



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ เครื่องทอผ้าพื้นเมือง

โดย ดร.สุวรรณ วาวแว และคณะ

31 ตุลาคม 2548

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการเครื่องทอผ้าพื้นเมือง

คณะผู้วิจัย		สังกัด
ดร.สุวรรณ	วาวแวว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
นายประพันธ์	จันตะโล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
นายเศรษฐพงษ์	ศรีคำฝั้น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
นายอดิศักดิ์	รินจ้อย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ชุดโครงการสนับสนุนผู้ปฏิบัติงานวิจัยในภาคอุตสาหกรรม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร
โครงการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมท้องถิ่น
Technology Development for Local SMEs (TDLS)

1. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องทอผ้าพื้นเมือง
 (อังกฤษ) INDIGENOUS CLOTH TEXTILE MACHINE

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัด และที่อยู่

ชื่อสกุล ดร. สุวรรณ วาวแวว
 หน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ
 ที่อยู่ 128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ. เมือง จ.เชียงใหม่ 50300
 โทรศัพท์/โทรสาร 053-892645
 E-mail : wao_narong@yahoo.com

4. ระยะเวลาดำเนินการ 6 เดือน

5. ปัญหาที่ทำการวิจัย และความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากอาชีพหลักของกลุ่มชาวบ้านในเขตอำเภอจอมทอง ส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพการปลูกลำไยเป็นอาชีพหลักและหลังจากการเก็บเกี่ยวหมดไปแล้วจะมีเวลารว่างกันค่อนข้างมาก ทางกลุ่มแม่บ้านสหกรณ์บ้านสบเตี้ยะจึงได้มีการจัดให้มีอาชีพเสริมเกิดขึ้นซึ่งก็คือ การทอผ้าพื้นเมืองผลผลิตที่ได้ออกมาคือ ผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือพื้นเมืองที่สามารถทำรายได้ให้แก่ชาวบ้านในอำเภอจอมทองได้เป็นอย่างดีตรงจากอาชีพหลักคือการปลูกลำไย แต่ได้ประสบกับปัญหาเกี่ยวกับการสร้างผลิตภัณฑ์ผ้าทอคือ เครื่องทอผ้าไม่มีความแข็งแรงและไม่สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ผ้าทอให้มีจำนวนมากและมีคุณภาพเท่ากันทั้งหมด ในการทอผ้าพื้นเมืองได้มีการใช้เครื่องทอผ้าแบบที่กระตุกเป็นเครื่องจักรในการผลิต ดังนั้นเครื่องทอผ้าจึงเป็นส่วนสำคัญในการสร้างผลิตภัณฑ์ผ้าทอ เมื่อเครื่องทอผ้าไม่มีความแข็งแรงและมีการหลวมคลอนขณะทำการทอผ้า ทำให้เกิดปัญหาอย่างมากในการทอผ้า ดังนั้นจึงสมควรที่จะสร้างและแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องทอผ้าให้ดีขึ้น โดยการพัฒนาเครื่องทอผ้า เพื่อจะได้สร้างผลิตภัณฑ์ผ้าทอที่ดีและมีคุณภาพตามมาตรฐานเท่ากันทุกชิ้น เพื่อเป็นการสร้างสินค้า OTOP ของชุมชนให้มีคุณภาพ

6. วัตถุประสงค์

- 6.1 เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผ้าทอมีคุณภาพที่ดีและมีลักษณะที่สวยงาม เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์
- 6.2 พัฒนาเครื่องทอผ้าแบบเก่าให้ดีขึ้นและลดเวลาที่เสียไปในการทอผ้า ทำให้การทำงานสร้างผลิตภัณฑ์สะดวกรวดเร็วขึ้น

7. ระเบียบวิจัย (โดยย่อ)

วิธีการดำเนินการของโครงการประกอบด้วยขั้นตอนหลักทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 7.1 สำรวจข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนเกี่ยวกับเครื่องทอผ้า
 - 7.1.1 ทำแบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน
 - 7.1.2 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องทอผ้าในชุมชน
 - 7.1.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องทอผ้าที่ใช้ในชุมชน
- 7.2 วางแผนการดำเนินงานโครงการ
 - 7.2.1 จัดทำแผนการดำเนินงานของโครงการในระยะเวลา 6 เดือน
 - 7.2.2 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องทอผ้า
 - 7.2.3 จัดทำแผนการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นกับเครื่องทอผ้า
- 7.3 ออกแบบและเลือกวัสดุ
 - 7.3.1 ออกแบบเครื่องทอผ้าตามหลักวิศวกรรมผสมผสานกับภูมิปัญญาชาวบ้าน
 - 7.3.2 ออกแบบวัสดุที่ใช้สร้างเครื่องทอผ้าตามหลักการออกแบบเครื่องจักรกล
 - 7.3.3 เลือกใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในชุมชน
- 7.4 ดำเนินการสร้างเครื่องจักร
 - 7.4.1 ดำเนินการสร้างเครื่องจักรตามแบบที่กำหนด
 - 7.4.2 ระหว่างสร้างเครื่องจักรอาจจะมีการแก้ไขแบบที่กำหนดตามความเหมาะสม
- 7.5 ทดสอบและแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักร
 - 7.5.1 ทำการทดสอบการทอผ้าโดยใช้เครื่องทอผ้าร่วมกับชุมชน
 - 7.5.2 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องทอผ้า
 - 7.5.3 นำปัญหาที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงเครื่องทอผ้า
 - 7.5.4 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อดี – ข้อเสีย เปรียบเทียบกับเครื่องทอผ้าแบบเก่า

7.5.5 สรุปผล รายงานผลและข้อเสนอแนะต่างๆ จากโครงการวิจัย (ความสำเร็จ/ปัญหา/อุปสรรค) เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

8. สิ่งคาดว่าจะได้รับ

- 8.1 ได้ผลิตภัณฑ์ผ้าทอที่มีลักษณะที่สวยงามและมีคุณภาพเพื่อเป็นสินค้า OTOP ของชุมชน
- 8.2 ได้ผลิตภัณฑ์ผ้าทอที่มีจำนวนการผลิตมากขึ้น
- 8.3 เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ผ้าทอให้ดีขึ้นเป็นการสร้างรายได้ให้ชุมชนมากขึ้น
- 8.4 ลดภาระงานในการทอผ้าให้น้อยลงเป็นการช่วยให้ผู้ทอผ้าไม่เกิดการอ่อนล้าเนื่องจาก
การทอผ้าและเป็นผลให้สุขภาพของผู้ทอผ้ามีสุขภาพที่ดีขึ้น
- 8.5 ได้ถ่ายทอดความรู้ที่ได้ศึกษามาให้กับชุมชน

9. ความสอดคล้องกับเป้าประสงค์และยุทธศาสตร์ของฝ่าย 5

- 9.1 งานวิจัยนี้เน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่ตรงกับความต้องการ และมีความ
เหมาะสมสำหรับท้องถิ่น ทั้งยังสามารถต่อยอดเชิงอุตสาหกรรม
- 9.2 งานวิจัยนี้จัดเป็นโครงการวิจัยประเภทแก้ปัญหาจากการพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์จาก
เครื่องจักร และสร้างโอกาสการพัฒนาอาชีพให้กับกลุ่มชุมชนท้องถิ่น โดยใช้เทคโนโลยี
สมัยใหม่ร่วมกับภูมิปัญญาของชาวบ้าน
- 9.3 งานวิจัยมุ่งเน้นกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วม เพื่อขยายผล
และนำไปสู่การพัฒนาการสร้างงานอาชีพที่ยั่งยืน

โครงการ : เครื่องทอผ้าพื้นเมือง
ผู้ร่วมโครงการ : นายประพันธ์ จันตะโส นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำผั่น และนายอดิศักดิ์ รินจ้อย
สังกัด : สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
หัวหน้าโครงการ : ดร. สุวรรณ วาวแวว พ.ศ. 2548

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาเครื่องทอผ้าพื้นเมือง เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทอผ้าพื้นเมืองขนาดเล็ก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องทอผ้าพื้นเมืองให้มีความแข็งแรงทนทาน มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและลดภาระงานที่ใช้ในการทอผ้าพื้นเมือง

เครื่องทอผ้าพื้นเมืองจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MSC-51 เบอร์ AT89C52 โดยมีเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนที่ของกระสวย เป็นสัญญาณอินพุตไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาคเอาต์พุตจะใช้ไอซี ULN2003 ควบคุมการทำงานของชุดแมกเนติกส์คลัทช์ เพื่อส่งกำลังงานผ่านสายพานลิ้มร่อง B 2 ร่องขับเคลื่อนกำลัง ซึ่งเพลาดันกำลังจะส่งกำลังงานผ่านโซ่ไปยังชุดรางกระสวย และชุดสลัปดาห์

การทดสอบเครื่องทอผ้าพื้นเมือง ใช้เส้นด้ายไหมประดิษฐ์เป็นเส้นยืนและฝ้ายเมืองเป็นเส้นพุ่ง จากนั้นทำการทอด้วยเครื่องทอผ้าพื้นเมือง การทดสอบในเวลา 8 ชั่วโมงพบว่าเครื่องทอผ้าพื้นเมืองสามารถทอผ้าได้ระยะผ้าเฉลี่ย 112 เซนติเมตรต่อชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับทอผ้าด้วยแรงงานคน ซึ่งจะทอผ้าได้ระยะผ้าเฉลี่ย 60-80 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ที่ทำการทอผ้า นอกจากนี้การทอผ้าโดยใช้เครื่องทอผ้าพื้นเมืองสามารถลดภาระงานของผู้ที่ทำการทอผ้าและสามารถเพิ่มปริมาณผ้าที่ทอได้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

.....หัวหน้าโครงการ

(ดร. สุวรรณ วาวแวว)

Project Title: Indigenous Cloth Textile Machine

By: Mr.Prapun Juntaso,Mr.Settapong Srikhamfun and Mr.Adisuk Rinjoy

Department: Mechanical Engineering

Head project: Dr.Suwan Waowaew

Year 2005

Abstract

The aim of this project is to develop Indigenous cloth textile machines for use in small industries working with cloth textile. Indigenous cloth textile machines are designed for quality and long life. This machine is used to lower production time in woven cloth creation. It is easy to use and maintain.

Indigenous cloth textile machines use electric motor 1,100. The motor speed is 1,450 revolutions per minute, transmutation power to gear ratio 1:4 with machine to the speed approximate 38 revolution per minute, the power via v-belt through the pulley set to the 2 driven shaft to driven the control system. The overall system control by microcontroller for product Indigenous cloth textile.

The test this machine by use string in old cloth textile machine (String for cotton string to dye color) in Indigenous cloth textile machine found problem because microcontroller system is use control system. The cloth textile machine are not satisfied as per expected. The machine will be develop the control system for the cloth textile machine is work absolutely.

.....Head of project

(Dr.Suwan Waowaew)

แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5)

สัญญาเลขที่ RDG4850035/7

ชื่อโครงการ เครื่องทอผ้าพื้นเมือง

(Indigenous Cloth Textile Machine)

หัวหน้าโครงการ ดร.สุวรรณ วาววาว

สถาบัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

โทรศัพท์ 053-892645

โทรสาร

053-892645

E-mail address wao_narong@yahoo.com

ความสำคัญ / ความเป็นมา

เนื่องจากอาชีพหลักของกลุ่มชาวบ้านในเขตอำเภอจอมทอง ส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพการปลูกลำไยเป็นอาชีพหลักและหลังจากการเก็บเกี่ยวหมดไปแล้วจะมีเวลาว่างกันค่อนข้างมาก ทางกลุ่มแม่บ้านสหกรณ์บ้านสบเตี๊ยะจึงได้มีการจัดตั้งให้มีอาชีพเสริมเกิดขึ้นซึ่งก็คือการทอผ้าเมือง ผลผลิตที่ได้ออกมาคือ ผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือพื้นเมืองที่สามารถทำรายได้ให้แก่ชาวบ้านในอำเภอจอมทองได้เป็นอย่างดีรองจากอาชีพหลักคือการปลูกลำไย แต่ได้ประสบกับปัญหาเกี่ยวกับการสร้างผลิตภัณฑ์ผ้าทอคือ เครื่องทอผ้าพื้นเมืองนั้นไม่มีความแข็งแรงและไม่สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ผ้าทอให้มีจำนวนมากและมีคุณภาพเท่ากันทั้งหมด ในการทอผ้าพื้นเมืองได้มีการใช้เครื่องทอผ้าแบบที่กระตุกเป็นเครื่องจักรในการผลิต ดังนั้นเครื่องทอผ้าจึงเป็นส่วนสำคัญในการสร้างผลิตภัณฑ์ผ้าทอ เมื่อเครื่องทอผ้าไม่มีความแข็งแรงและมีการหลวมคลอนขณะทำการทอผ้าทำให้เกิดปัญหาอย่างมากในการทอผ้า ดังนั้นจึงสมควรที่จะสร้างและแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องทอผ้าให้ดีขึ้น โดยการพัฒนาเครื่องทอผ้าเพื่อจะได้สร้างผลิตภัณฑ์ผ้าทอที่ดีและมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานเท่ากันทุกชิ้นเพื่อเป็นการสร้างสินค้า OTOP ของชุมชนให้มีคุณภาพดีขึ้น

วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผ้าทอที่ออกมามีคุณภาพและมีลักษณะที่สวยงามซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์
2. พัฒนาเครื่องทอผ้าแบบเก่าให้ดีขึ้นเป็นการลดเวลาที่เสียไปในการทอผ้าแบบเก่าทำให้การทำงานสร้างผลิตภัณฑ์สะดวกรวดเร็วขึ้น

ตารางที่ A แสดงการเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และผลที่ได้รับ ตลอดโครงการ

ผลที่ได้รับ	บรรลุ วัตถุประสงค์ข้อ ที่	โดยทำให้
ได้ทำการพัฒนาเครื่องทอผ้าให้มีความสามารถในการผลิตให้เพิ่มมากขึ้น	1	ปริมาณผ้าที่ทอได้เพิ่มขึ้น
ทำให้ลดการใช้แรงงานและลดเวลาที่ใช้ในการทอผ้า	2	เวลาในการทอต่อผืนลดลง
ทำให้คุณภาพของผ้าที่ได้จากการทอมีคุณภาพและมาตรฐานเดียวกันทั้งหมด	1	คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ดีขึ้นกว่าเดิม
ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีใหม่ให้กับชุมชน	2	ชาวบ้านในชุมชนมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ๆ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

โครงการผ้าทอพื้นเมือง (Indigenous Cloth Textile Machine) เป็นโครงการที่พัฒนาการทอผ้าพื้นเมืองของกลุ่มชาวบ้านที่ใช้เครื่องทอผ้าพื้นเมืองแบบเก่า โดยได้นำเทคโนโลยีสมัยใหม่สอดแทรกเข้าไปในเครื่องทอผ้าพื้นเมืองที่เป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน เพื่อจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการทอผ้าพื้นเมืองของชาวบ้าน โดยโครงการนี้เป็นผลงานการวิจัยของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ โดยมี ดร.สุวรรณ วาวแวว เป็นที่ปรึกษาโครงการ

ทีมงานผู้วิจัยมุ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มสหกรณ์แม่บ้านผู้ทอผ้าพื้นเมืองใน ต.สบเตี๊ยะ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตผ้าทอพื้นเมืองเพิ่มขึ้น ลดการใช้แรงงานในการทอผ้าพื้นเมืองและ เป็นการเพิ่มรายได้ของชุมชนให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น

การประชาสัมพันธ์

ผู้วิจัยได้จัดการสาธิตการใช้งานของเครื่องทอผ้าพื้นเมืองให้แก่กลุ่มสหกรณ์ทอผ้าพื้นเมืองบ้านสบเตี๊ยะ อำเภอจอมทองและเปรียบเทียบกับทอผ้าแบบเดิมว่ามีความรวดเร็ว สามารถลดเวลาในการทอผ้า ซึ่งได้มอบคู่มือการใช้เครื่องทอผ้าพื้นเมืองและแนะนำวิธีการใช้เครื่องทอผ้าพื้นเมืองให้กลุ่มสหกรณ์ทอผ้าพื้นเมืองบ้านสบเตี๊ยะ

ตารางที่ B แสดงการเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับ ตลอดโครงการ

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1. ศึกษาการทอผ้าจากท้องถิ่น	ได้รับความรู้เกี่ยวกับการทอผ้าจากกลุ่มแม่บ้าน	ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องทอผ้าและวิธีการทอผ้าจากกลุ่มแม่บ้าน	-
2. สัมภาษณ์และทำแบบสอบถามความต้องการของกลุ่มแม่บ้าน	ได้รับรู้ความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มแม่บ้าน	ได้ทำแบบสอบถามเกี่ยวกับความต้องการของกลุ่มแม่บ้าน	-
3. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องจักร	ได้ศึกษาการทำงานของเครื่องทอผ้าพื้นเมืองที่ใช้ในชุมชน	ได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องทอผ้าที่ใช้ในครัวเรือนและแบบอุตสาหกรรม	-
4. ออกแบบและเลือกวัสดุ	ได้ทำการออกแบบและใช้วัสดุที่มีจำหน่ายในชุมชน	ได้ทำการออกแบบเครื่องทอผ้าให้สามารถใช้วัสดุที่มีจำหน่ายในชุมชน	-
5. สร้างเครื่องจักร	สามารถสร้างเครื่องจักรตามแผนที่วางไว้	ได้ดำเนินการสร้างเครื่องจักรตามแผนที่วางไว้	-
6. ทดสอบและแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักร	ปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรให้มีความสมบูรณ์	ได้ทำการทดสอบและแก้ไขเครื่องทอผ้าจนสามารถใช้งานได้สมบูรณ์	-

7. ประเมินผลโครงการ และทำการแก้ไข	ได้ทำการประเมินโครงการ หลังจากทำการแก้ไข	ทำการประเมินโครงการ หลังจากที่ได้แก้ไขเครื่องทอ ผ้าจนมีความสมบูรณ์แล้ว	-
8. สรุปผลโครงการ ร่วมกับชุมชน	ทำการทดสอบและสรุปผล ร่วมกับกลุ่มแม่บ้าน	ได้ร่วมทดสอบกับชุมชนและ สรุปโครงการร่วมกับกลุ่ม แม่บ้าน	-
9. ส่งโครงการ	ส่งโครงการได้ทันตาม กำหนด	ส่งโครงการช้ากว่ากำหนด	เนื่องจากระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ควบคุมการ ทำงานของเครื่องทอ ผ้าเกิดปัญหาขึ้น ระหว่างการทดสอบ ต้องทำการแก้ไขระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ควบคุมการ ทำงานของเครื่อง

สารบัญ

บทสรุปย่อผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม	ช
สารบัญ	ญ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูป	ฐ
คำอธิบายสัญลักษณ์	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการ	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักการทำงานของเครื่องทอผ้าแบบกึ่งกระดูก	3
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.2.1 เพลลา	5
2.2.2 รองเส้นแบบกกตั้ง	7
2.2.3 สายพานลิ้ม	8
2.2.4 โซ่	11
2.2.5 ลิ้มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ้มสี่เหลี่ยมจัตุรัส	15
2.2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์	17
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	
3.1 หลักการออกแบบ	18
3.2 สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบเครื่องทอผ้าพื้นเมือง	19
3.3 อุปกรณ์หลักของเครื่องทอผ้าพื้นเมือง	19
3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องทอผ้าพื้นเมือง	21

บทที่ 4 การทดสอบ

4.1	วัตถุประสงค์การทดสอบ	23
4.2	ขอบเขตของการทดสอบ	23
4.3	วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	23
4.4	ขั้นตอนและวิธีการทดสอบ	23

บทที่ 5 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลทดสอบ

5.1	ผลการทดสอบ	25
5.2	การวิเคราะห์ผลการทดสอบ	26
5.3	ข้อเสนอแนะ	26
5.4	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	27

เอกสารอ้างอิง	33
---------------	----

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก	การคำนวณ	ก - 1
ภาคผนวก ข	แบบที่ใช้ในการสร้าง	ข - 1
ภาคผนวก ค	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องทอผ้าแบบกี่กระตุก	ค - 1
ภาคผนวก ง	รูปเครื่องทอผ้าพื้นเมือง	ง - 1
ภาคผนวก จ	ตารางที่ใช้ประกอบการคำนวณ	จ - 1
ภาคผนวก ฉ	งบประมาณ	ฉ - 1
ภาคผนวก ช	ประวัติผู้เขียน	ช - 1
ภาคผนวก ซ	บทความสำหรับเผยแพร่	ซ - 1

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
A แสดงการเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ที่วางไว้และผลที่ได้รับตลอดโครงการ	๗
B แสดงการเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับ ตลอดโครงการ	๘
2.1 ขนาดระบุขนาดของเพลตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969	5
2.2 ตัวประกอบความล้า	6
5.1 แสดงผลการทำงานของเครื่องทอผ้าที่เวลารวม 1 ชั่วโมง	35
5.2 แสดงผลการทดสอบกรณีที่คิดเวลาที่เครื่องทอผ้าทำงานในแต่ละชั่วโมง	37
จ - 1 คุณสมบัติของเหล็กกล้าตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN)	จ - 1
จ - 2 ขนาดระบุของเพลตามมาตรฐาน ISO/R775-1969	จ - 1
จ - 3 มิติมาตรฐานและแรงประเมนของร่องลื่นแบบกลิ้ง (C_o , c เป็น kN)	จ - 2
จ - 4 ขนาดสายพานลื่นและล้อสายพานลื่น ตามมาตรฐาน ISO/R 52-1957(E) และ ISO/R 256-1962(E) ขนาดเป็นมิลลิเมตร	จ - 3
จ - 5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_p ล้อสายพานลื่น ตามมาตรฐาน ISO/R 52-1957(E) และ ISO/R 256-1962(E) ขนาดเป็นมิลลิเมตร	จ - 4
จ - 6 ตัวประกอบใช้งาน k_1 สำหรับสายพานลื่น	จ - 4
จ - 7 ขนาดพื้นที่หน้าตัดและความยาวสายพานลื่นหน้ากว้างธรรมดา ตามมาตรฐานทั่วไป	จ - 5
จ - 8 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลื่น	จ - 6
จ - 9 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_s สำหรับสายพานลื่น	จ - 7
จ - 10 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลื่นหน้าตัด "Z" ต่อเส้น P_R (เป็นkW)	จ - 8
จ - 11 ขนาดลื่นมาตรฐานที่ใช้กับเพลขนาดต่าง ๆ	จ - 10
จ - 12 ขนาดลื่นมาตรฐานที่ใช้กับเพลขนาดต่าง ๆ	จ - 11
จ - 13 ค่าความปลอดภัย	จ - 11
จ - 14 ค่าตัวประกอบความล้า	จ - 12
จ - 15 แฟคเตอร์ของค่าความเชื่อถือได้ (a_1)	จ - 12
จ - 16 อัตรารายเดือน ค่าพลังงานไฟฟ้าของกิจการขนาดเล็ก	จ - 13
จ - 17 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่างๆ	จ - 14

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	ผังแสดงการทำงานของเครื่องทอผ้า
2.2	แรงบนสายพานลิ่ม
2.3	แสดงลักษณะการวางเฟืองโซ่
2.4	แสดงลักษณะของโซ่โรลเลอร์
2.5	แรงที่กระทำต่อลิ่ม
3.1	ผังแสดงขั้นตอนการออกแบบ
ค-1	แสดงภาพเครื่องทอผ้าแบบกึ่งกระดูก
ค-2	แสดงภาพอุปกรณ์กระสวยทอผ้า
ค-3	แสดงภาพอุปกรณ์ไม้ดาบหรือหลาบ
ค-4	แสดงภาพการสับด้ายหรือต่อด้าย
ค-5	แสดงภาพการทอผ้า
ง-1	แสดงภาพโครงเครื่องทอผ้า
ง-2	แสดงภาพการประกอบชุดต้นกำลัง
ง-3	แสดงภาพชุดรางกระสวย
ง-4	แสดงภาพการประกอบชุดม้วนผ้า
ง-5	แสดงภาพกล่องชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
ง-6	แสดงภาพชุดต้นกำลัง
ง-7	แสดงภาพการต่อด้าย
ง-8	แสดงภาพขณะทำการทอผ้า
ง-9	แสดงภาพผ้าที่ทอได้จากเครื่องทอผ้าพื้นเมือง
ง-10	แสดงภาพผ้าที่ทอได้จากเครื่องทอผ้าพื้นเมือง

คำอธิบายสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่หน้าตัดของเพลลา	มิลลิเมตร ² (mm ²)
b	ความกว้างของลิ้ม	มิลลิเมตร (mm)
C	แรงพลวัตประเมน	นิวตัน (N)
C'	ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานลิ้ม	มิลลิเมตร (mm)
C _m	ตัวประกอบความล่าเนื่องจากการตัด	ตัวแปรไร้มิติ
C _t	ตัวประกอบความล่าเนื่องจากการบิด	ตัวแปรไร้มิติ
D _p	เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่	เมตร (m)
d	เส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา	มิลลิเมตร (mm)
d _p	เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก	เมตร (m)
F ₁	แรงดึงสายพานด้านตึง	นิวตัน (N)
F ₂	แรงดึงสายพานด้านหย่อน	นิวตัน (N)
F _a	แรงในแนวแกนหรือแรงรุน	นิวตัน (N)
F _r	แรงในแนวรัศมี	นิวตัน (N)
F _{ss}	แรงที่กระทำในแนวแกนของเพลลา	นิวตัน (N)
F _w	แรงดึงจากสายพานที่กระทำกับเพลลาในแนวแกน	นิวตัน (N)
g	อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก	เมตรต่อวินาที ² (m/s ²)
h	ความสูงของลิ้ม	มิลลิเมตร (mm)
I	โมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดคาน	เมตร ⁴ (m ⁴)
k	รัศมีไจเรชั่น	เมตร (m)
k ₁	ตัวประกอบใช้งานสำหรับสายพานลิ้ม	ตัวแปรไร้มิติ
L	ความยาวจริงของเพลลา	เมตร (m)
σ _y	ความเค้นที่จุดคราก	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ	ความเค้นเฉือนบนลิ้ม	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ _y	ความเค้นเฉือนที่จุดคราก	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
α	ตัวประกอบของการโก่งงอ	ตัวแปร

คำอธิบายสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
L_{10}	อายุการใช้งานของรอกเส้นแบบกลิ้ง	ชั่วโมงที่ความเร็วรอบคงที่ (mr)
L_e	ความยาวประสิทธิภาพของลิ้ม	มิลลิเมตร (mm)
L_k	ความยาวของลิ้ม	มิลลิเมตร (mm)
L_p	ความยาวพิตช์ของสายพานลิ้ม	เมตร (m)
M	โมเมนต์ดัด	นิวตันเมตร (N-m)
N	ค่าความปลอดภัย	ตัวแปรไร้มิติ
N_1	ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพานลิ้ม	ตัวแปรไร้มิติ
N_a	ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัสของสายพานลิ้ม	ตัวแปรไร้มิติ
N_s	ตัวประกอบใช้งาน	ตัวแปรไร้มิติ
n	จำนวนรอบ	รอบต่อนาที (rpm)
P	โหลดเทียบเท่า	นิวตัน (N)
P'	กำลังส่งได้โดยสายพานลิ้ม	วัตต์ (W)
P_b	แรงสมมูล	นิวตัน (N)
P_R	กำลังงานที่สายพานลิ้มเส้นหนึ่งส่งได้	วัตต์ (W)
r	รัศมีของล้อสายพาน	เมตร (m)
T	โมเมนต์บิด	นิวตันเมตร (N-m)
T_s	โมเมนต์บิดที่กระทำกับเพลลา	นิวตันเมตร (N-m)
t	เวลา	วินาที (s)
V	ตัวประกอบการหมุน	ตัวแปรไร้มิติ
v	ความเร็วของสายพาน	เมตรต่อวินาที (m/s)
W_p	กำลังงานของมอเตอร์	วัตต์ (W)
X	ตัวประกอบแรงในแนวรัศมี	ตัวแปรไร้มิติ
Y	ตัวประกอบแรงรุน	ตัวแปรไร้มิติ
Z	จำนวนเส้นของสายพานลิ้ม	เส้น
σ_c	ความเค้นอัดบนลิ้ม	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)
σ_{cd}	ความเค้นอัดในการออกแบบลิ้ม	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)
σ_u	ความเค้นสูงสุดที่วัสดุรับได้	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

อาชีพหลักของกลุ่มชาวบ้านในเขตอำเภอจอมทองประกอบอาชีพการปลูกลำไยเป็นอาชีพหลัก หลังจากฤดูการเก็บผลผลิตลำไยแล้วเสร็จชาวบ้านจะมีเวลาว่างมาก ทางกลุ่มชาวบ้านในตำบลสบเตี๊ยะ จึงได้มีการจัดตั้งกลุ่มแม่บ้านสหกรณ์เพื่อให้มีอาชีพเสริมเกิดขึ้นคือ การทอผ้าพื้นเมือง เพื่อที่จะเป็นรายได้เสริมให้แก่ชาวบ้านในตำบลสบเตี๊ยะ แต่ทางกลุ่มแม่บ้านสหกรณ์ได้ประสบกับปัญหาเกี่ยวกับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตผ้าทอพื้นเมืองคือ เครื่องทอผ้าแบบกึ่งกระตุกที่ใช้ในการทอผ้ามีอายุการใช้งานสั้น เนื่องจากเครื่องทอผ้าแบบกึ่งกระตุกที่ชาวบ้านใช้ในการทอผ้าพื้นเมืองมีโครงสร้างทำจากไม้ การประกอบโครงสร้างจะใช้วิธีเข้าเดือย จุดหมุนของเครื่องทอผ้าเช่น เพลายึดกระหลกรางกระสวย ไม่มีการหล่อลิ้น จึงทำให้อายุการใช้งานของเครื่องสั้น โครงสร้างไม่มีความแข็งแรงเพียงพอและมีการหลวมคลอนขณะทำการทอผ้า ทำให้ผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองที่ผลิตได้มีปริมาณน้อยและไม่มีคุณภาพ

ด้วยเหตุผลนี้จึงเป็นที่มาของแนวความคิดที่จะพัฒนาเครื่องทอผ้าพื้นเมือง เพื่อต้องการเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้าง ลดการสึกหรอ เพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องทอผ้าและลดภาระงานของผู้ที่ทำการทอผ้า เพิ่มปริมาณผ้าที่ได้จากการทอผ้าและเพิ่มคุณภาพของผ้าให้มีมาตรฐานเท่ากันตลอดทั้งผืนเพื่อเป็นการสร้างสินค้า OTOP ของชุมชนให้มีคุณภาพดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1.2.1 เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผ้าทอที่ออกมามีคุณภาพและมีลักษณะที่สวยงามซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์

1.2.2 พัฒนาเครื่องทอผ้าแบบเก่าให้ดีขึ้นเป็นการลดเวลาที่เสียไปในการทอผ้าแบบเก่า ทำให้การทำงานสร้างผลิตภัณฑ์สะดวกรวดเร็วขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 สามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับเครื่องทอซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดกับท้องถิ่นได้
- 1.3.2 สร้างคุณภาพของผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นให้ดีขึ้น
- 1.3.3 เป็นการฝึกให้คนในท้องถิ่นสามารถใช้และมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ที่นำมาช่วยเพิ่มกำลังในการผลิตได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์ผ้าทอที่มีลักษณะที่สวยงามและคุณภาพเพื่อเป็นสินค้า OTOP ของชุมชน
- 1.4.2 ได้ผลิตภัณฑ์ผ้าทอที่มีจำนวนการผลิตมากขึ้น
- 1.4.3 เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ผ้าทอให้ดีขึ้นเป็นการสร้างรายได้ให้ชุมชนมากขึ้น
- 1.4.4 ลดการพึ่งพาในการทอผ้าให้น้อยลงเป็นการช่วยให้ผู้ทอผ้าไม่เกิดการอ่อนล้าเนื่องจากการทอผ้าและเป็นผลให้สุขภาพของผู้ทอผ้ามีสุขภาพที่ดีขึ้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาและสำรวจข้อมูลเบื้องต้น
- 1.5.2 คำนวณและออกแบบเครื่องทอผ้าพื้นเมือง
- 1.5.3 เลือกวัสดุที่จะนำมาทำโครงการ
- 1.5.4 สร้างเครื่องทอผ้าพื้นเมือง
- 1.5.5 ทดสอบและแก้ไขเครื่องทอผ้าพื้นเมือง
- 1.5.6 สรุปและวิเคราะห์ผลที่ได้รับจากการทดสอบ
- 1.5.7 ส่งโครงการ

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการของการทอผ้าโดยใช้เครื่องทอผ้าแบบกักระตุก

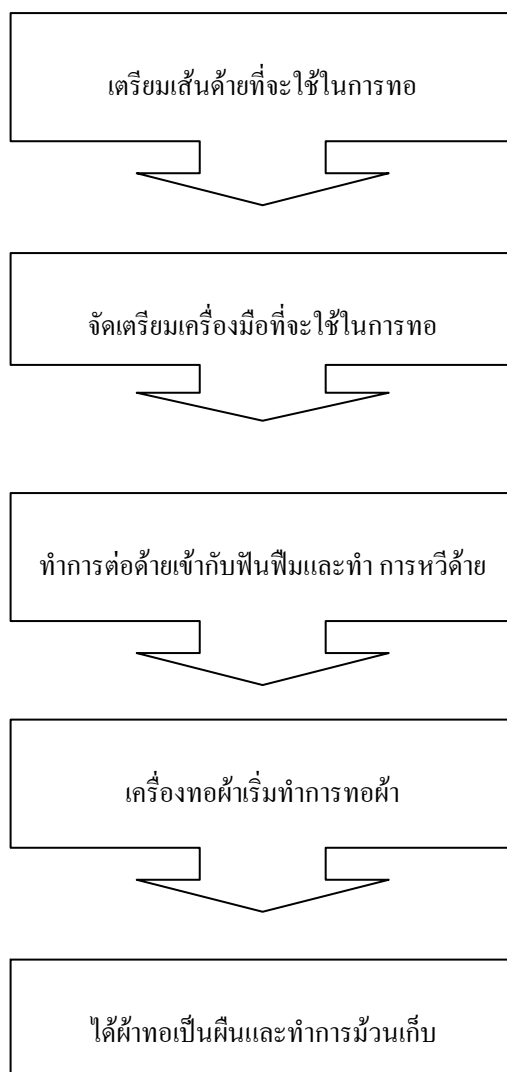
ในขั้นตอนการทอผ้าให้เป็นผืนจะมีเครื่องมือทอผ้าซึ่งประกอบไปด้วย[2]

- กี่ เป็นโครงใหญ่ของเครื่องมือทอ
- ฟืม (ลักษณะคล้ายหวี) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กระทบให้ด้ายที่ทอเข้ากันแน่น เป็นตัวกำหนดความกว้างของผืนผ้า มีลักษณะเป็นกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าทำด้วยไม้เนื้อแข็ง กว้างประมาณ 14 -16 เซนติเมตร ยาวประมาณ 90 -100 เซนติเมตร ตรงกลางจะมีฟันเป็นซี่คล้ายหวี เพื่อใช้สอดเส้นด้ายยืนกับเครื่องทอ
- เขานูก เป็นส่วนที่ใช้สอดด้ายเส้นยืนและแยกเส้นยืนเป็น 2 ฝ่าย เพื่อจะพุ่งกระสวยเข้าหากันได้สะดวก เขานูกมีสองอัน แต่ละอันเวลาสอดต้องสอดสลับกันในลักษณะไปเส้นหนึ่งเว้นเส้นหนึ่ง
- หลักม้วนผ้า สำหรับม้วนผ้าที่ทอแล้วไว้ ความกว้างเท่ากับตัวกี่
- กระสวย รูปร่างเรียวยาวทั้งสองข้าง ตรงกลางใหญ่และมีร่องสำหรับใส่ด้าย ใช้สำหรับพุ่งลอดไปในระหว่างช่องผ้าที่กำลังทอ ทำจากไม้เนื้อแข็งยาวประมาณ 14 - 16 นิ้ว หนาประมาณ 2 เซนติเมตร
- หลอดด้ายพุ่ง เป็นหลอดไม้ไผ่ใช้บรรจุด้ายจนเต็ม สำหรับเป็นด้ายพุ่ง
- ชุดสับด้ายสำหรับดึงเส้นด้ายให้ขึ้นลง
- คานแขวน
- ด้ายยืน

ต่อไปจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อมและนำด้ายมาทำให้เข้ารูปโครงดังนี้

- การกรอเส้นด้าย ซึ่งประกอบไปด้วยด้ายยืน ซึ่งจะเป็นหลอดตั้ง และด้ายพุ่ง
- การเดินด้าย โดยคำนึงตามความกว้าง ความยาวของผืนผ้า
- การร้อยเชือกหลักคะนัด
- การร้อยฟันฟืม
- การหวีเส้นด้าย
- การคัดเส้นด้าย
- การเก็บตะกอ

- จากนั้นเมื่อซึ่งด้ายกับที่เรียบร้อยแล้ว และเตรียมกระสวยแล้วจึงจะเริ่มต้นทอได้ ซึ่งในขั้นตอนและวิธีการทอนั้นจะต้องมีการดึงชุดสับด้ายด้านซ้ายแล้ว โยกฟันฟืมออกไปหาตะกอลเพื่อให้เส้นด้ายยืนช่วงล่างแนบกับรางกระสวย ให้กระสวย นำเส้นด้ายพุ่งวิ่งไปข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่ง แล้วจึงกระทบเข้าหาเนื้อผ้า จากนั้นจึงสลับชุดสับด้ายมาติดด้านขวา และกระทบกระสวยให้วิ่งผ่านแบบครั้งแรกสลับกันไป จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผืน
- (รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องทอผ้าแบบที่กระตุกอยู่ในภาคผนวก ค)



รูปที่ 2.1 ผังการแสดงการทำงานของเครื่องทอผ้า

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 เพลา[3]

2.2.1.1 วัสดุเพลา

วัสดุที่ใช้ทำเพลาเพื่อให้เพลามีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงกระตุกเป็นพิเศษ มักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นมาทำเพลา เช่น AISI 1347 4150 4340 เป็นต้น เปลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 90 มิลลิเมตรมักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งผ่านการรีดร้อน แต่ในการออกแบบเพื่อใช้ในงานจริงนั้นผู้ออกแบบควรพยายามเลือกเพลามีความแข็งแรงและราคาถูกที่สุดก่อน ที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

