ่งสูงกว่าแรงงานคนใช้มีดในการผ่าประมาณ 6 เท่า เมื่อประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี จำนวน 30 รายใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านการผลิต ผลการประเมินเท่ากับ 4.26 จากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งอยู่ในระดับดี และผลเครื่องอัดเพลาะไม้ไม่สามารถอัดเพลาะไม้ในอัตราการผลิตเฉลี่ย 1 แผ่นต่อ 6 ชั่วโมง ซึ่งลดเวลาจากเดิม 4 เท่า เมื่อประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี จำนวน 30 รายใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านการผลิต ผลการประเมินเท่ากับ 4.26 จากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งอยู่ในระดับดี

Project Research : Design and development of appropriate technologies for entrepreneurs, bamboo products, OTOP Phetchabun to improve productivity craft to industry.

The Researcher : KhunPhaen Toomthongkum

Co-Researcher : Narat Rattanawai

Co-Researcher : Saksak Thipwong

Co-Researcher : Napapan Toomthongkum

University : Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology
Phetchabun Rajabhat University

Year : 2017

Abstract

The purpose of this research For the design and development of furniture from the innovation of bamboo, cement, wisdom, industry, OTOP, Phetchabun Province For the design and development of four-way bamboo planing machine, design and develop the bamboo shafts, temperature control for wood composite And develop geographic information systems for managing and evaluating community bamboo potentials for use in non-bamboo industries. OTOP, Phetchabun Province The result of evaluation of bamboo wood furniture from the concept of art and culture Phetbura The color does not peel off. When stroking the product and not sticking hands With an average of 4.80 with a very good level. The composition of other materials is neat, neat, tight, durable, with an average of 4.80, very good level. The four-way bamboo planing machine can plan the bamboo and reduce the time of bamboo planing. In the planing of bamboo at an average rate of 3-4 sheets per minute, depending on the expertise of the bamboo planer. The results showed that the four-way bamboo planing machine can The average rate of bamboo production is 18 sheets per 1 minute, which is 6 times higher than the workers using cutlery. When evaluating satisfaction by using questionnaires with the sample group, Ban Matli Community Enterprise, 30 people in 3 areas, consisting of Structure Use And production The result of the assessment is 4.26 from the full score of 5 which is

in a good level. And the results of the wood pelletizing machine can compress the shaft in the average production rate of 1 sheet per 6 hours, which reduces the time from the original 4 times when evaluating satisfaction by using questionnaires with the sample group of Baan Matli Community Enterprise in 30 cases in 3 areas Consisting of structures Use And production The result of the assessment is 4.26 from the full score of 5 which is in a good level.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	(ก)
บทคัดย่อภาษาไทย	(ข)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ช)
สารบัญภาพ	(ซ)

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	5
นิยามศัพท์	5
ขอบเขตของโครงการวิจัย	5
กรอบแนวความคิดในการวิจัย	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภูมิปัญญาท้องถิ่น จังหวัดเพชรบูรณ์ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่	9
ไม้ไผ่	10
ทฤษฎีความงาม Golden ratio	18
หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์	24
การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล	30
การออกแบบฐานข้อมูล	57

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาแนวทางการสร้างนวัตกรรมวัสดุไม้ไผ่	71
การออกแบบและพัฒนา	75
สร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์	78

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	81
ตอนที่ 1 การศึกษาการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องเรือน	81
ตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนา	86
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	100
สรุปผลการวิจัย	100
อภิปรายผล	101
ข้อเสนอแนะ	102
บรรณานุกรม	104
ภาคผนวก	107

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เป็นหนึ่งในนโยบายเศรษฐกิจชุมชนที่สำคัญของ ยุทธศาสตร์การสร้างรายได้ ลดรายจ่าย ขยายโอกาส มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาความยากจน สร้างงาน สร้างรายได้ในท้องถิ่น กรมการพัฒนาชุมชนมีนโยบายและแนวทางในการส่งเสริมพัฒนา OTOP เชิงรุกโดยเฉพาะการตลาดเพื่อเพิ่มช่องทางการตลาด ได้มีการพัฒนาส่งเสริมโครงการหนึ่ง ตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันนี้ พ.ศ.2559 ทำให้ผลิตภัณฑ์ OTOP มีกลุ่มผู้ผลิต จำนวนเพิ่มมากขึ้นขนาดเท่าตัว จังหวัดเพชรบูรณ์ก็เป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีการส่งเสริมและพัฒนา ผลิตภัณฑ์ OTOP อย่างต่อเนื่องทำให้มีกลุ่มใหม่ๆเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก รวมแล้วทั้งจังหวัด เพชรบูรณ์มีกลุ่ม OTOP 392 กลุ่ม จาก 11 อำเภอ โดยมีกลุ่มผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ถึง 27 กลุ่ม (สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์:2554) ใช้ไม้ไผ่ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องเรือน ผลิตภัณฑ์ หัตถกรรมจักสาน ผลิตภัณฑ์ตกแต่งและของที่ระลึก โดยกลุ่มผู้ผลิตได้ใช้ไม้ไผ่ที่มีอยู่ในชุมชนเป็น วัสดุหลักในการผลิตและจากการทำวิจัยเรื่อง “การออกแบบและพัฒนาสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ ไผ่จากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพชรบูรณ์สำหรับผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์” โดยขุนแผน ตุ่ม ทองคำ และคณะ ได้วัสดุไม้ไผ่เป็นแผ่นไม้ประกอบที่ใช้แทนไม้จริงด้วยวิธีการเปลาะไม้หรือการ ประสานไม้ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 (ขุนแผน ตุ่มทองคำ.2558) โดยที่กลุ่มไม้เงินเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งมีนางสุทธภา แก้วยศ เป็นประธานกลุ่มมีสมาชิก 15 คน เลขที่ 125 หมู่ 11 ตำบลบ้านน้ำร้อน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้ผลิตและจำหน่าย ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ จำหน่ายทั้งในและต่างจังหวัด ตามรีสอร์ทและโรงแรมต่างๆ และทาง เว็บไซต์ และมีความต้องการขยายเป็นอุตสาหกรรมก้าวเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี สามารถพัฒนา ต่อยอดในระบบอุตสาหกรรมได้ สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559- 2564 ตามยุทธศาสตร์ที่ 1 การปรับโครงสร้างการผลิตเพื่อเพิ่มศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมเพื่อ ส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับศักยภาพพื้นฐานของประเทศ โดยเน้นการใช้ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อเพิ่มผลิตภาพและมาตรฐาน ให้ภาคอุตสาหกรรมมี ความสามารถในการแข่งขันในระดับที่สูงขึ้นโดยมีกลยุทธ์ที่สำคัญ 1) ประยุกต์ใช้ดิจิทัล วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของภาคอุตสาหกรรม2) เสริมสร้าง ประสิทธิภาพการจัดการโลจิสติกส์ และโซ่อุปทานของภาคอุตสาหกรรมให้มีความได้เปรียบในการ

แข่งขัน3) พัฒนาผู้ประกอบการและบุคลากรภาคอุตสาหกรรม4) เสริมสร้างศักยภาพการรวมกลุ่มของ อุตสาหกรรมเป้าหมาย5) พัฒนามาตรฐาน การตรวจสอบรับรอง และการควบคุมกำกับดูแลเพื่อเอื้อ ต่อความปลอดภัยของประชาชนและพัฒนาอุตสาหกรรมให้มีขีดความสามารถในการแข่งขัน6) พัฒนา วัตถุดิบต้นน้ำและอุตสาหกรรมพื้นฐาน (แผนยุทธศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ.2559- 2564,2557) เป็นการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาด ย่อม วิสาหกิจชุมชน ให้มีความเข้มแข็ง และสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก รวมทั้งให้สอดคล้องกับ สถานการณ์และบริบทการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งในด้านภาวะเศรษฐกิจและสังคมไทยในช่วงที่ผ่านมา รวมถึงจุดยืนทางยุทธศาสตร์ของกลุ่มจังหวัด (Positioning) ซึ่งแสดงถึงศักยภาพของพื้นที่ที่มีความ ต้องการในการพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อก่อให้เกิดการเชื่อมโยงในทิศทางเดียวกันอย่างเป็นรูปธรรม และมุ่งไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนอย่างแท้จริงในการพัฒนาอุตสาหกรรมนั้น จำเป็นต้องผลักดันให้ภาค การผลิตมีความสมดุล มั่นคง และยั่งยืนซึ่งการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับ ศักยภาพพื้นฐานของประเทศ ในกลุ่มประเทศอาเซียนนั้นเป็นประที่มีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การ เจริญเติบโตของไม้ไผ่ อุตสาหกรรมไม้ไผ่ได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วตามที่เครือข่ายระหว่างประเทศ เพื่อการไม้ไผ่และหวาย ในปัจจุบันมีมูลค่า 1.5 พันล้านคนทั่วโลกที่อาศัยอยู่บนไม้ไผ่เป็นพืชยืนต้นที่ เร็วที่สุดในการเจริญเติบโต ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่อุตสาหกรรม ไม้ไผ่ เครื่องเรือน และวัสดุก่อสร้างปัจจุบัน ทั่วโลกมีการส่งออกอุตสาหกรรมไม้ไผ่ประมาณ 330 พันล้านบาทต่อปีคาดว่าภายในปี 2018 จะถึง 600 พันล้านบาท ขณะที่พื้นที่ริมแม่น้ำโขงไปยังประเทศเวียดนามส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่มูลค่า ส่งออกตลาดของอุตสาหกรรมในปัจจุบันประจำปี 15,000 ล้านบาท นั้นจึงต้องมีการพัฒนาตลาด ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่และการส่งเสริมการขายที่มากขึ้น

ด้วยภูมิประเทศทั่วไปของจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วยภูเขา เป็นรูปเกือกม้า รอบพื้นที่ ด้านเหนือของจังหวัด เป็นแนวนานกันไปทั้งสองข้าง ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก คิดเป็นเนื้อที่ ประมาณ ร้อยละ 40 ของพื้นที่ทั้งหมด มีพื้นที่ราบอยู่ตอนกลางและอำเภอด้านใต้ของจังหวัด เป็น พื้นที่ลาดชันจากเหนือลงใต้ ป่าไม้ในจังหวัดเพชรบูรณ์มีเนื้อที่ 2,006.51 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของพื้นที่จังหวัด เป็นป่าสงวนแห่งชาติ จำนวน 13 แห่ง อุทยานแห่งชาติ 3 แห่ง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ ป่า 2 แห่ง เขตห้ามล่าสัตว์ป่า 2 แห่ง สวนรุกขชาติ 3 แห่ง วนอุทยาน 1 แห่ง สามารถจำแนกตามเขต การใช้ประโยชน์ทรัพยากรที่ดินและป่าไม้ ได้แก่ เขตเพื่อการอนุรักษ์ เขตเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจ เขตพื้นที่เหมาะสมแก่การเกษตร คิดเป็นร้อยละ 58.59 28.67 และ 6.67 ของพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด ตามลำดับ (สำนักงานจังหวัดเพชรบูรณ์:2560) ตำบลตะเภา ตำบลน้ำร้อน และตำบลนาป่า อำเภอ เมืองเพชรบูรณ์มีเนื้อที่รวมประมาณ 575 ตารางกิโลเมตร 36หมู่บ้านมีป่าไผ่ขึ้นเป็นจำนวนมาก ไผ่ที่ นิยมนำมาใช้ได้แก่ ไผ่หก ไผ่ซาง ไผ่ซางหม่น ไผ่บง ไผ่รวก ไผ่ป่า ไผ่เลี้ยง ปัจจุบันปริมาณการใช้ไม้ ไผ่เพิ่มขึ้นทุกปีจากการนำไม้ไผ่มาใช้แทนไม้ในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้ไม้ที่นำมาใช้ใน

อุตสาหกรรมไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ผลิต มีการหาไม้ไผ่จากต่างจังหวัดมาใช้งานเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตทำให้มีการลักลอบเข้าไปตัดไม้จากเขตป่าสงวนแห่งชาติ ซึ่งในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์นั้นมีไม้ไผ่ขึ้นเป็นจำนวนมากแต่ไม่มีการจัดทำเป็นฐานข้อมูลของแหล่งที่อยู่ ชนิดของไม้ไผ่ เนื่องจากระบบฐานข้อมูลไม้ไผ่สามารถจัดทำเป็นระบบสารสนเทศได้และจะทำให้สามารถบริหารจัดการไม้ไผ่ได้ง่ายขึ้นไม่ว่าจะเป็นการจัดหาไม้ไผ่จากแหล่งที่ใกล้แหล่งผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิต และการวางแผนการปลูกทดแทนเพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากไม้เป็นไม้เป็นไม้โตเร็วหากมีข้อมูลเพียงพอก็สามารถปลูกทดแทนได้ทันการใช้งาน จึงนำเทคโนโลยีด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งเป็นระบบสารสนเทศใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่คือข้อมูลที่ทราบตำแหน่งบนพื้นโลกสามารถอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ และข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูปเชิงพื้นที่ นำเอาข้อมูลหลายมาจัดทำฐานข้อมูล คือชุดข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันที่ถูกจัดไว้ด้วยกันเพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ (วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์.2549) เช่น จำนวนพื้นที่ป่าไผ่ที่มีอยู่ในปัจจุบันทั้งหมดในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ และสามารถแยกเป็นแผนที่ของป่าไผ่แต่ละชนิดที่มีความสำคัญเชิงเศรษฐกิจได้ โดยใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System :DBMS) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลโดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ การสร้างสภาวะแวดล้อมที่สะดวกและมีประสิทธิภาพในการเข้าถึงและจัดเก็บข้อมูลของฐานข้อมูล และทำหน้าที่ในการแปลความต้องการของผู้ใช้ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถทำงานได้กับฐานข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้(วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์.2549) โดยการนำข้อมูลความต้องการของผู้ใช้ ข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์ทั้งสามตำบลมาวิเคราะห์หระออกแบบระบบใช้วิธีการการวิเคราะห์และออกแบบตามแนวทางใหม่ (Modern System Analysis & Design) (บุญเรือง เกิดอรุณเดช, 2549)เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลข้อมูลในรูปของแผนที่ ที่สามารถอ้างอิงกับพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ระบบสารสนเทศนี้เป็นประโยชน์สามารถทำให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจ วางแผนการดำเนินงาน และวางแผนระยะยาวเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ไปปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้ประกอบการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนไม้ไผ่ให้มีเอกลักษณ์ เฉพาะถิ่นซึ่งรูปแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นทางกลุ่มผู้ประกอบการได้คัดลอกแบบต่าง ๆ มาจากเว็บไซต์และสินค้าที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดทำให้ไม่มีจุดเด่นในการแข่งขันด้านการตลาดที่มีผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ OTOP เครื่องเรือนไม้ไผ่ในทุกจังหวัดและยังเป็นการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาอีกด้วย นอกจากนี้วัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนก็ใช้ลำไม้ไผ่ที่ตัดมาจากป่าชุมชนมีลักษณะเหมือนกับสินค้าทั่วไปจึงมีความต้องการที่จะนำแผ่นไม้ประกอบไม้ไผ่โดยการใช้เทคนิคภูมิปัญญาพื้นถิ่นในการเปลาะไม้ที่ได้จากผลการทำวิจัยดังกล่าวมาออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนไม้ไผ่และเป็นการผสมผสานไม้ไผ่ที่แปรรูปแผ่นไม้ประกอบบวกกับไม้ไผ่ธรรมชาติที่มีเสน่ห์ในรูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ทรงกระบอกมาออกแบบสร้างแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนโดยใช้ทฤษฎีทฤษฎีความงาม Golden ratio ของ Fibonacci Sequence

อัตราส่วนทองที่สัมพันธ์กับความสวย ขนาด ระยะ และสัดส่วน ทางคณิตศาสตร์เป็นวิธีการคำนวณเพื่อหาสัดส่วนที่งามที่สุด (ธนภัทร รุ่งธนาภิรมย์, 2557) และหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม Dreyfuss (นิรัช สุดสังข์, 2548) และต้องการพัฒนากระบวนการผลิตที่ยังมีอุปสรรคในเรื่องขบวนการผลิตโดยลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกต้องแปรรูปผ่าให้เป็นแท่งและไสให้เรียบทั้งสี่ด้านเพื่อนำไปเพลาะไม้หรือประสานไม้เป็นแผ่นไม้ประกอบใช้แทนไม้จริงขบวนการดังกล่าวจะต้องทำด้วยมือทุกขั้นตอน และต้องไสไม้ไผ่ที่ละด้านจนครบทั้งสี่ด้านไม่สามารถควบคุมขนาดของแท่งไม้ไผ่และใช้เวลานานมากในแต่ละขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในปัจจุบันไม่ตอบสนองต่อการแปรรูปการไสไม้แบบสี่ด้านพร้อมกันนอกจากนี้ขั้นตอนการอัดเพลาะไม้หรือประสานไม้ใช้เวลาอย่างมาก 24 ชั่วโมงได้ไม้ไผ่ 1 แผ่น เครื่องมือที่ใช้ในการเพลาะไม้นั้นใช้ปากกาจับไม้แบบหมุนด้วยแรงคนไม่สามารถควบคุมแรงอัดได้ ผลจากการทำวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่จาก ปัญหาท้องถิ่นเพชบุรีสำหรับผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ นั้นแรงอัดที่เหมาะสมนั้นอยู่ที่ 400-600 กก./ลบ.ม. และการอัดไม้นั้นด้านบนและด้านล่างใช้เครื่องมือแคลมป์จับชิ้นงาน และมีพื้นที่จำกัดไม่เกิน 30 เซนติเมตร เครื่องมือที่ใช้ในปัจจุบันไม่ตอบสนองต่อการแปรรูปการอัดเพลาะไม้จึงต้องมีการออกแบบและพัฒนา เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดเวลา และขั้นตอนในการทำงาน เพื่อให้กลุ่มประกอบการสร้างรายได้และผลกำไรจากการผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยใช้หลักการทางด้านวิศวกรรม การออกแบบการทดลอง DOE (Design and Analysis of Experiment) (ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา, 2552) ช่วยในการออกแบบการทดลอง และทดสอบสมรรถนะ ในการการออกแบบและพัฒนาเครื่อง

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาชุมชนมีความต้องการที่จะการออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อการเพิ่มผลผลิตงานหัตถกรรมสู่ระบบอุตสาหกรรม จากหลักการออกแบบดังกล่าวบวกกับแนวความคิดภูมิปัญญาท้องถิ่น เพชบุรีจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่นำเอาเทคนิค วิธีการและรูปแบบมาออกแบบพัฒนาประยุกต์เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่จากภูมิปัญญาที่มีเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของชุมชนเฉพาะนั้นๆ สามารถส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์ OTOP ให้มีภาพลักษณ์อนุรักษ์ความเป็นไทย สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในอุตสาหกรรมชุมชน และอุตสาหกรรมไม้ ซึ่งพบว่าความต้องการใช้ไม้มีแนวโน้มเพิ่มปี 2545-2560 มีความต้องการไม้แปรรูปและไม้เนื้อแข็งมี 13.97 ล้านลูกบาศก์เมตร และแผ่นชิ้นไม้อัดมีความต้องการ 0.83 ล้านลูกบาศก์เมตร ปัจจุบันภาวะอุตสาหกรรมไม้ในประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกเครื่องเรือนไม้ ชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ไม้ 49,289 ล้านบาท อยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ 20 อันดับแรก(สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2550) เป็นโอกาสที่จะใช้นวัตกรรมวัสดุไม้ไผ่มาใช้ในอุตสาหกรรม OTOP เพื่อก่อให้เกิดการสร้างกระแสนิยมการใช้สินค้าไทย ถือเป็นการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น นำมาซึ่งรายได้ให้กับชาวบ้านใน

ชุมชนสร้างให้เกิดความเข้มแข็งและส่งเสริมการพัฒนาชนบทในระดับรากหญ้าสู่อุตสาหกรรมในระดับประเทศและมีโอกาสที่สามารถส่งออกขายต่างประเทศต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องเรือนจากนวัตกรรมไม้ไผ่ประสานภูมิปัญญาเพชรบุรี อุตสาหกรรม OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

2.2 เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องใส่ไม้ไผ่สีทึบทาง อุตสาหกรรมไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

2.3 เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดเพลาะไม้ไผ่ควบคุมอุณหภูมิสำหรับผลิตแผ่นไม้ ประกอบในอุตสาหกรรมไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

2.4 เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการและประเมินศักยภาพไม้ไผ่ชุมชน เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.3.1 **นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่** หมายถึง ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ที่สร้างจากกรรมวิธีภูมิปัญญาท้องถิ่นเพชรบุรีการยืดอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่จากแมลงศัตรูทำลาย

1.3.2 **แผ่นไม้ประกอบ** หมายถึง ใช้เศษไม้ไผ่เป็นวัสดุหลักทำแผ่นไม้ประกอบที่ไม่สามารถผลิตได้โดยใช้เทคโนโลยีชนบท

1.3.3 **ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพชรบุรี** หมายถึง เอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.4 **เฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่** หมายถึง ผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนจากไม้ไผ่ประกอบด้วย โต๊ะ ตู้ เตียง เก้าอี้ ออกแบบจากแนวคิดเอกลักษณ์เพชรบุรีทางวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของชุมชน

1.3.5 **ผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์** หมายถึง สินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของจังหวัดเพชรบูรณ์

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนจากนวัตกรรมไม้ไผ่ประสานภูมิปัญญาเพชรบุรี อุตสาหกรรม OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยการวิจัย ดังนี้

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

1) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้และผู้ผลิตเครื่องเรือนแผ่นไม้ประกอบไม้ไผ่จากแนวคิดศิลปะและวัฒนธรรมเพชรบุรี ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ต.หนองแม่นา อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ และร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

2) พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อการออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อการเพิ่มผลผลิตงานหัตถกรรมสู่ระบบอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และกลุ่มไม้เงินเฟอ์นิเจอร์

3) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ต.หนองแม่นา อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ และร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 การศึกษาแนวทางการออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

- 1) ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นเพชรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่
- 2) ศึกษาวัสดุวัสดุไม้ไผ่ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์
- 3) ศึกษาวิธีการทดสอบผลิตภัณฑ์

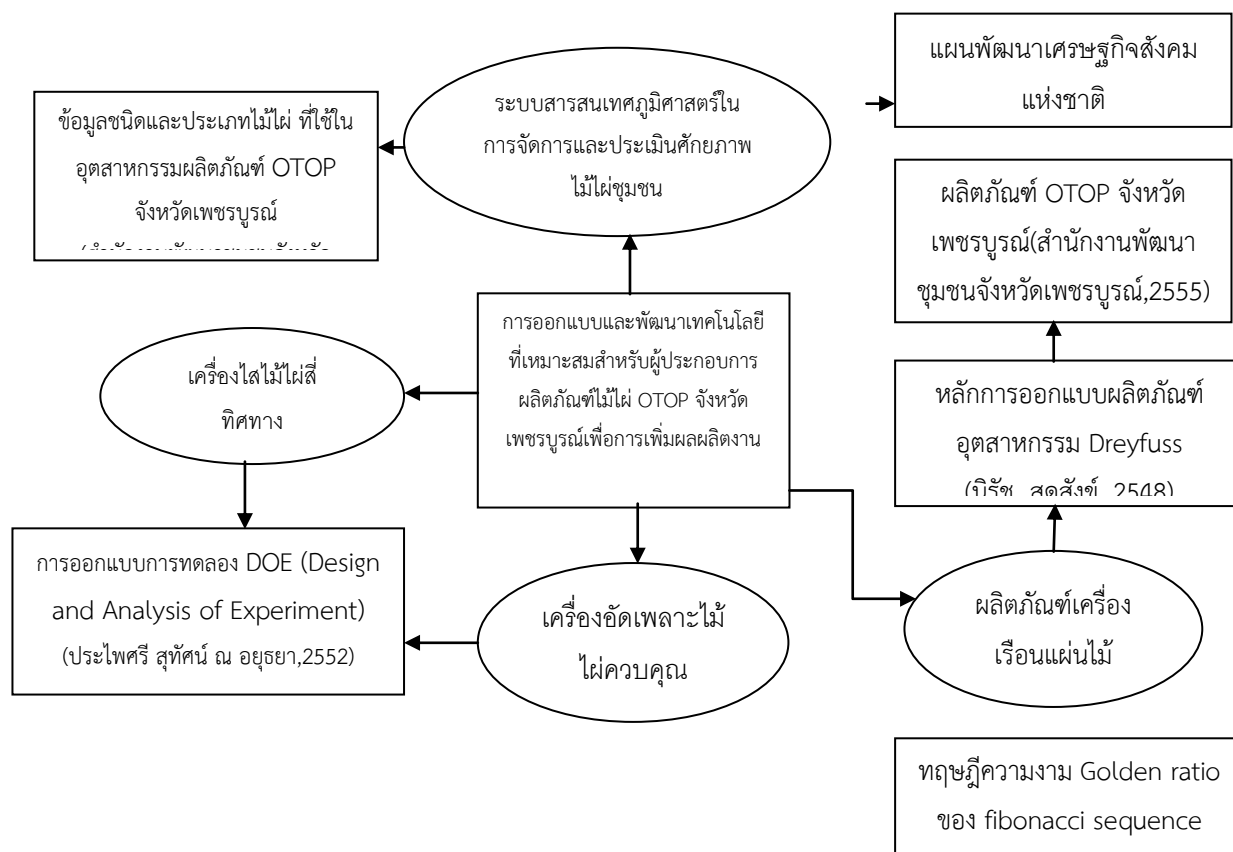
1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ระยะที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระยะที่ 2 ออกแบบและพัฒนาสร้าง

ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นพึงพอใจของ

1.5 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 ด้านวิชาการได้นำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาสร้างนวัตกรรมวัสดุไม้ไผ่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์” ไปใช้ประโยชน์ต่อยอดงานวิจัยแก่สังคมและประเทศชาติพัฒนาทางด้านผลิตภัณฑ์ใหม่ ด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมและยังได้ผลงานวิจัยใหม่ในครั้งนี้

2 ด้านนโยบายได้วิจัยที่มุ่งเน้นการนำเอาผลลั้งงานวิจัย ไปใช้ตามแผนยุทธศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559-2564 ตามยุทธศาสตร์ที่ 1 การปรับโครงสร้างการผลิตเพื่อเพิ่มศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมเพื่อส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับศักยภาพพื้นฐานของประเทศ โดยเน้นการใช้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อเพิ่มผลิตภาพและมาตรฐาน ให้ภาคอุตสาหกรรมมีความสามารถในการแข่งขันในระดับที่สูงขึ้นโดยมีกลยุทธ์ที่สำคัญ1) ประยุกต์ใช้

ดิจิทัล วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของภาคอุตสาหกรรม
กลยุทธ์ที่ 3) พัฒนาผู้ประกอบการและบุคลากรภาคอุตสาหกรรมกลยุทธ์ที่6) พัฒนาวัตถุดิบต้นน้ำ
และอุตสาหกรรมพื้นฐาน(แผนยุทธศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ.2559-2564,2557)

3 ด้านเศรษฐกิจและพาณิชย์อุตสาหกรรมได้สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ สร้าง
รายได้ให้กับชุมชน ยกกระดับผู้ประกอบการ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม วิสาหกิจชุมชน
ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์OTOPจังหวัดเพชรบูรณ์พัฒนาศักยภาพ ให้มีความเข้มแข็ง และสามารถ
แข่งขันได้ในตลาด

4 การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์
ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนไม้ไผ่ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นที่แตกต่างจากท้องตลาดทั้งด้านรูปแบบและวัสดุ
สามารถจดสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ และเผยแพร่วารสารระดับชาติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

“การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อการเพิ่มผลผลิตงานหัตถกรรมสู่ระบบอุตสาหกรรม” โดยได้การศึกษาข้อมูล ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 ภูมิปัญญาเพชรบูรณ์ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่
- 2.2 ทฤษฎีความงาม Golden ratio
- 2.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเรือน
- 2.4 แผ่นไม้ประกอบไม้ไผ่
- 2.5 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภูมิปัญญาเพชรบุรี เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่

2.1.1 งานจักสาน

งานจักสานเป็นงานหัตถกรรมที่ชาวบ้านทำเพื่อใช้ในครัวเรือนมาแต่โบราณแม้ในปัจจุบันงานจักสานหรือเครื่องจักสานจะมีอยู่น้อย แต่ก็ยังคงมีอยู่ทั่วไป ทุกภาคในประเทศนอกเหนือจากประโยชน์ใช้สอยแล้ว งานจักสานยังสะท้อน วัฒนธรรม สะท้อนความคิดสร้างสรรค์ และภูมิปัญญาของชาวบ้านได้อีกด้วย (บุญเลิศ มรกต ,2545) ในขณะที่สภาพสังคม เศรษฐกิจปัจจุบันที่เปลี่ยนไปจากเดิม การไปมาหาสู่กันระหว่างเมืองกับชนบทติดต่อกันได้สะดวก รวมถึงความเจริญก้าวหน้าทางกระแสวัฒนธรรมตะวันตกเข้ามาแทนที่วัฒนธรรมเดิมทำให้สภาพความเป็นอยู่ การดำรงชีวิตของคนในชุมชนเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีผลกระทบทำให้งานจักสานหรืออาชีพจักสานลดน้อยลงไปเรื่อยๆ จนถึงเพื่อการส่งเสริมความรู้ด้านงานจักสานแก่ผู้ที่สนใจในอาชีพ ได้สืบทอดงานจักสานให้คงอยู่ต่อไป การประกอบอาชีพในทุกวันนี้มีหลากหลายทางมีการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องมากมายและมีความสะดวกสบายมากขึ้นอยากกินปลาที่เดินไปซื้ออยู่ตลาด จนคนในยุคปัจจุบันไม่รู้จักรักรมวิธีขั้นตอนในอุปกรณ์ในการประยุกต์เลือกนำภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ได้จากไม้ไผ่เอาวัสดุธรรมชาติอย่างไม้ไผ่มาใช้ในการทำมาหากินไม่รู้จักอุปกรณ์พื้นบ้านอีสาน ที่ปู่ย่าจักรสานขึ้น อย่างเช่น สุ่มไก่ การสานกระดิ่ง กระติบข้าว อีโหยงใช้ร่อนปลา กระชังใส่ปลาซึ่งอุปกรณ์บางอย่างเราก็ไม่รู้จัก จึงจำเป็นอย่างมากที่เราควรจะศึกษาขั้นตอนในการทำอุปกรณ์พื้นบ้านต่างๆเพื่อจะได้สืบสานต่อไปคู่ไว้ให้อยู่กับคนไทยไปยาวนาน (<https://www.l3nr.org/posts/534763>)

1.1.1.1 การสานหวดบ้านห้วยใหญ่

ชื่อ-สกุลเจ้าของภูมิปัญญานายไหล ต่ออำนาจที่อยู่หมายเลขโทรศัพท์เจ้าของภูมิปัญญา บ้านเลขที่33 หมู่1 ตำบลห้วยใหญ่ อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เบอร์โทร888185944 ประวัติความเป็นของภูมิปัญญา ได้ทำงานเกี่ยวกับงานจักรสานมาตั้งแต่รุ่นพ่อแม่พอคิดที่จะหารายได้เสริมก็เลยทำหวดหรืองานจักรสานอื่นๆขึ้นมาและก็เลยทำมาจนถึงปัจจุบัน วัสดุอุปกรณ์ มีด ยางลองมือ



ภาพที่ 2.1 ปราชญ์ชาวบ้าน (ววรรณฤดี สีสัชชา..Online 2558)



ภาพที่ 2.2 วัตถุดิบ ไม้ไผ่บง (ววรรณฤดี สีสัชชา..Online 2558)

ขั้นตอนการผลิต

1. นำไม้บงมาผ่าให้เป็นเส้นบางๆเสร็จแล้วนำไปฟึ่งแดด
2. นำไม้ดอกมาสานสวนกันไปมาสารจักเป็นลาย 3 โดยสารจากจุดกลางสานไปจุดกึ่งกลางสานไปข้างละ 13 ชัดจะใช้แวนวนอน 8 เส้น แนวตั้ง 4 เส้น คุณประโยชน์ สามารถนำมานั่งข้าวหรือผักต่างๆได้
3. พอได้เป็นรูปหวดแล้วก็นำมาหักมุมแล้วสานลาย 3 ไปรอบๆหวดจนหมดเส้นดอก
4. นำสายรัดขัดไล่กันไปให้รอบๆรัดกันให้ระยะห่างพอสมควร

5.การทำขอบหวดจะหักไม้ตามลายเข้าไปข้างในแล้วหักหรือม้วนต่อไปเรื่อยๆจนใกล้เสร็จแล้วหนีบเส้นตอก2-3เส้นเพื่อกันหลุดแล้วเสียบลงไปตามลายของหวดแล้วก็ได้หวดที่เสร็จสมบูรณ์



ภาพที่ 2.3 การสารหวด (ววรรณฤดี สื่อฯOnline 2558)

1.1.1.2 การสานกระติบข้าวบ้านห้วยไร่

การเก็บข้อมูลการออกแบบเว็บไซต์เพื่อบูรณาการ ภูมิปัญญาท้องถิ่น ผู้จัดทำ นางสาว วิชญาพร ผดุงพล เลขที่ 39 ม.4/3 ภูมิปัญญาท้องถิ่น (การสานกระติบข้าวบ้านห้วยไร่) ข้อมูลความรู้ที่ได้ ชื่อ-สกุล เจ้าของภูมิปัญญา คุณตาละมัย กังคำ ที่อยู่และหมายเลขโทรศัพท์เจ้าของภูมิปัญญา 30 หมู่ 5 ต. ห้วยไร่ อ. หล่มสัก จ. เพชรบูรณ์ 67110 หมายเลขโทรศัพท์ 083-4122975 เบอร์คุณยาย ประวัติความเป็นมาของภูมิปัญญา เนื่องจากภาคอีสานนิยมรับประทานข้าวเหนียวเป็นข้าวหลักเพราะรับประทานง่ายไม่ต้องใช้ภาชนะสำหรับรับประทานมากมาย ใช้เพียงมือในการบริโภค แต่เดิมภาชนะที่ใช้บรรจุข้าวเหนียวชาวบ้านนำต้นไม้ต้นเล็กๆ มาเจาะลำต้นให้กลวงแล้วตัดเป็นท่อนขนาดสั้นๆเป็นกระบอก มีฝาปิด หรือบางครั้งก็ใช้ไม้ไผ่มาตัดเป็นกระบอกสั้นๆนำมาเป็นภาชนะบรรจุข้าวเหนียว ต่อมาเห็นว่าไม้ไผ่ในพื้นที่มีมากมายแต่นำมาทั้งต้นแบบเดิมไม้ไผ่ก็คงจะหมดได้และทั้งรูปแบบเดิมก็เหอะทะ พกพาไม่สะดวกในการเดินทางไกลพอที่มีคนนำเอาไม้ไผ่มาผ่าซีกเล็ก ๆ มาเหลาเป็นแผ่นบางๆ นำมาจักสานเป็นตระกร้ากระบุง บรรจุข้าวสาร จึงได้พัฒนานำไม้ไผ่มาจักสานเป็นภาชนะบรรจุข้าวเหนียว ซึ่งเบาและระบายอากาศได้ดี ทำให้ข้าวยังมีความร้อนและข้าวไม่แฉะ พกพาก็ง่ายเพราะมีสายสะพาย มีหลายรูปแบบ รูปทรงกลม รูปทรงรี ขนาดเล็กรับประทานคนเดียวขนาดใหญ่รับประทาน 2-3 คน ขนาดใหญ่มากรับประทานทั้งครอบครัวภาคอีสานจะเรียกว่า “กระติบข้าว” แต่

ทางภาคกลางจะเรียกว่า “กระต๊อบข้าว” คุณตาละมัยเลือกทำอาชีพนี้เพราะ เป็นอาชีพที่ติดตัวมาตั้งแต่เด็ก เพราะคนปู่(พ่อ)เป็นคนรักการสานกระต๊อบข้าว ทำมาทั้งปี 19 ปี เริ่มทำตั้งแต่อายุ 54 กว่าๆ ปัจจุบันอายุ 73 วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ภูมิปัญญา 1. ไม้ไผ่บ้าน 2. ด้ายไนลอน 3. เข็มเย็บผ้าขนาดใหญ่ 4. กรรไกร 5. มีดโต้ 6. เลื่อย 7. เหล็กหมาด (เหล็กแหลม) 8. ก้านตาล 9. เครื่องชูดตอก 10. เครื่องกรอด้าย



ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์การสานกระต๊อบข้าว (วิชญพร ผดุงพล..Online 2558)

วัตถุดิบในการสร้างสรรค์ภูมิปัญญา

1. ไม้ไผ่ กก แห้ง. หวาย ก้านมะพร้าว

ขั้นตอนการผลิต

1. การเตรียมไม้ไผ่สำหรับการสานกระต๊อบข้าว นั้น ควรมีอายุไม่เกินหนึ่งปี โดยเลือกไม้ที่โตเพียงฝนเดียวมาทำก่องข้าวหรือสานกระต๊อบ สำหรับไม้ที่ใช้ทำกระต๊อบได้ดีที่สุดจะมีอายุประมาณ 4-5 เดือนการเลือกไม้ไผ่ จะเลือกไม้ที่มีข้อปล้องยาวและตรง มีผิวเรียบเป็นมันนำมาตัดข้อปล้องทางหัวและท้ายออก โดยใช้เลื่อยตัดรอบไม้ไผ่เพื่อป้องกันผิวไม้ฉีก ขนาดของปล้องไม้ไผ่หนึ่ง ควรมีความยาวประมาณ 30-40 เซนติเมตร จากนั้นจึงใช้มีดโต้ผ่าออกเป็นชิ้นๆ แล้วใช้มีดตอกจิกเป็นตอกชูด เปลือกสีเขียว ของมันออกและตากแดดเพื่อเก็บรักษาเอาไว้ก่อนจะทำงานสาน

2. เมื่อเหลาไม้ไผ่จนมีขนาดเหลือความหนาประมาณ 0.05 เซนติเมตร ก็จะขูดเส้น ไม้ออก เพื่อให้ตอกมีความเรียบและอ่อนบางที่สุด กระติบที่ได้ก็จะสวย และเวลาสานถ้าหากว่าเป็น ตอกอ่อนก็จะทำให้สานง่ายไม่เจ็บมืออีกด้วย



ภาพที่ 2.5 ปราชญ์ชาวบ้าน (วิชาพร ผดุงพล..Online 2558)

3. เมื่อได้ตอกมาประมาณ 100-150 เส้นแล้ว ก็จะเริ่มสานกระติบข้าวได้ บางครั้งผู้ สานต้องการเพิ่มลวดลายในการสานกระติบก็จะย้อมสีตอกก่อนก็มี ส่วนใหญ่จะใช้สีผสมลงในกระบอก ไม้ไผ่แล้วนำมาย้อมตอกให้เป็นสีส้มตามที่ตัวเองต้องการเมื่อลงมือสานมักจะเริ่มต้นสานใช้ตอก 6 เส้น แล้วสานด้วยลายสอง โดยทิ้งชายตอกให้เหลือประมาณ 5 เซนติเมตรเมื่อสานได้ยาวจนชายตอกอีก ด้านเหลือประมาณ 3 เซนติเมตรให้นำชายทั้งสองข้างมาประกบกันโดยใช้ลายสอง และเมื่อนำมา ประกบกันได้แล้วด้วยลายสอง ก็จะม้วนชายตอกที่ไม่ต้องการอีกทีด้วยการสานลายสองเวียนการสาน กระติบให้ประกบซ้อนกันเป็นสองชั้น ก็เพื่อช่วยเก็บความร้อนให้อยู่ได้ชั่วขณะหนึ่งพอที่จะทำให้ได้กิน ข้าวเหนียวที่ไม่แข็งเกินไป นอกจากนั้นกระติบข้าวที่ทำจากไม้ไผ่ยังช่วยดูดซับเอาหยาดน้ำที่อยู่ภายใน ที่จะเป็นตัวทำให้ข้าวเปียกหรือแฉะได้อีกด้วย

4. การขึ้นลายกระต๊อบ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความต้องการของคนที่สานว่าต้องการใช้ลายอะไร เพราะแต่ละลายจะขึ้นต่างกัน ลายกระต๊อบที่นิยมสาน คือ “ลายข้างกระแตสองยืนและสามยืน” การขึ้นลายสองนั้น จะยกตอก 2 เส้นแล้วทิ้ง 2 เส้น และเมื่อขึ้นลายไปได้ประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวของตอกแล้ว ก็จะสานต่อด้วยลายสามนอนหรือลายคุบ จากนั้นจึงสานด้วยลายสองยืนอีกครั้งเพื่อความแข็งแรงของกระต๊อบข้าว จากนั้นจึงม้วนเก็บชายตอกด้วยการพับครึ่งเข้าไปข้างในทั้งสองข้างและบีบเพื่อตกแต่งให้สวยงาม

5. ส่วนกันของกระต๊อบข้าวนั้นจะสานเป็นแผ่นแบนสองอันมาประกบกันเข้าแล้วผูกติดกับส่วนตัวกระต๊อบ เรียกขั้นตอนนี้ว่า “อัดตุ้” ซึ่งมีการเย็บอยู่สองวิธีคือ การเย็บโดยใช้หวาย กับเย็บด้วยการใช้ด้ายเย็บ แต่การเย็บด้วยหวายนั้นให้ความสวยงามตามธรรมชาติ และมีความแข็งแรงกว่าการเย็บด้วยด้าย แต่ปัญหาก็คือหวาย จะหายากในปัจจุบัน

6. ฐานของกระต๊อบ ซึ่งคนอีสานจะเรียกว่า “ตีนต๊อบข้าว” เป็นส่วนหนึ่งที่ต้องรับน้ำหนักและจำเป็นที่จะต้องทำให้แข็งแรง ดังนั้นส่วนใหญ่จึงใช้ก้านตาลมาเหลาแล้วโค้งให้เป็นวงกลมเท่ากับขนาดของกันกระต๊อบข้าว ก้านตาลที่ใช้จะต้องตรงไม่คดเบี้ยวและความยาวประมาณ 1 เมตรขึ้นไป นำก้านตาลที่ตัดได้มาเหลาเอาหนามตาลออก ฝัดตามความยาวของก้านตาล ซึ่งก้านตาล 1 ก้านใหญ่สามารถทำตีนกระต๊อบได้ 1-2 อัน จากนั้นจึงผ่าเหลาให้เรียบเสมอกัน นำมาม้วนแล้วทิ้งไว้ให้แห้งโดยใช้เวลาประมาณ 15-20 วันเป็นอย่างน้อย

7. ฝากระต๊อบข้าวนั้นจะสานเช่นเดียวกับตัวกระต๊อบเพียงแต่ให้ใหญ่กว่าเพื่อสวมครอบปิดเปิดได้ กระต๊อบข้าวที่สานเสร็จแล้วไม่ควรเก็บไว้ในที่ชื้น เพราะจะทำให้ขึ้นราได้ง่ายและมีมอดเจาะและควรเก็บไว้ในที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก



ภาพที่ 2.6 กระต๊อบข้าว(วิชญาพร ผดุงพล.Online 2558)

1.1.2 การทำเก้าอี้ไม้ไผ่

เจ้าของภูมิปัญญา : นาย มงคล ยอดบุญ



ภาพที่ 2.7 ประชาชนชาวบ้าน (เกวลิณ ศรีบุรินทร์. Online 2558)

ที่อยู่ : บ้านเลขที่ 106 หมู่ 4 ตำบล ชอนไพร อำเภอมือง จังหวัด เพชรบูรณ์
หมายเลขโทรศัพท์ : 090-6873793

ประวัติความเป็นมาของภูมิปัญญา เริ่มทำมา 2 ปีแล้ว เพราะเมื่อก่อนไม่มีงานทำ
เลยลองทำเล่นดูแล้วภรรยาบอกว่าลองทำขายก็เลยเริ่มขาย ตั้งแต่นั้นมา

วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ภูมิปัญญา 1.ส่วเล็บ,2.ค้อน,3.ตะปู,4.เลื่อย,5.มีด,6.
ตลับเมตร

ขั้นตอนการผลิต

- 1.เตรียมวัสดุอุปกรณ์
- 2.ตัดไม้ให้มีขนาดที่ต้องการ
- 3.วัดไม้ให้ได้ความกว้าง 20 นิ้ว สูง 50 เมตร
- 4.เริ่มต่ออุปกรณ์ให้เข้ากัน
- 5.เสร็จแล้วก็ทาสีหรือตกแต่งให้สวยงาม

ราคาจัดจำหน่าย : ตัวเล็ก 300 บาท ตัวใหญ่ 700 บาท



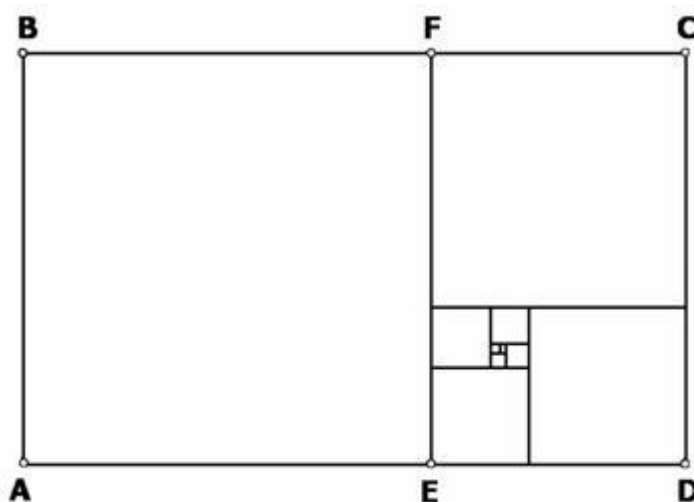
ภาพที่ 2.8 การทำเก้าอี้ไม้ไผ่ (เกวลิน ศรีบุรินทร์.Online 2558)



ภาพที่ 2.9 เก้าอี้ไม้ไผ่ (เกวลิน ศรีบุรินทร์.Online 2558)

2.2 ทฤษฎีความงาม Golden ratio

Phi (Φ) (อ่านออกเสียงว่า “ฟี”) ก็คือตัวเลข 1.618... เป็นค่าคงที่ของธรรมชาติที่มีคุณสมบัติที่น่าทึ่งหลายประการ แต่คุณสมบัติที่น่าสนใจที่สุด ของ Phi ก็คือ Phi มีความเกี่ยวข้องกับ ลำดับเลขฟีโบนัชชี เป็นอย่างมาก ทั้งนี้ก็เป็นเพราะว่า ถ้าเอาเลขฟีโบนัชชีตัวใดตัวหนึ่งมา แล้วหาร ด้วยเลขฟีโบนัชชี ในลำดับที่มาก่อนหน้าหนึ่งตำแหน่ง มักจะได้ผลหารเท่ากับ หรือใกล้เคียงกับ Phi หรือ 1.618... เสมอ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเรานำเลขฟีโบนัชชีสองจำนวน ที่อยู่ติดกันมาหารกัน เช่น $309/191$ จะได้ผลหารเท่ากับ 1.6179 หรือเอา $118/73$ จะได้ผลหารเท่ากับ 1.6164 ซึ่งมีค่า ใกล้เคียงกับ Phi เป็นอย่างมาก และถ้าเราพิจารณาเลขฟีโบนัชชีที่มีค่ามากๆ จะพบว่าอัตราส่วนของ เลขสองจำนวนจะเท่ากับ 1.6180339887... เสมอ ค่าที่แท้จริงของ Phi เท่ากับ $(1 + 5)/2$ หรือ ประมาณ 1.61803398874989



ภาพที่ 2.10 สี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ (Golden Rectangle)

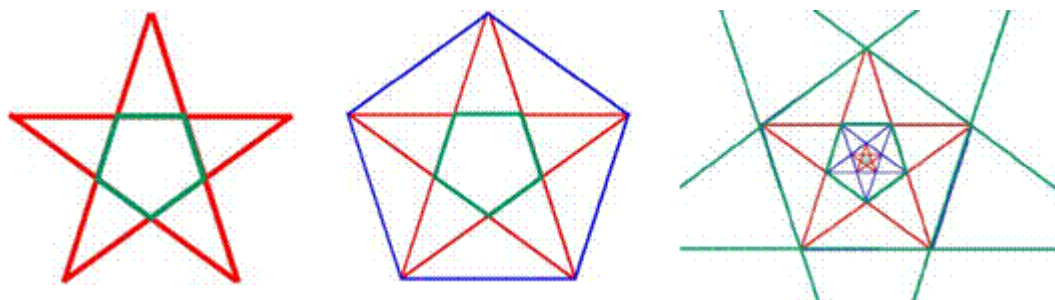
สี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ (Golden Rectangle) คือ สี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนด้านยาวต่อ ด้านสั้นเท่ากับอัตราส่วนทองคำหรือ phi นั่นเอง ความพิเศษของสี่เหลี่ยมทองคำก็คือถ้าเราแบ่ง สี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส และส่วนที่สองเป็น สี่เหลี่ยมผืนผ้าก็จะพบว่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าอันเล็ก ที่เกิดขึ้นมาใหม่ก็ยังคงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ เช่นเดียวกัน ซึ่งถ้าเรายังแบ่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ ที่เกิดขึ้นใหม่ด้วยวิธีการเดียวกันนี้ ก็จะได้สี่เหลี่ยม จตุรัสและสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ ที่มีขนาดเล็กลงไปเรื่อยๆ ซ้ำไปซ้ำมาจนไม่รู้จบเพื่อให้เข้าใจ สี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำมากขึ้น ถ้าสมมุติให้สี่เหลี่ยม ABCD เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนทองคำแล้ว

จะทำให้ $AD/AB = AE/ED = \phi$ โดยที่ $FE = AE$ และ $FE/ED = \phi$ จะส่งผลให้สี่เหลี่ยม $FCDE$ เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนของด้านเท่ากันซึ่งจะทำให้ $AD/EF = BD/CE = \phi$ เช่นเดียวกัน

Phi มีบทบาทในการเป็นรากฐานที่สำคัญให้กับธรรมชาติ คน สัตว์ พืช หรือแม้แต่อะตอม ซึ่งต่างก็มีสัดส่วนที่ตรงกับอัตราส่วนของ Phi ต่อ 1 อย่างน่าอัศจรรย์! จึงทำให้การปรากฏอยู่ ของตัวเลข Phi ในธรรมชาติ มีมากกว่าที่จะเป็นการบังเอิญ จนราวกับว่าตัวเลข Phi ถูกสร้างขึ้นโดยพระเจ้า จนนักคณิตศาสตร์ชาวอิตาลี ชื่อ Luca Pacioli จึงได้เรียบเรียงตำราขึ้นมาเล่มหนึ่งชื่อ The Divine Proportion (สัดส่วนแห่งสวรรค์) ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับ Phi ขึ้นมาโดยเฉพาะ จนถึงทุกวันนี้ได้มีการค้นพบว่า Phi เข้าไปเกี่ยวข้องกับธรรมชาติ และสิ่งต่างๆ อย่างมากมาย เช่น ศาสตร์สัญลักษณ์ในวงการศิลปะ, สถาปัตยกรรม เช่น พีระมิดอียิปต์, ดนตรี, เกลียวสับปะรด, หลุมดำ, ซูเปอร์โนวา (supernova) และทฤษฎี string ฯลฯ ตัวอย่างของสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Phi มีดังนี้

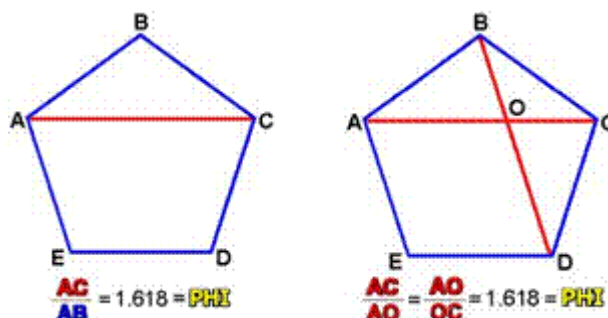
- 1) อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวรอบเปลือกหอยนอตลึส
- 2) อัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางของวงขดเกลียวของเมล็ดทานตะวันแต่ละวงเทียบกับวงถัดไป
- 3) อัตราส่วนของสัดส่วนหน่วยโครงสร้างร่างกายมนุษย์ เช่น ระยะจากหัวถึงพื้นหารด้วยระยะจากสะดือถึงพื้น ระยะจากไหล่ถึงปลายนิ้วมือหารด้วยระยะจากข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ หรือ ระยะจากสะโพกถึงพื้นหารด้วยระยะจากหัวเข่าถึงพื้น เป็นต้น
- 4) งานศิลปะและสถาปัตยกรรมของจำนวนมากมาย เช่น มหาวิหารพาร์ธีนอน (Parthenon) ในเอเธนส์ หรือ มหาวิหารน็อตเตอร์ดาม (Notre Dame Cathedral) ในปารีส เป็นต้น

เพนตาเคิล (pentacle) หรือรูปดาวห้าแฉก เป็นสัญลักษณ์ของศาสนา ยุคก่อนคริสตกาล มีความหมาย ในการเป็นตัวแทนของเพศหญิง โดยที่เพนทาเคิล จะมีความเกี่ยวข้องกับ Phi เป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากอัตราส่วนต่างๆ ถูกที่แบ่งโดยเส้นทุกเส้น ในเพนทาเคิลจะมีค่าเท่ากับ Phi ทั้งหมด



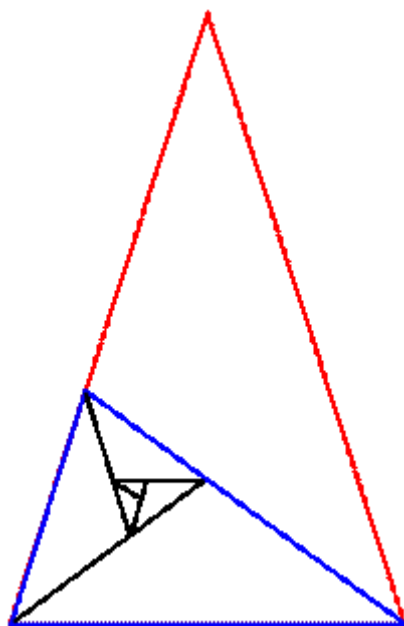
ภาพที่ 2.11 เพนตาเคิล (pentacle) หรือรูปดาวห้าแฉก

ส่วน เพนตากอน (pentagon) หรือรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า ก็มีความเกี่ยวข้องกับ Phi ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ เนื่องจากอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นทแยงมุมกับความยาวด้านของรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่าจะมีค่าเท่ากับ Phi เสมอ



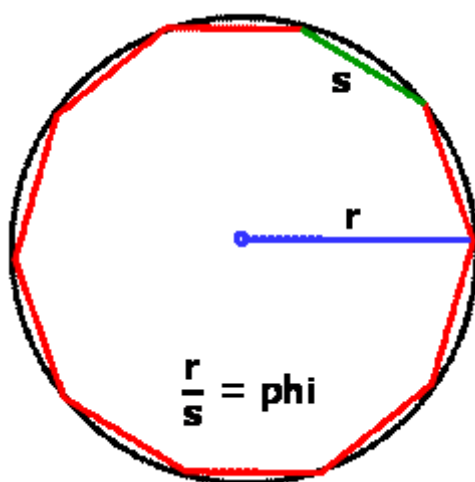
ภาพที่ 2.12 เพนตากอน (pentagon) หรือรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า

รูปแสดงอัตราส่วน ระหว่างความยาวเส้นทแยงมุม กับความยาวด้าน ของเพนตากอน และความยาวของส่วนต่างๆ ที่เกิดจากการตัดกัน ของเส้นทแยงมุม จะมีค่าเท่ากับ Phi เสมอ เพนตาเคิล (รูปดาวห้าแฉก) และเพนตากอน (รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า) ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่นิยมใช้ในทาง ศาสนา ลัทธิความเชื่อ และวงการศิลปะ ต่างก็มีความสัมพันธ์กับ Phi หรืออัตราส่วนทองคำ (golden ratio) เป็นอย่างมากจนน่าอัศจรรย์ใจ ซึ่งถ้าสังเกตรูปประกอบ ให้ดีจะเห็นว่า ทั้งเพนตาเคิลและเพนตากอน ซ้อนกันไปมาอย่างไม่รู้จบ และสัดส่วนต่างๆที่เกิดขึ้นจากเส้นที่ตัดกันไปมา ต่างก็มีความสัมพันธ์กับ Phi ทั้งสิ้น นอกเหนือไปจากสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ และรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่าหรือเพนตากอนแล้ว รูปเรขาคณิตชนิดอื่นๆ ก็มีอัตราส่วนทองคำด้วยเช่นกัน เช่น รูปสามเหลี่ยมทองคำ และรูปสิบเหลี่ยมทองคำ เป็นต้น



ภาพที่ 2.13 รูปสามเหลี่ยมทองคำแบบมุมแหลม (Golden Triangle)

รูปสามเหลี่ยมทองคำแบบมุมแหลม (Golden Triangle) ที่มีด้านยาวต่อด้านสั้นเป็นอัตราส่วนทองคำ ซึ่งมีสามเหลี่ยมทองคำแบบมุมแหลมและแบบมุมป้านขนาดเล็กซ้อนทับกันเข้าไปอย่างไม่รู้จบ



ภาพที่ 2.14 รูปสิบเหลี่ยมทองคำ (golden decacon)

รูปสิบเหลี่ยมทองคำ (golden decacon) หรือรูปสิบเหลี่ยมด้านเท่าที่บรรจุอยู่ในวงกลม จะพบว่าอัตราส่วนระหว่างรัศมีวงกลม (r) ต่อความยาวด้านของรูปสิบเหลี่ยม (s) จะมีค่าเท่ากับ ϕ

2.3 แผ่นไม้ประกอบ (Composite Board)

แผ่นไม้ประกอบการใช้เศษไม้ปลายไม้ที่เหลือจากโรงเลื่อย ซึ่งสามารถผลิตได้ โดยใช้เทคโนโลยีง่าย ๆ คือ

2.3.1 แผ่นไม้ปาร์เก (Parquet & Mosaic Parquet) แต่เดิมนิยมผลิตจากไม้สัก ต่อมาผลิตจากไม้ยางพาราและมีการใช้ไม้โตเร็วแล้วคือ ไม้ยูคาลิปตัส การผลิตไม้ปาร์เกนี้จะขยายตัวตามภาวะเศรษฐกิจที่ดีขึ้น มีการก่อสร้างบ้านพักที่อยู่อาศัยมากขึ้น ถึงแม้จะต้องแข่งขันกับวัสดุปูพื้นอื่น ๆ เช่น กระเบื้อง ยาง หินอ่อน หินขัด ฯลฯ แต่ด้วยคุณลักษณะของไม้นี้เป็นที่นิยมมากกว่า

2.3.2 แผ่นไม้ประสาน (Block Board) แผ่นไม้ประสานสามารถผลิตได้ในโรงเลื่อยหรือโรงงานผลิตเครื่องเรือน โดย การนำเศษไม้เปลือกไม้จากโรงงาน มาตัดซอยให้ได้ขนาดอาจใช้การต่อปลายแบบนิ้วประสาน แล้วทากาวด้านข้างเรียงต่อกันเป็นแผ่นกว้างใหญ่ขึ้น ด้วยกรรมวิธีการผลิตง่าย ๆ และใช้เศษไม้ปลายไม้ได้ประกอบกับความต้องการแผ่นไม้ประสานในตลาดทั้งภายในและนอกประเทศมีสูงขึ้นทุก ๆ ปี วัสดุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้สัก ไม้ยางพารา ไม้มะค่า ไม้แดง ไม้เต็ง ไม้รัง ฯลฯ

2.3.4 แผ่นชั้นไม้อัด (Particleboard) แผ่นชั้นไม้อัดใช้เศษไม้ปลายไม้ได้เช่นกัน มีลักษณะแผ่นชั้นไม้อัดขนาดลดหลั่น (Graduated) ชนิดแผ่นชั้นไม้อัด 3 ชั้น (3 Layer) และ 1 ชั้น (Single – layer) ซึ่งยังไม่มีการผลิตในประเทศ แผ่นชั้นไม้อัดเริ่มมีบทบาทเด่นชัดขึ้นเพราะสามารถใช้ทดแทนไม้อัดได้และราคาถูกกว่าอีกด้วย แผ่นชั้นไม้อัดมักจะนำมาปิดทับด้วยแผ่นพลาสติกฟอรั่มไม่กักระดาษตกแต่ง หรือนำมาใช้เป็นแกนกลาง ของไม้อัดเพื่อเพิ่มความหนาของไม้อัด ช่วยลดต้นทุนการผลิตไม้อัดแผ่นชั้นไม้อัดบางชนิดมีรูตรงกลาง เพื่อลดปริมาณและน้ำหนัก อีกทั้งใช้เป็นสองทางสอดท่อน้ำ สายไฟ และฉนวนกันความร้อนได้ด้วย การผลิตแผ่นชั้นไม้อัดนี้จะขยายตัวมากขึ้นตามความต้องการในการก่อสร้างการผลิตเครื่องเรือน และการนำไปเป็นแกนกลางของไม้อีกดังกล่าวแล้ว นอกจากนี้เทคโนโลยี การผลิตแผ่นชั้นไม้อัดยังได้พัฒนาให้ดียิ่งขึ้นจนเทียบเท่าไม้อัดและไม้จริงคือ

2.3.4 1. แผ่นเวเฟอร์บอร์ด (Waferboard) แผ่นเวเฟอร์บอร์ดนี้ใช้ชิ้นไม้ขนาดเล็กบางๆ เรียกว่าเกล็ดไม้ (Flake) มีทั้ง ลักษณะสีเหลี่ยมจัตุรัสและสีเหลี่ยมผืนผ้าซึ่งแบ่งย่อยเป็นชนิด Single – layer Waferboard , 3-layer Waferboard และชนิดพิเศษคือ Waferboard – plus ตามลักษณะของเกล็ด ไม้และ เลียงตัวโดยมีกาวเป็นสารเกาะยึด ซึ่งแผ่นเวเฟอร์บอร์ดที่ได้นี้จะมีคุณสมบัติ ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า แผ่นไม้อัด

2.3.4.2. แผ่นเกล็ดไม้อัดเรียงชั้น (Oriented Strand Board ,OSB) แผ่นเกล็ดไม้อัดเรียงชั้นนี้ผลิตจากชิ้นไม้ที่มีลักษณะบางแบนและความยาวมากเมื่อเทียบกับความกว้าง เรียกว่า

Strands โดยนำมาเรียงขึ้นเป็นแผ่น 3 ชั้น คือผิวหน้าด้านนอกสองข้างจะเรียงตามความยาวแผ่น ส่วนแกนกลางจะเรียงตามขวางเช่นเดียวกับลักษณะไม้อัดทำให้มีความแข็งแรงและความทนทานสูงใช้ทดแทนแผ่นไม้อัดได้เช่นเดียวกัน ดังกล่าวนี้นี้แผ่นขึ้นไม้อัดสามารถใช้เศษไม้ปลายไม้หรือไม้ท่อนเล็กๆ ได้และยังมีแหล่งวัตถุดิบที่มีอยู่มากคือไม้ยางพาราและไม้ไผ่เร็วในอนาคต อีกทั้งแนวโน้มการสร้างโรงงานแผ่นขึ้นไม้อัดไม่ว่าชนิดใดจะกระจายตัวออกไปตามแหล่งวัตถุดิบไม้ ย่อมทำให้เกิดการจ้างแรงงานช่วยกระจายได้ให้แก่ชนบทต่อไป วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น

2.3.5 แผ่นใยไม้อัด (Fiberboard) แผ่นใยไม้อัดนี้สามารถผลิตแผ่นไม้ให้ทดแทนแผ่นไม้อัดไม้ประกอบอื่น ๆ ได้ดีโดยเฉพาะแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (MDF) ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงธรรมชาติและสามารถเพิ่มคุณค่าให้สูงขึ้นโดยการปิดทับด้วยไม้บาง กระดาษตกแต่งฟอรั่ม แก้ว เครื่องเคลือบแผ่นวัตถุดิบความร้อน หรือการพิมพ์สีสลายลงบนพื้นผิว นอกจากนี้แผ่นใยไม้อัดยังสามารถที่จะนำพืชเส้นใยทางเกษตรมาใช้ได้หลายชนิดนับว่าเป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากการเกษตร หรืออุตสาหกรรมต่อเนื่องจากโรงเลื่อย โรงงานไม้อัดได้นำเศษเหลือมาใช้ได้ แผ่นใยไม้อัดนี้สามารถจำแนกได้ ความหนาแน่นเป็น 2 กลุ่ม 5 ชนิดด้วยกัน คือ แผ่นใยไม้อัดอ่อน หรือแผ่นใยไม้ฉนวน (Softboard or Insulation Board) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด Semi-rigid Insulation Board Rigid Insulation Board แผ่นใยไม้อัดอ่อนใช้เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียง ใช้ทำฝาเพดานผนังห้องประชุมโดมมหรสพ ห้องเสียง ห้องสมุด และสำนักงาน ซึ่งยังไม่มีการผลิตในประเทศต้องนำเข้ามาจากญี่ปุ่น

2.3.6 แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Intermediate or medium Density Fiberboard, MDF) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางสามารถใช้ไม้ยูคาลิปตัส เศษไม้ปลายไม้ชนิดต่าง ๆ และขานอ้อยเป็นวัตถุดิบได้เช่นเดียวกัน แผ่นใยไม้อัดชนิดนี้มีคุณสมบัติใกล้เคียงไม้ธรรมชาติ ซึ่งมีความต้องการมาทั้งภายในประเทศ และภายนอกประเทศ และมีการผลิตเป็นเครื่องเรือน และได้ราคาดีกว่าเครื่องเรือนจากแผ่นขึ้นไม้อัดที่มีเกรดดีที่สุดถึง 20 %-50%

แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard) แผ่นใยไม้อัดแข็งนี้สามารถใช้ไม้ยูคาลิปตัส เศษไม้ปลายไม้ และพืชเส้นใยพวขานอ้อย แผ่นใยไม้อัดแข็งนี้มีความต้องการทั้งตลาดภายในประเทศสูง

แผ่นใยไม้อัดแข็งชนิดพิเศษ (Special Density Hardboard) เป็นแผ่นใยไม้อัด เศษไม้ปลายไม้ เส้นใยพวขานอ้อย แผ่นใยไม้อัดแข็งนี้มีความต้องการทั้งตลาดภายในและภายนอกประเทศสูงขึ้น

2.3.7 แผ่นไม้อัดสารอื่นๆ (Other Wood Mineral-bonded Panel)

แผ่นไม้อัดสารแร่อื่นๆ ที่น่าสนใจชนิดหนึ่งคือ Ecocem ซึ่งเป็นชื่อการค้าผลิตโดย Raute ของประเทศฟินแลนด์โดยใช้ส่วนผสมของซีเมนต์กรั่มผงกากเตาถลุงเหล็ก (Blastfurnace Slag) ซึ่งได้จากโรงงานถลุงเหล็กกับขึ้นไม้ ซึ่งยังไม่มีการผลิตในประเทศเช่นกัน (บางรักซ์ เชษฐสิงห์.2547)

2.4 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดมาจากการออกแบบที่ดีในการออกแบบผลิตภัณฑ์ นักออกแบบต้องคำนึงถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ดีเอาไว้ว่าควรจะมีองค์ประกอบอะไรบ้างแล้วใช้ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการต่างๆ ที่ได้กล่าวมาเสนอแนวคิดให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมตามหลักการออกแบบโดยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่นักออกแบบควรคำนึงนั้นมีอยู่ 9 ประการ

2.4.1 หน้าที่ใช้สอย หน้าที่ใช้สอยถือเป็นหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงผลิตภัณฑ์ทุกชนิดต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบาย ผลิตภัณฑ์นั้นถือว่าเป็นประโยชน์ใช้สอยดี (HIGH FUNCTION) แต่ถ้าหากผลิตภัณฑ์ใดไม่สามารถสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์นั้นก็จะถือว่าเป็นประโยชน์ใช้สอยไม่ดีเท่าที่ควร (LOW FUNCTION)