2.2.1.2 ขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเดียวกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดมาตรฐานซึ่งเป็นขนาดระบุใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับผู้ออกแบบเลือกใช้ซึ่งสามารถหาซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับขนาดของรองลื่นที่ใช้รองรับเพลาด้วย ขนาดของเพลาดูได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขนาดระบุเพลามาตามมาตรฐาน ISO/R 775 -1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

2.2.1.3 การออกแบบเพลา

สำหรับการออกแบบเพลาส่งกำลัง ซึ่งกำหนดเป็นโค้ด(code) โดยสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา(American society mechanical engineers,ASME)วิธีดังกล่าวใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์(Static design method) เปลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่

เป็นวัฏจักรทั้งนี้เพราะเพลานอนตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเพลาก็เกิดการเสียหายเนื่องจากความล้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการคำนวณจึงต้องมีตัวประกอบความล้าเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

สมการหาขนาดของเพล

$$d^3 = \frac{16}{\pi \tau} [(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2} \quad (2.1)$$

โดยที่ d = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเพล (mm)
 C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด (ตัวแปรไร้มิติ)
 C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด (ตัวแปรไร้มิติ)
 T = โมเมนต์บิดที่กระทำกับเพล (N-m)
 M = โมเมนต์ดัดที่กระทำกับเพล (N-m)
 τ_d = ความเค้นเฉือนใช้งาน (N/m²)

ค่าตัวประกอบความล้าสามารถเลือกได้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำจากตาราง

2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายูนิ่ง:		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลานอน:		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

หมายเหตุ ASME ได้ระบุให้เพลใช้งานทั่วไป ควรจะใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งานดังนี้

$\tau_d = 0.3 \sigma_y$ สำหรับเพลที่ไม่มีร่องลิ้น

$\tau_d = 0.225 \sigma_y$ สำหรับเพลที่มีร่องลิ้น

2.2.2 ร่องลื่นแบบกิ้ง[4]

โรลลิ่งแบร์ริง หรือตลับลูกปืนแบบกิ้ง หมายถึง แบร์ริง (Bearing) หรือตลับลูกปืนแบบกิ้งชนิดที่รับแรงโดยอาศัยชิ้นส่วนของตลับลูกปืนที่ลักษณะเป็นผิวสัมผัส แบบกิ้ง (Rolling Contact) แทนที่จะเป็นผิวสัมผัสแบบเลื่อน (Sliding Contact) ตลับลูกปืนชนิดนี้มีแรงเสียดทานน้อยมากบางครั้งจึงมีชื่อเรียกในวงการอุตสาหกรรมว่าตลับลูกปืนด้านความฝืด (Antifriction Bearing)

2.2.2.1 อายุใช้งานของร่องลื่นแบบกิ้ง

ร่องลื่นแบบกิ้งที่ได้รับการติดตั้งและหล่อลื่นอย่างดี จะเสียหายเนื่องจากความล้าที่เกิดขึ้นในวัสดุร่องลื่นแบบกิ้งเท่านั้น ในขณะที่ลูกกิ้งหมุนไปรอบวงแหวนวัสดุที่รับแรงของร่องลื่นแบบกิ้งจะอยู่ภายใต้ความเค้น ที่มีค่าเปลี่ยนจากศูนย์ไปยังค่าสูงสุดแล้วกลับลงมาเป็นศูนย์อยู่ตลอดเวลาอายุใช้งานของร่องลื่นแบบกิ้งมีระยะเวลาจำกัด ขึ้นอยู่กับค่าของความเค้นที่กระทำซ้ำ

อายุใช้งานจริง L_{10} หมายถึง จำนวนรอบ (หรือจำนวนชั่วโมงที่ความเร็วซึ่งแบร์ริง 90 % จากจำนวนนี้สามารถหมุนได้โดยไม่เกิดความเสียหายเนื่องจากความล้า นับเป็นจำนวนชั่วโมงที่ความเร็วรอบของเพลานึงหรือนับเป็นจำนวนล้านรอบ mr)

$$L_{10} = \left[\frac{c}{P} \right]^k \quad (2.2)$$

โดยที่ L_{10} = อายุใช้งานของร่องลื่นแบบกิ้ง (mr)

c = แรงพลวัตประเมิน (N)

P = โหลดเทียบเท่า (N)

ค่าคงที่ $k = 3$ สำหรับร่องลื่นแบบกิ้งทรงกลม

$k = 10/3 = 3.33$ สำหรับร่องลื่นแบบกิ้งทรงกระบอก

2.2.2.3 แรงสมมูล

แรงสมมูล หมายถึง แรงในแนวรัศมีซึ่งถ้าให้กระทำต่อร่องลื่น โดยที่วงแหวนในหมุนและวงแหวนนอกอยู่กับที่แล้ว จะทำให้ร่องลื่นมีอายุใช้งานเท่ากับอายุใช้งานของร่องลื่นที่รับแรงจริง(ซึ่งอาจจะมีทั้งแรงในแนวรัศมีและแนวแกนพร้อมกัน)

$$P_b = XV F_r + Y F_a \quad (2.3)$$

หรือ $P_b = V F_r$ กรณีที่ไม่มีแรงในแนวแกน (2.4)

โดยที่

$$P_b = \text{แรงสมมูล} \quad (N)$$

$$F_r = \text{แรงในแนวรัศมี} \quad (N)$$

$$F_a = \text{แรงในแนวแกน} \quad (N)$$

$$X = \text{ตัวประกอบแรงในแนวรัศมี} \quad (\text{ตัวแปรไร้มิติ})$$

$$Y = \text{ตัวประกอบแรงในแนวแกน} \quad (\text{ตัวแปรไร้มิติ})$$

$$V = \text{ตัวประกอบภาระหมุน} \quad (\text{ตัวแปรไร้มิติ})$$

โดยค่าคงที่ $V = 1$ เมื่อวงแหวนในหมุน
 $V = 1.2$ เมื่อวงแหวนนอกหมุน

2.2.3 สายพานลิ้ม

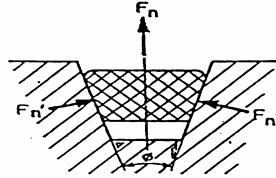
สายพานลิ้มใช้ส่งกำลังได้มากโดยต้องการแรงดึงเริ่มต้นน้อย ทั้งนี้เพราะผลจากแรงเสียดทานระหว่างด้านข้างของสายพานที่เกี่ยวกับร่องรูปลิ้มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง เป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่ามุมสัมผัสของสายพานน้อยและมีแรงดึงขั้นต่ำต่ำ เหมาะสำหรับการใช้งานในกรณีที่มีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเพลาน้อยจะส่งกำลังได้มากที่สุดเมื่อผิวหน้าทั้งสองของสายพานอัดแน่นกับร่องของล้อสายพาน

2.2.3.1 ขนาดสายพานลิ้มและล้อสายพานลิ้ม

สายพานลิ้มจะมีหน้าตัดเป็นรูปลิ้ม ดังนั้นในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนดโดยใช้ความกว้างพิตช์ (Pitch Width) และความหนาของสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ้มแบบแคบมีขนาด SPZ SPA SPB และ SPC และสายพานลิ้มแบบธรรมดา มีขนาด Y Z A B C D และ E รูปร่างหน้าตัดของสายพานลิ้มและล้อสายพาน

2.2.3.2 กลศาสตร์ของสายพานลิ้ม

ในการขั้วด้วยสายพานลึ้ม แรงปฏิกิริยาระหว่างสายพานกับล้อสายพานจะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวสัมผัสดังรูป 2.2 โดยให้ F_n เป็นแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก
ระหว่าง ผิวสัมผัสของสายพานกับร่องบนล้อสายพาน



รูปที่ 2.2 แรงบนสายพานลึ้ม

2.2.3.3 ความยาวพิตซ์โดยประมาณของสายพานลึ้ม

$$L_p = 2C + 1.57(D_p + d_p) + \frac{(D_p + d_p)^2}{4C} \quad (2.5)$$

โดยที่ L_p = ความยาวพิตซ์โดยประมาณของสายพานลึ้ม (mm)
 C_p = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง (mm)
 D_p = เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)
 d_p = เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)

2.2.3.4 ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานที่แท้จริง

$$C_r = P_a + (P_a^2 - q)^{1/2} \quad (2.6)$$

โดยที่ C_r = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานที่แท้จริง (mm)
 $P_a = 0.25 L_p - 0.393(D_p + d_p)$ (mm)
 $q = 0.125 (D_p - d_p)^2$ (mm)

2.2.3.5 แรงดึงและกำลังงานในสายพานลึ้ม

ส่วนต่าง ๆ ของสายพานจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วความเค้นเหล่านี้จะประกอบไปด้วยความเค้นดึงเนื่องจากแรงดึงขั้นต้น (Initial

tension) ความเค้นเนื่องจากการส่งกำลังและแรงหนีศูนย์กลางและความเค้นดัด
เนื่องจากสายพาน เคลื่อนที่ผ่านล้อสายพาน

แรงดึงในสายพานลิ้ม

$$F = F_1 + F_2 \quad (2.7)$$

โดยที่

$$F = \text{แรงดึงในสายพานลิ้ม} \quad (\text{N})$$

$$F_1 = \text{แรงดึงของสายพานตึง} \quad (\text{N})$$

$$F_2 = \text{แรงดึงของสายพานด้านหย่อน} \quad (\text{N})$$

2.2.3.6 แรงที่ใช้ในการหมุนล้อสายพาน

$$F_w = \frac{W_p}{V_s} \quad (2.8)$$

และ

$$T = F_w \cdot r_b$$

หรือ

$$T = (F_1 - F_2) r_c$$

$$F_w = \text{แรงที่ใช้ในการหมุนล้อสายพาน} \quad (\text{N})$$

$$W_p = \text{กำลังงาน} \quad (\text{W})$$

$$V_a = \text{ความเร็วของเพลากำลัง} \quad (\text{m/s})$$

$$r_b = \text{รัศมีของเพลากำลัง} \quad (\text{mm})$$

$$r_c = \text{รัศมีของล้อสายพาน} \quad (\text{mm})$$

2.2.3.7 การคำนวณขนาดสายพานลิ้ม

การคำนวณทางด้านการส่งกำลังโดยสายพานลิ้ม จะใช้เส้นผ่านศูนย์กลาง
พิตช์ของล้อสายพาน d_p เป็นพื้นฐานความเร็วใช้งานปกติของสายพานไม่ควรสูงกว่า
30 m/s การเลือกขนาดของสายพานลิ้ม จะใช้วิธีการคำนวณหาจำนวนเส้นสายพาน
ลิ้มที่ต้องการใช้งานจากกำลังงานที่ต้องการขับจำนวนเส้นของสายพานลิ้มหาได้จาก
สมการ

$$Z_b = \frac{W_p \times N_s}{P_r \times N_a \times N_s} \quad (2.9)$$

โดยที่	Z_b = จำนวนเส้นของสายพานลิ้ม	เส้น
	W_p = กำลังงาน	(W)
	N_s = ตัวประกอบใช้งาน	(ตัวแปรไร้มิติ)
	N_a = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส	(ตัวแปรไร้มิติ)
	N_l = ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน	(ตัวแปรไร้มิติ)
	P_R = กำลังที่สายพานลิ้มหนึ่งเส้นส่งได้	(ตัวแปรไร้มิติ)

2.2.3.8 มุมสัมผัสของล้อสายพาน

$$\alpha = \pi + 2 \sin^{-1} \frac{D_p - d_p}{2C_r} \quad (2.10)$$

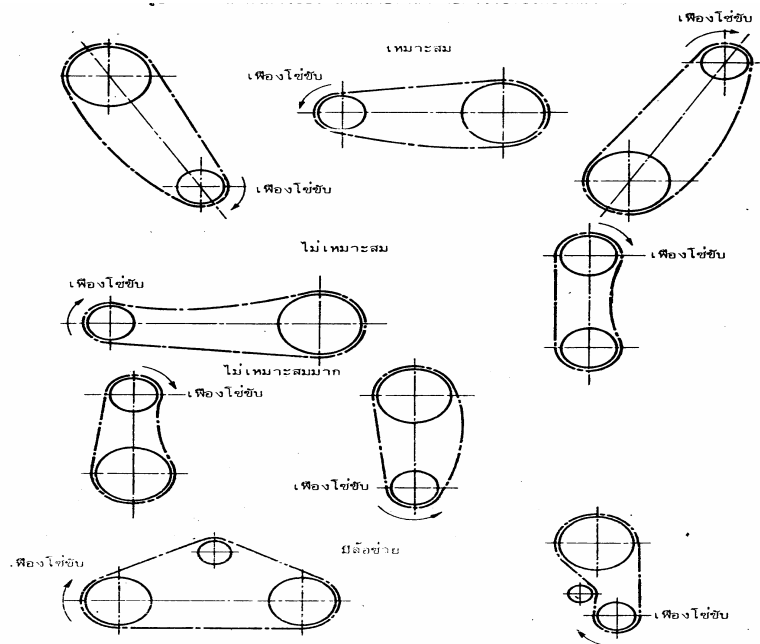
โดยที่	α = มุมสัมผัสของล้อสายพาน	(องศา)
	C_r = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานที่แท้จริง(mm)	
	D_p = เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่	(mm)
	d_p = เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก	(mm)