สำหรับคำว่าประโยชน์ใช้สอยดี (HIGH FUNCTION) นั้น คลต์ รัตนทัศน์ (2528 : 1) ได้กล่าวไว้ว่าเพื่อให้ง่ายแก่การเข้าใจขอให้ดูตัวอย่างการออกแบบมีดหั่นผักแม้ว่ามีดหั่นผักจะมีประสิทธิภาพในการหั่นผักให้ขาดได้ตามความต้องการ แต่จะกล่าวว่า มีดนั้นมีประโยชน์ใช้สอยดี (HIGH FUNCTION) ยังไม่ได้ จะต้องมององค์ประกอบอย่างอื่นร่วมอีกเช่น ด้ามจับของมีดนั้นจะต้องมีความโค้งงอที่สัมพันธ์กับขนาดของมือผู้ใช้ ซึ่งจะเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดความสะดวกสบายในการหั่นผักด้วย และภายหลังจากการใช้งานแล้วยังสามารถทำความสะอาดได้ง่าย การเก็บและบำรุงรักษาจะต้องง่ายสะดวกด้วย ประโยชน์ใช้สอยของมีดจึงจะครบถ้วนและสมบูรณ์

เรื่องหน้าที่ใช้สอยนับว่าเป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อนซับซ้อนมาก ผลิตภัณฑ์บางอย่างมีประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้คนทั่วไปทราบเบื้องต้นว่า มีหน้าที่ใช้สอยแบบนี้ แต่ความละเอียดอ่อนที่นักออกแบบได้คิดออกมานั้นได้ตอบสนองความสะดวกสบายอย่างเต็มที่ เช่น มีดในครัวมีหน้าที่หลักคือใช้ความคมช่วยในการหั่น สับ แต่เราจะเห็นได้ว่าการออกแบบมีดที่ใช้ในครัวอยู่มากมายหลายแบบหลายชนิดตามความละเอียดในการใช้ประโยชน์เป็นการเฉพาะที่แตกต่างเช่น มีดสำหรับปอกผลไม้ มีดแล่เนื้อสัตว์ มีดสับกระดูก มีดบะช่อ มีดหั่นผัก เป็นต้น ซึ่งก็ได้มีการออกแบบลักษณะแตกต่างกันออกไปตามการใช้งาน ถ้าหากมีการใช้มีดอยู่ชนิดเดียวแล้วใช้กันทุกอย่างตั้งแต่แล่เนื้อ สับบะช่อ สับกระดูก หั่นผัก ก็อาจจะใช้ได้ แต่จะไม่ได้ความสะดวกเท่าที่ควร หรืออาจได้รับอุบัติเหตุขณะที่ใช้ได้ เพราะไม่ใช่ประโยชน์ใช้สอยที่ได้รับการออกแบบมาให้ใช้เป็นการเฉพาะอย่าง การออกแบบเก้าอี้ก็เหมือนกัน หน้าที่ใช้สอยเบื้องต้นของเก้าอี้ คือใช้สำหรับนั่ง แต่นั่งในกิจกรรมใดนั่งในห้องรับแขก ขนาดลักษณะรูปแบบเก้าอี้ก็เป็นความสะดวกในการนั่งรับแขก พุดคุยกัน นั่งรับประทานอาหาร ขนาดลักษณะเก้าอี้ก็เป็นความเหมาะสมกับโต๊ะอาหาร นั่งเขียนแบบบนโต๊ะเขียน

แบบ เก้าอี้ก็จะมีขนาดลักษณะที่ใช้สำหรับการนั่งทำงานเขียนแบบ ถ้าจะเอาเก้าอี้รับแขกมาใช้นั่งเขียนแบบ ก็คงจะเกิดการเมื่อยล้า ปวดหลัง ปวดคอ แล้วนั่งทำงานได้ไม่นาน ตัวอย่างดังกล่าวต้องการที่จะพูดถึงเรื่องของหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญและละเอียดอ่อนมาก ซึ่งนักออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงที่จะต้องศึกษาข้อมูลอย่างละเอียด

2.4.2 ความปลอดภัย สิ่งที่อำนวยความสะดวกได้มากเพียงใด ย่อมจะมีโทษเพียงนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสะดวกต่างๆ มักจะเกิดจากเครื่องจักรกลและเครื่องใช้ไฟฟ้า การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจนหรือมีคำอธิบายไว้ ผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก ต้องคำนึงถึงวัสดุที่เป็นพิษเวลาเด็กเอาเข้าปากกัดหรืออม นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้เป็นสำคัญ มีการออกแบบบางอย่าง ต้องใช้เทคนิคที่เรียกว่าแบบธรรมดา แต่คาดไม่ถึงช่วยในการให้ความปลอดภัย เช่น การออกแบบหัวเกลียววาล์ว ถังแก๊ส หรือปุ่มเกลียว ล็อกใบพัดของพัดลม จะมีการทำเกลียวเปิดให้ย้อนตรงกันข้ามกับเกลียวทั่วๆ ไป เพื่อความปลอดภัย สำหรับคนที่ไม่ทรายหรือเคยมือไปหมุนเล่นคือ ยิ่งหมุนก็ยิ่งขันแน่น เป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้

2.4.3 ความแข็งแรง ผลิตภัณฑ์จะต้องมีความแข็งแรงในตัวของผลิตภัณฑ์หรือโครงสร้างเป็นความเหมาะสมในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวน หรือปริมาณของโครงสร้าง ในกรณีที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะต้องมีการรับน้ำหนัก เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ต้องเข้าใจหลักโครงสร้างและการรับน้ำหนัก อีกทั้งต้องไม่ทิ้งเรื่องของความสวยงามทางศิลปะ เพราะมีปัญหาว่า ถ้าใช้โครงสร้างให้มากเพื่อความแข็งแรง จะเกิดสวนทางกับความงาม นักออกแบบจะต้องเป็นผู้ดึงเอาสิ่งสองสิ่งนี้เข้ามาอยู่ในความพอดีให้ได้ส่วนความแข็งแรงของตัวผลิตภัณฑ์เองนั้นก็ขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบรูปร่างและการเลือกใช้วัสดุ และประกอบกับการศึกษาข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องรับน้ำหนักหรือกระทบกระแทกอะไรหรือไม่ในขณะใช้งานก็จะต้องทดลองประกอบการออกแบบไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงของโครงสร้างหรือตัวผลิตภัณฑ์ นอกจากเลือกใช้ประเภทของวัสดุ โครงสร้างที่เหมาะสมแล้วยังต้องคำนึงถึงความประหยัดควบคู่กันไปด้วย

2.4.4 ความสะดวกสบายในการใช้ นักออกแบบต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับสัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะส่วนต่างๆ ในร่างกายของมนุษย์ทุกเพศ ทุกวัย ซึ่งจะประกอบด้วยความรู้ทางด้านขนาดสัดส่วนมนุษย์ (ANTHROPOMETRY) ด้านสรีรศาสตร์ (PHYSIOLOGY) จะทำให้ทราบ ขีดจำกัด ความสามารถของอวัยวะส่วนต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบ หรือศึกษาด้านจิตวิทยา (PSYCHOLOGY) ซึ่งความรู้ในด้านต่างๆ ที่กล่าวมา

นี้ จะทำให้นักออกแบบ ออกแบบและกำหนดขนาด (DIMENSIONS) ส่วนโค้ง ส่วนเว้า ส่วนตรง ส่วน แคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างพอเหมาะกับการร่างกายหรืออวัยวะของมนุษย์ที่ใช้ ก็จะเกิดความ สะดวกสบายในการใช้การไม่เมื่อยมือหรือเกิดการล้าในขณะที่ใช้ไปนานๆ ผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องศึกษาวิชาดังกล่าว ก็จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้ต้องใช้อวัยวะร่างกายไปสัมผัสเป็นเวลานาน เช่น แก้ว อี ด้าม เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ การออกแบบภายในห้องโดยสารรถยนต์ ที่มีมือจับรถจักรยาน ปุ่ม สัมผัสต่างๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ยกตัวอย่างมานี้ถ้าผู้ใช้ผู้ใช้ได้เคยใช้มาแล้วเกิดความไม่สบายร่างกาย ขึ้น ก็แสดงว่าศึกษากายวิภาคเชิงกลไม่ดีพอแต่ทั้งนี้ก็ต้องศึกษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้ดีกว่าก่อน จะไปเหมา ว่าผลิตภัณฑ์นั้นไม่ดี เพราะผลิตภัณฑ์บางชนิดผลิตมาจากประเทศตะวันตก ซึ่งออกแบบโดยใช้ มาตรฐานผู้ใช้ของชาวตะวันตก ที่มีรูปร่างใหญ่โตกว่าชาวเอเชีย เมื่อชาวเอเชียนำมาใช้อาจจะไม่พอดี หรือหลวม ไม่สะดวกในการใช้งาน นักออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาสัดส่วนร่างกายของชนชาติหรือ เผ่าพันธุ์ที่ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์

2.4.5 ความสวยงาม ผลิตภัณฑ์ในยุคปัจจุบันนี้ความสวยงามนับว่ามีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อน ไปกว่าหน้าที่ใช้สอยเลย ความสวยงามจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการตัดสินใจซื้อเพราะประทับใจ ส่วน หน้าที่ใช้สอยจะดีหรือไม่ต้องใช้เวลาอีกกระยะหนึ่งคือใช้ไปเรื่อยๆ ก็เกิดข้อบกพร่องในหน้าที่ใช้สอย ให้เห็นภายหลัง ผลิตภัณฑ์บางอย่างความสวยงามก็คือ หน้าที่ใช้สอยนั่นเอง เช่น ผลิตภัณฑ์ของที่ ระลึก ของโพรตักแต่งต่างๆ ซึ่งผู้ซื้อเกิดความประทับใจในความสวยงามของผลิตภัณฑ์ ความสวยงาม จะเกิดมาจากสิ่งสองสิ่งด้วยกันคือ รูปร่าง (FORM) และสี (COLOR) การกำหนดรูปร่างและสี ในงาน ออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่เหมือนกับการกำหนด รูปร่าง สี ได้ตามความนึกคิดของจิตรกรที่ต้องการ แต่ใน งานออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นในลักษณะศิลปะอุตสาหกรรมจะทำตามความชอบ ความรู้สึกนึกคิดของ นักออกแบบแต่เพียงผู้เดียวไม่ได้จำเป็นต้องยึดข้อมูลและกฎเกณฑ์ผสมผสานรูปร่างและสีสนให้ เหมาะสมด้วยเหตุของความสำคัญของรูปร่างและสีที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ นักออกแบบจึงจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องศึกษาวิชา ทฤษฎีหรือหลักการออกแบบและวิชาทฤษฎีสี ซึ่งเป็นวิชาทางด้านของศิลปะแล้ว นำมาประยุกต์ผสมใช้กับศิลปะทางด้านอุตสาหกรรมให้เกิดความกลมกลืน

2.4.6 ราคาพอสมควร ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาขายนั้นย่อมต้องมีข้อมูลด้านผู้บริโภคและ การตลาดที่ได้ค้นคว้าและสำรวจแล้ว ผลิตภัณฑ์ย่อมจะต้องมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ว่าเป็น คนกลุ่มใด อาชีพฐานะเป็นอย่างไร มีความต้องการใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์นี้เพียงใด นักออกแบบก็จะ เป็นผู้กำหนดแบบผลิตภัณฑ์ ประมาณราคาขายให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่จะซื้อได้การจะได้มา ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสมกับผู้ซื้อนั้น ก็อยู่ที่การเลือกใช้ชนิดหรือเกรดของวัสดุ และเลือกวิธีการ ผลิตที่ง่ายรวดเร็ว เหมาะสมอย่างไรก็ดี ถ้าประมาณการออกมาแล้ว ปรากฏว่า ราคาค่อนข้างจะสูง

กว่าที่กำหนดไว้ ก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่างๆ กันใหม่ แต่ก็ยังต้องคงไว้ซึ่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น เรียกว่าเป็นวิธีการลดค่าใช้จ่าย

2.4.7 การซ่อมแซมง่าย หลักการนี้จะใช้กับผลิตภัณฑ์ เครื่องจักรกล เครื่องยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่มีกลไกภายในซับซ้อน อะไหล่บางชิ้นย่อมต้องมีการเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งานหรือการใช้งานในทางที่ผิด นักออกแบบย่อมที่จะต้องศึกษาถึงตำแหน่งในการจัดวางกลไกแต่ละชิ้นตลอดจนนอตสกรู เพื่อที่จะได้ออกแบบส่วนของฝาคออบบริเวณต่างๆ ให้สะดวก ในการถอดซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่าย

2.4.8 วัสดุและวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ผลิตด้วยวัสดุสังเคราะห์ อาจมีกรรมวิธีการเลือกใช้วัสดุและวิธีผลิตได้หลายแบบ แต่แบบหรือวิธีใดถึงจะเหมาะสมที่สุด ที่จะไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ประมาณ ฉะนั้น นักออกแบบคงจะต้องศึกษาเรื่องวัสดุและวิธีผลิตให้ลึกซึ้ง โดยเฉพาะวัสดุจำพวกพลาสติกในแต่ละชนิด จะมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่างกันออกไป เช่น มีความใส ทนความร้อน ผิวมันวาว ทนกรดด่างได้ดี ไม่ลื่น เป็นต้น ก็ต้องเลือกให้คุณสมบัติดังกล่าวให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่พึงมีอยู่ในยุคสมัยนี้ มีการรณรงค์ช่วยกันพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการใช้วัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่ ก็ยังทำให้นักออกแบบต้องมึนบทบาทเพิ่มขึ้นอีกคือ เป็นผู้ช่วยพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการเลือกใช้วัสดุที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ ที่เรียกว่า รีไซเคิล

2.4.9 การขนส่ง นักออกแบบต้องคำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง การขนส่งสะดวกหรือไม่ ระยะใกล้หรือระยะไกลกินเนื้อที่ในการขนส่งมากน้อยเพียงใด การขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศ ต้องทำการบรรจุหีบห่ออย่างไร ถึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการเสียหายชำรุด ขนาดของตู้คอนเทนเนอร์บรรจุสินค้าหรือเนื้อที่ที่ใช้ในการขนส่งมีขนาด กว้าง ยาว สูง เท่าไหร่ เป็นต้น หรือในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบมีขนาดใหญ่โดยยาวมาก เช่น เตียง หรือพัดลมแบบตั้งพื้น นักออกแบบก็ควรที่จะคำนึงถึงเรื่องการขนส่ง ตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบกันเลย คือ ออกแบบให้มีชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ง่าย สะดวก เพื่อทำให้หีบห่อมีขนาดเล็กที่สุดสามารถบรรจุได้ในลังที่เป็นขนาดมาตรฐาน เพื่อการประหยัดค่าขนส่ง เมื่อผู้ซื้อซื้อไปก็สามารถที่จะขนส่งได้ด้วยตนเองนำกลับไปบ้านก็สามารถประกอบชิ้นส่วนให้เข้ารูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้โดยสะดวกด้วยตนเองเรื่องหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้กล่าวมาทั้ง 9 ข้อนี้เป็นหลักการที่นักออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องคำนึงถึงเป็นหลักการทางสากลที่ได้กล่าวไว้ในขอบเขตอย่างกว้าง ครอบคลุมผลิตภัณฑ์ไว้ทั่วทุกกลุ่มทุกประเภทในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดนั้น อาจจะไม่ต้องคำนึงหลักการดังกล่าวครบทุกข้อก็ได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์บางชนิดก็อาจจะต้องคำนึงถึงหลักการดังกล่าวครบถ้วนทุกข้อ เช่น ออกแบบผลิตภัณฑ์

ไว้แขวนเสื้อ ก็คงจะเน้นหลักการด้านประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกในการใช้และความสวยงามเป็นหลัก คงจะไม่ต้องไปคำนึงถึงด้านการซ่อมแซม เพราะไม่มีกลไกซับซ้อนอะไร หรือการขนส่ง เพราะขนาดจำกัดตามประโยชน์ใช้สอยบังคับ เป็นต้น ในขณะที่ผลิตภัณฑ์บางอย่าง เช่น ออกแบบผลิตภัณฑ์รถยนต์ ก็จำเป็นที่นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ครบทั้ง 9 ข้อ เป็นต้น

1.0 ไม้ไผ่สีสุก

ไม้ไผ่สีสุกมีต้นกำเนิดมาจากอินเดียตะวันออกเฉียงหรือหมู่เกาะแปซิฟิกตอนใต้ ในประเทศไทยมักขึ้นอยู่ตามที่ราบลุ่มริมห้วย ริมแม่น้ำ และมักปลูกไว้รอบๆบ้านในชนบท มีการจัดหมวดหมู่ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้ จัดอยู่ในวงศ์ตระกูล GRAMINEAE-BAMBUSOIDEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bambusa blumeana* Schult.f ชื่อภาษาไทย ไม้ไผ่สีสุก ชื่ออื่น สีสุก ไผ่เปาะ ไผ่โปก ไผ่หวาน ทางด้านคติความเชื่อ ไม้ไผ่สีสุกนับเป็นไม้มงคลที่เชื่อกันว่าช่วยเสริมสิริมงคลให้แก่ผู้ปลูก ผู้ให้ เพราะกล่าวขานกันว่าเป็นไม้ที่ช่วยให้เจ้าของและครอบครัวมีความสุข ความเจริญ สุขกายสบายใจในทุกอย่างทุกอย่างไผ่สีสุกเป็นไม้ไผ่ประเภทมีหนาม ลำต้นสูง 10 – 18 เมตร แข็ง ผิวเรียบเป็นมัน ข้อไม่มีพอง กิ่งมากแตกตั้งฉากกับลำต้น หนามโค้งออกเป็นกลุ่มๆ ละ 3 อัน อันกลางยาวลำมีรูเล็กเนื้อหนา ใบมีจำนวน 5 – 6 ใบ ที่ปลายกิ่ง ปลายใบเรียวแหลม โคนใบเป็นรูปลิ้มกว้างๆ หรือตัดตรง ได้ดอกมีสีเขียวอมเหลือง เส้นลายใบมี 5 – 9 คู่ ก้านใบสั้น ขอบใบสาก คีบใบเล็กมีขน เมล็ดมีขนาดคล้ายเมล็ดข้าวสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1) ลำต้น เป็นไม้ยืนต้น ที่มีกอแน่นหนา ลักษณะมีข้อเป็นปล้องกลวง สีเขียวสด ผิวเป็นมันสูงประมาณ 10 – 18 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 – 12 เมตร ข้อไม่กางออกมาก กิ่งแตกตามข้อตั้งฉากกับลำต้น หนามแหลมโค้ง



รูปที่ 2-1 แสดงลักษณะลำต้น

ที่มา : หนังสือ"ต้นไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัด" ๗๒ พรรษา พุทธทศวรรษมหามงคล ๒๕๓๙ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสตรีแห่งชาติในพระบรมราชินูปถัมภ์. 2559,7 กรกฎาคม.

2) ใบ มีสีเขียวอมเหลือง กว้างประมาณ 0.8 – 2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม โคนใบเป็นรูปลิ้มหรือตัดตรง ขอบใบสาก ผิวใบมีขนอ่อนๆ



รูปที่ 2-2 แสดงลักษณะใบ

ที่มา : หนังสือ"ต้นไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัด" ๗๒ พรรษา พุทธชยามหาราชินี กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสตรีแห่งชาติในพระบรมราชินูปถัมภ์.2559, 7 กรกฎาคม.

3) ดอกไผ่มีส่วนต่างๆ จำนวน 3 ส่วนเกือบทุกสกุล และเนื่องจากส่วนต่างๆของดอกอยู่ใกล้ชิดกันมากจึงมีรูปลักษณะผิดแปลกไปจากดอกพรรณไม้จำพวกหญ้าในวงศ์เดียวกัน คือ ช่อดอกหนึ่ง จะมี กลุ่มดอก หลายกลุ่ม และกลุ่มดอกหนึ่งก็มีดอก ดอกเดี่ยวหรือหลายดอกที่โคนสุดของดอกของกลุ่มดอกนั้นมีกลีบ เรียกว่า กลีบหุ้มกลุ่มดอก ซึ่งปกติมี 2 กลีบ มีกลีบหุ้มละกลีบรอง



รูปที่ 2-3 แสดงลักษณะดอก

ที่มา : หนังสือ"ต้นไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัด" ๗๒ พรรษา พุทธชยามหาราชินี กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสตรีแห่งชาติในพระบรมราชินูปถัมภ์.2559, 7 กรกฎาคม.

4) ผล จะมีลักษณะลูกคล้ายเมล็ดข้าวสาร หน่อมีขนาดใหญ่ มีกาบสีเหลืองหุ้ม และมีขนสีน้ำตาลเป็นเนื้อนุ่มเปลือกอ่อน หรือเนื้อแข็งเปลือกกร่อนแข็ง

5) ราก เหง้า คือส่วนของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

5.1) ลำเหง้าเรียวยาวเจริญออกไปตามแนวนระดับและมีขนาดเล็กกว่าลำที่งอกขึ้นมา ด้านข้างของเหง้า ประการนี้เรียกว่า เหง้าโมนอเดียล (Monopodial rhizome) ส่วนโคนของแขนงที่เจริญงอกยาวออกไปจนเกือบเหมือนกับเหง้านั้น เรียกว่า เหง้าสมทบ (Metamorphic axis)

5.2) ลำเหง้าสั้น และมีขนาดใหญ่กว่าลำที่งอกขึ้นมาจากตอนปลาย ประการนี้เรียกว่า เหง้าซิมพอดียาล (Sympodial rhizome) ส่วนโคนของแขนงที่งอกออกไปจากเหง้านั้นเรียกว่า คอเหง้า (Rhizome neck)

2.2 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล

การส่งกำลังทางกล ในการส่งกำลังจากเพลาดันกำลังหนึ่งไปยังอีกเพลารับกำลัง อาจทำได้ 3 วิธี คือ การส่งกำลังโดยใช้เฟือง การส่งกำลังโดยใช้สายพานและการส่งกำลังด้วยโซ่ เครื่องทำใส่ไม้ไผ่ ได้อาศัยหลักการส่งกำลังด้วยสายพานเพราะเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ดี โดยมีข้อดี คือ มีราคาถูก ใช้งานง่าย ดูดซับเสียงและแรงสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลาท่างกันมากๆ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ โดยมีข้อเกี่ยวกับการส่งกำลังด้วยสายพานเบื้องต้นดังนี้

1.0.1 สายพาน

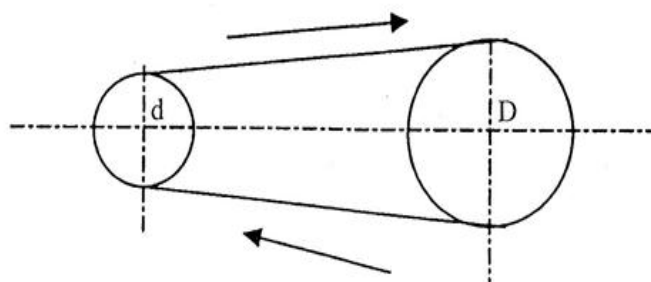
การส่งกำลังทางกลจากเพลานหนึ่งไปยังเพลานอีกอันหนึ่ง อาจทำได้ 3 วิธี คือ โดยใช้เฟืองใช้สายพานและโซ่ การส่งกำลังโดยใช้สายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัว (Flexible) ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียหลายประการเมื่อเทียบกับการส่งกำลังโดยใช้เฟือง ข้อดี มีราคาถูกและใช้งานง่าย สามารถรับ แรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง สำหรับในการส่งกำลังระหว่างเพลาท่างกันมากๆ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ แต่มีข้อเสีย คือ อัตราความยาวไม่แน่นอน เนื่องจากสลิป (Slip) และการคลิบ (Creep) ของสายพานและต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลารับหรือปรับแรงตึงในสายพานระหว่างใช้งาน นอกจากนั้นยังไม่อาจใช้งานที่มีอัตราสูงใช้งานได้ ลักษณะขับเคลื่อนด้วยสายพาน เนื่องจากคุณสมบัติในการอ่อนตัวของสายพาน จึงอาจจัดลักษณะการขับเคลื่อนด้วยสายพาน ได้ต่าง ๆ กัน ลักษณะทั่วไปนิยมใช้ในการขับเคลื่อนด้วยสายพาน มีอยู่ 6 ลักษณะ คือ แบบโอเพ่นไดรฟ์ (Open Drive) เป็นลักษณะการส่งกำลังเพื่อขับเคลื่อนเพลาท่างกันและการขับเคลื่อนเพลาท่างสองหมุนในทิศทางเดียวกัน แบบครอสไดรฟ์ (Crossed Drive) เป็นลักษณะการส่งกำลังเหมือนกับแบบโอเพ่นไดรฟ์ แตกต่างตรงที่ตรงกลางต้องการใช้เวลาทั้งสองหมุนสวนทางกัน แบบควอเตอร์ไดรฟ์ (Quartet) ใช้เมื่อเพลาท่างสองตั้งฉากกันแบบมิลล์ไดรฟ์ (Mule Drive) มีลักษณะเหมือนควอเตอร์ไดรฟ์ต่างที่ตรงกลางต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้แบบใช้ล้อช่วย (Idler) เป็นการส่งกำลังที่ช่วยให้

สายพานสัมผัสกับล้อมากซึ่งเพิ่มกำลังและแบบรีเวอร์สไดรฟ์ (Reverse Drive) ต้องการส่งกำลังไปยังเพลาหลายอันพร้อมกัน (มานพ ตันตระบัณฑิตย์, สำลี แสงห้าว, สุทิน จิตเจริญ, 2542)

การหาความเร็วรอบการส่งกำลังด้วยสายพาน

$$WL/WS = d/D$$

กำหนดให้	WL	=	ความเร็วเชิงมุมล้อขับ (rad/s)
	WS	=	ความเร็วเชิงมุมล้อตาม (rad/s)
	d	=	ขนาดของล้อขับ (mm.)
	D	=	ขนาดของล้อตาม (mm.)



รูปที่ 2-4 ลักษณะการขับด้วยสายพาน แบบโอเพ่นไดรฟ์ (Open Drive)

ที่มา: มานพ ตันตระบัณฑิตย์, สำลี แสงห้าว, สุทิน จิตเจริญ, 2542

ดังนั้นเครื่องทำไผ่จึงเลือกลักษณะการขับสายพานแบบโอเพ่นไดรฟ์ (Open Drive) เพราะกลไกในการขับไม่ซับซ้อน บำรุงดูแลรักษา ซ่อมแซมง่ายและราคาถูก

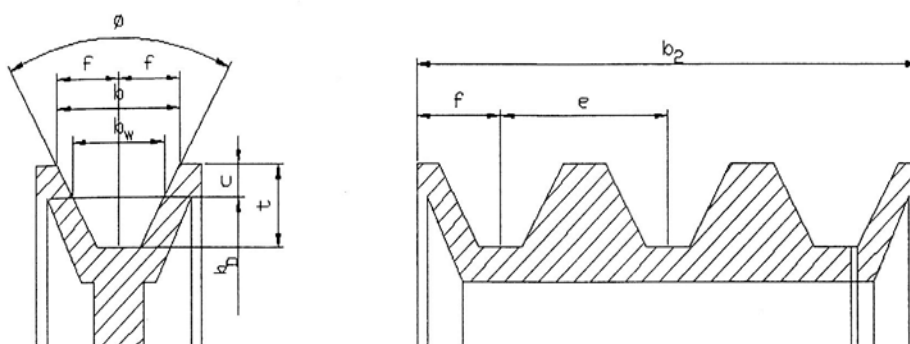
2.2.2 ล้อสายพาน

การส่งกำลังโดยสายพาน โดยอาศัยความเสียดทานระหว่างผิวหน้าล้อสายพานกับผิวหน้าของสายพาน ล้อสายพานจะยึดติดกับเพลาด้วยลิ่ม ดังนั้นดุมล้อสายพานจะต้องเจาะร่องลิ่มไว้เพื่อให้สายพาน มีน้ำหนักเบา จึงมักเป็นแขนยื่นออกจากดุมล้อไปยังผิวหน้าที่สัมผัสกับสายพาน แขนยื่นนี้มีขนาดเรียว ลงตลอดและมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี



รูปที่ 2-5 ล้อสายพาน

ที่มา: মানপ তন্ত্রবিন্যস্তি সালী সঙ্গহাৱ সূতিন জিতজেরিণ, 2542



รูปที่ 2-6 หน้าตัดล้อสายพาน

ที่มา: মানপ তন্ত্রবিন্যস্তি, সালী সঙ্গহাৱ, সূতিন জিতজেরিণ, 2542

$$\text{จากสูตร} \quad D1 \cdot N1 = D2 \cdot N2$$

กำหนดให้ $D1$ = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานตัวขับ

$N1$ = ความเร็วรอบของล้อสายพานตัวขับ (1,400 รอบ/นาที)

$D2$ = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานตัวตาม

$N2$ = ความเร็วรอบตัวตาม

2.2.3 เฟลา

เฟลาอาจจะรับแรงดึง แรงกด แรงบิด หรือแรงดัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้ยังอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลา ทำให้เฟลาเสียหายเพราะความล้าได้ ฉะนั้นจึงต้องออกแบบเฟลาให้มีความแข็งแรง เพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนั้นเฟลาจะต้องมีความแข็งแกร่ง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเฟลาให้อยู่ในขีดจำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Beflection) ของเฟลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเฟลาเช่นเดียวกัน เพราะถ้าเฟลามีระยะโก่งมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุน ทำให้ความเร็ววิกฤต (Critical speed) ของเฟลาลดลงซึ่งอาจทำให้เฟลาเกิดการสั่นอย่างรุนแรงในขณะที่ความเร็วของเฟลาเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ได้ ระยะโก่งนี้ยังมีผลต่อการเลือกชนิดของที่รองรับเฟลา เช่น บอลแบร์ริง (Ball Bearing) ก็ต้องมีการเอียงแนว (Misalignment) ในการใช้งานที่พอเหมาะกับเฟลาด้วย

1) วัสดุเฟลา วัสดุที่ใช้สำหรับทำเฟลาทั่วไปคือเหล็กกล้าละมุน (Mild steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อการกระตุกพิเศษแล้วมักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเฟลา เช่น AISi1347 3140 4150 4340 เป็นต้น เฟลาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 90 mm มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อนอย่างไรก็ตามเพื่อให้เฟลามีราคาถูกที่สุดผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

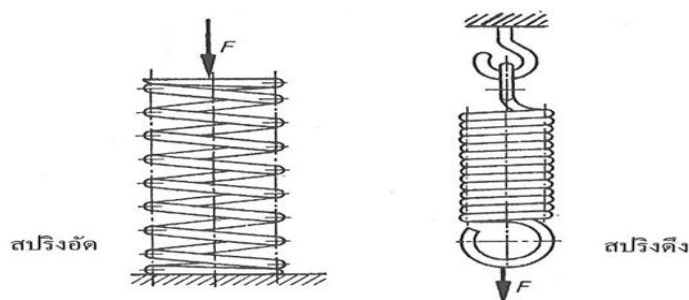
2) ขนาดของเฟลาเพื่อให้เฟลามีขนาดมาตรฐานเหมือนกันองค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเฟลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (Nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ทั้งนี้เพื่อให้สามารถซื้อได้ทั่วไปนอกจากนี้ยังเป็นข้อสอดคล้องกับขนาดแบร์ริงที่ใช้รองรับเฟลาด้วยขนาดระบุของเฟลาดูได้จากตาราง (มานพ ต้นตระกูล, สำลี แสงท้าว, สุทิน จิตเจริญ, 2542)

2.2.4 สปริง (Spring)

สปริงเป็นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบยืดหยุ่นงานที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปนี้จะเป็นพลังงานศักย์ที่สะสมในสปริง เมื่อคลายภาระที่กระทำต่อสปริงออก พลังงานนี้จะสูญหายไป หน้าที่การทำงานของสปริงก็คือ การรับแรงกระแทก แรงสั่นสะเทือน (ระบบกันสะเทือนของยานยนต์, ยางสปริงในคลัตช์, สปริงคลัตช์) ในกระบอกสูบนิวแมติกส์จะมีสปริงช่วยดันให้ลูกสูบกลับสู่ตำแหน่งเดิม, เป็นพลังงานกดอัดสะสมช่วยในการพาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลให้หมุนตามและสปริงหากแบ่งตามชนิดของภาระ จะแบ่งได้เป็น สปริงอัด, สปริงดึง, สปริงดัด และสปริงหมุนบิด แต่หากพิจารณาถึงรูปร่างภายนอกของสปริง จะแบ่งได้เป็นสปริงขด, สปริงขดกันหอยมสปริงแผ่น, สปริงแบบเฟลาบิด (Torsion Bar), สปริงจาน, สปริงวงแหวน และสปริงนิวแมติกส์

1) สปริงชด

ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างทรงกระบอกจะนำมาใช้งานเป็นสปริงดึงและสปริงกด(ดูรูปที่ 2.7) ที่มีเส้นโค้งแสดงคุณสมบัติที่ส่วนใหญ่เป็นเส้นตรง และนำมาใช้งานให้ยืดหดที่ระยะทางเคลื่อนที่ได้มาก สปริงชดส่วนมากจะได้จากการม้วนขึ้นรูปลวดเหล็กกล้าสปริง

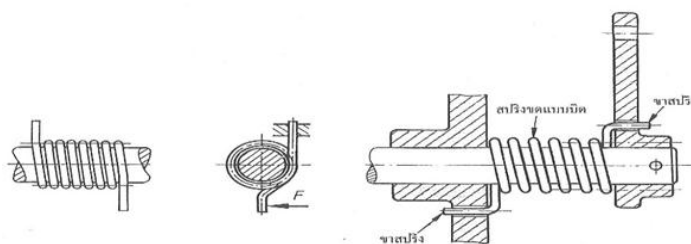


รูปที่ 2-7 สปริงชด

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 262)

2) สปริงชดแบบบิด (แบบมีขาขึ้น)

ตาม DIN 2088 เป็นสปริงที่มีรูปร่าง(ส่วนใหญ่)เป็นขดทรงกระบอก ลวดเหล็กกล้าสปริงจะทำการม้วนขึ้นรูปบนแท่งเหล็กกลมทรงกระบอก โดยที่ปลายจะดัดขึ้นรูปเป็นขาขึ้นออกมาตามแต่จุดประสงค์การใช้งาน เช่น ใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงดึงขึ้นส่วนให้กลับมาที่เดิมในกลไกต่างๆ เป็นแขนหนีบริดตะกร้าหรือกระบ่าบนรถจักรยาน เป็นต้น