2.2.4 โซ่

การขับเคลื่อนโซ่มีใช้อยู่มากทางด้านงานเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับเคลื่อนสายพาน โซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่หรือเฟืองโซ่ (sprocket) ซึ่งติดอยู่บนเพลาชับและเพลาดำตาม อัตราของการขับเคลื่อนขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสองและการขับเคลื่อนนี้จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟืองโซ่

เนื่องจากการขับเคลื่อนโซ่มีความไวใจได้และถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ จึงนิยมใช้มาก เช่น ในการส่งกำลังในเรือ เครื่องยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้าและเครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์ และในการขนส่งและขนถ่ายวัสดุ

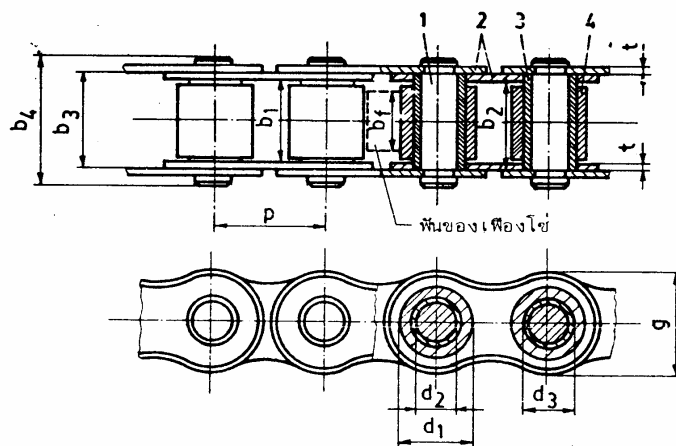
การขับเคลื่อนโซ่มีข้อดีอยู่ระหว่างการขับเคลื่อนสายพานและการขับเคลื่อนเฟือง ทางด้านราคา สมรรถนะในการส่งกำลังและการบำรุงรักษา โซ่สามารถขับเคลื่อนได้ในระยะทางไกลกว่าสายพานและขับเคลื่อนพร้อมกันหลาย ๆ เฟือง ซึ่งมีทิศทางหมุนตามกันหรือสวนทางกันก็ได้



รูปที่ 2.3 แสดงการวางเฟืองโซ่สองเฟืองที่ขับเคลื่อนอย่างเหมาะสมและไม่เหมาะสม
เพลลาของเฟืองโซ่อยู่ในแนวระดับ

2.2.4.1 โซ่โรลเลอร์ (Roller chains)

โซ่ชนิดนี้ประกอบด้วย แผ่นต่อ (link) ด้านในและด้านนอกยึดติดกันด้วยสลักและบูช (bushes) โรลเลอร์กลวงสวมอยู่กับบูช เมื่อใช้รับแรงมากอาจใช้แบบสองชั้นหรือสามชั้น ดังรูป 2.4



รูป 2.4 แสดงลักษณะของโซ่โรลเลอร์: 1 สลัก, 2 แผ่นต่อด้านนอกและด้านใน, 3 บูชที่
อัดแน่นกับแผ่นต่อด้านใน, 4 โรลเลอร์หมุนได้อิสระบนบูช 3

2.2.4.2 โซ่มาตรฐาน

องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ (ISO) ได้กำหนดมาตรฐานของโซ่โรลเลอร์สำหรับใช้ส่งกำลังไว้ใน ISO/R 606 -1967(E) ซึ่งครอบคลุมถึงโซ่โรลเลอร์ตามมาตรฐานอังกฤษ (BS) และมาตรฐานสหรัฐอเมริกา (ANSI) โดยใช้อักษร A และ B ต่อท้ายเพื่อแสดงถึงที่มาของโซ่จากอังกฤษและสหรัฐอเมริกาตามลำดับ

การให้ชื่อโซ่โรลเลอร์ ISO กำหนดให้ใช้ตัวเลขสองตัวแทนระยะพิตช์ของโซ่ โดยบอกเป็นจำนวนเศษในสิบหกส่วนของหนึ่งนิ้ว ตามด้วยอักษร A และ B แล้วตามด้วยตัวเลขหลังยัติภังค์ (hyphen) ดังนี้คือ 1 แทนโซ่หนึ่งชั้น 2 แทนโซ่สองชั้น 3 แทนโซ่สามชั้นตัวอย่างเช่น โซ่โรลเลอร์ ISO /R 606 16B-2 หมายความว่า โซ่โรลเลอร์ที่มีระยะพิตช์เท่ากับ 16/16 คือ 1 in หรือ 25.40 mm เป็นโซ่ตามมาตรฐาน B และมีสองชั้น

ความ

ขนาดโซ่โรลเลอร์มาตรฐาน ISO จะดูจากตารางภาคผนวก (จ) และมวลของโซ่ต่อยาวดูได้จากตารางภาคผนวก (จ)

สำหรับโซ่ฟันยังไม่มีกำหนดเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศ ดังนั้นในที่นี้จึงจะใช้มาตรฐานอุตสาหกรรมของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน (DIN) แทนเพื่อประกอบในการคำนวณ ขนาดโซ่ฟันมาตรฐาน DIN การให้ชื่อจะบอกเป็นระยะพิตช์ของโซ่คู่กับความกว้างระบุของโซ่ เช่น 12.7 × 30 DIN 8190 หมายถึงโซ่ฟันที่มีระยะพิตช์ 12.7 mm มีความกว้างระบุ 30 mm

2.2.4.3 การคำนวณหาขนาดโซ่

ในทางปฏิบัติการคำนวณหาขนาดโซ่มักจะใช้วิธีเลือกขนาดโซ่จากแค็ตตาล็อกของบริษัทผู้ผลิตโซ่โดยทำตามคำแนะนำในแค็ตตาล็อกนั้นซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป หลังจากที่ได้เลือกขนาดโซ่ได้แล้ว อาจตรวจสอบว่าโซ่จะใช้งานได้หรือไม่ด้วยสมการ

$$F = \frac{F_b}{N_b} \quad (2.11)$$

โดยที่ F_b = แรงแตกหักน้อยที่สุดของโซ่ (N)

N_b = ค่าความปลอดภัยซึ่งควรมีค่าระหว่าง 7 ถึง 15 (ตัวแปรไร้มิติ)

2.2.4.4 การส่งกำลัง

โดยปกติมักจะใช้จำนวนฟันของเฟืองโซ่เป็นเลขคู่ และจำนวนข้อต่อโซ่เป็นเลขคี่ เพื่อช่วยให้ความถี่ในการสัมผัสระหว่างฟันของเฟืองโซ่กับข้อต่อโซ่น้อยลง ช่วยให้โซ่มีการสึกหรอสม่ำเสมอ

2.2.4.4.ก กำลังที่ใช้เลือกโซ่

$$P_d = W_p \times N_s \quad (2.12)$$

โดยที่	P_d	= กำลังที่ใช้เลือกโซ่	(W)
	W_p	= กำลังงาน	(W)
	N_s	= ตัวประกอบใช้งาน	(ตัวแปรไร้มิติ)

2.2.4.4.ข จำนวนข้อต่อโซ่

$$X = \frac{2C}{P} + \frac{Z+z}{2} + \left(\frac{Z-z}{2\pi} \right)^2 \frac{P}{C} \quad (2.13)$$

โดยที่	X	= จำนวนข้อต่อโซ่หรือจำนวนพิตช์ของโซ่(ต้องเป็นคู่)
	C_b	= ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่ (mm)
	P_c	= ระยะพิตช์ของโซ่ (mm)
	z	= จำนวนฟันบนพินเนียน (ฟัน)
	Z	= จำนวนฟันบนเฟืองโซ่ (ฟัน)

2.4.4.3 ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่ที่แท้จริง

$$C_s = \frac{P_c}{4} \left(x - \frac{Z+z}{2} + \sqrt{\left\{ x - \frac{Z-z}{2} \right\}^2 - 2 \left\{ \frac{Z-z}{\pi} \right\}^2} \right) \quad (2.13)$$

โดยที่ C_s = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่ที่แท้จริง(mm)

P_c = ระยะพิตช์ของโซ่ (mm)

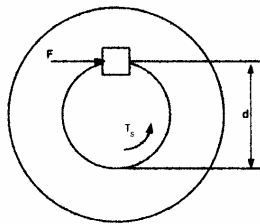
X = จำนวนข้อโซ่หรือจำนวนพิตช์ของโซ่ (ต้องเป็นคู่)

z = จำนวนฟันบนพินเนียน (ฟัน)

Z = จำนวนฟันบนเฟืองโซ่ที่แท้จริง (ฟัน)

2.2.5 ลิ้มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมจัตุรัส

การออกแบบลิ้มจะขึ้นอยู่กับขนาดของเพลลาที่ใช้งานเป็นหลัก ซึ่งสามารถเลือกขนาดลิ้มให้เหมาะสมกับขนาดเพลลาได้ดังตารางที่ ๑ - 11 และเกิดจากความเค้นเฉือนและความเค้นอัดที่เกิดขึ้นในลิ้มอันเนื่องมาจากโมเมนต์บิดที่ใช้ส่งกำลัง ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์และคำนวณเพื่อหาขนาดความยาวของลิ้ม เมื่อเพลลาส่งกำลังด้วยโมเมนต์บิดจะทำให้เกิดความเค้นกระจายในลิ้มมีลักษณะเป็นแบบสามทิศทาง ความเค้นที่เกิดขึ้นจากแรงเนื่องจากการสวมอัดลิ้มกับร่องลิ้มกับแรงจากการส่งกำลังด้วยโมเมนต์บิดโดยตรง



รูปที่ 2.5 แรงที่กระทำต่อลิ้ม

จากรูปที่ 2.5 แรงที่กระทำกับลิ้มจะอยู่ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและกระทำที่ด้านข้างของลิ้มและร่องลิ้มที่ดุมเฟืองหรือล้อสายพาน ซึ่งสามารถต้านทานโมเมนต์บิด ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนต์บิดจะได้จากการสมการคือ

$$T = \frac{F \cdot d}{2} \quad (2.15)$$

เมื่อ d = เส้นผ่าศูนย์กลางเพลลา (m)

ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในลิ้ม จะมีค่าดังสมการ

$$\tau' = \frac{2.T}{b'.d.L'} \quad (2.16)$$

เมื่อ	$b' =$ ความกว้างของลิ้ม	(m)
	$L' =$ ความยาวของลิ้ม	(m)
	$\tau' =$ ความเค้นเฉือนบนลิ้ม	(N/m ²)

ความแข็งแรงของลิ้มเมื่อวิเคราะห์จากความเสียหายเนื่องจากแรงเฉือนจะมีค่าดังสมการ คือ

$$T_s = \frac{b'L'\tau'd}{2} \quad (2.17)$$

โดยที่	$T_s =$ โมเมนต์บิดที่กระทำกับเพลลา	(N-m)
	$d =$ เส้นผ่าศูนย์กลางเพลลา	(m)
	$b' =$ ความกว้างของลิ้ม	(m)
	$L' =$ ความยาวลิ้ม	(m)
	$\tau' =$ ความเค้นเฉือนบนลิ้ม	(N/m ²)

ความเค้นอัดที่เกิดขึ้นในลิ้มจะมีค่าดังสมการ คือ

$$\sigma_{cd} = \frac{4T}{dhL'} \quad (2.18)$$

เมื่อ	$h =$ ความสูงของลิ้ม	(m)
	$\sigma_{cd} =$ ความเค้นอัดบนลิ้ม	(N/m ²)

ความแข็งแรงของลิ้มเมื่อวิเคราะห์จากความเสียหายเนื่องจากแรงอัด จะมีค่าดังสมการ คือ

$$T_s = \frac{hL'\sigma_{cd}d}{4} \quad (2.19)$$

โดยทั่วไปขนาดความกว้างของลิมส์เหลี่ยมจัตุรัส จะเท่ากับหนึ่งในสี่ของขนาดความโต ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลลาที่ยึดด้วยลิมส์นั้นด้วย ความแข็งแรงของลิมส์จะขึ้นอยู่กับขนาด ความ ยาวที่ทำการออกแบบ โดยความแข็งแรงของลิมส์จะคิดจากการเฉือนและความแข็งแรงของเพลลาจะคิดจากการบิด ดังนั้นถ้าไม่รวมความเค้นหนาแน่นแล้วจะได้สมการความสัมพันธ์ของความแข็งแรงของลิมส์และเพลลา คือ

$$\frac{b'dL'\tau'}{2} = \frac{\pi d^3 \sigma_c}{16} \quad (2.20)$$

แทนใน $b' = \frac{d}{4}$ ในสมการที่ (2.19) จะได้ $L' = 1.57d$ ซึ่งเป็นค่าโดยประมาณที่ลิมส์ และเพลลา มีความแข็งแรงเท่ากัน

2.2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์[5]

หน่วยประมวลผลกลางของระบบคอมพิวเตอร์(Central Processing Unit : CPU) จะถูกสร้างเป็นไอซีแบบ LSI ซึ่งสามารถทำการคำนวณได้ภายใต้การควบคุมของโปรแกรม ซึ่งเราอาจจะเรียกไมโครโปรเซสเซอร์อีกอย่างหนึ่งว่า หน่วยประมวลผลข้อมูล(Data Processing Unit) ดังนั้นหากจะสร้างระบบคอมพิวเตอร์ขึ้นมาจะต้องมีไอซีไมโครโปรเซสเซอร์ ตัวไมโครโปรเซสเซอร์ บางรุ่นจะมีหน่วยความจำประกอบอยู่ในตัวของมันและบางรุ่นจะมีระบบอินพุตเอาต์พุตอยู่ภายในด้วย ซึ่งเรียกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller) ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องทอผ้า เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล

MSC- 51 ซึ่งมี คุณสมบัติสำคัญดังนี้

- มีหน่วยความจำ ROM 4K bytes
- มีหน่วยความจำ RAM 128 bytes
- มีพอร์ท I/O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
- มี Timer 16 บิต 2 ตัว
- สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรมหาพีการบนชิพ
- มีพอร์ตอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ด้วยความเร็วสูง

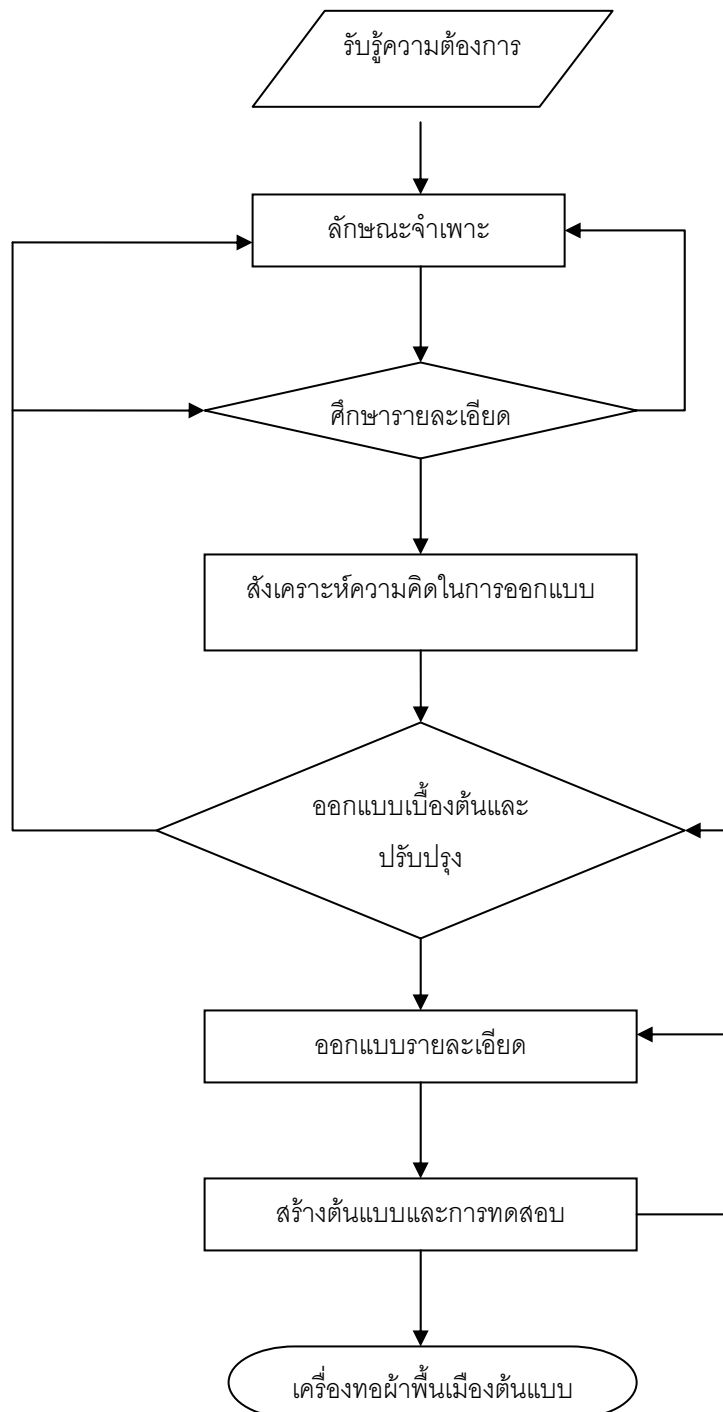
- อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64K
- อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64K
- สามารถประมวลผลได้ที่ละบิต
- สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
- หนึ่งวัฏจักรคำสั่งกินเวลา 1 ไมโครวินาที ขณะทำงานด้วย Clock 12 MHz

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 หลักการออกแบบเครื่องทอผ้าพื้นเมือง

หลักการออกแบบเครื่องทอผ้าพื้นเมือง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นโครงสร้าง และส่วนการควบคุม



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการออกแบบ

- 3.1.1 การศึกษาข้อมูลของเครื่องทอผ้าแบบกี่กระตุก แล้วกำหนดขนาดที่ต้องการ
- 3.1.2 ศึกษาลักษณะจำเพาะได้แก่ ขนาดของเครื่องทอผ้าแบบกี่กระตุก ปริมาณผ้าที่ต้องการ ชั่วโมงการทำงาน ราคาของเครื่องทอผ้า
- 3.1.3 ศึกษารายละเอียดทั้งหมด
- 3.1.4 เก็บข้อมูลและสังเคราะห์ความคิดในการออกแบบ
- 3.1.5 ออกแบบเบื้องต้น
- 3.1.6 ออกแบบรายละเอียด
- 3.1.7 ทำการสร้างเครื่องต้นแบบและทดสอบ
- 3.1.8 วิเคราะห์ผลการทดสอบและปรับปรุงแก้ไข

3.2 สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบเครื่องทอผ้าพื้นเมือง

- 3.2.1 ลักษณะความแข็งแรงของเครื่องทอผ้า
- 3.2.2 ขนาดของเครื่องทอผ้า
- 3.2.3 ความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน
- 3.2.4 สามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่กำหนดไว้
- 3.2.5 ความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้งาน
- 3.2.6 คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำเป็นชิ้นส่วนต่างๆ
- 3.2.7 อายุการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องทอผ้า
- 3.2.8 งบประมาณที่ใช้ในการสร้างเครื่อง

3.3 อุปกรณ์หลักของเครื่องทอผ้าพื้นเมือง

3.3.1 ชุดต้นก้ำลำ

ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 1,100 วัตต์ ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที เป็นต้นก้ำลำ

3.3.2 ชุดส่งถ่ายก้ำลำ

ใช้สายพานวี B – 42 จำนวน 2 เส้นในการส่งก้ำลำจากล้อสายพานที่มอเตอร์ไปยังล้อสายพานที่ชุดเกียร์ทด จากนั้นส่งก้ำลำผ่านชุดเกียร์ทดไปยังชุดคลัตช์ตัดต่อก้ำลำใช้สายพานวี A – 43 จำนวน 2 เส้น ส่งก้ำลำผ่านชุดคลัตช์ตัดต่อก้ำลำไปยังชุดเพลาลับใช้สายพานวี B – 31 จำนวน 2 เส้น ดังแสดงตามแบบที่ P - 013

3.3.3 ชุดเพลาชับ

ใช้วัสดุเพลาลูกกลิ้ง St-37 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ยาว 1,340 มิลลิเมตร เป็นที่ติดตั้งล้อสายพาน เพื่องค์แสดงตามแบบที่ P - 013

3.3.4 ชุดตะกอสับด้าย

3.3.4.1 ชุดเพลาชับใช้วัสดุเพลาลูกกลิ้ง St-37 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตร สำหรับสวมตลับลูกปืน ดังแสดงตามแบบที่ P - 012

3.3.4.2 ชุดจานตะกอสับด้าย ใช้วัสดุเหล็กแผ่นเหนียว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร หนา 6 มิลลิเมตร ตรงกลางเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ผังบุขนาดความยาว 50 มิลลิเมตร ตอนท้ายเจาะรูทำเกลียวขนาด M-12 ลึก 10 มิลลิเมตร เพื่อใช้ยึดติดกับชุดเพลาดังแสดงตามแบบที่ P - 013

3.3.5 ชุดรางกระสวย

3.3.5.1 ใช้วัสดุเพลาลูกกลิ้ง St-42 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 52 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร สำหรับยึดติดกับเพลาชวน

3.3.5.2 ใช้วัสดุเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 1,035 มิลลิเมตร จำนวน 2 ท่อน

3.3.5.3 ใช้วัสดุเหล็ก St-37 หนา 3 มิลลิเมตร ตัดตามแบบที่ P - 007 สำหรับทำรางกระสวย

3.3.6 ชุดฐานโครงสร้าง

เป็นส่วนของชิ้นประกอบต่างๆ เข้าด้วยกัน ชุดฐานโครงสร้างใช้วัสดุเหล็กกล่องสี่เหลี่ยม St-37 ยึดติดกันด้วยการเชื่อมไฟฟ้างดแสดงตามแบบที่ P - 003

3.3.7 ตัวยึดต่างๆ

ตัวยึดชนิดต่างๆ เช่น โบลท์ นัต สกรู เป็นต้น ใช้ยึดส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน

3.3.8 ตุ้กตา

ใช้ตุ้กตาขนาดรูสวม 26 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว

ใช้ตุ้กตาขนาดรูสวม 32 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัว

ใช้ตุ้กตาขนาดรูสวม 19 มิลลิเมตร จำนวน 6 ตัว

3.3.9 ชุดลูกเบี้ยวกระตุกกระสวย

ใช้วัสดุเหล็ก St-37 ลักษณะแบน กว้าง 25 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ตัดตามแบบที่ P - 011 และยึดติดกันด้วยการเชื่อมไฟฟ้า

3.3.10 ชุดควบคุม

ชุดควบคุมใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMSC-51

3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องทอผ้าแบบพื้นเมือง

3.4.1 สร้างโครงฐานเครื่อง โดยใช้เหล็กกล่อง เหล็กฉากและเหล็กเพลากลวง ทำการตัดให้ได้ขนาดดังแสดงตามแบบที่ P – 004 แล้วประกอบเข้าด้วยกันโดยการเชื่อมไฟฟ้า

3.4.2 สร้างรางกระสวยโดยใช้เหล็กเพลากลมตัน St-42 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 62 มิลลิเมตร เจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร เชื่อมติดกับเหล็กกล่องและเหล็กแผ่นซึ่งตัดตามแบบที่ P - 007

3.4.3 กลึงเพลเหล็กกล้า St-42 กลึงให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรยาว 300 มิลลิเมตร เพื่อทำเป็นเพลชุดตะกอสับด้าย

3.4.4 กลึงเพลเหล็กกล้า St-42 กลึงให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตรยาว 265 มิลลิเมตร เพื่อทำเป็นเพลชุดบังคับรางกระสวย

3.4.5 สร้างชุดบังคับกระสวยโดยใช้เพลากลมกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 มิลลิเมตร ยาว 1174 มิลลิเมตรเชื่อมติดกับบุชที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 34 มิลลิเมตร ดังแสดงตามแบบที่ P - 007

3.3.6 สร้างชุดบังคับรางกระสวยโดยใช้เหล็กแผ่นแบนขนาดความกว้าง 20 มิลลิเมตร ตัดให้ได้ตามแบบที่ P – 011 แล้วประกอบเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมไฟฟ้า

3.3.7 สร้างชุดเพลาม้วนเก็บผ้าโดยใช้เพลากลมกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ยาว 1746 มิลลิเมตรเชื่อมติดกับบุชที่มีเกลียวในขนาด M-16 ที่ปลายทั้งสองด้านตามแบบที่ P – 010

3.3.8 สร้างชุดม้วนเก็บผ้าโดยกลึงเพลเหล็กกล้า St-42 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร ประกอบเข้ากับชุดสเตอร์ขนาด 38 ฟันตามแบบที่ P – 009

3.3.9 พ่นสีรองพื้นและสีจริง ส่วนประกอบต่างๆเพื่อป้องกันสนิม

3.3.10 ติดตั้งมอเตอร์ ชุดคลัทช์ตัดต่อกำลัง ชุดเกียร์ทดเข้ากับฐานยึดด้วยสลักเกลียว M17 x 1.25 เข้ากับโครงเครื่องแบบแบบที่ P – 009

3.3.11 ติดตั้งชุดเพลาส่งกำลังกับแท่นสวมรองลั่นที่ติดกับฐานรอง เข้ากับโครงเครื่องดังแสดงตามแบบที่ P – 013

3.3.12 ติดตั้งชุดตะกอสับด้ายกับแท่นสวมรองลั่นที่ติดกับฐานรอง เข้ากับโครงเครื่องดังแสดงตามแบบที่ P – 016