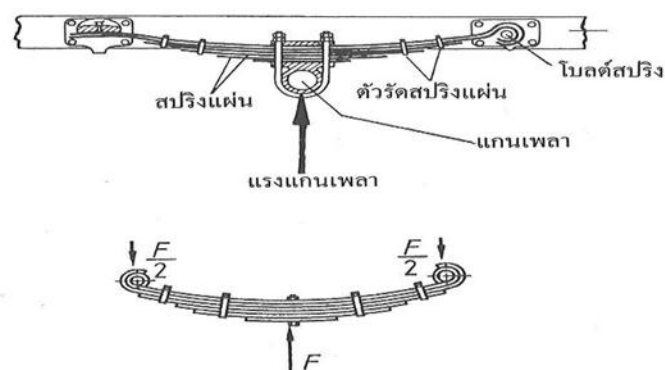


รูปที่ 2-8 สปริงชดแบบบิด (แบบมีขาขึ้น)

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 263)

3) สปริงแผ่น

เป็นสปริงที่ใช้รับภาระตัดโดยตรง ผลิตจากเหล็กกล้าแผ่นแถบเป็นรูปร่างแตกต่างกัน ในงานกลไกที่เที่ยงตรงจะใช้ทำเป็นแผ่นสปริงคอนแทกหรือสปริงดีดกลับตำแหน่งเดิม เป็นต้น สปริงแผ่นหนาที่มีการนำมาวางเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ แล้วมีตัวรัดให้อยู่ด้วยกันเป็นชุดจะเรียกว่า แหนบสปริง ที่ใช้รองรับการกระเทือนของรถยนต์บรรทุกหนัก ในรางรถ,รถไฟ (ดูรูปที่ 2-9)

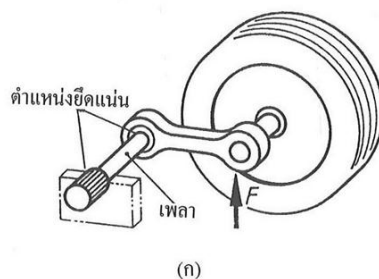


รูปที่ 2-9 สปริงแผ่น

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิต (2542 : 263)

4) สปริงแบบเพลลาบิด (Torsion Bar)

ส่วนใหญ่จะเป็นเพลลากลมที่ปลายเพลลาด้านหนึ่งจะยึดแน่น ส่วนอีกด้านหนึ่งจะยึดต่อกับแขนและมีแรงกระทำที่ทำให้เพลลาบิดแบบหมุนตัว ที่ใช้กับยานยนต์ในการรับแรงสั่นสะเทือนจากแกนเพลลาล้อ หรือใช้ในการวัดโมเมนต์บิดของประแจโมเมนต์

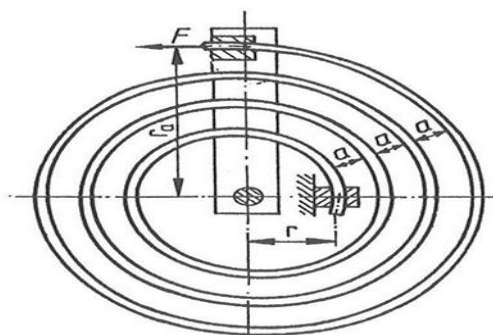


รูปที่ 2-10 สปริงแบบเพลลาบิด (Torsion Bar)

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิต (2542 : 264)

5) สปริงขดกันหอย

เป็นสปริงดัดชนิดหนึ่งส่วนใหญ่จะผลิตจากเหล็กกล้าสปริง มีภาคตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากแล้วม้วนขึ้นรูปเป็นขดกันหอย ระยะห่างของขดกันหอยจะแปรผันอย่างเป็นสัดส่วนกับมุมหมุนบิด สปริงนี้จะใช้เป็นสปริงดึงกลับตำแหน่งเดิมในอุปกรณ์วัดทางอุตสาหกรรม, เป็นสปริงสะสมกำลังงานของระบบนาฬิกาและในระบบคลัตช์แบบหมุนบิดยืดหยุ่นได้

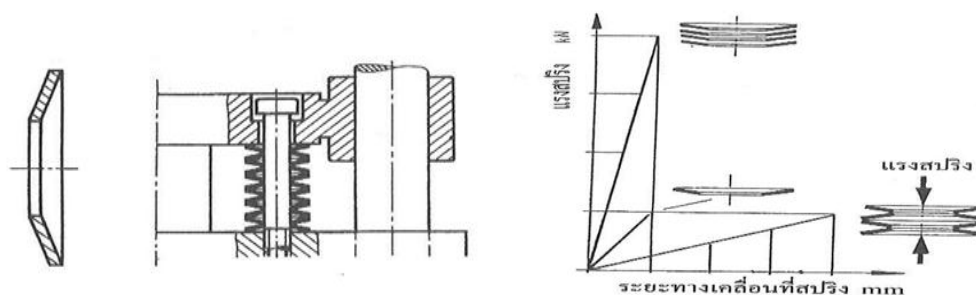


รูปที่ 2-11 สปริงขดกันหอย

ที่มา : মানপ তন্ত্রব্ণতিত্য় (2542 : 264)

6) สปริงจาน

เป็นสปริงรับแรงกดที่มีรูปร่างเป็นวงแหวนรูปทรงเรียวที่สามารถรับแรงตามแนวแกนได้ (ดูรูปที่ 2-12) สปริงนี้เหมาะสำหรับให้รับแรงมากโดยมีระยะการยุบตัวน้อย เส้นแสดงคุณสมบัติของสปริงจานแต่ละตัวจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งลาดลง (Degressive) ในการประกอบสปริงจานสามารถที่จะให้เรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกัน หรือให้สลับทิศทางกันในแกนเสา ดังรูปที่ 2-12 (ซ้าย) ได้ การเรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกันจะทำให้ระยะกดของสปริงน้อยกว่าแบบเรียงสลับทิศทางกัน สปริงจานจะนำมาใช้งาน เช่น ในงานแม่พิมพ์, งานเครื่องจักรกล และงานจิก-ฟิกเจอร์ เป็นต้น

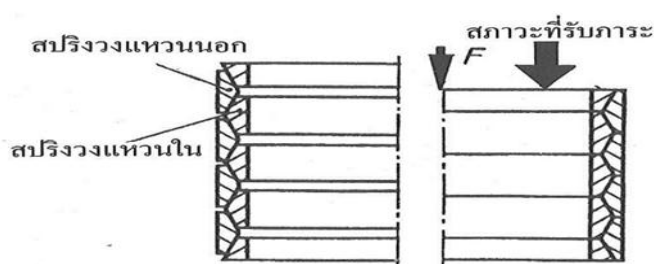


รูปที่ 2-12 สปริงจาน

ที่มา : মানপ তন্ত্রব্ণতিত্য় (2542 : 265)

7) สปริงวงแหวน

เป็นสปริงที่ทำจากเหล็กกล้าสปริงวงแหวนแบบไม่มีปลาย (รอยต่อ) ที่มีผิวเรียบสัมผัสกัน (ดูรูปที่ 2-12) เมื่อสปริงนี้รับภาระตามแนวแกนจะทำให้แหวนนอกขยายตัวออกอย่างยืดหยุ่น ในขณะที่แหวนในจะกดอัดเข้าหากันอย่างยืดหยุ่นเช่นกันสปริงวงแหวนจะสามารถรับภาระจนกระทั่งผิวแหวนในและนอกสัมผัสแนบสนิท ดังรูปที่ 2-13 ขวามือ เนื่องจากผิวเรียบของแหวนที่มีความเสียดทานอยู่จะช่วยทำให้การดัดกลืนการกระแทกและสั่นสะเทือนได้ดีสปริงนี้จะใช้ในการรองรับชิ้นงานรีดในโรงรีด และในหัวรถจักรหรือในรถราง เป็นต้น

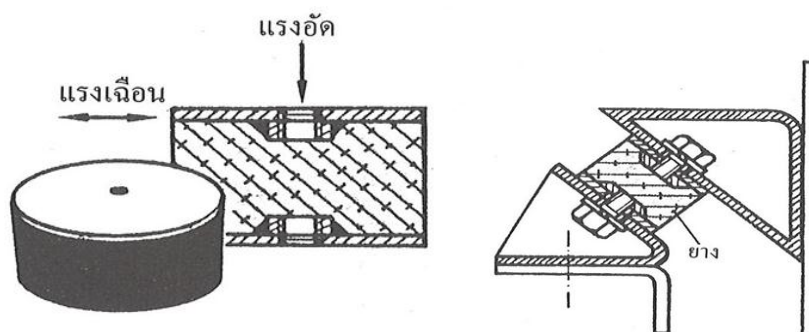


รูปที่ 2-13 สปริงวงแหวน

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 266)

8) สปริงยาง

สปริงนี้ผลิตจากยางสังเคราะห์ ส่วนใหญ่จะนำสปริงนี้มาใช้งานรับการสั่นสะเทือนและการกระแทก เช่น ในคัปปลิ้ง ยางสังเคราะห์นี้จะนำมาวัลเคนไนซ์ให้ยึดกับแผ่นโลหะหรือการใช้กาวยึดระหว่างยางกับแผ่นโลหะที่สามารถรับการเค้นและการอัดได้ (ดูรูปที่ 2-14)



รูปที่ 2-14 สปริงยาง

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 266)

ดังนั้นเครื่องไสไม้ไผ่จึงเลือกใช้สปริงแบบขดใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงดึงชิ้นส่วนให้กลับมามีเดิมในกลไกต่างๆ

2.2.5 ลูกปืน

เครื่องมือกลแทบทุกชนิด จะประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักที่สำคัญชิ้นส่วนหนึ่ง คือ ตลับลูกปืน ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รองรับและประคองการหมุนของเพลลา ทั้งเพลางาน (Work Spindle) และเพลาชุดเฟืองทดรอบ (Shaft) นอกจากนี้ ตลับลูกปืนยังทำหน้าที่ถ่ายทอดหรือส่งผ่านแรงที่เกิดขึ้นจากการทำงานบนเพลลาให้ผ่านลงไปสู่ฐานเครื่อง หากเปรียบเทียบที่การทำงานของตลับลูกปืนกับชิ้นส่วนอื่นๆของเครื่องมือกลจะเห็นได้ว่าตลับลูกปืนเป็นจุดวิกฤตจุดหนึ่งของเครื่องมือกล เพราะต้องเป็นชิ้นส่วนที่ต้องทำหน้าที่การทำงานหลายๆอย่างในขณะเดียวกัน ดังนั้นชิ้นส่วนที่หมดสภาพการใช้งานหรือเสียหายจึงมักเกิดขึ้นที่ตลับลูกปืน การเลือกชนิดของตลับลูกปืนการถอดประกอบตลับลูกปืนและการบำรุงรักษา จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในเครื่องมือกล ตลับลูกปืนทำหน้าที่ลดความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้สามารถลดปริมาณพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรและเนื่องจากความเสียดทานที่ลดลง จึงช่วยเพิ่มสมรรถนะในการทำงานของเครื่องจักร ลดการสึกหรอ มีผลให้การดูแลรักษาง่ายขึ้น



รูปที่ 2.15 ลูกปืน

ที่มา :มานพ ตันตระกูล (2525 : 28)

2.2.6 เฟือง

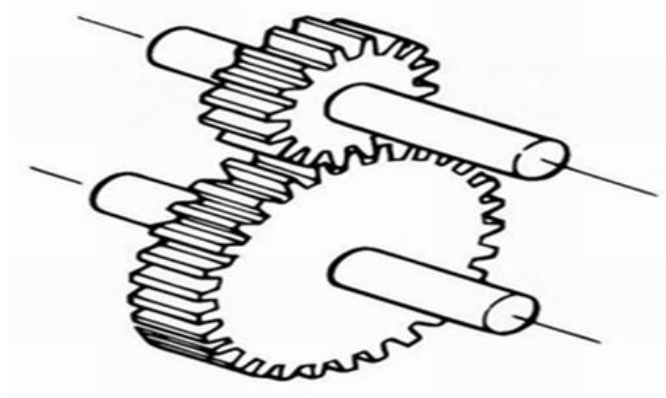
เฟืองเป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างเป็นจานแบนรูปวงกลม ตรงขอบมีลักษณะเป็นแฉก เรียกฟันเฟือง ซึ่งสามารถนำไปประกอบเฟืองอีกตัวหนึ่ง ทำให้เมื่อเฟืองตัวแรกหมุน ตัวเฟืองที่สองจะหมุนไปในทิศทางตรงกันข้าม เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น โดยความเร็วรอบของเฟืองที่สองจะเกิดขึ้นกับอัตราส่วนจำนวนฟันเฟืองของตัวแรกเทียบกับตัวที่สอง ซึ่งอัตราส่วนนี้สามารถปรับให้เกิดเป็นความได้เปรียบเชิงกลได้ จึงถือเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่งด้วยคุณลักษณะนี้ เฟืองสามารถนำมาใช้

ส่งผ่านแรงหมุนปรับความเร็ว, แรงหมุน และทิศทางการหมุนในเครื่องจักรได้ โดยระบบเฟืองหรือระบบส่งกำลังนี้ มีความสามารถคล้ายคลึงกับระบบสายพาน แต่จะดีกว่าตรงที่ระบบเฟืองจะไม่สูญเสียพลังงานไปกับการยืดหดและการลื่นไถลของสายพานเมื่อเฟืองสองตัวขบกัน และกำลังหมุนเฟืองเล็กหมุนเร็วกว่าเฟืองใหญ่ แต่จะมีแรงหมุนน้อยกว่า และสังเกตว่าบริเวณขอบของทั้งสองเฟืองจะมีความเร็วเชิงเส้นเท่ากัน เฟืองจะมีหน้าที่การทำงาน คือ

1) การเพิ่มแรงและลดความเร็ว เฟืองจะทำหน้าที่เพิ่มแรงและลดความเร็วได้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน เช่น เฟืองตรง ทำงานโดยการหมุนรอบแกนเพลาลูกและส่งแรงหมุนนั้นไปยังเฟืองอีกตัวหนึ่งผ่านทางฟันของเฟืองทั้งสองที่ส่วนเฟืองที่สบกัน เฟืองที่ต่ออยู่กับต้นกำเนิดของแรงเรียกว่า เฟืองขับ ส่วนเฟืองที่สบบอยู่แล้วหมุนตามเรียกว่า เฟืองตาม โดยเฟืองทั้งสองตัวจะหมุนในทิศทางตรงตรงกันข้าม

2) การลดแรงและเพิ่มความเร็ว ถ้าเฟืองตรงที่ใช้เป็นเฟืองขับที่มีจำนวนฟัน 50 ซี่ และเฟืองตามจำนวนฟัน 10 ซี่ เมื่อเฟืองขับหมุนไป 1 รอบจะทำให้เฟืองตามหมุนไปถึง 5 รอบ การใช้งานลักษณะนี้เป็นการเพิ่มความเร็วในการหมุนให้มากขึ้นแต่จะมีแรงในหมุนน้อยลง

3) การเปลี่ยนแกนในการหมุน เฟืองดอกจอกมีลักษณะคล้ายกรวย ฟันของเฟืองดอกจอกมีทั้งแบบตรงและแบบเฉียง เฟืองดอกจอกมีหน้าที่ส่งกำลังเพื่อเปลี่ยนแกนการหมุนของเพลาลูก โดยจะใช้เฟืองดอกจอก 2 ตัวประกบทำมุม 90 องศา เช่น สว่านมือ



รูปที่ 2-16 เฟือง

ที่มา :มานพ ตันตระบัณฑิต (2525 : 112)

2.2.7 ลูกม้วนหรือลูกกลิ้งลำเลียง (Free Roller Conveyor)

ลูกกลิ้งลำเลียง หรือลูกม้วน คือ ลูกกลิ้งมีลักษณะเป็นทรงกระบอก โดยมีขนาดแตกต่างกันออกไปซึ่งขนาดของลูกกลิ้งจะมีขนาดตั้งแต่ 4-7 โดยแบ่งตามการใช้งาน ว่ารับ load มากน้อยแค่ไหน โดยหน้าที่ของลูกกลิ้ง คือตัวช่วยพยุงหรือรองรับสายพานให้คงรูป และเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรงได้โดยสะดวก โดยที่วัสดุบนสายจะไม่หล่นหรือร่วงเป็นตัวลำเลียงรองรับให้หมุนแล้วเคลื่อนที่ไปได้คล่องๆ



รูปที่ 2-17 ลูกกลิ้งลำเลียง หรือลูกม้วน

ที่มา : วสท. : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2556.

ส่วนประกอบของลูกกลิ้งจะประกอบด้วยปลอก ซีล ตลับลูกปืน โดยทั้งหมดจะถูกสวมอยู่บนเพลลา หากเมื่อลูกกลิ้งหมุนจะเกิดแรงเสียดทานเพราะส่วนประกอบเหล่านี้ จะมีแรงเสียดทานที่มีผลต่อแรงดึง แรงสายพานจะส่งผลต่อแรงชุดสายพานต้องใช้ขับเคลื่อนในระบบให้เคลื่อนที่ ดังในการออกแบบลูกกลิ้งจะต้องมีการเลือกใช้ตลับลูกปืนที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานสายพานลำเลียงด้วย

2.2.8 ใบมีด

ใบมีดคือ เครื่องมือชนิดแรกๆที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันมาอย่างยาวนาน เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับแทบจะทุกกิจกรรม ในการดำเนินชีวิต ไม่ว่าจะเป็นเฝือกฟัน หรือกลุ่มสังคมใดๆ ก็ตาม มีดเป็นเครื่องมือตัดเฉือนชนิดมีคมสำหรับใช้ สับ หั่น เฉือน ปาด บางชนิดอาจมีปลายแหลมสำหรับกรีด หรือแทง มักมีขนาดเหมาะสมสำหรับจับถือด้วยมือเดียวเครื่องใช้สำหรับฟัน ฝ่า จัก เหลา เป็นต้น ทำด้วยโลหะมีเหล็กเป็นต้น ใบมีด มีลักษณะเป็นแผ่น รูปยาวรี มีคมด้านหนึ่ง มีสันอยู่อีกด้านหนึ่ง หรือมีคมทั้ง ๒ ด้าน ปลายมีรูปร่างแหลมก็มี ป้านก็มี โคนมีดเป็นก้นรูปเดือยเรียว

แหลม หรือเป็นแผ่นสอดติดอยู่ในด้ามซึ่งมักทำด้วยไม้หรือพลาสติก มีชื่อเรียกต่าง ๆ ตามลักษณะและวัตถุประสงค์ที่ใช้



รูปที่ 2-18 ใบมีด

ที่มา : ออกแบบจากผู้ผลิตเครื่องไสไม้ไฟ

2.2.9 การสั่นสะเทือน (Vibration)

การสั่นสะเทือน คือ ปรากฏการณ์ของการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของวัตถุภายใต้ของแรงกระทำ ซึ่งอาจเป็นแรงภายในและภายนอกก็ได้ การแบ่งประเภทการสั่นการแบ่งประเภทการสั่นสามารถจะแบ่งได้หลายประเภท สำหรับในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการแบ่งการสั่นประเภทต่างๆ ที่สำคัญและพบเห็นในการศึกษาขั้นพื้นฐานนี้

1) การสั่นแบบอิสระหรือการสั่นแบบบังคับ

การสั่นแบบอิสระ(Free Vibration) คือการสั่นของระบบในลักษณะที่หลังจากมีการรบกวนระบบที่หยุดนิ่งอยู่ที่จุดสมดุลครั้งแรกเพื่อให้เกิดการสั่นขึ้นแล้ว การสั่นนั้นดำเนินการต่อไปโดยไม่มีแรงจากภายนอกมากระทำกับระบบอีกเลยการรบกวนระบบอาจจะเป็นการทำให้เกิดการขจัดเบี่ยงตันหรือทำให้เกิดความเร็วเริ่มต้นหรือทั้งสองแบบรวมกันก็ได้ การสั่นสะเทือนแบบบังคับ(Forced Vibration) คือการสั่นของระบบภายใต้แรงกระทำภายนอก ซึ่งแรงกระทำจากภายนอกนี้อาจจะเป็นแรงลักษณะซ้ำตัวเองหรือไม่ซ้ำตัวเองก็ได้ การสั่นลักษณะนี้ก็เช่นการสั่นเนื่องจากความไม่สมดุลของเครื่องจักรที่เกิดจากหมุนของลูกเบี้ยว สิ่งหนึ่งที่เรพบจากการสั่นแบบบังคับก็คือหากว่าความถี่ของแรงที่กระทำกับระบบนั้นไปพ้องกับความถี่ธรรมชาติของระบบพอดี การสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะที่มีช่วงกว้างการสั่นสูงมาก เราเรียกการสั่นลักษณะนี้ว่า การสั่นพ้อง(Resonance) ซึ่งผลการสั่นพ้องนี้มักจะทำให้เกิดความเสียหายกับโครงสร้างที่กำลังเกิดการสั่นอยู่ ยกเว้นระบบที่ต้องการให้สั่น

2) การสั่นแบบมีความหน่วงและไม่มี ความหน่วง

การสั่นแบบไม่มี ความหน่วง (Undamped Vibration) หมายถึงการสั่นที่ไม่มีการสูญเสียพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อมของระบบ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแรงเสียดทานหรือแรงต้านอื่นใด ซึ่งเมื่อระบบเคลื่อนที่แบบไม่มี ความหน่วงจะทำให้พลังงานรวมของระบบในระหว่างการเคลื่อนที่นี้มีค่าคงที่ การสั่นที่ไม่มี ความหน่วงในระบบของความจริงจะเกิดขึ้นได้ในโอกาสเท่านั้น เพราะวัตถุที่เกิดการเคลื่อนที่โดยทั่วไปแล้วจะเกิดการสูญเสียพลังงานบ้างอย่างน้อยที่สุดก็จะสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานกับอากาศรอบข้าง สำหรับระบบการสั่นสะเทือนแบบไม่มี ความหน่วงและเป็นการสั่นแบบอิสระความถี่ของการสั่นของระบบเรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ(Natural Frequency) ซึ่งความถี่ธรรมชาตินี้ถือว่าเป็นปริมาณที่มีความสำคัญมากในการออกแบบเพื่อป้องกันการสั่นของอุปกรณ์หรือโครงสร้าง การสั่นแบบไม่มี ความหน่วง(Damped Vibration) คือการสั่นที่เกิดการสูญเสียพลังงานในระหว่างเกิดการเคลื่อนที่ของระบบไม่ว่าจะมาจากสาเหตุใดก็ตาม ซึ่งเป็นผลทำให้พลังงานรวมของระบบมีค่าลดลง โดยทั่วไปแล้วการสั่นตามสภาพความเป็นจริงนั้นเป็นการสั่นแบบที่มี ความหน่วงแทบทั้งสิ้น

3) การวิเคราะห์สัญญาณการสั่นสะเทือนบนโดเมนความถี่

จากการสั่นสะเทือนไม่ว่าจะเป็นระยะการเคลื่อนที่ ความเร็ว ความเร่งนั้นขนาดโดยรวมของการสั่นสะเทือนระบุสาเหตุหรือที่มีของการสั่นสะเทือนทำให้ทราบถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนได้ ดังนี้

2.2.10 การเยื้องศูนย์กลาง (Eccentricity)

เกิดจากการผลิตและประกอบชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักรที่มีตำแหน่งจุดศูนย์กลางเพี้ยนไปจากที่กำหนดไว้ ทำให้ระยะห่างจากแกนหมุนไม่คงที่ คือ เส้นกึ่งกลางเพลลาไม่ซ้อนกับศูนย์กลาง การเยื้องศูนย์กลางหลายๆ แบบที่เกิดขึ้นบ่อยๆ คือ พูลเลย์เยื้องศูนย์กลาง ลูกเบี้ยวเยื้องศูนย์กลาง ตลับลูกปืน เพื่องเยื้องศูนย์กลาง การเยื้องศูนย์กลางคือสาเหตุที่สำคัญของการไม่สมดุล เพราะทำให้มวลด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางเพลลามากกว่าอีกด้านหนึ่งดังนั้นลักษณะการสั่นสะเทือนทุกๆไปจะเหมือนกับการสมดุล ตัวอย่างของข้อแตกต่าง ได้แก่การสั่นสะเทือนจะมีค่ามากในแนวจุดศูนย์กลางของเกียร์ที่ขบกันหรือของพูลเลย์เป็นต้น การเคลื่อนที่ซึกกลับไปมา(Reciprocating Action) เกิดจากการเคลื่อนที่ซึกกลับไปกลับมาของชิ้นส่วนของเครื่องจักร เช่นลูกเบี้ยวของเครื่องสูบลมคอมเพลสเซอร์เครื่องยนต์ การสั่นสะเทือนที่มีความซับซ้อนเพราะเกิดการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นเป็นจังหวะกลับไปกลับมา และชิ้นส่วนต่างๆมีช่องว่าง ทำให้เกิดการกระทบกัน(วูดวิชัย กปิลกาญจน์ 2528)

2.2.11 ความเร็วตัดและความเร็วรอบ

ความเร็วตัด หมายถึงความเร็วที่คมมีดตัดปวดผิวโลหะออกเมื่อขึ้นงานหรือมีดตัดหมุนไปครบ 1 รอบ มีหน่วยวัดเป็นเมตรต่อนาที (ม./นาที: m/m) หรือฟุตต่อนาที (ฟุต/นาที :ft/m)

ความเร็วรอบ หมายถึง ความเร็วที่ขึ้นงานหรือมีดตัดหมุนรอบต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยวัดเป็นรอบต่อนาที (RPM = Revolutions per minute) ความเร็วตัดเป็นมาตรฐานที่กำหนดมาให้ตามลักษณะของมีดตัด ชนิดของวัสดุ ความลึกของการป้อนกินวัสดุ

อัตราป้อน หมายถึงระยะการป้อนขึ้นงานหรือมีดตัดเข้าหารขึ้นงาน เมื่อขึ้นงานหรือมีดตัดหมุนครบหนึ่งรอบ มีหน่วยวัดเป็น มม./รอบ

ความเร็วขอบ หมายถึง ความเร็วเส้นของจุดใดจุดหนึ่งบนผิวขึ้นงาน ซึ่งมีใช้ในการหมุนของมู่เลย์ มีหน่วยวัดเป็นเมตร/วินาที ซึ่งงานเหล่านี้จะต้องหมุนเร็วมากแต่ความเร็วรอบเมื่อมาใช้ในงานนี้จะเรียกว่าความเร็วตัด คือสูตรคำนวณความเร็วตัดนั่นเองคูณด้วย 60 เพื่อเปลี่ยนเวลาให้เป็นวินาที

$$\text{สูตรความเร็วรอบ(} v \text{) (ม./นาที)} = \frac{\pi \times d(\text{มม.}) \times n(\text{รอบ/นาที})}{1000 \times 60}$$

สิ่งที่พิจารณาในการกำหนดความเร็วตัดและความเร็วรอบในการทำงานของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

ที่มา : (บรรเลง ศรีนิล และประเสริฐ ก้วยสมบูรณ์.2542.ตารางโลหะ,กรุงเทพมหานคร :สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.2.12 อัตราทด

อัตราทด หมายถึง การทดรอบกำลังส่งของมอเตอร์ให้กำลังส่งที่ช้าลงเพื่อให้การทำงานของมอเตอร์สอดคล้องกับพลูเลย์ โดยใช้สูตร คือ

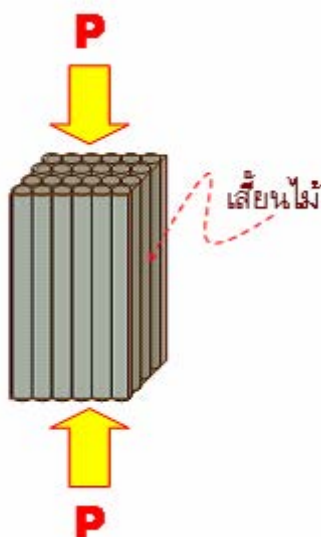
$$\text{สูตร อัตราทด} = \frac{\text{เส้นรอบวงมู่เลย์ตาม}}{\text{เส้นรอบวงมู่เลย์ขับ}}$$

2.2 การรับแรงอัดเพละไม้

ไม้เป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญเป็นวัสดุที่ทำงานได้ง่ายมีความคงทนและสวยงาม ไม้เป็นสนิม มีน้ำหนักเบา ไม่มีลักษณะเป็นวัสดุเส้นใย (Fiber Material) แบบท่อกลวงซึ่งเรียงซ้อนกันอยู่ เส้นใยของไม้จะมีความยาวขนานไปกับลำต้น ด้วยเหตุนี้ความแข็งแรงของไม้ในแนวต่าง ๆ จึงไม่เท่ากัน ความแข็งแรงไม้ในแนวขนานเส้นใย (Parallel to Grain) จึงแตกต่างกับความแข็งแรงของไม้ในแนวตั้งฉาก

เส้น (Perpendicular to Grain) เพื่อให้สามารถนำไม้มาใช้งานก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น การทดสอบนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดสอบคุณสมบัติของไม้ทางกลศาสตร์ ได้แก่ การรับแรงอัดของไม้ทั้งขนานเส้นไม้

2.2.1 การทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของไม้ในแนวขนานเส้น (Compression Parallel to Grain Test of Wood) แรงอัดของไม้ในแนวขนานเส้นขึ้นอยู่กับความต้านทานของเส้นใยเล็กๆ ที่รวมตัวกันขึ้นเป็นโครงสร้างไม้ เส้นใยแต่ละเส้นจะทำหน้าที่เสมือนเป็นเสากลวง (Hollow Column) เล็กๆ ดังรูปที่ 8.1 ที่ถูกค้ำจุนและให้ความค้ำจุนแก่เส้นใยอื่นๆ ที่อยู่รอบข้าง ถ้าหน่วยแรง (Stress) เพิ่มขึ้นจนถึงจุดแตกหัก (Failure) เส้นใยที่ทำหน้าที่ค้ำจุนเหล่านี้จะโก่งหรืองอแบบเดียวกับการแตกหักของเสาที่มีขนาดใหญ่



รูปที่ 2.4 ลักษณะการเรียงตัวของเส้นไม้

ที่มา :คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. 2559, 25 มกราคม.