- 3.3.13 ติดตั้งชุดกระหลกรางกระสวยกับแท่นสวมรองลื่นที่ติดกับฐานรอง เข้ากับโครงเครื่องดัง
แสดงตามแบบที่ P – 001
- 3.3.14 ติดตั้งชุดบังคับรางกระสวยกับแท่นสวมรองลื่นที่ติดกับฐานรอง เข้ากับโครงเครื่องดัง
แสดงตามแบบที่ P – 016
- 3.3.15 ติดตั้งเพลาม้วนเก็บผ้าเข้ากับโครงเครื่องตามแบบที่ P – 001
- 3.3.16 ติดตั้งชุดม้วนเก็บผ้าเข้ากับโครงเครื่องตามแบบที่ P – 001
- 3.3.17 ติดตั้งชุดระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์เข้ากับโครงเครื่องทอผ้า
- 3.3.18 ติดตั้งสายพานเข้ากับล้อสายพานจุดต่างๆและปรับตั้งความตึงสายพาน
- 3.1.19 ติดตั้งชุดโซ่ส่งกำลังเข้ากับชุดเฟืองส่งกำลังจุดต่างๆและปรับตั้งความตึงโซ่

บทที่ 4

การทดสอบ

4.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

- 4.1.1 ศึกษาความสามารถในการทอผ้าพื้นเมืองของเครื่องทอผ้าพื้นเมือง
- 4.1.2 เพื่อทดสอบหาเวลาที่ใช้ทอผ้าพื้นเมือง
- 4.1.3 เพื่อทดสอบหาปริมาณผ้าที่ทอได้โดยใช้เครื่องทอผ้าพื้นเมือง
- 4.1.4 เพื่อดูลักษณะผ้าที่ทอได้ว่ามีลักษณะอย่างไร
- 4.1.5 เพื่อเปรียบเทียบเครื่องทอผ้าพื้นเมืองกับเครื่องทอผ้าแบบกึ่งกระตุกแบบเก่า

4.2 ขอบเขตของการทดสอบ

- 4.2.1 ทดสอบความสามารถในการทอผ้า โดยใช้ด้ายสอดแบบที่ใช้กับเครื่องทอผ้าแบบกึ่งกระตุกแบบเก่า
- 4.2.2 ทดสอบการทอผ้า โดยใช้ระยะเวลาในการทดสอบเทียบเท่ากับการทอผ้าแบบกึ่งกระตุกแบบเก่า
- 4.2.3 ทำการวัดระยะผ้าเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องทอผ้าแบบกึ่งกระตุกแบบเก่า โดยใช้ระยะเวลาในการทอที่เท่ากัน

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- 4.3.1 เครื่องทอผ้าพื้นเมืองที่สร้างขึ้น
- 4.3.2 ด้ายใยฝ้ายที่จะใช้ในการทอ
- 4.3.3 นาฬิกาจับเวลา
- 4.3.5 ตลับเมตร
- 4.3.6 มิเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส

4.4 ขั้นตอนและวิธีในการทดสอบ

- 4.4.1 ในการทดสอบเครื่องทอผ้าพื้นเมืองจะต้องทำการต่อด้ายยืนและจัดด้ายก่อนการทดสอบซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง
- 4.4.2 ตรวจสอบความตึงสายพาน
- 4.4.3 ตรวจสอบความตึงของโซ่
- 4.4.4 ตรวจสอบระบบรองลิ้น

บทที่ 5

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

5.1 ผลการทดสอบ

ในการทดสอบการทอผ้าจะเริ่มจับเวลาเมื่อเครื่องทอผ้าเริ่มทำงานและเวลาที่เครื่องหยุดทำงานเนื่องจาก ด้ายหมดกระสวย ด้ายขาด ทำการม้วนและวัดระยะผ้าที่ทอเสร็จแล้วได้ซึ่งสามารถพิจารณาผลการทดสอบได้เป็น 2 ลักษณะ

5.1.1 ผลการทดสอบกรณีที่รวมเวลาทั้งหมดในแต่ละชั่วโมง

5.1.2 ผลการทดสอบกรณีที่เครื่องทอผ้าทำงานในแต่ละชั่วโมง

5.1.1 ผลการทดสอบกรณีที่รวมเวลาทั้งหมดในแต่ละชั่วโมง

ตารางการทำงานของเครื่องทอผ้าในชั่วโมงที่ 1

เวลาที่ใช้ทอ ผ้า (นาทิจ)	ระยะที่ทอผ้าได้ (cm)	หมายเหตุ
2.32	6.5	
1.45	-	ด้ายที่ทอขาด
1.04	2.7	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.37	9.1	
1.10	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ+ด้ายในกระสวยหมด
2.54	7.3	
2.07	-	ด้ายที่ทอขาด
0.56	1.4	
0.57	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.40	9.3	
1.28	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ+ด้ายในกระสวยหมด
3.46	9.4	
0.42	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.12	3.2	
1.53	-	ด้ายที่ทอขาด

2.41	6.6	
1.09	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ+ด้ายในกระสวยหมด
3.40	9.2	
0.59	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.32	9.05	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.43	4.1	
0.32		ด้ายในกระสวยหมด
2.27	6.3	
0.53	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.45	9.6	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.38	9.1	
1.04	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.37	9.2	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
60	112.1	สรุปผลการทดสอบในชั่วโมงที่ 1

ตารางการทำงานของเครื่องทอผ้าในชั่วโมงที่ 2

เวลาที่ใช้ทอ ผ้า (นาทีก)	ระยะที่ทอผ้าได้ (cm)	หมายเหตุ
1.40	4.1	
0.59	-	ด้ายที่ทอขาด
1.58	5.2	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.56	8.7	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.40	9.0	
1.17	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ

2.35	6.4	
1.14	-	ด้ายที่ทอขาด
1.06	2.8	
0.52	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.41	9.1	
0.53	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.48	4.3	
1.27	-	ด้ายที่ทอขาด
1.40	4.0	
0.55	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.47	9.2	
1.26	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.31	6.2	
1.09	-	ด้ายที่ทอขาด
1.17	3.1	
0.52	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.47	9.3	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.22	8.9	
0.56	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
0.51	2.1	
0.39	-	ด้ายในกระสวยหมด
2.11	5.2	
0.53	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.56	9.2	
0.51	-	
1.54	4.4	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
60	111.2	สรุปผลการทดสอบในช่วงโม่งที่2

ตารางการทำงานของเครื่องทอผ้าในช่วงโมเมนต์ที่ 3

เวลาที่ใช้ทอ ผ้า (นาทีก)	ระยะที่ทอผ้าได้ (cm)	หมายเหตุ
3.47	9.6	
0.41	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.54	4.5	
1.02	-	ด้ายที่ทอขาด
1.49	4.4	
0.55	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.35	6.9	
0.31	-	ด้ายในกระสวยหมด
1.08	2.8	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.56	9.5	
0.51	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.12	3.1	
1.45	-	ด้ายที่ทอขาด
2.20	6.2	
0.53	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.40	9.1	
0.59	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
0.55	2.1	
1.05	-	ด้ายที่ทอขาด
2.30	6.3	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.45	9.0	
1.12	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.29	9.2	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ

2.53	8.5	
0.57	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.47	4.2	
1.45	-	ด้ายที่ทอขาด
1.56	5.0	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.42	4.1	
0.36	-	ด้ายในกระสวยหมด
1.15	2.6	
1.16	-	ด้ายที่ทอขาด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.53	6.7	
60	113.8	สรุปผลการทดสอบในช่วงโม่งที่3

ตารางการทำงานของเครื่องทอผ้าในช่วงโม่งที่ 4

เวลาที่ใช้ทอ ผ้า (นาทื)	ระยะที่ทอผ้าได้ (cm)	หมายเหตุ
1.07	2.6	
1.13	-	ด้ายที่ทอขาด
3.39	9.4	
0.52	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.53	6.9	
1.01	-	ด้ายที่ทอขาด
1.23	2.5	
0.56	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.27	8.8	
0.51	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.48	9.3	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.41	6.5	

0.40	-	ด้ายในกระสวยหมด
1.17	3.3	
0.59	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.20	9.1	
0.55	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.05	4.7	
1.26	-	ด้ายที่ทอขาด
1.55	5.0	
1.11	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.52	9.4	
0.51	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.24	6.1	
1.22	-	ด้ายที่ทอขาด
1.19	3.0	
0.57	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.50	9.2	
1.27	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.34	9.0	
0.53	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.17	5.4	
60	110.2	สรุปผลการทดสอบในช่วงโม่งที่ 4

ตารางการทำงานของเครื่องทอผ้าในช่วงโม่งที่ 5

เวลาที่ใช้ทอ ผ้า (นาทีก)	ระยะที่ทอผ้าได้ (cm)	หมายเหตุ
3.48	9.3	
0.51	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.30	9.0	

0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.54	7.8	
0.54	-	ด้ายที่ทอขาด
1.02	2.2	
0.49	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.10	3.1	
0.57	-	ด้ายที่ทอขาด
2.45	6.8	
0.54	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.38	9.1	
0.55	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.20	6.5	
1.16	-	ด้ายที่ทอขาด
1.49	3.1	
1.04	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.01	4.9	
1.23	-	ด้ายที่ทอขาด
2.41	4.6	
0.53	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.52	9.4	
0.47	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.56	7.6	
1.45	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
0.58	1.4	
0.56	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.36	9.0	
0.54	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.41	9.3	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ

2.57	8.2	
60	111.3	สรุปผลการทดสอบในช่วงโม่งที่5

ตารางการทำงานของเครื่องทอผ้าในช่วงโม่งที่ 6

เวลาที่ใช้ทอ ผ้า (นาทื)	ระยะที่ทอผ้าได้ (cm)	หมายเหตุ
2.32	6.5	
1.45	-	ด้ายที่ทอขาด
1.04	2.7	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.37	9.1	
1.10	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ+ด้ายในกระสวยหมด
2.54	7.3	
2.07	-	ด้ายที่ทอขาด
0.56	1.4	
0.57	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.40	9.3	
1.28	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ+ด้ายในกระสวยหมด
3.46	9.4	
0.42	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.12	3.2	
1.53	-	ด้ายที่ทอขาด
2.41	6.6	
1.09	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ+ด้ายในกระสวยหมด
3.40	9.2	
0.59	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.32	9.05	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ

1.43	4.1	
0.32		ด้ายในกระสวยหมด
2.27	6.3	
0.53	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.45	9.6	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.38	9.1	
1.04	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.37	9.2	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
60	112.1	สรุปผลการทดสอบในชั่วโมงที่ 6

ตารางการทำงานของเครื่องทอผ้าในชั่วโมงที่ 7

เวลาที่ใช้ทอ ผ้า (นาทื)	ระยะที่ทอผ้าได้ (cm)	หมายเหตุ
3.47	9.6	
0.41	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.54	4.5	
1.02	-	ด้ายที่ทอขาด
1.49	4.4	
0.55	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.35	6.9	
0.31	-	ด้ายในกระสวยหมด
1.08	2.8	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.56	9.5	
0.51	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.12	3.1	
1.45	-	ด้ายที่ทอขาด

2.20	6.2	
0.53	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทเสร็จ
3.40	9.1	
0.59	-	ม้วนผ้าที่ทเสร็จ
0.55	2.1	
1.05	-	ด้ายที่ทขาด
2.30	6.3	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทเสร็จ
3.45	9.0	
1.12	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทเสร็จ
3.29	9.2	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทเสร็จ
2.53	8.5	
0.57	-	ม้วนผ้าที่ทเสร็จ
1.47	4.2	
1.45	-	ด้ายที่ทขาด
1.56	5.0	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทเสร็จ
1.42	4.1	
0.36	-	ด้ายในกระสวยหมด
1.15	2.6	
1.16	-	ด้ายที่ทขาด+ม้วนผ้าที่ทเสร็จ
2.53	6.7	
60	113.8	สรุปผลการทดสอบในชั่วโมงที่ 7

ตารางการทำงานของเครื่องทผ้าในชั่วโมงที่ 8

เวลาที่ใช้ท ผ้า (นาท)	ระยะที่ทผ้าได้ (cm)	หมายเหตุ
1.40	4.1	

0.59	-	ด้ายที่ทอขาด
1.58	5.2	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.56	8.7	
0.49	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.40	9.0	
1.17	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.35	6.4	
1.14	-	ด้ายที่ทอขาด
1.06	2.8	
0.52	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.41	9.1	
0.53	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
1.48	4.3	
1.27	-	ด้ายที่ทอขาด
1.40	4.0	
0.55	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.47	9.2	
1.26	-	ด้ายในกระสวยหมด+ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
2.31	6.2	
1.09	-	ด้ายที่ทอขาด
1.17	3.1	
0.52	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.47	9.3	
0.45	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.22	8.9	
0.56	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
0.51	2.1	
0.39	-	ด้ายในกระสวยหมด

2.11	5.2	
0.53	-	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
3.56	9.2	
0.51	-	
1.54	4.4	ม้วนผ้าที่ทอเสร็จ
60	111.2	สรุปผลการทดสอบในชั่วโมงที่ 8