2.2.2 เป็นการนำเอาไม้หลาย ๆ แผ่นมาอัดติดกันเป็นแผ่นที่กว้างเพื่อให้ได้ขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน โดยการใช้กาวหรือทาที่ขอบชิ้นงานทั้งสองด้านที่ประกบกัน แล้วใช้แคลมป์หรือแม่แรงอัดบีบทิ้งไว้ประมาณ 10 -20 ชั่วโมง ถึงนำมาใช้งานได้ ซึ่งรูปแบบการเพลาะมีหลายรูปแบบ เช่น การเพลาะแบบสลักเดือย การเพลาะแบบบังใบ ทำการบีบอัดชิ้นงานทั้ง 4 ด้านพร้อมๆกัน ด้วยแรงอัดที่เท่าๆกันทั้ง 4 ด้าน

2.3 การออกแบบเครื่องอัดเพลสไมไฟควบคุณอุณหภูมิ

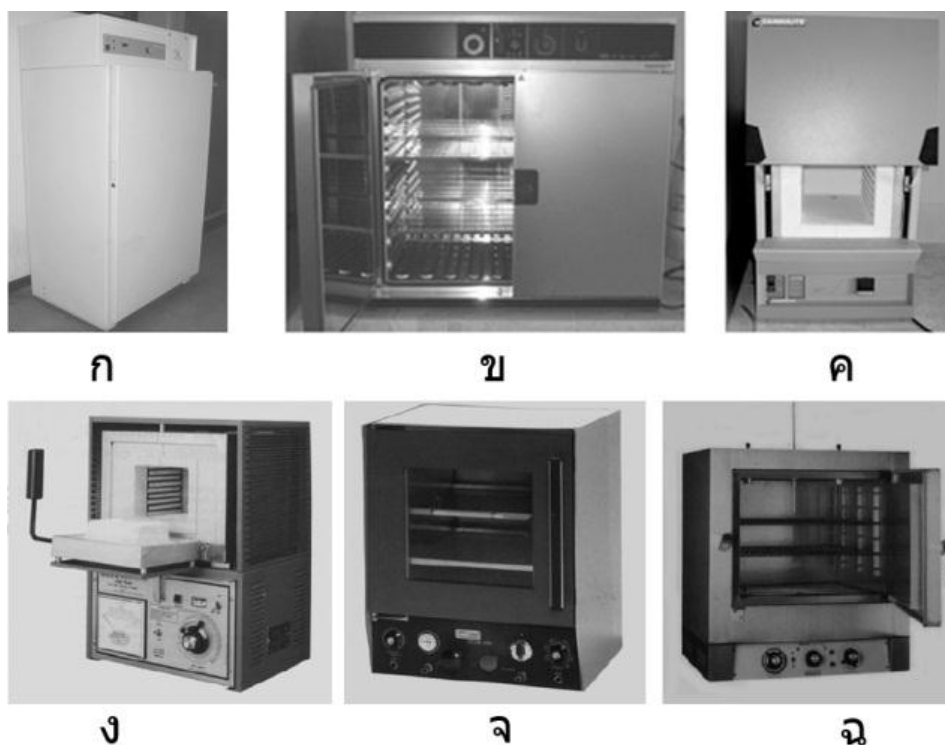
โดยกำหนดหลักเกณฑ์ ต้องมีกลไกการทำงานไม่ซับซ้อน และใช้งานง่าย มีขนาดเคลื่อนย้ายได้สะดวกอีกทั้งยังต้องซ่อมแซมบำรุงรักษาง่าย และมีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน

2.3.1 การส่งกำลังทางกลในการอัดเพลสไมจาก แม่แรงอัดไม้ (I Bar Clamp) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการปฏิบัติงานช่างทุกสาขาใช้สำหรับจับหรือยึดชิ้นงานให้แน่นเพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงานประเภทอื่นต่อไป เช่น ใช้ปากกาจับชิ้นงานในการจับไม้ โลหะ พลาสติกอื่น ๆ ในการเจาะ ตัด ตอก ขัด หรือตะไบ เป็นต้น โดย ปกติแล้วปากกาจับชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยกรรมวิธีฟอร์จจึงจะมีความแข็งแรงและคงทนกว่าปากกาจับชิ้นงานที่ผลิตจากเหล็กหล่อเป็นอย่างมาก

2.3.1.1 การคำนวณการถ่ายเทความร้อน พลังงานในรูปความร้อนจะถ่ายเทจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำเสมอ ปรากฏการณ์นี้โดยทั่วไปเรียกว่า การถ่ายเทความร้อน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี

ลมร้อนเป็นเครื่องมือพื้นฐานชนิดหนึ่งที่พบในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป เพราะใช้สำหรับการอบวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้แห้งใช้รักษาอุณหภูมิของปฏิกิริยาในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการบางชนิดให้คงที่ใช้ออบฆ่าทำลายเชื้อโรคใช้ออบเพาะเชื้อจุลินทรีย์ใช้เผาตัวอย่างให้เป็นเถ้า (ashing) เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงของอะตอมใช้หาความชื้นในตัวอย่างใช้เผากากกัมมันตรังสี ฯลฯ

1) หลักการทำงานความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนถูกถ่ายเทให้วัตถุ โดยกระบวนการนำความร้อน (conduction) การพาความร้อน (convection) และการแผ่รังสี (radiation) ความร้อนที่ถูกควบคุมอย่างเหมาะสมด้วยตัวไวความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวจากของเหลวเป็นไอหรือจากของแข็งเป็นไอ

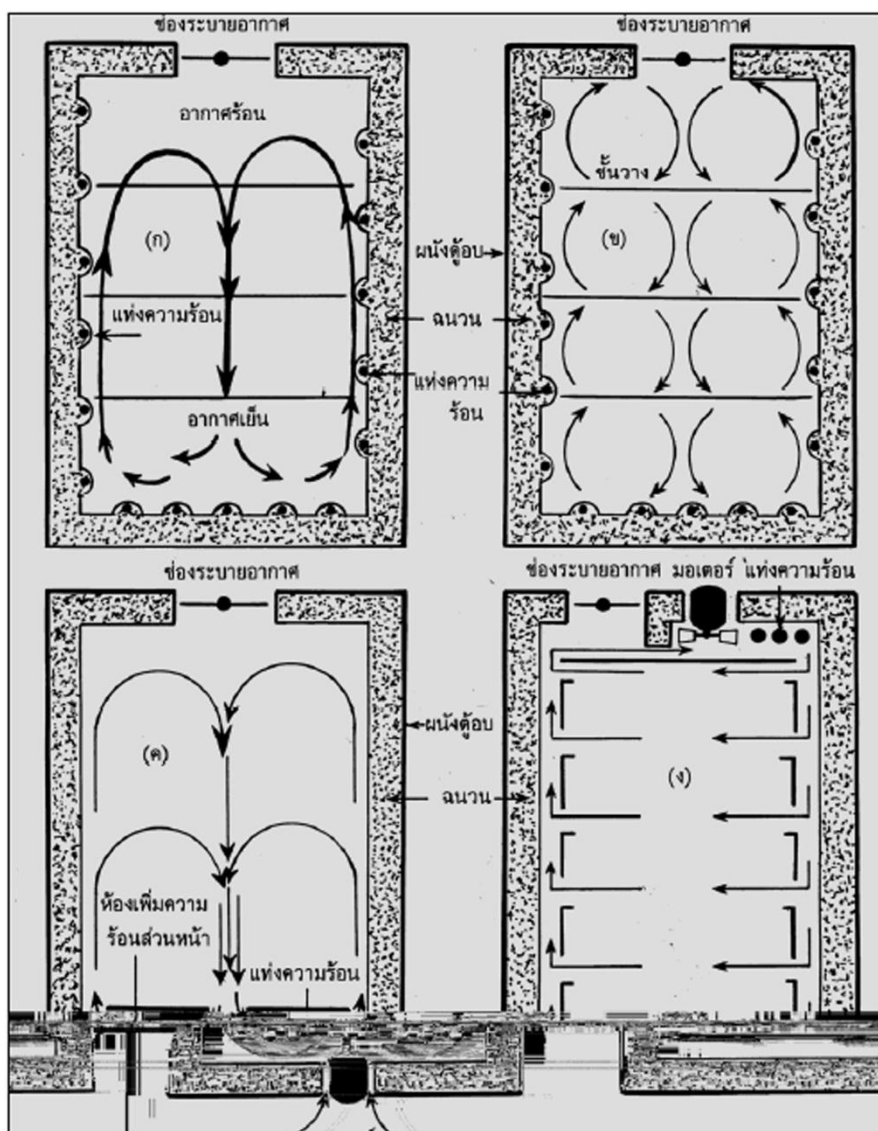


ภาพที่ 2.6 ตู้บลมรอน แบบบอบแหงขนาดใหญ่ ก ขนาดกลาง ข ตู้เผา ค, ง แบบบอบแหง
รวมกับระบบสุญญากาศ จ และตู้เพาะเชื้อ ฉ

2.1) ผนังตู้อบ โดยทั่วไปจะออกแบบให้มีการกระจายความร้อนภายในได้ดี และป้องกันการ สูญเสียความร้อนจากภายในสู่ภายนอกวัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นโลหะที่ไม่เป็นสนิมไม่ เปลี่ยนรูปร่าง และทำความสะอาดง่ายตัวอย่างเช่น เหล็กกล้าไร้สนิม หรือเหล็กพอสกันสนิม ผนังตู้อบอาจมี 2-3 ชั้น และมีฉนวนหนา 1-2.5 นิ้ว อยู่ระหว่างกลาง ฉนวนกันความร้อนที่ใช้ควรมีความ คงทนต่อความ ร้อน ไม่ดูดความชื้น และนำความร้อนไม่ดี ตัวอย่างเช่น โยแก้ว (glass wool) และ อิฐทนไฟ (fire brick) เป็นต้น

2.2) ตัวกำเนิดความร้อน การสร้างความร้อนไม่เกิน 1,000 °ซ. นิยมใช้แท่ง ความร้อนหรือลวด ความต้านทาน (resistance wire) ที่ทำจากโลหะผสมระหว่างนิกเกิลกับโครเมียม (นิโครม) เนื่องจากมีความทนทานต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับสารเคมีหลาย ๆ ชนิด ตัวอย่างเช่น คลอรีน (chlorine) โบรมีน (bromine) ไอโอดีน (iodine) และฟลูออรีน (fluorine) ฯลฯ. แต่ถาต้องการอุณหภูมิสูงกว่านี้ต้องใช้ตัว กำเนิดความร้อนที่ทำจาก silicon carbide, molybdenum disilicate หรือ Iron-chromium-aluminum การติดตั้งตัวกำเนิดความร้อนอาจพบได้ 2 แบบคือ แบบฝังในผนัง(embeded type) (ภาพที่ 7.3 ก, ข) แบบ ไม่ฝังในผนัง (opened type) (ภาพที่ 7.3 ค, ง) ซึ่งแบบไม่ฝังในผนังมีข้อดีในด้านการลดการสูญเสียความร้อนให้กับผนังตู้อบทำให้สามารถ

ใช้ตัวกำเนิดความร้อนกำลัง (วัตต์) ต่ำ ซึ่งช่วยประหยัดกระแสไฟฟ้าและยืดอายุการใช้งานของตัวกำเนิดความร้อนได้อีก



รูปที่ 2.7 การถ่ายเทความร้อนในตู้อบลมร้อนแบบอาศัยแรงโน้มถ่วง (ก,ข) และแบบใช้ พัดลม (ค,ง)

2.3) ช่องระบายอากาศ (air damper) สวณใหญ่ติดตั้งที่ด้านบนของตู้อบ มีสวณน้อยติดตั้งไว้ที่ ด้านหลังตู้อบ มีหน้าที่ระบายควัน ไอน้ำ หรือไอสารเคมีออกจากตู้อบ ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียความร้อน อันเนื่องมาจากการมีความชื้นในตู้อบมาก ช่องระบายอากาศสวณใหญ่ปรับ

ขนาดของรูระบายได้ เพื่อให้ไอน้ำระบายออกได้อย่างเหมาะสม โดยที่สูญเสียความร้อนออกทางของระบายอากาศน้อยที่สุด

2.4) ระบบถ่ายเทความร้อนที่นิยมใช้มีอยู่ 2 แบบ คือ

2.4.1) การพาความร้อนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง(gravity convection) ทำงานโดยอาศัยความแตกต่างของน้ำหนักของอากาศที่ร้อนและเย็น ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนอย่างช้า ๆ ของให้อากาศเย็นไหลเข้า (intake port) มักจะอยู่ส่วนล่างของตู้อบ อากาศร้อนบางส่วนไหลออกทางของ ระบายอากาศด้านบน (ภาพที่ 7.3 ก) ทำให้ระบบนี้มีผลเสียอยู่หลายประการคือ

2.4.2) หลังจากจ่ายกระแสไฟฟ้ากับตัวกำเนิดความร้อน ต้องใช้เวลานานในการทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นถึงอุณหภูมิที่ต้องการ เนื่องจากการสูญเสียความร้อนให้กับผนังตู้อบ

2.4.3) อุณหภูมิภายในพื้นที่ใช้งานเปลี่ยนแปลง (temperature fluctuation) ได้ง่ายเมื่อ เปิดประตูตู้อบ(พื้นที่ใช้งาน หมายถึง พื้นที่ภายในตู้อบเหนือชั้นวางสุตรวมกับพื้นที่ที่ห่างจากผนังทุกๆ ด้านไม่น้อยกว่า 3 ซม.)

2.4.4) อุณหภูมิภายในพื้นที่ใช้งาน ณ ที่จุดต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ ณ จุด กึ่งกลางของพื้นที่ใช้งานแตกต่างกันมาก เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนไม่ดี

2.4.5) ถ้าใส่วัตถุในตู้อบมากจะทำให้วัตถุได้รับความร้อนไม่เท่ากัน กล่าวคือวัตถุที่อยู่ใกล้ตัวกำเนิดความร้อน จะร้อนกว่าวัตถุที่อยู่ไกลกว่า (ภาพที่ 7.3 ข) ซึ่งจากการทดลองพบว่าวิธีนี้ทำให้อุณหภูมิแตกต่างกันในช่วง 3-5 °ซ. ในขณะที่การถ่ายเทความร้อนด้วยพัดลมมีความแตกต่างของ อุณหภูมิน้อยกว่า (0.1 °ซ.)

2.5) การพาความร้อนโดยใช้พัดลม (mechanical convection) นิยมใช้มอเตอร์หมุนพัดลมชนิด เหนี่ยวนำ (induction motor) ซึ่งไม่ต้องการการดูแลมากเพราะไม่ได้ใช้แปรงถ่าน มอเตอร์ดังกล่าวจะ ทำหน้าที่หมุนพัดลม ซึ่งอาจถูกติดตั้งไว้ที่ส่วนล่างของตู้อบเพื่อเสริมการพาความร้อนในแนวตั้ง (vertical convection) (ภาพที่ 7.3 ค) หรือติดตั้งไว้ที่ส่วนบนของตู้อบ เพื่อเสริมการพาความร้อนในแนว ราบ(horizontal convection) (ภาพที่ 7.3 ง) การใช้พัดลมทำให้เกิดผลดีอยู่ 4 ประการคือ

2.5.1) ใช้เวลาในการทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นสั้นกว่า เนื่องจากอากาศภายนอกที่ถูกดูดเข้ามา ภายในตู้อบจะผ่านตัวกำเนิดความร้อนโดยตรง

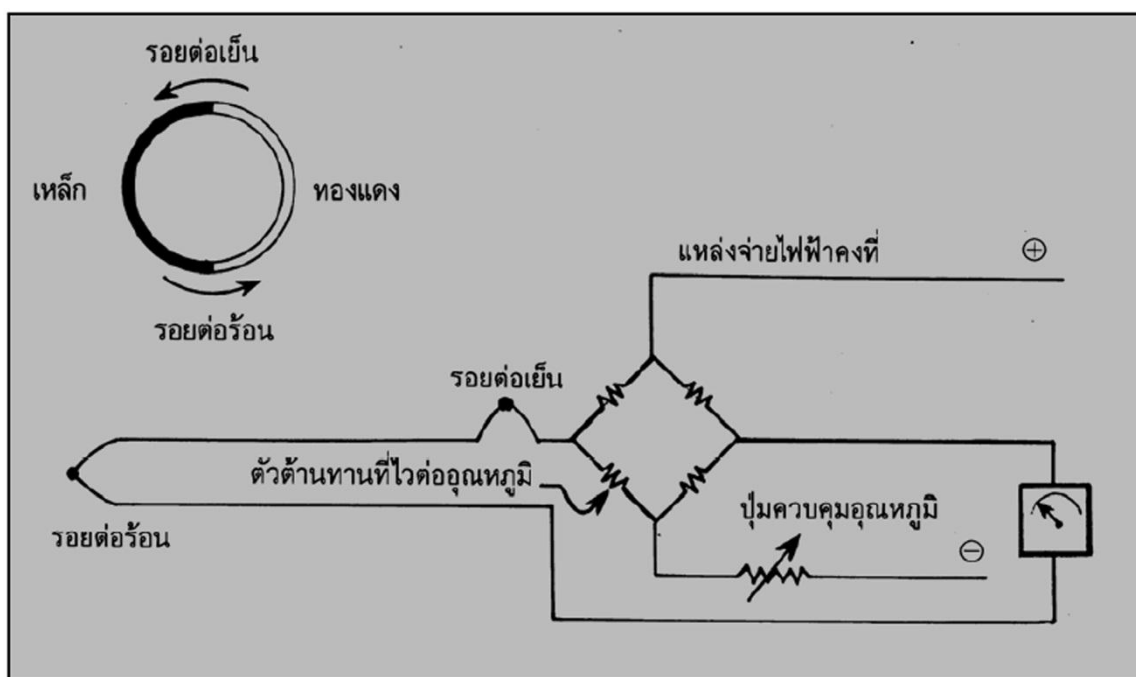
2.5.2) อุณหภูมิภายในตู้อบเปลี่ยนแปลงน้อยเมื่อเปิดประตูตู้อบ เพราะอากาศที่ถูกดูดเข้ามาด้วยพัดลมถูกทำให้อุ่นขึ้นก่อน เมื่อผ่านห้องเพิ่มความร้อนล่วงหน้า (preheating chamber) ตลอดเวลา

2.5.3) อุณหภูมิทุก ๆ จุดภายในตู้อบค่อนข้างสม่ำเสมอ ถึงแม้ว่าจะใส่วัตถุอบเต็มที่ เนื่องจากพัดลมช่วยให้เกิดการถ่ายเทความร้อนที่ดีกว่า

2.5.4) มีเวลาสำหรับเพิ่มอุณหภูมิ 1 °ซ. หลังจากเปิดประตูตู้อบกว้างที่สุดนาน 1 นาที (recovery time) น้อย

2.6 ตัววัดความร้อน(temperature sensor) มีหน้าที่ป้อนสัญญาณให้วงจร หรือระบบควบคุม อุณหภูมิ หรือป้อนสัญญาณในระบบอาคารอุณหภูมิ ตัววัดความร้อนที่นิยมใช้มีหลายชนิด คือ

2.6.1) เทอร์มोकัปเปิล (thermocouple) ประกอบด้วยโลหะ 2 ชนิด เชื่อมต่อกัน รอยต่อ อันหนึ่งอยู่ที่อุณหภูมิต่ำเรียกว่า “รอยต่อเย็น” หรือ “cold junction” หรือ “reference junction” รอยต่อ อีกอันหนึ่งอยู่ในที่อุณหภูมิสูงกว่าเรียกว่า “รอยต่อร้อน” หรือ “hot junction” หรือ “thermocouple” ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างรอยต่อทั้งสองทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร แต่จะไม่มี กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเมื่ออุณหภูมิที่รอยต่อทั้งสองเท่ากัน ในทางทฤษฎีต้องรักษาอุณหภูมิของ รอยต่อเย็นให้คงที่เพื่อเป็นตัวอ้างอิง แต่ในทางปฏิบัติกระทำได้ยาก จึงต้องใช้ตัวต้านทานที่ไวต่ออุณหภูมิต่อชดเชยความไม่คงที่ของรอยต่อเย็น (ภาพที่ 7.4) หรืออาจชดเชยความผิดพลาดโดยใช้โลหะ ผสมที่มีความต้านทานต่ำกว่าโลหะที่ใช้ทำเทอร์มोकัปเปิลทำสายต่อในวงจร



รูปที่ 2.8 การถ่ายเทความร้อนในตู้อบร้อนแบบอาศัยแรงโน้มถ่วง (ก,ข) และแบบใช้ พัดลม (ค,ง)

การวัดอุณหภูมิและการควบคุมความรอนนิยมใช้เทอร์มอคัปเปิล เพราะมีช่วงอุณหภูมิใช้งาน กว้าง มีราคาถูก และมีรูปร่างหลายแบบสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเครื่องมือประเภทต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

คุณสมบัติของเทอร์มอคัปเปิลแตกต่างกันตามชนิดของโลหะที่นำมาเชื่อมต่อกัน (ตารางที่ 7.1) ชนิด B มีอายุการใช้งานนานและใช้วัดอุณหภูมิที่สูง ชนิด J มีราคาถูกจึงเหมาะสำหรับใช้งานทั่ว ๆ ไป สามารถใช้ในสุญญากาศได้ แต่แก๊สไฮโดรเจนจะทำให้เกิดการเปราะ ชนิด R และชนิด S ใช้งานได้ดีในที่อุณหภูมิสูง และทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ชนิด E ทนต่อการกัดกร่อนจากความร้อนและใช้ในสุญญากาศได้ และยังให้สัญญาณการตอบสนองต่ออุณหภูมิดีมาก (6.317 mV ที่ 100 °ซ.) ชนิด K ใช้งานได้ทั่ว ๆ ไป แต่ถ้าใช้ในสุญญากาศหรือมีออกซิเจนต่ำอายุการใช้งานจะลดลง ชนิด T เหมาะสำหรับการใช้ในสุญญากาศและทนต่อการกัดกร่อนจากความร้อน

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเทอร์มอคัปเปิลชนิดต่าง ๆ

ชนิด	องค์ประกอบ	อุณหภูมิใช้งาน (°ซ.)	ความผิดพลาด (°ซ.)	สัญญาณไฟฟ้า (รอยต่อเย็น °ซ.)
B	Pt : 30% Rh Pt : 6% Rh	0-1,500	$\pm 3 - \pm 4$	1.241 mV ที่ 5 °ซ.
E	Ni-Cr : Constantan (chromel)	-200-850	± 3	6.317 mV ที่ 100 °ซ.
J	Iron : Constantan	-200-850	$\pm 1 - \pm 3$	5.268 mV ที่ 100 °ซ.
K	NiCr : NiAl (chromel:alumel)	-200-1,100	$\pm 0.7 - \pm 3$	4.095 mV ที่ 100 °ซ.
R	Pt:13% Rh-Pt	0 – 1,500	$\pm 1 - \pm 2$	4.47 mV ที่ 500 °ซ.
S	Pt : 10% Rh-Pt	0-1,500	± 3	4.234 mV ที่ 500 °ซ.
T	Cu : Constantan	-250-400	± 1	4.277 mV ที่ 500 °ซ.

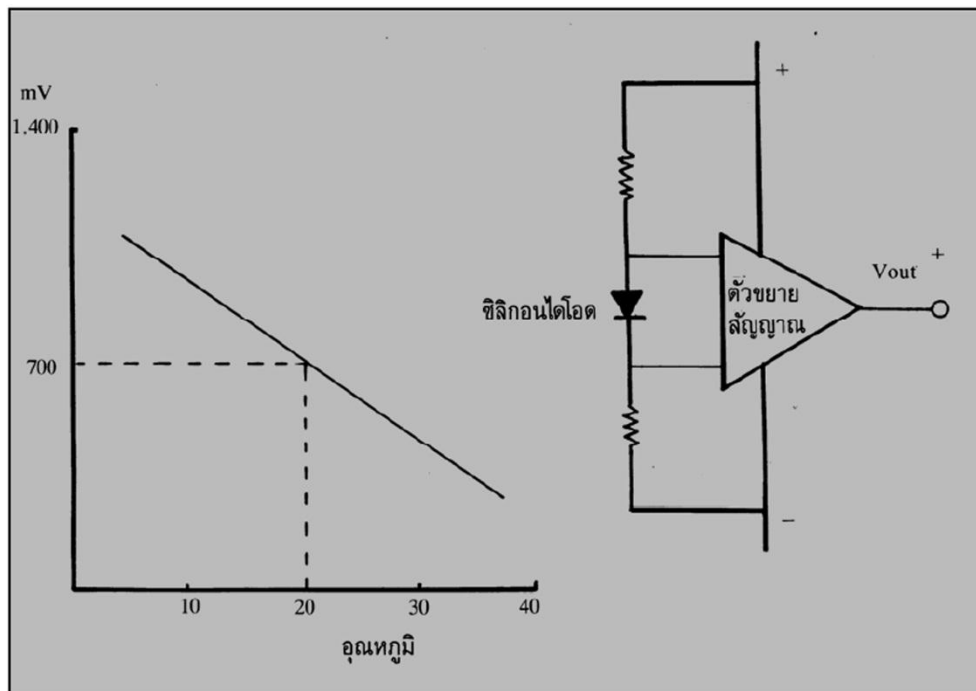
2.6.2) เทอร์มิสเตอร์(thermistor) เทอร์มิสเตอร์มาจากคำว่า “Thermal” ซึ่งหมายถึงความร้อน ผสมกับคำว่า “resistor” ซึ่งหมายถึงตัวต้านทาน ดังนั้นเทอร์มิสเตอร์จึงหมายถึง สารที่เปลี่ยนแปลง ความต้านทานเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงสารเหล่านี้อาจเป็นสารกึ่งตัวนำหรือโลหะผสม

เทอร์มิสเตอร์ มีอยู่ 2 ชนิดคือ ชนิดที่ความต้านทานลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น(negative coefficient thermistor) ชนิดที่ความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น(positive coefficient thermistor) สำหรับประเภทหลักมักเป็นสารผสมของ Ba, Pb และ strontium titanate แต่ไม่นิยมใช้ เทอร์มิสเตอร์แบบแรกเป็นออกไซด์ของเหล็ก แมงกานีส ซิลิเคท โคบอลท ทองแดง ไททาเนียม ฯลฯ. ออกไซด์เหล่านี้ถูกห่อหุ้มไว้ด้วย อีพอกซี (epoxy) เซรามิก(ceramic) หรือแก้วเพื่อป้องกันการเสียหายจากการกระแทกหรือถูกกัดกร่อน มีขนาดเล็กตั้งแต่ 1-2.5 มม. จนถึงขนาด 5-25 มม. มี ความต้านทานประมาณ 10 กิโลโอห์มที่ 0 °ซ. และ 200 โอห์มที่ 100 °ซ.

เทอร์มิสเตอร์สามารถใช้งานได้ในช่วง -100 ถึง 300 °ซ. โดยไม่จำเป็นต้องใช้เทอร์มิสเตอร์หลายอัน เนื่องจากมีความต้านทานภายในตัวเองสูง ถึงแม้ว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและความต้านทานที่ลดลงจะมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นโค้งเอกซ์โพเนนเชียล(exponential curve) ก็ตาม แต่ในช่วงอุณหภูมิที่แคบ (0-100 °ซ.) สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์มิสเตอร์มีความถูกต้องสูงมาก (ผิดพลาดไม่เกิน 0.001 °ซ.) เทอร์มิสเตอร์จึงเหมาะสำหรับการทำงานในช่วงอุณหภูมิไม่สูงมากนัก

2.6.3 สารกึ่งตัวนำ(semiconductor) ซิลิกอนไดโอด(silicon diode) มีการตอบสนองต่อ อุณหภูมิเป็นเส้นตรงในช่วง -50 °ซ. ถึง 150 °ซ. ให้สัญญาณไฟฟ้าประมาณ 700 mV ที่อุณหภูมิ 20 °ซ. หรือ -2 mV/ °ซ. (ภาพที่ 7.5) แต่ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 200 °ซ.

ในระยะหลังได้มีการพัฒนาไอซี ซึ่งรวมเอาทั้งไดโอดและวงจรขยาย สัญญาณไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถใช้งานได้ในช่วง -50 °ซ. หรือสูงกว่า และให้สัญญาณไฟฟ้าที่สูงขึ้นเป็น 10 mV/ °ซ. และมี ความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ที่ -273 °ซ.



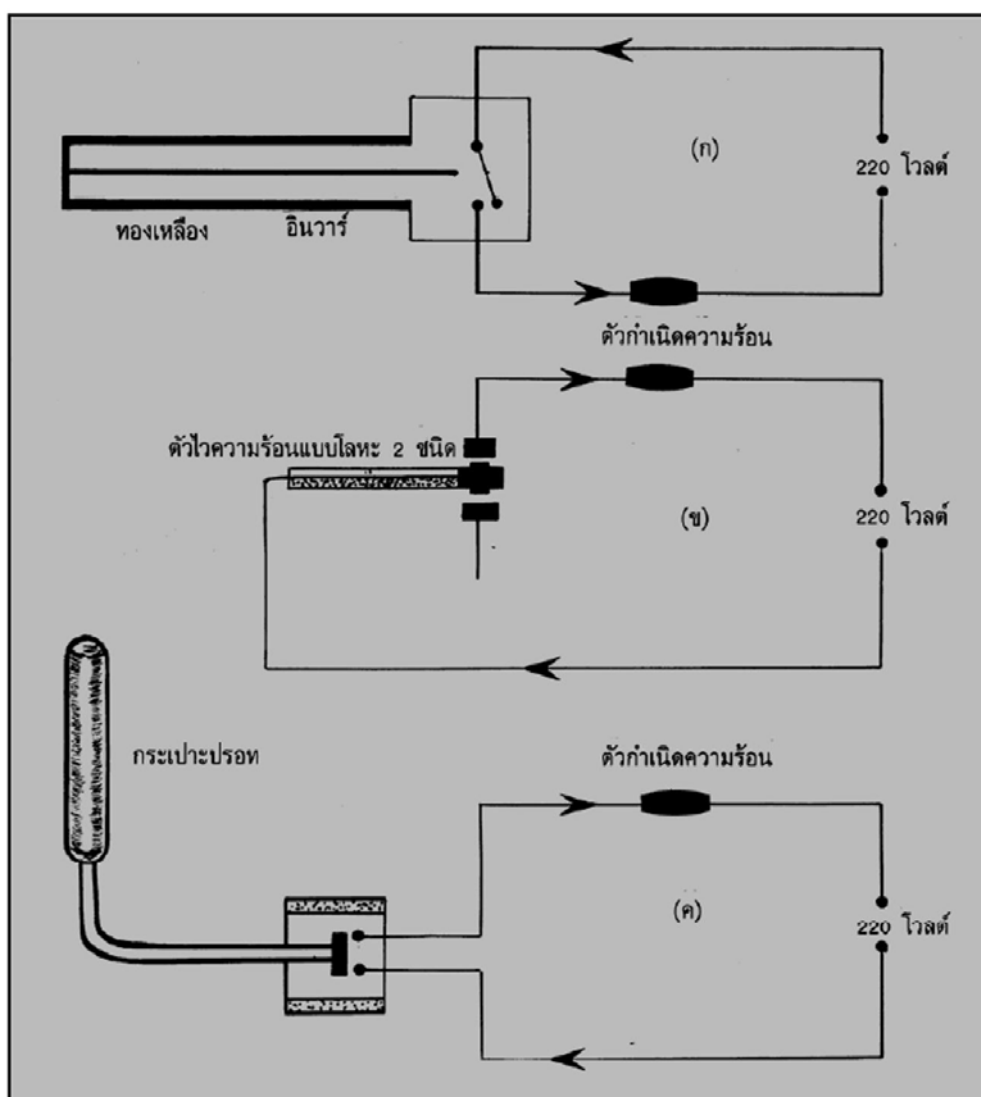
รูปที่ 2.9 การตอบสนองและการต่อวงจรเพื่อใช้งานของซิลิกอนไดโอด

2.6.4 โลหะบริสุทธิ์ มีโลหะบริสุทธิ์หรือเกือบบริสุทธิ์หลายชนิดที่สัมประสิทธิ์ของความต้านทานต่ออุณหภูมิ (temperature coefficient of resistivity) มีค่าคงที่และมีค่าสูง ตัวอย่างเช่น พลาตินัม ($0.03927\%/^{\circ}\text{K}$) นิเกิล ($0.0066\%/^{\circ}\text{K}$) ทองแดง ($0.00393\%/^{\circ}\text{K}$) เงิน ($0.0038\%/^{\circ}\text{K}$) และ ทังสเตน ($0.0045\%/^{\circ}\text{K}$) ฯลฯ. แต่ชนิดที่นิยมเอามาใช้ควบคุมความร้อนได้แก่ พลาตินัมและนิเกิล เนื่องจากความต้านทานของโลหะแปรผันโดยตรงกับความยาวและอุณหภูมิที่สูงขึ้น แต่แปรผกผันกับ พื้นที่หน้าตัดของโลหะ ดังนั้นเมื่อความยาวและพื้นที่หน้าตัดคงที่ ความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงจึง สะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทางอ้อม

2.6.4.1 ชนิดพลาตินัม (platinum resistance temperature detector, RTD) สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ -200 ถึง 800°C . ความต้านทานเพิ่มขึ้นประมาณ 38.5 โอห์มเมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 0°C . เป็น 100°C . ตัวไวความร้อนชนิดนี้มีความแม่นยำในการตรวจวัดอุณหภูมิมาก กล่าวคือมีค่า เปลี่ยนไม่เกิน $0.1^{\circ}\text{C}/\text{p}$ หลังจากการปรับใหญ่ถูกต้องแล้ว มีเสถียรภาพดีที่อุณหภูมิสูง และสามารถลด ความยาวของเส้นลวดได้ โดยการเพิ่มจำนวนเส้นลวดพลาตินัมในส่วนที่ใช้วัดความร้อน แต่มีข้อเสีย อยู่บางตรงที่มีราคาสูงและการตอบสนองต่อความร้อนค่อนข้างช้า

2.6.4.2 ชนิดนิเกิล มีราคาถูกกว่าชนิดพลาตินัมมาก มีช่วงการใช้งาน -200°C . ถึง 350°C . นิยมใช้งานในเครื่องมือทั่ว ๆ ไปที่ไม่ต้องการความถูกต้องของอุณหภูมิมากนัก ตัวอย่างเช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำร้อน

2.6.5 การขยายตัวของของแข็ง (solid expansion) ควบคุมความร้อนโดยอาศัยการขยายตัวของของแข็งซึ่งส่วนใหญ่เป็นโลหะ ถูกนำมาใช้ควบคุมอุณหภูมิมาก เพราะมีราคาถูกมากและมีความผิดพลาดอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้สำหรับงานทั่ว ๆ ไป ในการประยุกต์ใช้งานอาจพบในรูปแท่งโลหะ (rod sensing probe) (ภาพที่ 7.6 ก) ซึ่งประกอบด้วยแท่งโลหะที่ขยายตัวน้อย (ตัวอย่างเช่น Invar) อยู่ ด้านในเพื่อให้เป็นความยาวอ้างอิง ส่วนด้านนอกเป็นโลหะทองเหลืองซึ่งจะหดตัวหรือขยายตัวตาม อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ความยาวของแท่ง ทองเหลืองจะควบคุมสวิทช์ ซึ่งต่อไปยังภาคจ่าย กระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2.10 ตัวไวความร้อนชนิดอาศัยการขยายตัวของของแข็ง (ก,ข) และอาศัยการขยายตัวของของเหลว (ค)

ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบแผ่นโลหะ 2 ชนิด (bimetal strip) ที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวไม่เท่ากัน ประกบติดกัน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นโลหะจะงอตัวไปทางโลหะด้านที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำกว่า (ภาพที่ 7.6 ข) การโค้งตัวของแผ่นโลหะ ทำให้เกิดการตัดหรือต่อสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าเพื่อรักษาอุณหภูมิให้คงที่อยู่เสมอ

5.6 การขยายตัวของเหลว (liquid expansion) ของเหลวที่นิยมใช้ได้แก่ปรอท เพราะมีสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวสูงมาก อาจพบในรูปของการบรรจุปรอทในท่อโลหะ (ทองแดง เหล็กกล้าไร้สนิม) ที่มีรูขนาดเล็กและสม่ำเสมอ ปลายด้านหนึ่งเป็นกระเปาะใหญ่กว่า อาจทำเป็นรูปตัวยูเป็นแท่งตรง (รูปที่ 7.6 ค) หรือชนิดแบบสปริง ปลายอีกด้านหนึ่งต่อกับกลไกซึ่งจะตัดต่อสวิตช์ไฟฟ้าเมื่อปรอทขยายตัวหรือหดตัว

6. ตัวควบคุมอุณหภูมิ (temperature controller) แบ่งเป็น 2 แบบคือ แบบกล (mechanical type) ที่อาศัยการเคลื่อนที่ของกลไก และแบบอิเล็กทรอนิกส์ (solid state type)

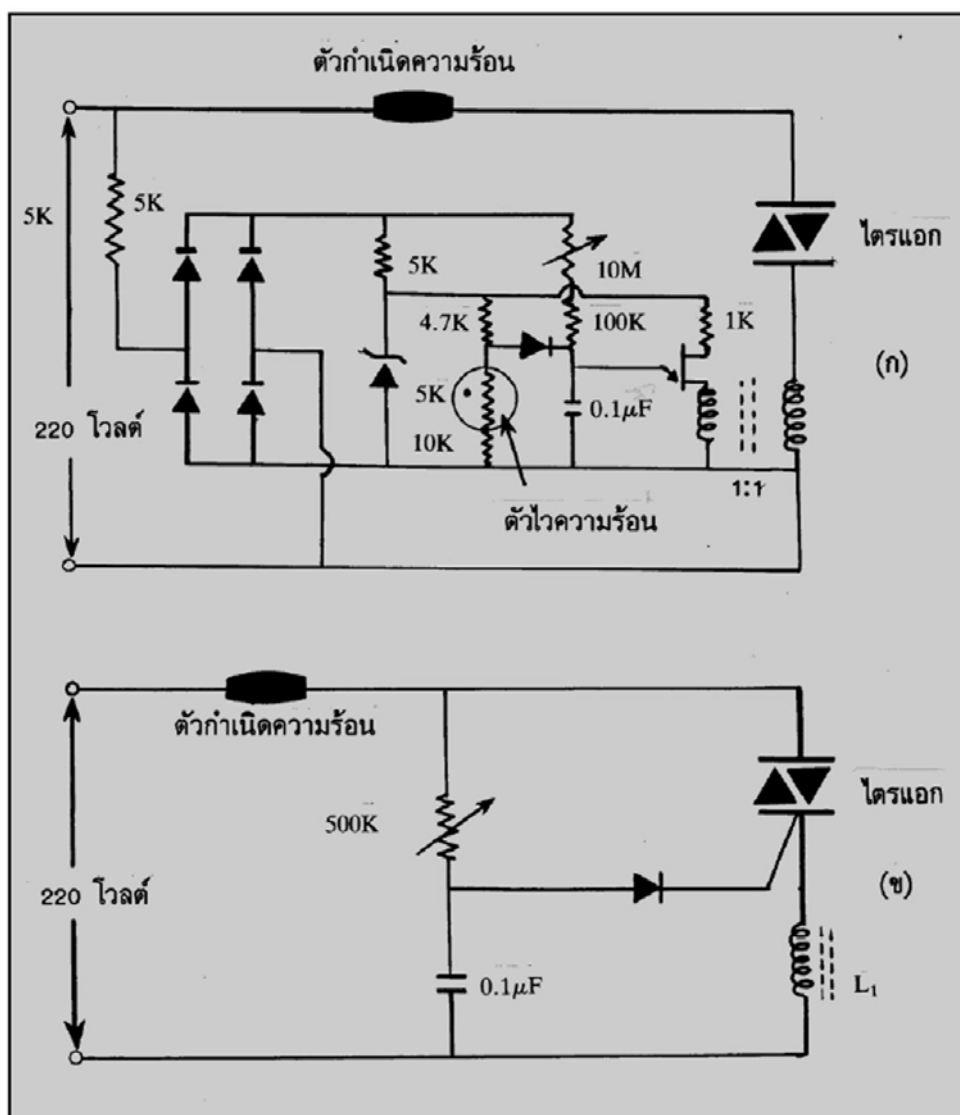
6.1 แบบกล ทำงานโดยการตัด (OFF) หรือต่อ (ON) กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับตัวกำเนิด ความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสของสวิตช์ไฟฟ้าซึ่งถูกควบคุมโดยตัววัดความร้อนแบบกล ส่วนใหญ่มีความไวในการควบคุมอุณหภูมิต่ำ จึงเหมาะสำหรับควบคุมอุณหภูมิในเครื่องมือที่ไม่ต้องการความแม่นยำในการควบคุมอุณหภูมิมากนัก

6.2 แบบอิเล็กทรอนิกส์ มีอยู่หลายชนิด ตัวอย่างเช่น

6.2.1 แบบเปิดปิด (ON/OFF) ทำงานโดยการรับสัญญาณจากตัววัดความร้อน แล้วตัดหรือ ต่อวงจรไฟฟ้าของตัวกำเนิดความร้อนด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางชนิด ตัวอย่างเช่น เอสซีอาร์ (SCR) ไตรแอก หรือทรานซิสเตอร์ ฯลฯ ในขณะที่เปิดวงจรไฟฟ้าตัวกำเนิดความร้อนจะดึงกระแสไฟฟ้าอย่างเต็มที่และ ต่อเนื่องตามวัตต์ของตัวกำเนิดความร้อน ดังนั้นจึงเกิดการกระชากกระแสไฟฟ้ามาก และอุณหภูมิจะสูงขึ้น อย่างรวดเร็ว จึงเหมาะสมสำหรับการใช้งานในตูอบแห้ง

6.2.2 แบบสัดส่วน (proportional control) เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความไวสูง และตอบสนองต่อการควบคุมอุณหภูมิได้เร็ว ตัวกำเนิดความร้อนได้รับกระแสไฟฟ้าอย่างเต็มที่หลังจากเปิดวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้า แต่เมื่อถึงช่วงแตกต่างแคบ ๆ (ปรับได้ด้วยปุ่มปรับอัตราการขยาย, gain) ระหว่างอุณหภูมิจริงและอุณหภูมิที่กำหนดไว้ กระแสไฟฟ้าจะถูกตัด และถูกควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้า เป็นช่วง ๆ ของเวลา ซึ่งจะเป็เวลาามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ความแตกต่างของช่วงอุณหภูมิดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อให้อุณหภูมิคงที่ ณ อุณหภูมิที่กำหนดไว้

ภาพที่ 2.10 ก เป็นตัวอย่างวงจรควบคุมอุณหภูมิแบบสัดส่วนอย่างง่ายแต่มีประสิทธิภาพดี กล่าวคือผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 1 จากอุณหภูมิที่กำหนดไว้ ถึงแม้ว่ากระแสไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงถึงร้อยละ 10 แต่การตัดต่อกระแสไฟฟ้าของไตรแอก อาจสร้างคลื่นรบกวนความถี่ต่ำ และความถี่ปานกลาง ที่สามารถรบกวนเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ในบริเวณใกล้เคียง



รูปที่ 2.11 วงจรควบคุมความร้อนแบบสัดส่วน (ก) และแบบควบคุมเฟส (ข)

6.2.3 แบบควบคุมเฟส(phase control) รูปที่ 7.7 ข เป็นวงจรอย่างง่ายที่ใช้ไดรแรก ควบคุม ไดรแรกจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ เมื่อขาเกต(gate) ถูกกระตุ้นด้วยกระแส ไฟฟ้าที่ ผ่านมา ทางไดโอด และหยุดนำกระแสไฟฟ้าเมื่อครบครึ่งคลื่น(half cycle) ของกระแสที่ขาเกต ตัวต้านทานปรับค่าได้ (500 K) มีหน้าที่จำกัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จะอัด(charge) เขาคตัวเก็บประจุ ซึ่ง ถ้าตัวเก็บประจุมีโวลตสูงขึ้นถึงประมาณ 30-32 โวลต จะกระตุ้นให้ไดโอดทำงานในระยะสั้น ๆ หลังจากนั้นจึงเริ่มเก็บประจุและกระตุ้นให้ไดโอดทำงานใหม่เรื่อย ๆ ไป

ดังนั้นการควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวกำเนิดความร้อน จึงกระทำได้โดยการ ปรับความต้านทาน(500K) สวน L 1 เปนโซกส(choke) ซึ่งทำหน้าที่ตัดสัญญาณรบกวนเมื่อไตรแอกทำงาน แต่เนื่องจากโวลตของกระแส ไฟฟ้ามัผลต่อการทำงานของวงจรด้วย ในบางวงจรจึงเพิ่ม ซีเนอร์ไดโอด(zener diode) เพื่อควบคุมโวลตภายในวงจรให้คงที่

7. ประตุตูบ ปกติจะมีประตุ 1 บานแต่ถ้าต้องการรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่มาก ๆ ตัวอย่างเช่น ตูเพาะเชื้อ อาจมีประตุกระจกชั้นในเพิ่มขึ้นอีก 1 บาน เพื่อให้สามารถมองเห็นวัตถุ ภายในโดยไม่จำเป็นต้องเปิดประตุตูบบ่อย ๆ

8. ชั้นวาง อาจทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม เหล็กชุบนิเกิล หรือเหล็กชุบพลาสติก แต่ควรเปนชนิดที่ปรับระดับได้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

9. นาฬิกาตั้งเวลา มีทั้งชนิดที่เดินด้วยลานหรือใช้กระแสไฟฟ้า มีช่วงการตั้งเวลาสูงสุดได้แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

10. สวิตซ์ตัดการทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน(overheating cut-off switch) มีความจำเป็นมาก เนื่องจากเปนระบบปลอดภัยเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยหรือไฟไหม้วัตถุภายในตูบ เพราะระบบ ควบคุมอุณหภูมิอาจเสียที่เวลาใดเวลาหนึ่งได้เสมอปกติจะปรับไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิใช้งาน 5-20 °ซ.

11. ช่องดูดอากาศออก พบในตูบลมร้อนชนิดใช้สัญญาณอากาศ ช่วยทำให้การระเหยของของเหลวเร็วขึ้น

12. ช่องเติมอากาศ พบในตูบชนิดพิเศษบางแบบอาจเติมแกสคาร์บอนไดออกไซด์ หรือแกสไนโตรเจนเข้าในตูบตามวัตถุประสงค์ของงานนั้น ๆ

13. อุปกรณ์หมุนเวียนอากาศภายใน (stirring device) เปนพัดลมหมุนเวียนอากาศภายในตูบโดยไม่ไดดูดเอาอากาศภายนอกเขามารวมหมุนเวียนด้วย พบเฉพาะในตูบที่มีขนาดใหญ่มาก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของตูบ

2.4 การออกแบบฐานข้อมูล

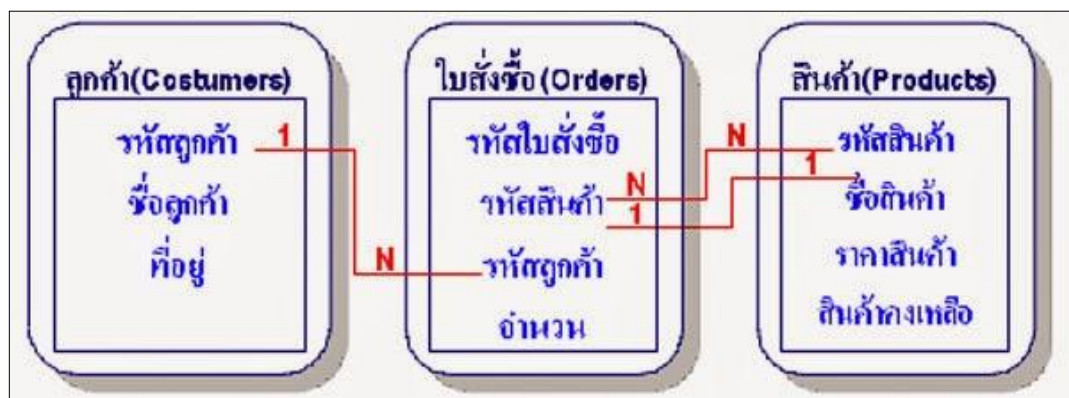
การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) มีความสำคัญต่อการจัดการระบบฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่ อยู่ภายในฐานข้อมูล จะต้องศึกษา ถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลโครงสร้างของข้อมูล การเข้าถึงข้อมูล และกระบวนการที่โปรแกรม ประยุกต์จะเรียกใช้ฐานข้อมูล ดังนั้นฐานข้อมูลที่จะมาใช้กับระบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1 ฐานข้อมูล (Database) คือ การจัดเก็บข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกใช้ข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ เช่น การขูดข้อมูล การแก้ไขข้อมูล การเพิ่มเติมหรือการลบ

ข้อมูล เป็นต้นโดยทั่วไปการจัดการเก็บข้อมูลจะนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดเก็บฐานข้อมูล เพื่อให้ทันต่อการใช้งาน และตรงตามความเป็นจริง

2 ระบบฐานข้อมูล (Database System) หมายถึง โครงสร้างสารสนเทศที่ ประกอบด้วย รายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อที่จะนำมาใช้ในระบบต่างๆ ร่วมกัน ส่วนใหญ่จะเป็นการประยุกต์นำเอาระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลที่ออกแบบ เกิดปัญหาด้านการจัดระบบแฟ้มข้อมูล เช่น ความซ้ำซ้อนของข้อมูลรวมถึงการควบคุมข้อมูลผิดพลาด ซึ่งสามารถทำการแก้ไขได้ โดยการวางระบบฐานข้อมูลไว้ที่ส่วนกลาง (Centralized Database) และข้อมูลจะถูกควบคุมโดยพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary : DD) รูปแบบความสัมพันธ์ข้อมูล (Relation data model) เป็นลักษณะการออกแบบฐานข้อมูลโดยจัดข้อมูล ให้อยู่ในรูปของตารางที่มีระบบคล้ายแฟ้ม โดยที่ข้อมูลแต่ละแถว (Row) ของตารางจะแทนเรคอร์ด(Record) ส่วนข้อมูล ในแนวดิ่งจะแทนคอลัมน์(Column) ซึ่งเป็นขอบเขตของข้อมูล (Field) โดยที่ ตารางแต่ละตารางที่ สร้างขึ้นจะเป็นอิสระ ดังนั้นผู้ออกแบบฐานข้อมูลจะต้องมีการวางแผนถึงตารางข้อมูลที่ต้องใช้ เช่น ระบบฐานข้อมูลบริษัทแห่งหนึ่ง ประกอบด้วย ตารางประวัติพนักงาน ตารางแผนกและตารางข้อมูลโครงการ



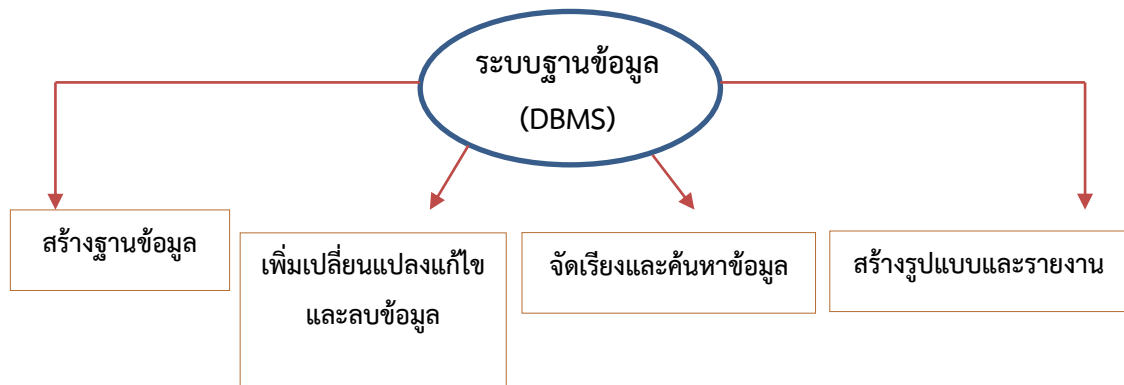
รูปที่ 2.1 แสดงแบบความสัมพันธ์ข้อมูล
(ที่มา : อรอนงค์ คงพา, 2555)

ระบบฐานข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลที่มีปริมาณมาก ๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยการเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลแต่ละแฟ้ม อาจเกิดปัญหาข้อมูลซ้ำซ้อน จึงได้มีการเปลี่ยนการจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปของฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการบันทึกข้อมูล แก้ไขข้อมูล และค้นหาข้อมูล

ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ การสร้างสภาพแวดล้อมที่ สะดวก

และมีประสิทธิภาพในการเข้าถึงและการจัดเก็บข้อมูลของฐานข้อมูล ระบบจัดการฐานข้อมูลจะทำหน้าที่ในการแปลความต้องการ การของผู้ใช้ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถทำงานได้กับฐานข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงวัตถุประสงค์และรูปแบบการใช้งาน

(ที่มา : อรสา ดีแดน, 2547)

โดยทั่วไประบบฐานข้อมูลถูกออกแบบมาเพื่อจัดการกับสารสนเทศที่มีขนาดใหญ่ โดยเกี่ยวข้องกับทั้งกานียามรูปแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล และการจัดหากลไกสำหรับการเรียกใช้ข้อมูลเหล่านั้น นอกจากนี้ยังต้องทำให้ผู้ใช้มีความมั่นใจว่าสารสนเทศที่ถูกจัดเก็บไว้มีความปลอดภัย ไม่ว่าจะเป็นระบบจะเกิดความล้มเหลว หรือการเข้าสู่ระบบของผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต และถ้าข้อมูลถูกจัดให้ใช้ร่วมกันระหว่างผู้ใช้หลายคนผลลัพธ์ที่ได้จะต้องถูกต้อง

ระบบการจัดการฐานข้อมูล จึงประกอบไปด้วยแฟ้มข้อมูล ต่างๆ ที่ มีความสัมพันธ์กัน และกลุ่มของโปรแกรม ที่ใช้งานเพื่อ การเข้าถึงและเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูล ในแฟ้มข้อมูล เหล่านั้น และเพื่อให้ระบบฐานข้อมูลง่ายต่อการใช้งานผู้ใช้จึงมีการบริการข้อมูลเชิงนามธรรม (data abstraction คือข้อมูลที่มองเห็นในตรรกะ) โดยซ่อนรายละเอียดในส่วนของการจัดการข้อมูลที่มีความยุ่งยากไว้ภายใน เพื่อง่ายต่อการเข้าใจและการใช้งาน

1. ชนิดของระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล สามารถแบ่งย่อยลงไปได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ต่างๆ การแบ่งตามจำนวนผู้ใช้,สถานที่ตั้งของระบบฐานข้อมูล และชนิดของการใช้งาน

2. จำนวนของผู้ใช้

สามารถแบ่งย่อยจำนวนของผู้ใช้ได้เป็น 2 กลุ่ม

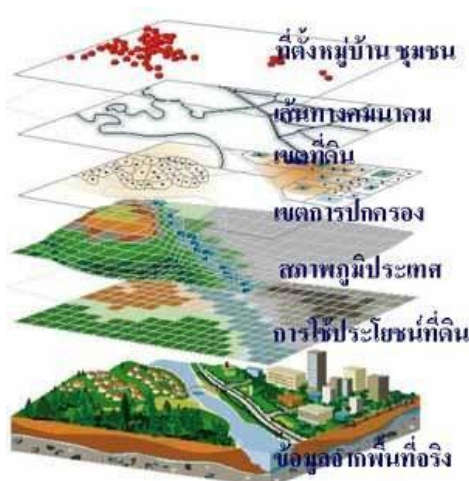
ก) ผู้ใช้คนเดียว (Single-user) ระดับจัดการฐานข้อมูลระบบนี้จะสนับสนุนการทำงานของ ผู้ใช้เพียงคนเดียว ณ เวลาหนึ่ง ๆ กล่าวคือ ถ้า นาย ก. กำลัง ใช้งานฐานข้อมูลอยู่ และผู้ใช้รายอื่นเช่น นาย ข. หรือนาย ค. ต้องการใช้ฐานข้อมูล นี้บ้าง จะต้องคอยจนกระทั่ง นาย ก. ใช้งานเรียบร้อยแล้ว

ข) ผู้ใช้หลายคน (Multi-user) ระบบจัดการฐานข้อมูลระบบนี้จะสนับสนุนการใช้งานของ ผู้ใช้หลายคนในเวลาเดียวกัน ถ้าผู้ใช้งานข้อมูลเป็นกลุ่มเล็กๆ (น้อยกว่า 50 คน) หรืออยู่ภายในแผนกใดแผนกหนึ่งขององค์กรจะเรียกว่า Workgroup Database ถ้าเป็นฐานข้อมูลที่ใช้ในองค์กร (มากกว่า 50 คนโดยปกติเป็นร้อย) เรียกว่า Enterprise Database

ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลออกมาอย่างมาก เพื่อใช้งานได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์หลายระดับ ระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละตัว มีคุณสมบัติของการทำงานที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการพิจารณาเลือกใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลนอกจากเรื่องราคา และความเข้ากันได้กับ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการระบบจัดการฐานข้อมูลที่ นิยมใช้กันในปัจจุบันเช่น Microsoft SQL Oracle Informix และ PHP เป็นต้น ทฤษฎีการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีการสื่อสารและโทรคมนาคมในการพัฒนาระบบผู้ใช้นำเอาเทคโนโลยีการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีการสื่อสารเข้ามาประกอบในการทำวิจัย พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) หรือที่ รู้จักเป็นอย่างดีในนาม “อีคอมเมิร์ซ”(E-Commerce) เป็นส่วนหนึ่งของการทำ ธุรกิจแบบ E-Business โดยคำจำกัดความของคำว่า “อีคอมเมิร์ซ” หมายถึง “เทคโนโลยีที่ใช้เป็น สื่อกลางสำหรับแลกเปลี่ยนสินค้า และบริการระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ ตัวบุคคล องค์กร หรือตัว บุคคลกับองค์กร ทั้งนี้เพื่อช่วยสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ทั้ง ภายใน และภายนอกองค์กร

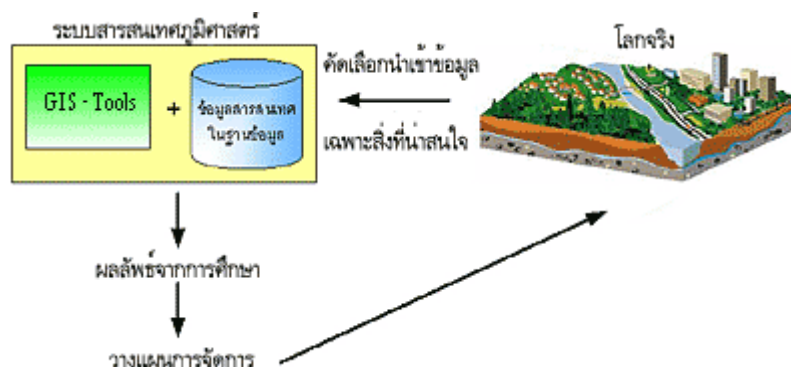
2.5 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของ ตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย



ที่มา : ศูนย์วิจัยภูมิศาสตร์สารสนเทศเพื่อประเทศไทย

GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานจากระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือ ข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (graphic) แผนที่ (map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ กัน เช่นสามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดควันท้า - ควันทัวได้โดยการระบุชื่อจุดตรวจ หรือในทางตรงกันข้าม สามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของ จุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา ซึ่งจะต่างจาก MIS ที่แสดง ภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียว แต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลของบ้าน(รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน



องค์ประกอบของ GIS (Components of GIS)

องค์ประกอบหลักของระบบ GIS จัดแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware) โปรแกรม (Software) ขั้นตอนการทำงาน Methods) ข้อมูล (Data) และบุคลากร (People) โดยมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์รวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เช่น Digitizer, Scanner, Plotter, Printer หรืออื่น ๆ เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผล และผลิตผลลัพธ์ของการทำงาน
2. โปรแกรม คือชุดของคำสั่งสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Arc/Info, MapInfo ฯลฯ ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชัน การทำงานและเครื่องมือที่จำเป็นต่าง ๆ สำหรับนำเข้าและปรับแต่งข้อมูล, จัดการระบบฐานข้อมูล, เรียกค้น, วิเคราะห์ และ จำลองภาพ
3. ข้อมูล คือข้อมูลต่าง ๆ ที่จะใช้ในระบบ GIS และถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลโดยได้รับการดูแล จากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS ข้อมูลจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากบุคลากร
4. บุคลากร คือ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้นำเข้าข้อมูล ช่างเทคนิค ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ บุคลากรจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS เนื่องจากถ้าขาดบุคลากร ข้อมูลที่มีอยู่มากมายมหาศาลนั้น ก็จะเป็นเพียงขยะไม่มีคุณค่าใดเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน อาจจะกล่าวได้ว่า ถ้าขาดบุคลากรก็จะมีระบบ GIS
5. วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน คือวิธีการที่องค์กรนั้น ๆ นำเอาระบบ GIS ไปใช้งานโดยแต่ละ ระบบแต่ละองค์กรย่อมมีความแตกต่างกันออกไป ฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกวิธีการในการจัดการกับปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับของหน่วยงานนั้น ๆ เอง

หน้าที่ของ GIS (How GIS Works)

ภาระหน้าที่หลัก ๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรมีอยู่ด้วยกัน 5 อย่างดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูล (Input)

ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลง ให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (digital format) เสียก่อน เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลหรือแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้า เช่น Digitizer Scanner หรือ Keyboard เป็นต้น

2. การปรับแต่งข้อมูล (Manipulation)

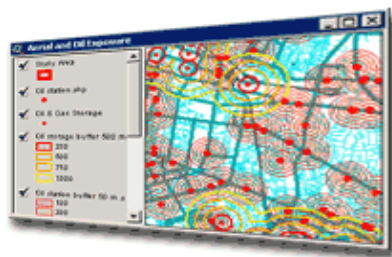
ข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน เช่น ข้อมูลบางอย่างมีขนาด หรือสเกล (scale) ที่แตกต่างกัน หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับให้อยู่ใน ระดับเดียวกันเสียก่อน

3. การบริหารข้อมูล (Management)

ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ DBMS แบบ Relational หรือระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (DBMS) ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐานดังนี้คือ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บ ในรูปของตารางหลาย ๆ ตาราง

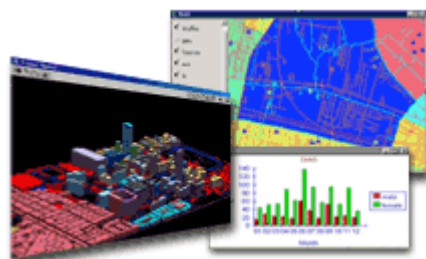
4. การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (Query and Analysis)

เมื่อระบบ GIS มีความพร้อมในเรื่องของข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ให้เกิด ประโยชน์ เช่น ใครคือเจ้าของกรรมสิทธิ์ในที่ดินพื้นที่ติดกับโรงเรียน ? เมืองสองเมืองนี้มีระยะห่างกันกี่กิโลเมตร ? ดินชนิดใดบ้างที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย ? หรือ ต้องมีการสอบถามอย่างง่าย ๆ เช่น ชี้เมาส์ไปในบริเวณที่ต้องการแล้วเลือก (point and click) เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay Analysis) เป็นต้น หรือ ต้องมีการสอบถามอย่างง่าย ๆ เช่น ชี้เมาส์ไปในบริเวณที่ต้องการแล้วเลือก (point and click) เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay Analysis) เป็นต้น



5. การนำเสนอข้อมูล (Visualization)

จากการดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งยากต่อการตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดี เช่น การแสดงชาร์ต (chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่ หรือแม้กระทั่งระบบมัลติมีเดียสื่อต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้ฟังอีกด้วย



แผนที่ และ ข้อมูลเชิงพื้นที่

แผนที่ คือ สิ่ง que แสดงลักษณะของผิวโลก ทั้งที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยแสดงลงบนพื้นราบ อาศัยการย่อส่วนให้เล็กลงตามขนาดที่ต้องการและใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แทนสิ่งที่ปรากฏอยู่ บนผิวโลกข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

1. ข้อมูลเชิงภาพ (Graphic data) สามารถแทนได้ด้วย 2 รูปแบบพื้นฐาน

1.1 ข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector format)

1.2 ข้อมูลแบบแรสเตอร์ (Raster format)

2. ข้อมูลบรรยาย (Attribute data) เป็นข้อความอธิบายที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงภาพเหล่านั้น เช่น ชื่อถนน, ลักษณะ พื้นผิว และจำนวนช่องทางวิ่งของเส้นถนนแต่ละเส้น เป็นต้น

ลักษณะข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โลกมีความสลับซับซ้อนมากเกินกว่าที่จะเก็บข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับโลกไว้ในรูปข้อมูลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จึงต้องเปลี่ยนปรากฏการณ์บน โฉมโลกจัดเก็บในรูปของตัวเลขเชิงรหัส (digital form) โดยแทนปรากฏการณ์เหล่านั้นด้วยลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เรียกว่า Feature

ประเภทของ Feature

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์บนโลกแผนที่กระดาษบันทึกตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และแทนสิ่งต่างๆ บนโลกที่เป็นลายเส้นและพื้นที่ด้วยสัญลักษณ์แบบจุด เส้น พื้นที่และตัวอักษร ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะใช้ feature ประเภทต่างๆ ในการแทนปรากฏการณ์โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ จุด (Point) เส้น (Arc) และ พื้นที่ (Polygon)

จุด (Point) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีตำแหน่งที่ตั้งเฉพาะเจาะจง หรือมีเพียงอย่างเดียวสามารถแทนได้ด้วยจุด (Point Feature) เช่น หมุดหลักเขต บ่อน้ำ จุดชมวิว จุดความสูง หรืออาคาร ตึก สิ่งก่อสร้าง เป็นต้น

มาตราส่วนแผนที่จะเป็นตัวกำหนดว่าจะแทนปรากฏการณ์บนโลกด้วยจุดหรือไม่

ตัวอย่างลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นจุด ตัวอย่างเช่น บนแผนที่โลก มาตราส่วนเล็กจะแทนค่าที่ตั้งของเมืองด้วยจุด แม้ว่าในความเป็นจริงเมืองนั้นจะครอบคลุมพื้นที่จำนวนหนึ่งก็ตาม ในขณะเดียวกันบนแผนที่มาตราส่วนที่ใหญ่ขึ้นเมืองดังกล่าวจะปรากฏเป็นพื้นที่และแต่ละอาคารจะถูกแทนค่าด้วยจุด ข้อมูลค่าพิกัดของจุด ค่าพิกัด x, y 1 คู่ แทนตำแหน่งของจุด ไม่มีความยาวหรือพื้นที่

เส้น (Arc) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่วางตัวไปตามทางระหว่างจุด 2 จุด จะแทนด้วยเส้น (Arc Feature) ตัวอย่างลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นเส้น ได้แก่ ลำน้ำ ถนน โครงข่ายสาธารณูปโภค หรือเส้นชั้นความสูง เป็นต้น ข้อจำกัดเกี่ยวกับ Arc คือ Arc 1 เส้น มี Vertex ได้ไม่เกิน 500 Vertex โดย vertex ลำดับที่ 500 จะเปลี่ยนเป็น node และเริ่มต้น เส้นใหม่ด้วยการ identifier ค่าใหม่โดยอัตโนมัติ

ข้อมูลค่าพิกัดของ Arc

1. Vertex (ค่าพิกัด x, y คู่หนึ่งบน arc) เป็นตัวกำหนดรูปร่างของ arc
2. arc หนึ่งเส้นเริ่มต้นและจบลงด้วย Node
3. arc ที่ติดกันจะเชื่อมต่อกันที่ Node
4. ความยาวของ arc กำหนดโดยระบบค่าพิกัด

พื้นที่ (Polygon) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีพื้นที่เดียวกันจะถูกล้อมรอบด้วยเส้นเพื่อแสดงขอบเขต ตัวอย่างข้อมูลที่เป็นพื้นที่ เขตตำบล อำเภอ จังหวัด ขอบเขตอุทยานแห่งชาติ หรือ เขตน้ำท่วม เป็นต้น

ข้อพิจารณาเกี่ยวกับมาตราส่วน มาตราส่วนของแหล่งที่มาของข้อมูลจะเป็นตัวกำหนดการแทนปรากฏการณ์บนโลกแห่งความเป็นจริงด้วย point หรือ polygon ตัวอย่าง เช่น อาคารบนมาตราส่วนขนาดใหญ่ เช่น 1 : 4,000 เป็น polygon ที่ถูกกำหนดขึ้น โดยขอบเขตอาคาร บนแผนที่ 1 : 50,000 ที่มาตราส่วนเล็ก อาคารจะแสดงด้วยจุด

ข้อมูลค่าพิกัดของ Polygon

1. polygon จะประกอบด้วย arc ตั้งแต่ 1 เส้นขึ้นไป แต่มี 1 Label point
2. มี Label point 1 point อยู่ภายในพื้นที่ปิดและใช้ในการแยกแยะแต่ละ polygon ออกจากกัน

เทคนิคและวิธีการนำเข้าข้อมูล

การนำเข้าข้อมูล (Input data) เป็นกระบวนการบันทึกข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ การสร้างฐานข้อมูลที่จะเอื้ออำนวย ถูกต้อง เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติงานด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องมีการประเมินคุณภาพข้อมูล ที่จะนำเข้าสู่ระบบในเรื่องแหล่งที่มาของข้อมูล วิธีการสำรวจข้อมูลมาตราส่วนของแผนที่ ความถูกต้อง ความละเอียด พื้นที่ที่ข้อมูลครอบคลุมถึงและปีที่จัดทำข้อมูล เพื่อประเมินคุณภาพ และคัดเลือกข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล

การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่

สำหรับขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่อาจทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมทำกันในปัจจุบันได้แก่ การดิจิไทซ์ (Digitize) และการกวาดตรวจ (Scan) ซึ่งทั้ง 2 วิธีต่างก็มีข้อดี และข้อด้อยต่างกันไป กล่าวคือการนำเข้าข้อมูลโดยวิธีกวาดตรวจจะมีความรวดเร็วและ ถูกต้องมากกว่าวิธีการเข้าข้อมูลแผนที่โดยดิจิไทซ์และเหมาะสำหรับงานที่มีปริมาณมาก แต่การนำเข้าข้อมูลโดยการดิจิไทซ์จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่าและเหมาะสำหรับงานที่มีปริมาณน้อย

การใช้เครื่องอ่านพิกัด (Digitizer) เป็นการแปลงข้อมูลเข้าสู่ระบบโดยนำแผนที่มาตรึงบนโต๊ะ และกำหนดจุดอ้างอิง (control point) อย่างน้อยจำนวน 4 จุด แล้วนำตัวชี้ตำแหน่ง (Cursor) ลากไปตามเส้นของรายละเอียดบนแผนที่

การใช้เครื่องกวาดภาพ (Scanner) เป็นเครื่องมือที่วัดความเข้มของแสงที่สะท้อนจากลายเส้นบนแผนที่ ผลลัพธ์เป็นข้อมูลในรูปแบบแรสเตอร์ (raster format) ซึ่งเก็บข้อมูลในรูปของตารางกริดสี่เหลี่ยม (pixel) ค่าความคมชัดหรือความละเอียดมีหน่วยวัดเป็น DPI : dot per inch แล้วทำการแปลงข้อมูลแรสเตอร์ เป็นข้อมูลเวกเตอร์ ที่เรียกว่า Raster to Vector conversion ด้วยโปรแกรม GEOVEC for Microstation หรือ R2V

การนำเข้าข้อมูลเชิงบรรยาย

ข้อมูลเชิงบรรยายที่จำแนกและจัดหมวดหมู่แล้ว นำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลด้วยแป้นพิมพ์ (Keyboard) สำหรับโปรแกรม PC ARC/Info จะจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ dBASE ด้วยคำสั่ง Tables ส่วนโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลแบบ Relational data base ทั่วๆ ไปบนเครื่อง PC เช่น Foxpro, Access หรือ Excel จำเป็นต้องแปลงข้อมูลให้เข้าอยู่ในรูปของ DBF file ก่อนการนำเข้าสู่ PC ARC/Info

2.6 ภาษาและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ทฤษฎีภาษา และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบโดยมีรายละเอียด ๆ ดังนี้

PHP คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์สภาษา PHP ใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจาก ภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่งภาษา PHP นั้นง่ายต่อการเรียนรู้เป้าหมายหลักของภาษานี้คือ ให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียนเว็บเพจที่มีความตอบโต้ ได้อย่างรวดเร็ว ลักษณะเด่นของ PHP คือเป็นโปรแกรมวิ่งข้าง Sever ดังนั้น ชีตความสามารถไม่จำกัด Conlatfun นั่นคือ PHP สามารถทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ UNIX, Linux, Windows ได้การใช้งานและเรียนรู้ง่ายเนื่องจาก PHP มีการแปลภาษาและทำการประมวลผลได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะเมื่อใช้งานกับ Apach Serve ไม่จำเป็นต้องใช้โปรแกรมจากภายนอกก็สามารถใช้งานร่วมกับXML ได้ PHP ยังสามารถใช้กับแฟ้มข้อมูล และตัวอักษรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โครงสร้างข้อมูลใช้แบบScalar, Array, Associative array (อนรรฆนงค์ คุณมณี, 2547 : 8)

MySQL เป็นฐานข้อมูล เชิงสัมพันธ์ ซึ่งเป็นที่ นิยมกันมากในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกของอินเทอร์เน็ต MySQL เป็นซอฟต์แวร์ที่ เปิดใช้งานฟรี (Open Source) ทางด้านฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นทางเลือกใหม่จากผลิตภัณฑ์ ระบบจัดฐานข้อมูลในตลาดปัจจุบันที่มีมักจะเป็น การการผูกขาดของผลิตภัณฑ์เพียงไม่กี่ตัว นักพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่ เคยใช้ MySQL ต่างยอมรับในความสามารถความเร็ว การรับรองในจำนวนผู้ใช้ และขนาดของข้อมูลจำนวนมหาศาลทั้งยังสนับสนุนการใช้งานบนระบบปฏิบัติการมากมาย เช่น UNIX, OS/2, Windows (สงกรานต์ ทองสว่าง, 2548 : 1)

Macromedia Dreamweaver เป็นเครื่องมือ ในการสร้างเว็บเพจที่มีประสิทธิภาพสูงที่ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านภาษาและการจัดการข้อมูล เพียงแต่ใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ และรู้จักเครื่องมือและองค์ประกอบของหน้าเว็บเพจที่ต้องการ (เรียกว่าออบเจกต์) ไปวางบนหน้าเอกสารคัดแปลงรูปแบบต่าง ๆ ความสามารถโดยรวมของ Dreamweaver มีเครื่องช่วยสร้างรูปแบบหน้าจอเว็บเพจ และมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง รับรองมัลติมีเดีย เช่น เสียง กราฟิก และภาพเคลื่อนไหว ที่

สร้างโดยโปรแกรม Flash, Firework เป็นต้นสามารถทำการติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการเขียนแอปพลิเคชันบนเว็บไซต์ สนับสนุนภาษาสคริปต์ต่างๆทั้งฝั่งไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ เช่น Java, PHP, VBScript เป็นต้น

Apache เป็น web Server การติดตั้ง MySQL เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับ PHP และ Apache เป็นลักษณะที่พบได้บ่อย เนื่องจากเป็นโปรแกรมใช้งานได้ฟรี จึงมีจำนวน ผู้ใช้งานมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Apache ที่เป็นซอฟต์แวร์ web server ที่มีผู้ใช้มากที่สุดในโลก PHP และ MySQL ก็เริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นในลักษณะ การทำงานสำหรับ Apache, PHP และ MySQL นี้ จะเป็นการทำงานในลักษณะ Server - Side คือ ทำงาน Server เหมือนกับการทำงานของ CGI ซึ่งจะส่งผลลัพธ์ กลับมาที่ Client เท่านั้นส่วนตัวโปรแกรม และลอจิกทั้งหลาย จะอยู่ที่ Server (บรรพต ดลวิทยากุล, 2549 : 7)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 มนัสพงษ์ มุสิกการยกุลและคณะ ได้ทำวิจัยเรื่อง พัฒนารูปแบบเฟอร์นิเจอร์ภายในสำนักงาน กรณีศึกษา ศูนย์บริการข้อมูลลูกค้าสัมพันธ์ ได้พบว่าประเด็นเชิงพื้นที่จากการศึกษาด้วยวิธีการทดสอบการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Body Motion Envelope, BME) เมื่อทำการวิเคราะห์แล้ว ขนาดระยะขอบเขตพื้นที่ที่เหมาะสมบนรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ภายในสำนักงาน กรณีศึกษา ศูนย์บริการข้อมูลลูกค้าสัมพันธ์ วัดระยะจากขอบรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ถึงพื้นที่การเอื้อมจับหุ้ มีพื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด ที่ระยะความกว้าง 56 เซนติเมตร ระยะความยาว 50 เซนติเมตรวัดระยะจากขอบรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ถึงพื้นที่เอื้อมพิมพ์อุปกรณ์แป้นพิมพ์ที่มีพื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด มีระยะความกว้าง 31.5 เซนติเมตร ระยะความยาว 87 เซนติเมตร วัดระยะจากขอบรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ถึงพื้นที่เอื้อมจับเมาส์ที่มีพื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด มีระยะความกว้าง 34 เซนติเมตร ระยะความยาว 42 เซนติเมตร และ 4) และพบว่ารูปแบบเฟอร์นิเจอร์ภายในสำนักงาน กรณีศึกษา ศูนย์บริการข้อมูลลูกค้าสัมพันธ์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}=4.02$, S.D. = 0.84) ประเด็นด้านการพัฒนารูปแบบเฟอร์นิเจอร์ภายในสำนักงาน กรณีศึกษา ศูนย์บริการข้อมูลลูกค้าสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้พัฒนาจำนวน 3 รูปแบบโดยพบว่า รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.00$, S.D.=0.66)

(มนัสพงษ์ มุสิกการยกุลและคณะ.2554วารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม)

2.5.2 ณฐพงศ์ พนาพุมิกุล และคณะ ได้ทำวิจัยเรื่องโครงการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามประดับตกแต่งด้วยวัสดุจากเปลือกหอยกาบ เหตุผลหลักในการเลือกซื้อเฟอร์นิเจอร์หรือของตกแต่งบ้าน คือ ต้องการตกแต่งบ้านหรือห้องใหม่ และปัจจัยในการเลือกซื้อขึ้นอยู่กับความสวยงามและ การนำหลักคิดต่างๆ ที่ได้จากการสังเคราะห์นั้นมาใช้ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุเปลือกหอยกาบ โดยมีแนวโน้มที่สามารถผลิตได้จริงจากผู้ประกอบการรายย่อย (ณฐพงศ์ พนาพุมิกุล.2556)

2.5.3 ศักดิ์ชัย ลิกขาและคณะ ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนางานหัตถกรรมไม้ไผ่ในภาคอีสาน พบว่า ให้ความสำคัญกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด หรือ 4 P's คือ Product Price Place และ Promotion ตามลำดับ สำหรับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ พบว่า ปัจจัยที่มีผลมากที่สุดคือ ความเป็นเอกลักษณ์ของวัฒนธรรมไทย รองลงมาคือ เป็นค่านิยมของสังคมไทย และผลิตภัณฑ์ช่วยสร้างการยอมรับในกลุ่ม เมื่อพิจารณาโดยรวมของปัจจัยต่างๆ ทั้งปัจจัยด้านการตลาด และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าหัตถกรรมไม้ไผ่นั้นพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าหัตถกรรมไม้ไผ่มากที่สุดคือความมีเอกลักษณ์ของความเป็นไทย รองลงมาคือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และความเหมาะสมของราคาผลิตภัณฑ์และค่านิยมในการใช้สินค้าไทย สำหรับการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนางานหัตถกรรมไม้ไผ่ในภาคอีสาน ผู้วิจัยได้พิจารณาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ส่วน ซึ่งพบว่า ส่วนของภูมิปัญญาท้องถิ่น ผู้ผลิตส่วนใหญ่นิยมพัฒนางานจากภูมิปัญญาดั้งเดิม เช่น การใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอบรมคว้น (วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร.2558)

2.5.4 ปิยะวดี บัวจกกล และคณะ ได้ทำวิจัยเรื่องแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ พบว่า ผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ความหนาแน่น 650 และ 750 กก./ลบ.ม. โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ร้อยละ 10 และ 12 ของน้ำหนักแห้ง ทดสอบสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ สรุปได้ว่า ไม้เลียงหวาน และไม้หมาจู มีศักยภาพในการนำมาผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ร้อยละ 12 ของน้ำหนักแห้ง เพราะแผ่นที่ได้มีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แต่ต้องปรับปรุงสมบัติในด้านการดูดซึมน้ำของแผ่นให้ต่ำลง(ปิยะวดี บัวจกกล.2547)

2.5.5 โกวิท แสนอิน และคณะ ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาและศึกษาคุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดจากหญ้าแฝกพบว่า การดูดซับสารหน่วงไฟของใยอ้อยและหญ้าแฝก พบว่า ใยอ้อยและหญ้าแฝกมีความสามารถในการดูดซับสารหน่วงไฟต่างชนิดกันได้แตกต่างกัน โดยจะสามารถดูดซับสารหน่วงไฟ H_3BO_3 ได้ มากที่สุด รองลงมาได้แก่ $Mg(OH)_2$ Na_2HPO_4 $Mg(OH)_2$ และ Na_2HPO_4 ตามลำดับ และการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดจากหญ้าแฝกผสมใยอ้อย ขึ้นเสีย โฟมกันกระแทกและสารหน่วงไฟ พบว่า ส่วนผสมในทุกสูตรสามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดได้ โดยมีลักษณะที่สังเกตเห็นด้วยประสาทสัมผัสมีลักษณะโดยทั่วไปไม่แตกต่างกัน (โกวิท แสนอิน.2557)

2.5.6 กนกอร แสงสุวรรณ และคณะ ได้ทำวิจัยเรื่อง การปรับปรุงสมบัติไม้พลาสติกคอมโพสิตที่เตรียมจากพอลิพรอพิลีนผสมเส้นใยมะพร้าว ได้พบว่า พอลิพรอพิลีนผสมเส้นใยมะพร้าว ชนิดเชิงกล ผสมโดยใช้เครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง จากนั้นนำไปขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดขึ้นรูป โดยเน้นศึกษาผลของปริมาณสารช่วยผสม (PP-g-MA) ผลของการใช้สารก่อผลึก และสารหน่วงการติดไฟ

จากผลการทดลองพบว่า การปรับปรุงด้วยสารช่วยผสมจะทำให้สมบัติเชิงกลของวัสดุคอมโพสิตดีขึ้น เนื่องจากการยึดเกาะบริเวณรอยต่อระหว่างผิวภาคของเส้นใยกับพอลิเมอร์ดีขึ้น การเติมสารก่อผลึก ทำให้ได้วัสดุที่มีความแข็งแรง เนื่องจากมีองค์ความเป็นผลึกสูงขึ้น การเติมสารหน่วงการติดไฟทำให้ลดการติดไฟให้กับวัสดุได้ โดยไม่ส่งผลต่อค่าสมบัติเชิงกล (กนกอร แสงสุวรรณ.2553)

2.5.7 กิตติยะ พลเทพและพุทธิพงศ์ หมายสุข ได้ทำวิจัยเรื่อง คานคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ซึ่งเคลือบผิวด้วยไฟเบอร์กลาสรับการดัด ได้พบว่า งานคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นสิ่งที่ใช้ในการก่อสร้างมาช้านาน ปัจจุบันเหล็กเสริมมีราคาแพงมาก ไม้ไผ่เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่จะนำมาใช้แทนเหล็กเสริม เพราะไม้ไผ่เป็นวัสดุทางธรรมชาติราคาถูก หาได้ง่ายในท้องถิ่น และไม่เกิดปัญหาจากการทาลายโดยเกลือคลอไรด์ การปรับปรุงคุณภาพผิวของไม้ไผ่โดยใช้ไฟเบอร์กลาสเป็นอีกวิธีหนึ่ง ที่จะเพิ่มคุณสมบัติทางกล เช่น กำลังรับแรงดึง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับไม้ไผ่ ตลอดจนศึกษาพฤติกรรมของคานคอนกรีตเสริมไม้ไผ่เคลือบไฟเบอร์กลาสรับการดัดใช้ไม้ไผ่ป่า ซึ่งมีกำลังรับแรงดึงเท่ากับ 2,011.52 ksc และมีโมดูลัสยืดหยุ่นเท่ากับ 121,937.04ksc เมื่อได้ทำการปรับปรุงผิวของไม้ไผ่โดยการเคลือบผิวด้วยไฟเบอร์กลาส จะทำให้คุณสมบัติ เช่นกำลังรับแรงดึง หน่วยแรงยึดเหนี่ยว โมดูลัสยืดหยุ่น เพิ่มขึ้นประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์ 109 เปอร์เซ็นต์และ 16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าความเบี่ยงเบนของผลทดสอบหน่วยแรงยึดเหนี่ยวคอนกรีตกับไม้ไผ่เคลือบไฟเบอร์กลาสมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตกับไม้ไผ่ที่ไม่เคลือบผิว คานคอนกรีตเสริมไม้ไผ่เคลือบผิวด้วยไฟเบอร์กลาสจะมีการทดสอบตามกำลังอัดของคอนกรีตเท่ากับ180 ksc 240 ksc และ 280 ksc ตามลำดับ จำนวนชนิดละ 5 ตัวอย่าง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าค่าความเบี่ยงเบนของกำลังรับการดัดจะเพิ่มขึ้นเมื่อกำลังอัดประลัยของคอนกรีตมีค่าสูงกว่า 240 kscกำลังอัดประลัยของคานคอนกรีตเสริมไม้ไผ่เคลือบผิวด้วยไฟเบอร์กลาสควรจะอยู่ที่ประมาณ210 ksc การประยุกต์ใช้คานคอนกรีตเสริมไม้ไผ่เคลือบผิวด้วยไฟเบอร์กลาส ควรใช้กับโครงสร้างที่มีขนาดเล็ก บ้านชั้นเดียว ลานกีฬา ถนนคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ โครงสร้างขนาดเล็กที่ได้รับผลกระทบจากเกลือคลอไรด์(กิตติยะ พลเทพและพุทธิพงศ์ หมายสุข. 2556)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ วิธีการดำเนินงานวิจัยถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นการออกแบบและสร้างต้นแบบ ในส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบบันทึกและแบบสอบถามเพื่อใช้ในการทดสอบหาสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพ

3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สีทศทาง

3.1.1 การออกแบบ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สีทศทาง ประกอบด้วยส่วนหลักๆดังต่อไปนี้

3.1.1.1 การออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องไสไม้ไผ่สีทศทางมี 8 ส่วน ประกอบด้วย

หมายเลข 1 โครงสร้างเครื่อง

หมายเลข 2 ชุดส่งกำลัง

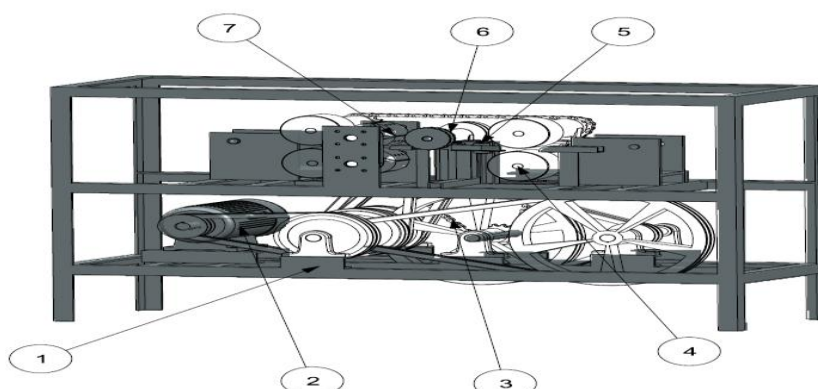
หมายเลข 3 โซ่ขับเคลื่อน

หมายเลข 4 ชุดลูกม้วน

หมายเลข 5 ลูกกลิ้งประคองไม้

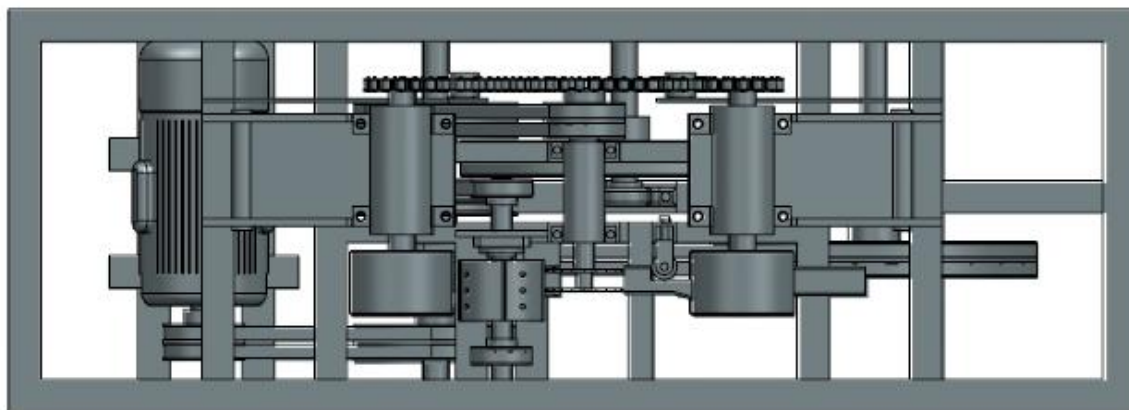
หมายเลข 6 ใบเลื่อย

หมายเลข 7 ใบมีด



รูปที่ 3-1 แสดงแบบเครื่องไสไม้ไผ่สีทศทาง

3.1.1.2 การออกแบบส่วนประกอบกลไกการทำงานของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง



รูปที่ 3-2 แสดงแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

3.1.1.3 การออกแบบหลักการทำงานของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

- 1) คำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์

$$N_2 = \frac{N_1 D_1}{D_2}$$

$$\frac{(1440) (50.8)}{355.6}$$

$$N_2 = 205.71$$

- 2) คำนวณหาความเร็วของตัวกระแทก

$$N_2 = \frac{N_1 D_1}{D_2}$$

$$\frac{(1440) (76.2)}{457.2}$$

$$N_2 = 34.28$$

3) คำนวณหาความเร็วของลูกม้วน

$$N2 \frac{N1 D1}{D2} \\ (61.71) (76.2) \\ \hline 203.2$$

$$N2 = 23.14$$

4) คำนวณหาความเร็วของตัวขับเคลื่อนลูกม้วน

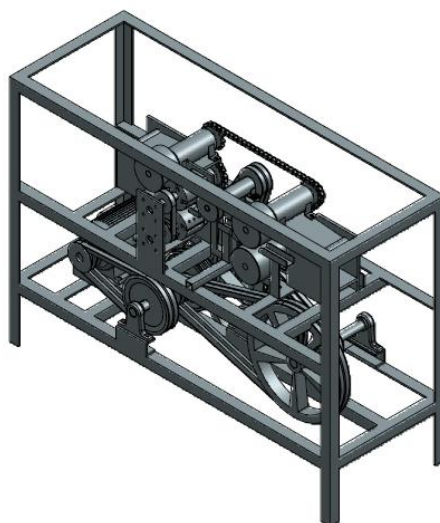
$$N2 \frac{N1 D1}{D2} \\ (205.71) (76.2) \\ \hline 245$$

$$N2 = 61.71$$

3.1.2 การสร้างเครื่อง

3.1.1.2 โครงสร้างเครื่อง

ทำหน้าที่ยึดติดอุปกรณ์ และส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง โครงสร้างเครื่องใช้เหล็กฉาก ขนาดขนาด 1.5 นิ้วหนา 5 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูป 3-3- 3-4



รูปที่ 3-3 แสดงแบบโครงสร้างเครื่อง



รูปที่ 3-4 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่อง

3.1.2.3 ตัวส่งกำลังหรือมอเตอร์

ทำหน้าที่กำเนิดพลังงานกลเครื่อง โดยใช้สายพานและล้อสายพานเป็นตัวส่งกำลังไปยังอุปกรณ์และส่วนต่างๆของเครื่อง ตัวส่งกำลังใช้แรงขนาด $\frac{1}{2}$ แรงม้า ดังแสดงในรูป 3-5 – 3-6



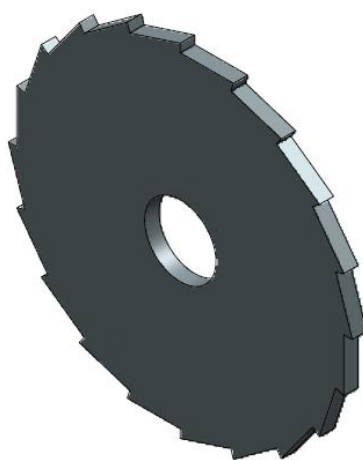
รูปที่ 3-5 แสดงแบบตัวส่งกำลัง



รูปที่ 3-6 แสดงภาพถ่ายตัวส่งกำลัง

3.1.2.4 ใบมีดเหลาด้านข้าง

ทำหน้าที่ตัดไม้ด้านข้างออก 2 ข้าง ดังแสดงในรูป 3-7 – 3-8



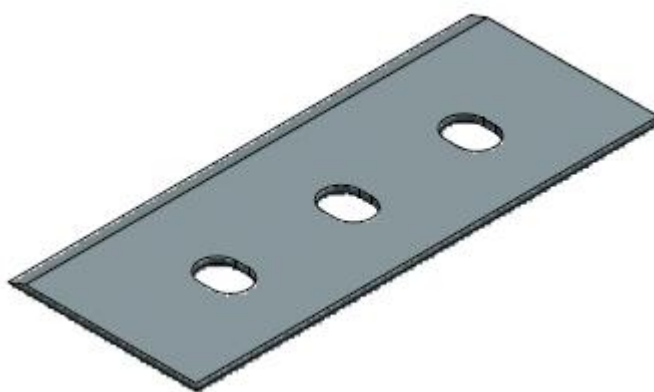
รูปที่ 3-7 แสดงใบมีดเหลาด้านข้าง



รูปที่ 3.8 แสดงภาพถ่ายใบมีดเหลาด้านข้าง

3.1.2.5 ใบมีดไสไม้

ทำหน้าที่ไสไม้ได้ ดังแสดงในรูป 3-9 – 3-10



รูปที่ 3.9 แสดงแบบใบมีดไสไม้



รูปที่ 3-10 แสดงภาพถ่ายใบมีดไสไม้

3.1.2.6 ลูกกลิ้งประคองโซ่

ลูกกลิ้งประคองโซ่ทำหน้าที่ประคองโซ่ให้ตึง ดังแสดงในรูป 3-11 – 3-12



รูปที่ 3-11 แสดงแบบลูกกลิ้งประคองโซ่



รูปที่ 3.12 แสดงภาพถ่ายลูกกลิ้งประคองโซ่

3.2 การออกแบบบันทึกและแบบสอบถามเพื่อใช้ในการทดสอบหาสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพเครื่องไถไม่ไผ่สีทศทาง

3.2.1 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องไถไม่ไผ่สีทศทาง คือ ไถไม่ไผ่สีสุก จำนวน 10 ครั้ง ระยะเวลา 1 นาที

3.2.2 แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพ

3.2.2.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผู้ทดลองใช้เครื่องจำนวน 5 คนและนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 25 คน

3.2.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามจำแนกตาม

3.2.2.4.1 ด้านโครงสร้าง

3.2.2.4.2 ด้านการใช้งาน

3) ด้านการผลิต

3.2.2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้ทำการนำเครื่องสไลม์ไฟสติกทาง ไปทดสอบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการบรรยายและสาธิตการใช้เครื่องและข้อมูลของเครื่องจากนั้น ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความคิดเห็นให้ผู้ที่เข้าร่วมการฟังการบรรยายและสาธิตได้ทำการประเมินความคิดเห็น

3.2.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของความคิดเห็น ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน ด้านการผลิต โดยการหาค่าร้อยละ(Percentage) ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลในสถิติในการบรรยายเหตุผล

3.2.2.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1) ค่าร้อยละ (Percentage)

(พิสนุ พองศรี,2551)

$$\text{สูตร } P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี,2551)

$$\text{สูตร } \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation : S.D.) ดังนี้

(สมนึก ภัททิยธานี, 2546)

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน คะแนนของแต่ละคน
N	แทน จำนวนทั้งหมด

4) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความคิดเห็นของการตอบแบบสอบถาม เป็นแบบการประเมิน 5 ระดับ (Rating Scale) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้ (เต็มศักดิ์ สุขวิบูลย์, 2552)

ระดับคะแนน	5	ระดับความคิดเห็น	ดีมาก
ระดับคะแนน	4	ระดับความคิดเห็น	ดี
ระดับคะแนน	3	ระดับความคิดเห็น	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	ระดับความคิดเห็น	ควรปรับปรุง
ระดับคะแนน	1	ระดับความคิดเห็น	ต้องปรับปรุง

5) เกณฑ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล (likert) จากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลเกณฑ์การให้คะแนนค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ ดังนี้

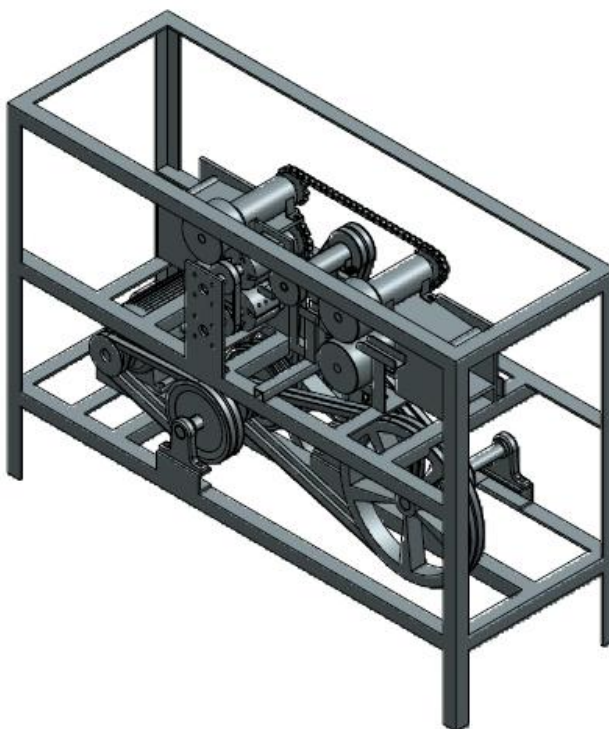
4.51-5.00	หมายถึง ระดับความคิดเห็น	ดีมาก
3.51-4.50	หมายถึงระดับความคิดเห็น	ดี
2.51-3.50	หมายถึง ระดับความคิดเห็น	ปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง ระดับความคิดเห็น	ควรปรับปรุง
1.00-1.50	หมายถึง ระดับความคิดเห็น	ต้องปรับปรุง

บทที่ 4

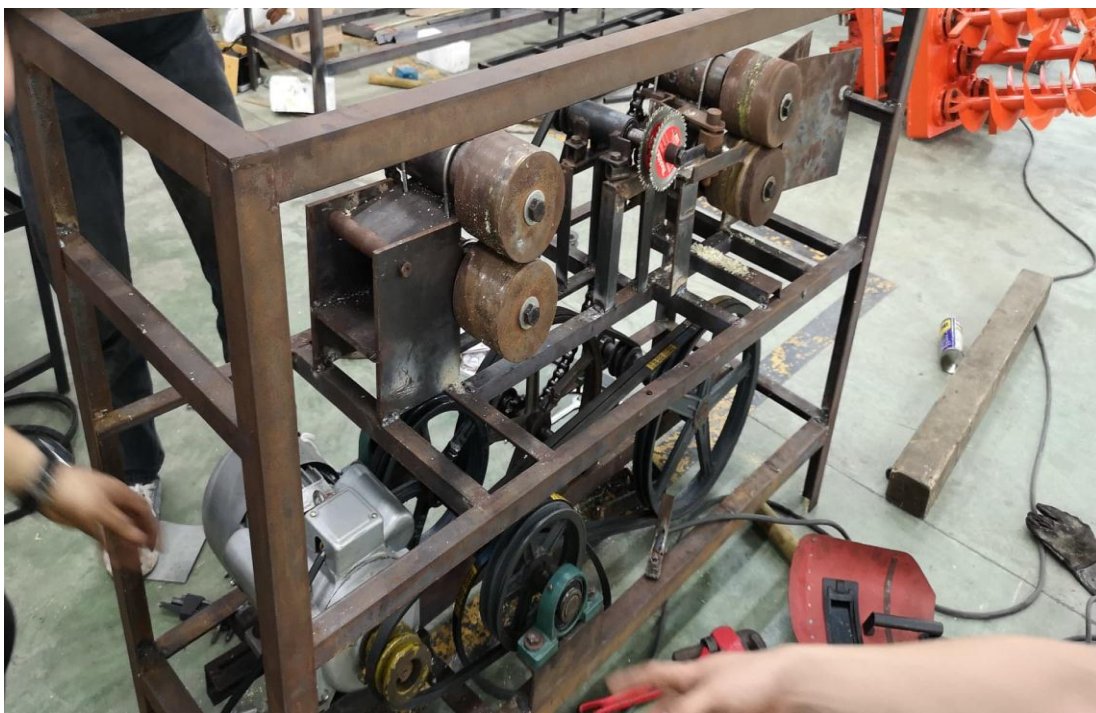
ผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อการเพิ่มผลผลิตงานหัตถกรรมสู่ระบบอุตสาหกรรม ในบทที่ 4 ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกเป็นผลการออกแบบและสร้างต้นแบบ และในส่วนที่สอง ผลการทดสอบหาสมรรถนะและประสิทธิภาพ ดังนี้

3.3 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องผ่าไม้ไผ่สี่ทิศทาง



รูปที่ 4-1 แบบแสดงเครื่องผ่าไม้ไผ่สี่ทิศทาง



รูปที่ 4-2 แสดงเครื่องใส่ไม้ไผ่สี่ทิศทาง

3.4 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะและประสิทธิภาพเครื่องใส่ไม้ไผ่สี่ทิศทาง

3.4.1 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องใส่ไม้ไผ่สี่ทิศทาง

ในการทดสอบจะต้องควบคุมตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ความชำนาญในการป้อนไม้ไผ่เข้าเครื่องและลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ ในการทดสอบจะเริ่มจับเวลาใน 1 นาที การทดสอบใน 1 รอบการทำงาน ประกอบด้วย การนำไม้ไผ่เข้าเครื่องใส่ไม้ไผ่สี่ทิศทาง จนออกมาเป็นไม้ไผ่ที่มีลักษณะสามารถนำไปใช้งานได้จริง จากนั้นทำการบันทึกเวลา บันทึกปริมาณผลผลิตที่ได้ ทำต่อเนื่องกันไปจนครบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานของเครื่องใส่ไม้ไผ่สี่ทิศทาง

ตารางที่ 4-1 ผลทดสอบสมรรถนะเครื่องไถไม่ไผ่สีทศทาง

การทดสอบเครื่องครั้งที่	เวลาในการเดินเครื่อง (นาท)	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (แผ่น)
1	1	18
2	1	19
3	1	17
4	1	18
5	1	18
6	1	19
7	1	17
8	1	18
9	1	19
10	1	17
เฉลี่ย	1	18

จากผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตที่ได้ 20 แผ่นต่อ 1 นาที่ ซึ่งไม่มีไม้ไผ่ที่เสียหายจากการผ่าจนนำไปใช้งานไม่ได้ แต่ปริมาณผลผลิตในแต่ละรอบการทดสอบผลลัพธ์มีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากความชำนาญในการป้อนไม้ไผ่เข้าเครื่องและลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ โดยทำการทดสอบ 10 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย ซึ่งเร็วกว่าแรงงานคนถึง 6 เท่า โดยแรงงานคนจะไถไม้ไผ่ได้ 3 แผ่นต่อ 1 นาที่

3.4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องไถไม้ไผ่สีทศทาง

ผลการประเมินประสิทธิภาพจากเครื่องไถไม้ไผ่สีทศทางที่ได้จากการนำเครื่องไปทดลองที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการไถไม้ไผ่ ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 30 คน ในวันที่ 1 สิงหาคม 2561 มีผลการวิเคราะห์ความคิดเห็น ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

ประสิทธิ ภาพ	หัวข้อในการสอบถาม	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความ คิดเห็น
ด้าน โครงสร้าง	การออกแบบมีความมั่นคงแข็งแรง	4.45	0.55	ดี
	ขนาดและรูปทรงของเครื่องมีความเหมาะสม	4.02	0.65	ดี
	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำเครื่อง	4.02	0.73	ดี
	การจัดวางชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบมีความ เหมาะสมกับการใช้งาน	3.91	0.78	ดี
	การออกแบบระบบส่งกำลังมีเหมาะสม	4.15	0.64	ดี
	การออกแบบชุดใบมีดไสไม้มีความเหมาะสม	4.31	0.58	ดี
	การออกแบบชุดตัดไม้ไม่มีมีความเหมาะสม	4.18	0.67	ดี
	การออกแบบลูกกลิ้งหรือตัวดึงไม้มีความ เหมาะสม	4.18	0.65	ดี
เฉลี่ย		4.15	0.66	ดี
ด้านการใช้ งาน	ความสะดวกในการทำความสะดวกและ บำรุงรักษาเครื่อง	4.59	0.54	ดีมาก
	รูปแบบในการทำงานของชุดตัวไสไม้	4.18	0.65	ดี
	ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง	4.28	0.69	ดี
	ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.32	0.73	ดี
	ความสะดวกในการขนย้ายเครื่อง	4.21	0.86	ดี
	เวลาในการไสไม้ไผ่	4.41	0.60	ดี
เฉลี่ย		4.33	0.68	ดี
ด้านการ ผลิต	รูปทรงของไม้ไผ่	4.27	0.68	ดี
	ความสะดวกของไม้ไผ่	4.37	0.60	ดี
เฉลี่ย		4.32	0.66	ดี
เฉลี่ยรวม ทั้ง 3 ด้าน		4.26	0.66	ดี

1) ด้านโครงสร้าง

ในด้านการออกแบบมีความมั่นคงแข็งแรง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นสูงสุด 4.45 ด้านขนาดและรูปทรงของเครื่องมีความเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.02 ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำเครื่องได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.02 การจัดวางชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 3.91 การออกแบบระบบส่งกำลังมีความเหมาะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.15 การออกแบบชุดใบมีดมีความเหมาะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.31 การออกแบบชุดมีดผ่าฉีกไม่มีความเหมาะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.17 การออกแบบชุดไถไม่มีความเหมาะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.18 การออกแบบลูกกลิ้งหรือตัวดึงไม่มีความเหมาะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.18 ผลรวมระดับคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านโครงสร้างได้ 4.15 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.66

2) ด้านการใช้งาน

ในด้านความสะดวกในการทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นสูงสุด 4.59 ด้านรูปแบบในการทำงานของชุดตัวไถไม้ ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 4.18 ด้านความสะดวกในการใช้งานเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.28 ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.32 ด้านความสะดวกในการขนย้ายเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.21 และด้านเวลาในการไถไม้ไผ่ ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.41 ผลรวมระดับความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านการใช้งานได้ 4.33 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.68

3) ด้านการผลิต

ในด้านรูปทรงของไม้ไผ่ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 4.27 อยู่ในระดับดี และด้านความสะดวกของไม้ ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นสูงสุด 4.37 อยู่ในระดับปานกลาง ผลรวมระดับความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านการผลิตได้ 4.32 อยู่ในระดับดีและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.66

ค่าเฉลี่ยรวมระดับคะแนนความคิดเห็นของทั้ง 3 ด้าน ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน ด้านการผลิต คือ 4.23 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.63 อยู่ในระดับดี

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนจากนวัตกรรมไม้ไฟ ประสานภูมิปัญญาเพชรบุรี

2.3.1 การเตรียมชิ้นไม้

นำลำไม้ไฟมาเตรียมการทดลองโดยการเลือกไม้ไฟที่มีขนาดความหนา มากกว่า 15 มิลลิเมตรโดยการเลือกส่วนโคนของลำต้นไม้ไฟ จากนั้นนำมาผ่าซีกเพื่อทำการพอกไม้ต่อไป

2.3.2 การทำแผ่นไม้ประกอบ

การเตรียมไม้ไฟที่ผ่านการป้องกันแมลง มอด จากภูมิปัญญาท้องถิ่นตัดให้มีขนาด ความยาว 300 มิลลิเมตร หนา 15 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร โดยมีสภาวะในการวิจัย โดยใช้ เครื่องมือมีดหัวตัด เลื่อยวงเดือน และปากกาจับชิ้นงานแบบตั้งโต๊ะ และเตรียมจิ๊กเกอร์สำหรับ ชิ้นงานตามรูปแบบของผลิตภัณฑ์

2.3.3 การประสานไม้

นำชิ้นไม้ไฟที่ได้ทำการคัดขนาดผิวหน้าไม้มาพอกเป็นแผ่นไม้ประกอบโดยมีขนาด ยาว 300 มิลลิเมตร กว้างขนาด 150 มิลลิเมตร หนา 150 มิลลิเมตร มาพอกโดยใช้กาวโพลีเอสเตอร์โพลี ไวนิลในปริมาณร้อยละ 5 จากนั้นใช้แคมป์จับชิ้นงาน มาฝั่งกระแสน้ำอากาศเพื่อปรับสภาวะความชื้น และอุณหภูมิประมาณ 24 ชั่วโมง จากนั้น

2.4 ออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่จากภูมิปัญญาท้องถิ่น จังหวัดเพชรบูรณ์

ตารางที่ 4.1 แสดงแบบร่าง (Sketch Design) ออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ 10 แบบ

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่	ข้อดี	ข้อเสีย
1		1. มีความทนทานต่อการใช้งาน 2. มีความเหมาะสมกับตัวอาคารบ้านเรือนและจัดไว้ห้องรับแขกได้อย่างลงตัว	1. มีน้ำหนักมากลำบากในการขนย้าย 2. มีราคาค่อนข้างสูง
2		1. มีความทนทานต่อการใช้งาน 2. มีความเหมาะสมกับตัวอาคารบ้านเรือนและจัดไว้ห้องรับแขกได้อย่างลงตัว	1. ราคาค่อนข้างสูง 2. ลำบากในการเคลื่อนย้าย
3		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	1. ราคาค่อนข้างสูง 2. ลำบากในการเคลื่อนย้าย
4		1. มีความทนทานต่อการใช้งาน 2. มีความเหมาะสมกับตัวอาคารบ้านเรือนและจัดไว้ห้องรับแขกได้อย่างลงตัว	1. ราคาค่อนข้างสูง 2. ลำบากในการเคลื่อนย้าย

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

7		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	ลำบากในการเคลื่อนย้าย
8		1. มีความทนทานต่อการใช้งาน 2. มีความเหมาะสมกับตัวอาคารบ้านเรือนและจัดไว้ห้องรับแขกได้อย่างลงตัว	1. ราคาค่อนข้างสูง 2. ลำบากในการเคลื่อนย้าย
9		1. มีความทนทานต่อการใช้งาน 2. มีความเหมาะสมกับตัวอาคารบ้านเรือนและจัดไว้ห้องรับแขกได้อย่างลงตัว	1. ราคาค่อนข้างสูง 2. ลำบากในการเคลื่อนย้าย
10		1. มีความทนทานต่อการใช้งาน 2. มีความเหมาะสมกับตัวอาคารบ้านเรือนและจัดไว้ห้องรับแขกได้อย่างลงตัว	1. ราคาค่อนข้างสูง 2. ลำบากในการเคลื่อนย้าย

จากตารางที่ 4.1 แสดงแบบร่าง (Sketch Design) ออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์โต๊ะ 10 แบบ ได้วิเคราะห์แบบจากข้อดีและข้อเสียโดยคัดเลือกแบบลำดับที่ 1 และแบบลำดับที่ 2 และแบบลำดับที่ 4 ในการสร้างต้นแบบต่อไป

ตารางที่ 4.2 แสดงแบบร่าง (Sketch Design) ออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เก้าอี้ 10 แบบ

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์เก้าอี้	ข้อดี	ข้อเสีย
1		1. ลวดลายดูแล้วเรียบง่าย 2. มีความทนทานต่อการใช้งานสูง 3. เป็นลวดลายที่ลงตัวในด้านการออกแบบ	1. มีราคาค่อนข้างสูง 2. มีน้ำหนักมาก - ยากต่อการขนย้าย
2		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	1. พนักพิงสูงเกินไป 2. ราคาค่อนข้างสูง
3		1. มีลวดลายที่มีความสวยงาม 2. รู้สึกสบายในการนั่งพักผ่อนหรือรับแขก 3. มีความทนทานต่อการใช้งานอย่างลงตัว	1. มีน้ำหนักมาก ลำบากในการขนย้าย 2. มีพนักพิงที่เตี้ยเกินไปเล็กน้อย - ควรปรับสูงอีกนิด 3. มีราคาค่อนข้างสูง

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์เก้าอี้	ข้อดี	ข้อเสีย
4		1. ลวดลายดูแล้วเรียบง่าย 2. มีความทนทานต่อการใช้งานสูง 3. เป็นลวดลายที่ลงตัวในด้านการออกแบบ	1. มีราคาค่อนข้างสูง 2. มีน้ำหนักมาก ยากต่อการขนย้าย 3. โต๊ะกลางไม่มี ความโดดเด่น
5		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	1. พนักพิงสูงเกินไป 2. ราคาค่อนข้างสูง 3. โต๊ะกลางเป็นกระจก ลำบากในการเคลื่อนย้าย
6		1. มีลวดลายที่มีความสวยงาม 2. รู้สึกสบายในการนั่งพักผ่อนหรือรับแขก 3. มีความทนทานต่อการใช้งาน	1. มีน้ำหนักมาก ลำบากในการขนย้าย 2. มีพนักพิงที่เตี้ยเกินไปเล็กน้อย ควรปรับสูงอีกนิด 3. มีราคาค่อนข้างสูง

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์เก้าอี้	ข้อดี	ข้อเสีย
7		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	1. พนักพิงสูงเกินไป 2. ราคาค่อนข้างสูง
8		1. มีลวดลายที่มีความสวยงาม 2. รู้สึกสบายในการนั่งพักผ่อนหรือรับแขก 3. มีความทนทานต่อการใช้งาน	1. มีน้ำหนักมากลำบากในการขนย้าย 2. มีพนักพิงที่เตี้ยเกินไปเล็กน้อยควรปรับสูงอีกนิด 3. มีราคาค่อนข้างสูง
9		1. มีลวดลายที่มีความสวยงาม 2. รู้สึกสบายในการนั่งพักผ่อนหรือรับแขก 3. มีความทนทานต่อการใช้งาน	1. มีน้ำหนักมากลำบากในการขนย้าย 2. มีพนักพิงที่เตี้ยเกินไปเล็กน้อยควรปรับสูงอีกนิด 3. มีราคาค่อนข้างสูง
10		1. มีลวดลายที่มีความสวยงาม 2. รู้สึกสบายในการนั่งพักผ่อนหรือรับแขก 3. มีความทนทานต่อการใช้งาน	1. มีน้ำหนักมากลำบากในการขนย้าย 2. มีพนักพิงที่เตี้ยเกินไปเล็กน้อยควรปรับสูงอีกนิด 3. มีราคาค่อนข้างสูง

จากตารางที่ 4.2 แสดงแบบร่าง (Sketch Design) ออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เก้าอี้ 10 แบบ ได้วิเคราะห์แบบจากข้อดีและข้อเสียโดยคัดเลือกแบบลำดับที่ 2 และแบบลำดับที่ 5 และแบบลำดับที่ 10 ในการสร้างต้นแบบต่อไป

ตารางที่ 4.3 แสดงแบบร่าง (Sketch Design) ออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เตียง 10 แบบ

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์เตียง	ข้อดี	ข้อเสีย
1		1. ลวดลายดูแล้วเรียบง่าย 2. มีความทนทานต่อการใช้งานสูง 3. เหมาะสมกับงานด้านเฟอร์นิเจอร์ที่จัดวางในห้องรับแขกได้เป็นอย่างดี	1. มีราคาค่อนข้างสูง 2. มีน้ำหนักมากยากต่อการขนย้าย 3. โต๊ะกลางไม่มีความโดดเด่น
2		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	1. พนักพิงสูงเกินไป 2. ราคาค่อนข้างสูง 3. โต๊ะกลางเป็นกระจก ลำบากในการเคลื่อนย้าย
3		1. มีลวดลายที่มีความสวยงาม 2. รู้สึกสบายในการนั่งพักผ่อนหรือรับแขก 3. มีความทนทานต่อการใช้งาน	1. มีน้ำหนักมาก ลำบากในการขนย้าย 2. มีพนักพิงที่เตี้ยเกินไปเล็กน้อย ควรปรับสูงอีกนิด 3. มีราคาค่อนข้างสูง

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์เตียง	ข้อดี	ข้อเสีย
4		1. ลวดลายดูแล้วเรียบง่าย 2. มีความทนทานต่อการใช้งานสูง 3. เหมาะสมกับงานด้านเฟอร์นิเจอร์ที่จัดวางในห้องรับแขกได้เป็นอย่างดี	1. มีราคาค่อนข้างสูง 2. มีน้ำหนักมากยากต่อการขนย้าย 3. โต๊ะกลางไม่มีความโดดเด่น
5		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	1. พนักพิงสูงเกินไป 2. ราคาค่อนข้างสูง 3. โต๊ะกลางเป็นกระจก ลำบากในการเคลื่อนย้าย
6		1. ลวดลายดูแล้วเรียบง่าย 2. มีความทนทานต่อการใช้งานสูง 3. เหมาะสมกับงานด้านเฟอร์นิเจอร์ที่จัดวางในห้องรับแขกได้เป็นอย่างดี	1. มีราคาค่อนข้างสูง 2. มีน้ำหนักมากยากต่อการขนย้าย 3. โต๊ะกลางไม่มีความโดดเด่น
7		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	1. พนักพิงสูงเกินไป 2. ราคาค่อนข้างสูง 3. โต๊ะกลางเป็นกระจก ลำบากในการเคลื่อนย้าย

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์เตียง	ข้อดี	ข้อเสีย
8		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	1. พนักพิงสูงเกินไป 2. ราคาค่อนข้างสูง 3. โต๊ะกลางเป็นกระจก ลำบากในการเคลื่อนย้าย
9		1. มีความแปลกใหม่ในด้านรูปทรง 2. มีรูปทรงที่อิสระ 3. มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริง	1. พนักพิงสูงเกินไป 2. ราคาค่อนข้างสูง 3. โต๊ะกลางเป็นกระจก ลำบากในการเคลื่อนย้าย
10		1. มีลวดลายที่สวยงาม 2. รู้สึกสบายในการนั่งพักผ่อนหรือรับแขก 3. มีความทนทานต่อการใช้งาน	1. มีน้ำหนักมาก ลำบากในการขนย้าย 2. มีพนักพิงที่เตี้ยเกินไปเล็กน้อย ควรปรับสูงอีกนิด 3. มีราคาค่อนข้างสูง

จากตารางที่ 4.3 แสดงแบบร่าง (Sketch Design) ออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เตียง 10 แบบ ได้วิเคราะห์แบบจากข้อดีและข้อเสียโดยคัดเลือกแบบลำดับที่ 3 และแบบลำดับที่ 4 และแบบลำดับที่ 9 ในการสร้างต้นแบบต่อไป

ตารางที่ 4.4 แบบร่างเฟอร์นิเจอร์ โต๊ะ ที่พัฒนาขั้นสุดท้ายเพื่อสร้างต้นแบบ 3 แบบ

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์โต๊ะ	แนวคิดในการออกแบบ
1		แนวคิดจากตำราพิชัยสงครามฉบับเพชรบูรณ์
2		แนวคิดจากเจดีย์ทรงพุ่มข้าวบิณฑ์
3		แนวคิดจากพายเรือทวนน้ำ

จากตารางที่ 4.4 แบบร่างเฟอร์นิเจอร์ โต๊ะ ที่พัฒนาขั้นสุดท้ายเพื่อสร้างต้นแบบ 3 แบบ
เขียนแบบในการผลิตต่อไป

ตารางที่ 4.5 แบบร่างเฟอร์นิเจอร์เก้าอี้ที่พัฒนาขั้นสุดท้ายเพื่อสร้างต้นแบบ 3 แบบ

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์เก้าอี้	แนวคิดในการออกแบบ
1		แนวคิดจากตำราพิชัยสงครามฉบับเพชรบูรณ์
2		แนวคิดจากตำราพิชัยสงครามฉบับเพชรบูรณ์
3		แนวคิดจากตำราพิชัยสงครามฉบับเพชรบูรณ์

จากตารางที่ 4.5 แบบร่างเฟอร์นิเจอร์เก้าอี้ที่พัฒนาขั้นสุดท้ายเพื่อสร้างต้นแบบ 3 แบบ เขียนแบบในการผลิตต่อไป

ตารางที่ 4.6 แบบร่างเฟอร์นิเจอร์ที่พัฒนาขั้นสุดท้ายเพื่อสร้างต้นแบบ 3 แบบ

ลำดับที่	เฟอร์นิเจอร์	แนวคิดในการออกแบบ
1		แนวคิดจากตำราพิชัยสงครามฉบับเพชรบูรณ์
2		แนวคิดจากพายเรือทวนน้ำ
3		แนวคิดจากเสื่อกองร่องไฟ

จากตารางที่ 4.6 แบบร่างเฟอร์นิเจอร์ที่พัฒนาขั้นสุดท้ายเพื่อสร้างต้นแบบ 3 แบบ
เขียนแบบในการผลิตต่อไป

ตอนที่ 3 ประเมินความพอใจเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเครื่องเรือนไม้ไผ่ มผช. 65/2546 ผลจากการจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ตารางที่ 4.7 แสดงความคิดเห็นและความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ลำดับที่	ลักษณะที่ ตรวจสอบ	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
1	ลักษณะทั่วไป			
	เรียบร้อย ประณีต สวยงาม	3.80	0.4	ระดับดี
	บริเวณรอยต่อต้องไม่เปราะเปื้อนสารที่ใช้อยู่ติด ไม่มีราปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัด	4.60	0.48	ระดับดีมาก
	ปราศจากเส้นขน เส้น ผื่นผง	4.20	0.4	ระดับดี
	ต้องแข็งแรง มั่นคง	3.80	0.4	ระดับดี
2	ไม้ไผ่			
	ไม้ไผ่แห้งที่มีคุณภาพดีไม่แตก ร้าว ยุบตัว เหี่ยวเหี่ยวหรือผุ	4.60	0.48	ระดับดีมาก
	ปราศจากราและร่องรอยการเจาะกัดกินของแมลง	4.20	0.4	ระดับดี
3	สี			
	สม่ำเสมอ	3.60	0.48	ระดับดี
	ไม่หลุดลอก เมื่อลูบผลิตภัณฑ์แล้วสีต้องไม่ติดมือ	4.80	0.4	ระดับดีมาก
4	การประกอบด้วยวัสดุอื่น			
	เรียบร้อย ประณีต ติดแน่น คงทน	4.80	0.4	ระดับดีมาก
	บริเวณรอยต่อเรียบร้อย ไม่เห็นร่องรอยของตะปูและโลหะ ปกปิดมิดชิดและกลมกลืนเหมาะสมกับชิ้นงาน	3.80	0.4	ระดับดี
5	การเคลือบเงา			
	เรียบสม่ำเสมอ ไม่เป็นเม็ด เป็นคราบ กรอบ แตก หรือหลุดลอก	3.60	0.48	ระดับดี
	ชิ้นงาน สวยงามตามธรรมชาติ	3.80	0.4	ระดับดี
รวม				ระดับดี

จากตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นและความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านในการตอบแบบสอบถามในด้านลักษณะทั่วไป ลำดับแรกบริเวณรอยต่อต้องไม่เปราะเปื้อนสารที่ใช้อยู่ติด ไม่มีราปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ระดับดีมาก และลำดับสุดท้ายเรียบร้อย ประณีต ติดแน่น คงทนเด่นชัด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 ระดับดี

ไม้ไผ่ ลำดับแรกไม้ไผ่แห้งที่มีคุณภาพดีไม่แตก ร้าว ยุบตัว เหี่ยวเหี่ยวหรือผุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ระดับดีมาก และลำดับสุดท้าย 4.60

สี ไม่หลุดลอก เมื่อลูบผลิตภัณฑ์แล้วสีต้องไม่ติดมือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ระดับดีมาก
 สม่่าเสมอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 ระดับดี

การประกอบด้วยวัสดุอื่น เรียบร้อย ประณีต ติดแน่น คงทนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ระดับดี
 มาก บริเวณรอยต่อเรียบร้อย ไม่เห็นร่องรอยของตะปูและโลหะ ปกปิดมิดชิดและกลมกลืนเหมาะสม
 กับชิ้นงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 ระดับดี

การเคลือบเงา เรียบสม่่าเสมอ ไม่เป็นเม็ด เป็นคราบ กรอบ แตก หรือหลุดลอกค่าเฉลี่ย
 เท่ากับ 3.60 ชิ้นงาน สวยงามตามธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 ระดับดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง พบว่า เครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางสามารถไสไม้ไผ่ในอัตราการผลิตเฉลี่ย 18 แผ่นต่อ 1 นาที ซึ่งเร็วกว่าแรงงานคนใช้มีดในการผ่าประมาณ 6 เท่า โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง การไสไม้ไผ่ ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพ และข้อบกพร่องของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง พร้อมทำการแก้ไขจุดบกพร่องและอุปสรรคต่างๆ ระหว่างการศึกษาวิจัย รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่องที่ถูกสร้างขึ้น ดังนี้

พิจารณาการลงทุน การคุ้มทุน เครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง สามารถทำงานเร็วกว่าแรงงานคนประมาณ 6 เท่า และลดความเมื่อยล้าในการทำงาน ซึ่งปัจจุบันการหาคนไสไม้ไผ่นั้นหาได้ยากมาก และต้องใช้คนที่มีความชำนาญในการทำงาน ซึ่งมีความคุ้มค่าในการลงทุนประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคนในการไสไม้ไผ่และประหยัดเวลาในการทำงาน

ปัญหาและอุปสรรคที่พบ ยางลูกม้วนสึกหรองง่าย เศษไม้ไผ่ติดคาในตัวเครื่อง การแก้ไขปัญหาคือ ทำตัวกันเศษไม้ไผ่

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนจากนวัตกรรมไม้ไผ่ประสานภูมิปัญญาเพชรบุรี อุตสาหกรรม OTOP จังหวัดเพชรบุรี ตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนการทําวิจัย เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องเรือนไม้ไผ่จากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพชรบุรี ความต้องการเครื่องเรือนไม้ไผ่จากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพชรบุรีสำหรับผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP จังหวัดเพชรบุรี ประเภทของเครื่องเรือน จากการสำรวจกลุ่มเป้าหมายร้านจำหน่ายเครื่องเรือนไม้ไผ่ในจังหวัดเพชรบุรีพบว่า เครื่องเรือนไม้ไผ่ ที่ขายดีอันดับแรกคือเก้าอี้ไม้ไผ่ รองลงมาคือโต๊ะไม้ไผ่ เติ่งไม้ไผ่ และชั้นวางของจากไม้ไผ่ รูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ เป็นรูปแบบที่เน้นเรื่องของการใช้งานเป็นหลัก รูปทรงเรียบง่ายเหมือนกันกับเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ที่มีจำหน่ายทั่วไป รูปแบบเลขาคณิต

เอกลักษณ์เพชรบุรีด้านศิลปกรรมประกอบด้วย จิตรกรรมฝาผนังวัดนาทราย ตำราพิชัยสงคราม ฉบับจังหวัดเพชรบุรี ประติมากรรมของจังหวัดเพชรบุรีอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพประเพณีวัฒนธรรมจากประเพณีอัฐมพระดำนํ้าหนึ่งเดียวในโลก แข่งขันพายเรือทวนน้ำ วัดมหาธาตุ เจดีย์ทรงพุ่มข้าวบิณฑ์ พระกรุพิมพ์ปรกโพธิ์ ออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ 40 แบบ ประกอบด้วยโต๊ะ 10 แบบ เก้าอี้ 10 แบบ เติ่ง 10 แบบ ชั้นวางของ 10 แบบ คัดเลือกแบบ 12 แบบเพื่อสร้างต้นแบบต่อไป

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ การนำเอาเทคโนโลยีการสร้างนวัตกรรมมาใช้ในแผ่นไม้ประกอบ ต้องนำเอาความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้งานไม้ไผ่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ศักดิ์ชาย สิกขาและคณะ ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนางานหัตถกรรมไม้ไผ่ในภาคอีสาน ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ พบว่า ปัจจัยที่มีผลมากที่สุดคือ ความเป็นเอกลักษณ์ของวัฒนธรรมไทย รองลงมาคือ เป็นค่านิยมของสังคมไทย และผลิตภัณฑ์ช่วยสร้างการยอมรับในกลุ่ม เมื่อพิจารณา โดยรวมของปัจจัยต่างๆ ทั้งปัจจัยด้านการตลาด และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้า หัตถกรรมไม้ไผ่นั้นพบว่า รองลงมาคือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และความเหมาะสมของราคาผลิตภัณฑ์ และค่านิยมในการใช้สินค้าไทย สำหรับการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนางานหัตถกรรมไม้ไผ่ ในภาคอีสาน ซึ่งพบว่า ส่วนของภูมิปัญญาท้องถิ่น ผู้ผลิตส่วนใหญ่นิยมพัฒนางานจากภูมิปัญญา ดั้งเดิม เช่น การใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการอบรมคว้น ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาภูมิปัญญา ท้องถิ่นเพชบุระด้านต่างๆ เพื่อเป็นแนวทาง

ในการออกแบบและสร้างต้นแบบ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปแบบเฟอร์นิเจอร์ระกอบไปด้วย โต๊ะ เก้าอี้โดยใช้หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สัดส่วนมนุษย์ สอดคล้องกับ มนัสพงษ์ มุสิกการยกุล และคณะ ได้ทำวิจัยเรื่อง พัฒนารูปแบบเฟอร์นิเจอร์ภายในสำนักงาน กรณีศึกษาศูนย์บริการข้อมูล ลูกค้าสัมพันธ์ ได้พบว่าประเด็นเชิงพื้นที่จากการศึกษาด้วยวิธีการทดสอบการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Body Motion Envelope, BME) เมื่อทำการวิเคราะห์แล้ว ขนาดระยะขอบเขตพื้นที่ที่เหมาะสมบน รูปแบบเฟอร์นิเจอร์ภายในสำนักงาน กรณีศึกษาศูนย์บริการข้อมูลลูกค้าสัมพันธ์ วัดระยะจากขอบ รูปแบบเฟอร์นิเจอร์ถึงพื้นที่การเอื้อมจับหุ้ง มีพื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด ที่ระยะความกว้าง 56 เซนติเมตร ระยะความยาว 50 เซนติเมตรวัดระยะจากขอบรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ถึงพื้นที่เอื้อมพิมพ์ อุปกรณ์แป้นพิมพ์ที่มีพื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด มีระยะความกว้าง 31.5 เซนติเมตร ระยะความยาว 87 เซนติเมตร วัดระยะจากขอบรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ถึงพื้นที่เอื้อมจับเมาส์ที่มีพื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด มี ระยะความกว้าง 34 เซนติเมตร ระยะความยาว 42 เซนติเมตร และสอดคล้องกับ ณัฐพงศ์ พนาพุฒิ กุล และคณะ ได้ทำวิจัยเรื่องโครงการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามประดับตกแต่งด้วยวัสดุจากเปลือก หอยกาบ เหตุผลหลักในการเลือกซื้อเฟอร์นิเจอร์หรือของตกแต่งบ้าน คือ ต้องการตกแต่งบ้านหรือ ห้องใหม่ และปัจจัยในการเลือกซื้อขึ้นอยู่กับความสวยงามและ การนำหลักคิดต่างๆ ที่ได้จากการ สังเคราะห์นั้นมาใช้ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุเปลือกหอยกาบโดยมีแนวโน้มที่สามารถผลิต ได้จริงจากผู้ประกอบการรายย่อย

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่นั้นผู้วิจัยได้ออกแบบผลิตภัณฑ์ 10 แบบ และคัดเลือก แบบโดยการวิเคราะห์ตามหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมา 3 แบบ ได้แก่ เก้าอี้ เติง ชั่น วางของ แนวคิดในการออกแบบได้มาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพชบุระลอกคล้องกับ ณัฐพงศ์

พนาพุฒิกุล และคณะ ได้ทำวิจัยเรื่องโครงการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามประดับตกแต่งด้วยวัสดุจากเปลือกหอยกาบ เหตุผลหลักในการเลือกซื้อเฟอร์นิเจอร์หรือของตกแต่งบ้าน คือ ต้องการตกแต่งบ้านหรือห้องใหม่ และปัจจัยในการเลือกซื้อขึ้นอยู่กับความสวยงามและ การนำหลักคิดต่างๆ ที่ได้จากการสังเคราะห์นั้นมาใช้ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุเปลือกหอยกาบโดยมีแนวโน้มที่สามารถผลิตได้จริงจากผู้ประกอบการรายย่อย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้

การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาแนวคิดในการออกแบบได้ศึกษาจากภูมิปัญญาเพชรบุรีจังหวัดเพชรบูรณ์ แสดงถึงศิลปะและวัฒนธรรมที่เป็นบ่งบอกถึงเอกลักษณ์ของวัฒนธรรมเพชรบุรีทั้งด้านศิลปกรรมสถาปัตยกรรม ประเพณี ที่โดดเด่นรวมถึงสมบัติอันล้ำค่าคู่มือเมืองเพชรบุรีตำราพิชัยสงครามฉบับจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย ประเพณีอุ้มพระดำน้ำหนึ่งเดียวในโลก และการแข่งพายเรือทวนน้ำ ศิลปะทางด้านโบราณสถานเจดีย์ทรงพุ่มข้าวบิณฑ์เมืองเก่าศรีเทพมีประติมากรรมที่เป็นเอกลักษณ์นำมาเป็นแนวคิดในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ แนวคิดรูปแบบที่ผ่านการตัดทอนเพิ่มเข้าได้อย่างได้อย่างลงตัวสามารถสร้างเอกลักษณ์ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ขบวนการผลิตนั้นเป็นกระบวนการเข้าไม้ที่มีความเฉพาะสำหรับไม้ไผ่มีรูปทรงเป็นทรงกระบอกที่แตกต่างจากการเข้าไม้โดยทั่วไป รูปแบบนั้นสามารถปรับได้ตลอดเวลา ให้เหมาะสมกับขบวนการผลิตและวัตถุดิบ วิจัยครั้งต่อไปสามารถพัฒนารูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ได้อีกหลากหลายประเภท รวมถึงการศึกษาเรื่องของการเข้าไม้ของไม้ไผ่ในกระบวนการผลิตเนื่องจากการเข้าไม้เฟอร์นิเจอร์ประสบปัญหาในเรื่องของรูปทรงวัตถุดิบไม้ไผ่เป็นทรงกระบอกและข้างในกลวงทำให้ยึดติดได้ลำบากและไม่แน่นหนาขาดความแข็งแรง รวมถึงการใช้วัสดุอื่นๆ ในการยึดข้อต่อ การเข้าไม้ควรมีการศึกษาและพัฒนาต่อไป

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

วิจัยครั้งต่อไปสามารถพัฒนารูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ได้อีกหลากหลายประเภท รวมถึงการศึกษาเรื่องของการเข้าไม้ของไม้ไผ่ในกระบวนการผลิตเนื่องจากการเข้าไม้เฟอร์นิเจอร์ประสบปัญหาในเรื่องของรูปทรงวัตถุดิบไม้ไผ่เป็นทรงกระบอกและข้างในกลวงทำให้ยึดติดได้ลำบากและไม่แน่นหนาขาดความแข็งแรง รวมถึงการใช้วัสดุอื่นๆ ในการยึดข้อต่อ การเข้าไม้ควรมีการศึกษาและพัฒนาต่อไป ผลงานวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้เฉพาะพื้นที่หนึ่งในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น การศึกษาในเชิงลึกในแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของแต่ละพื้นที่ เช่น ศิลปวัฒนธรรมตลอดจนภูมิปัญญาท้องถิ่นที่น่าสนใจและมีเสน่ห์ที่แตกต่างกัน ผลสรุป

ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้จริงกับสินค้ากับชุมชนนั้นโดยเฉพาะสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์เพื่อให้สินค้าจากทุกชุมชนมีบรรจุภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับตรงความต้องการที่แท้จริงของผู้ซื้อได้มากขึ้น โดยผู้ที่สนใจสามารถนำรูปแบบในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการวิจัยกลุ่มอื่นหรือท้องถิ่นอื่นได้อย่างกว้างขวางต่อไป

บรรณานุกรม

- กนกอร แสงสุวรรณ.2553.การปรับปรุงสมบัติไม้พลาสติกคอมโพสิตที่เตรียมจากโพลิโพรไพลีนผสมเส้นใยมะพร้าว. การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- กิตติยะ พลเทพและพุทธิพงศ์ หมายสุข.2556.วิจัยเรื่องคานคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ซึ่งเคลือบผิวด้วยไฟเบอร์กลาสรับการตัด คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา
- กัลยา วาณิชย์บัญชา.2548.การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย spss for window .กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โกวิท แสนอิน และคณะ.2557.การพัฒนาและศึกษาคุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดจากหญ้าแฝก. โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย พิชญโลก
- ครูเฒ่าเจ้าปัญญา.2537. คู่มือคนรักการประดิษฐ์ 2.ปราจีนบุรี: กิจเกษมการพิมพ์.
- จรัญ จันทลักขณา. 2534. สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐพงษ์ พรตอณก่อ.2552.ประสิทธิภาพน้ำส้มควันไม้จากไม้ต่างชนิดกันที่มีผลการเจริญเติบโตและป้องกันกำจัดศัตรูผักคะน้า.มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ณัฐยา สินตระการผล.2557.คู่มือสร้างนวัตกรรมใน4สัปดาห์. กรุงเทพฯ : ธรรมกมลการพิมพ์
- นิคม แหลมสัก. 2533.ทำวิจัยเรื่องกรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ทวี แก้วมณี และคณะ.2549. คู่มือมาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น.
- บุญนา เกี้ยวข้อง และมยุรี ดวงเพชร. 2542. คู่มือปฏิบัติการทดสอบเชิงกลของไม้. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปิยะวดี บัวจงกล. 2549.ความเหมาะสมของไม้หก และไม้หวานอย่างข้างเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปิยะวดี บัวจงกลและคณะ.2552.แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้.กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนากาป่าไม้ กรมป่าไม้
- นิรัช สุดสังข์.2548.ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ปิยะบุตร สุทธิธารา.2557.Graphic design thinking:beyond braistorming.นนทบุรี :

บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด.

ธนภัทร รุ่งธนาภิรมย์.2557.ทฤษฎีความงาม.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แอมพอร์พรีนท์,

ดนัย เทียนพุฒ.2556.ตำราพิชัยสงครามเมืองเพชรบูรณ์.เพชรบูรณ์:ไทยมีเดียเพชรบูรณ์.

รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์และคณะ, 2545. การปลูกสร้างและบำรุงรักษาสวนไฟ. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

รัฐไท พรเจริญ. 2558. เทคนิคการเขียนภาพออกแบบผลิตภัณฑ์.กรุงเทพฯ :

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทยญี่ปุ่น).

วัฒนชัย ตาเสน และคณะ.2557.วิธีการป้องกันกำจัดด้วงวงเจาะหน่อไม้ .วารสารวนศาสตร์ ปีที่ 1-29 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจิตร ฤกษ์นารุ่ง. 2526. การใช้กรรมวิธีแอสฟลุนด์ แยกเยื่อไม้รวก-ไม้ป่า และวัตถุดิบอื่นบางชนิด เพื่อทดลองผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง และแผ่นเอ็มดีเอฟ. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิรัช ชื่นวาริน. 2528. ลักษณะโครงสร้าง องค์ประกอบและสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้. การสัมมนาเรื่องไม้ ครั้งที่ 1. น. 157-198. อ้างถึง วันทนี สาตราคม. 2515. คุณสมบัติของไม้ในประเทศไทยด้านทาเยื่อกระดาษ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศักดิ์ชาย สิกขาและคณะ.2558 การพัฒนางานหัตถกรรมไม้ไผ่ในภาคอีสาน.วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน.

สะอาด บุญเกิด. 2528. ไม้บางชนิดในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง. มอก.966-2547. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ .

อนันตชัย เชื้ออนรรรม. 2539. หลักการวางแผนการตลาด. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ.2550.ผลของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการออกแบบ.กรุงเทพฯ :

สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ.2550.การศึกษาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.กรุงเทพฯ :

สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549.เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

- Chow, P. 1976. Properties of Medium-Density, **Dry Formed Fiberboard from Seven Hardwood Residues and Bark**. Forest Products Journal, Vol. 26, No.5. pp.48-55.
- Japanese Industrial Standard. 1994. **Japanese Industrial Standard**: medium density fiberboards. No. JIS A 5906-1994.
- Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. **Principle of Wood Science and Technology**. Vol II. Springer-Verlag, New York.
- Liese, W. 1986. Bamboos-Biology, **Silvics, Properties and Utilization**. Schriftenreihe de GTZ. No.180. 132p.
- Maloney, T.M. 1993. **Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Updated edition**. Miller Freeman Inc., California.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การลงพื้นที่ทดสอบเครื่องไล่ไม้ไฟสีทาสทางเผยแพร่เทคโนโลยีสู่ชุมชน



รูปที่ ก - 1 การทดสอบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ



รูปที่ ก - 2 การทดสอบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