5.1.2 ผลการทดสอบกรณีที่เครื่องทอผ้าทำงานในแต่ละชั่วโมง

เวลาที่ใช้ทอ (ชั่วโมง)	ระยะที่ทอผ้าได้ (cm)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการ ทำงานของเครื่องทอผ้า (หน่วย/ชั่วโมง)
1	112.1	0.83
2	111.2	0.82
3	113.8	0.85
4	110.2	0.82
5	111.3	0.83
6	112.1	0.85
7	113.8	0.83
8	111.2	0.82
ค่าเฉลี่ย	112.05	0.83

5.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ในการวิเคราะห์ผลกระทดสอบสามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบได้ 2 กรณีคือ

5.2.1 กรณีที่รวมเวลาทั้งหมดในแต่ละชั่วโมง

จากการทดสอบ เวลาที่ใช้ทอผ้าใน 1 ชั่วโมง เวลาเครื่องทอผ้าทำงานจริง 45 นาที และเวลาเสียไปเนื่องจากด้ายหมดกระสวย ด้ายขาด และ ม้วนผ้าที่ทอเสร็จในระหว่างการทอผ้า 15 นาที หากไม่เสียเวลาไปในส่วนนี้จะทำให้ทอผ้าได้มากขึ้น

5.2.2 กรณีที่คิดเวลาที่เครื่องทอผ้าทำงานในแต่ละชั่วโมง

จากการทดสอบในแต่ละชั่วโมงที่ทดสอบนั้น หากเครื่องทอผ้าทำงานใน 8 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้ได้ผ้าทอยาว 895.70 cm

5.3 ตัวอย่างผ้าที่ได้จากการทอด้วยเครื่องทอผ้าพื้นเมือง



รูปที่ 5.1 แสดงตัวอย่างผ้าที่ทอได้



รูปที่ 5.2 แสดงตัวอย่างผ้าที่ทอได้

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรจะมีการพัฒนาเครื่องทอผ้าพื้นเมืองให้ทำงานได้ต่อเนื่องโดยใช้ระบบอัตโนมัติทั้งระบบเพื่อที่จะทำให้ปริมาณผ้าที่ทอได้เพิ่มขึ้น

5.3.2 ควรจะมีการลดขนาดเครื่องทอผ้าพื้นเมืองให้มีขนาดเล็กลงเพื่อที่จะสะดวกต่อการขนย้าย

5.5 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

วิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทอผ้าพื้นเมืองต่อวัน ระหว่างการใช้เครื่องทอผ้าพื้นเมือง กับการใช้คนทอผ้าพื้นเมือง

1. คัดต้นทุนในการทอผ้าพื้นเมืองโดยใช้เครื่องทอผ้าพื้นเมือง

เครื่องมืออายุการทำงานไม่เกิน	6000 ชั่วโมง
เครื่องสามารถทอผ้าพื้นเมืองได้ประมาณ	0.5 เมตร / ชั่วโมง
เครื่องสามารถทอผ้าพื้นเมืองได้ประมาณ	4 เมตร / วัน
เวลาที่ใช้ในการทอผ้าพื้นเมือง	1 เมตร / 120 วินาที
ปริมาณการทอผ้าพื้นเมืองของกลุ่มแม่บ้าน	6 เมตร / วัน

ต้นทุนในการสร้างเครื่อง

บาท

ต้นทุนในการทอผ้าโดยใช้เครื่องสามารถแยกได้ดังนี้

1. ต้นทุนค่าไฟฟ้า

เครื่องทำงานใช้ไฟฟ้า	= 0.82 หน่วย / ชั่วโมง
กระแสไฟฟ้า(คงที่ต่อหน่วย)	= 1.8694 บาท / หน่วย
ค่ากระแสไฟฟ้าผันแปรต้นทุน	= 0.5683 บาท / หน่วย
ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม	= 7 %
ชั่วโมงการทำงาน	= 8 ชั่วโมง / วัน
ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้	= 1.5329×0.82 = 1.5329 บาท / ชั่วโมง = 12.2366 บาท / วัน
ค่ากระแสไฟฟ้าผันแปรต้นทุน	= 0.5683×0.82 = 0.4660 บาท / ชั่วโมง = 3.7280 บาท / วัน
ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม	= $(1.5329 + 0.4660) \times 0.07$ = 0.1399 บาท / ชั่วโมง = 1.1193 บาท / วัน
ค่ากระแสไฟฟ้าที่ต้องจ่ายจริง	= $1.5329 + 0.4660 + 0.1399$ = 2.1388 บาท / ชั่วโมง = 17.1104 บาท / วัน

2. ต้นทุนเครื่อง

เครื่องทอผ้าได้ตลอดอายุการทำงาน	= 6000 ชั่วโมง
เครื่องสามารถทอผ้าได้	= 4 เมตร / ชั่วโมง = (4×6000) = 24000 เมตร
คิดต้นทุนเครื่องในการทอผ้า	= $40700 / 24000$ = 1.69 บาท / เมตร
ปริมาณการทอผ้าเฉลี่ย	= 4 เมตร / วัน = 1.69×4 = 6.783 บาท / วัน

$$\begin{aligned}\text{รวมต้นทุนในการทอผ้าเฉลี่ยต่อวัน} &= 6.783 + 17.1104 + 1.10814 \\ &= 25.0015 \text{ บาท / วัน}\end{aligned}$$

3. คัดต้นทุนในการจ้างคนทอผ้า

$$\begin{aligned}\text{ราคาค่าจ้างแรงงานคนทอผ้า} &= 150 \text{ บาท / วัน} \\ \text{ปริมาณการผลิตเฉลี่ย} &= 6 \text{ เมตร / วัน} \\ \text{ต้นทุนในการทอผ้าเฉลี่ยต่อวัน} &= 150 \text{ บาท / วัน}\end{aligned}$$

**** หมายเหตุ **** ค่ากระแสไฟฟ้าผันแปรต้นทุนอ้างอิงจากเดือนพฤศจิกายน 2548

สมการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

$$\begin{aligned}C_1 &= F_c + v_1 q \\ R &= pq \\ P_o &= R - C_1 \\ &= pq - (F_c + v_1 q) \\ &= (p - v_1)q - F_c \\ q^* &= \frac{F_c}{p - v_1}\end{aligned}$$

โดยที่	C_1 = ต้นทุนทั้งหมด	(บาท)
	F_c = ต้นทุนคงที่	(บาท)
	v_1 = ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย	(บาท)
	R = รายได้	(บาท)
	p = ราคาต่อหน่วย	(บาท)
	P_o = กำไร	(บาท)
	q = ปริมาณการผลิต	(กิโลกรัม)
	q^* = ระดับปริมาณ ณ จุดคุ้มทุน	(กิโลกรัม)

สมการแปลงค่าเงิน

$$A_1 = P_1 \times \left[\frac{i(1+i)^{n_2}}{(1+i)^{n_2} - 1} \right]$$

$$A_1 = F_1 \times \left[\frac{i}{(1+i)^{n_2} - 1} \right]$$

โดยที่ A_1 = ค่าเงินเป็นงวดๆต่อปี	(บาท)
P_1 = ค่าเงินในปัจจุบัน	(บาท)
F_1 = ค่าเงินในอนาคต	(บาท)
i = อัตราดอกเบี้ย	(เปอร์เซ็นต์ต่อปี)
n_2 = ระยะเวลา	(ปี)

ในการสร้างเครื่องทอผ้ามีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานดังนี้

1. ต้นทุนเริ่มแรก	40700 บาท
2. ต้นทุนในการบำรุงรักษา	4070 บาท
3. ราคาค่าซาก(10%ของราคาต้นทุน)	4070 บาท
4. อายุการใช้งาน	7 ปี
5. อัตราดอกเบี้ย	15 เปอร์เซ็นต์ต่อปี
6. ค่าไฟฟ้าที่ใช้	17.1104 บาทต่อวัน *
7. ค่าแรงงาน	150 บาทต่อวัน *
8. ค่าวัสดุที่ใช้ในการทอผ้า	30 บาทต่อเมตร
9. ราคาขายผ้าทอพื้นเมือง	60 บาทต่อเมตร

หมายเหตุ * ต่อวันของการผลิตนั้นคือ 8 ชั่วโมง

ดังนั้น

$$\text{ราคาเครื่องทอผ้า} = P_1 \times \left[\frac{i(1+i)^{n_2}}{(1+i)^{n_2} - 1} \right]$$

$$= 40700 \times \left[\frac{(0.15)(1+0.15)^7}{(1+0.15)^7 - 1} \right]$$

$$= 40700 \times 0.240$$

$$= 9768 \text{ บาทต่อปี}$$

ราคาค่าซาก

$$= F_1 \times \left[\frac{i}{(1+i)^{n_2} - 1} \right]$$

$$= 4070 \times \left[\frac{0.15}{(1+0.15)^7 - 1} \right]$$

$$= 4070 \times 0.090$$

$$= 366.30 \text{ บาทต่อปี}$$

รวมค่าใช้จ่ายต่อปี

$$= 9768 + 366.30 + 4070$$

$$= 14204.30 \text{ บาทต่อปี}$$

ดังนั้น

จำนวนที่ต้องทำการผลิต ณ จุดคุ้มทุนคือ

$$q^* = \frac{F_c}{p - v_1}$$

$$= \frac{(37953 + 7.09 + 150) \text{ บาท}}{(25 - 10) \text{ บาท/กิโลกรัม}}$$

$$= 2540.67 \text{ กิโลกรัม}$$

ระยะเวลาการคืนทุน

จำนวนผ้าทอที่ทำการผลิต	120	เมตรต่อเดือน
จำนวนผ้าทอที่ทำการผลิต	1440	เมตรต่อปี
จำนวนผ้าทอที่ต้องทำการผลิต ณ จุดคุ้มทุนคือ	1362.57	เมตร

∴ กำลังการผลิต 1440 เมตร = 12 เดือน

$$\text{ณ จุดคุ้มทุน 1362.57 กิโลกรัม} = \frac{(12\text{เดือน})(2540.67\text{กิโลกรัม})}{(5760\text{กิโลกรัม})}$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{ระยะเวลาการคืนทุน} &= 11.35 \text{ เดือน} \\ &= 12 \text{ เดือน}\end{aligned}$$

$$\text{อัตราผลตอบแทน} = \frac{\text{กำไร}}{(\text{ต้นทุนคงที่} + \text{ต้นทุนผันแปร})} \times 100$$

$$\text{จำนวนเงินลงทุนสร้างเครื่องทอผ้า} = 40700 \text{ บาท}$$

$$\text{รายได้ทั้งสิ้น 1440 เมตร} \times 60 \text{ บาท} = 86400 \text{ บาทต่อปี}$$

$$\text{รายจ่ายค่าวัตถุดิบ 1440 เมตร} \times 30 \text{ บาท} = 43200 \text{ บาทต่อปี}$$

$$\text{รายจ่ายค่าไฟฟ้า 513.312 บาท} \times 12 \text{ เดือน} = 6159.74 \text{ บาทต่อปี}$$

$$\text{กำไรสุทธิบาท} = 86400 \text{ บาท} - (43200 + 14204.30 + 6159.74) \text{ บาท}$$

$$= 22835.956 \text{ บาทต่อปี}$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{อัตราผลตอบแทน} &= \frac{22835.956}{(40700 + 63564.044)} \times 100 \\ &= 21.90\% \text{ ต่อปี}\end{aligned}$$

บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบเครื่องทอผ้าพื้นเมืองพบว่า เครื่องทอผ้าพื้นเมืองสามารถทำการทอผ้าที่ได้มาตรฐานดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องทอผ้าแบบใช้คนทอ และปริมาณผ้าที่ทอได้จากเครื่องทอผ้าพื้นเมืองจะมีปริมาณกว่าเครื่องทอผ้าแบบใช้คนทอ โดยเปรียบเทียบระหว่างผลการทดสอบที่ได้จากเครื่องทอผ้าพื้นเมืองกับผลสำรวจปริมาณการทอผ้าโดยการใช้แรงงานคนในการทอผ้า

ในการทดสอบหาปริมาณผ้าที่ทอได้จากเครื่องทอผ้าพื้นเมือง ในระหว่างทำการทอได้ใช้คนทอสลับกันประมาณ 1 คนเปลี่ยนกันในเวลา 8 ชั่วโมง จะได้ปริมาณผ้าประมาณ 9 เมตร ซึ่งถ้าเป็นการทอผ้าโดยใช้เครื่องทอผ้าแบบเก่าและใช้แรงงานคนในการทอผ้าต้องเป็นการทอผ้าโดยใช้คน 1 คน ในเวลา 8 ชั่วโมง จะได้ปริมาณผ้าที่ทออยู่ระหว่าง 6 – 8 เมตร ซึ่งปริมาณผ้าที่ได้จากการทอจะแตกต่างกันเนื่องจากความชำนาญในการทอผ้า

จากการทดสอบพบว่าปริมาณผ้าและคุณภาพของผ้าที่ทอได้จากเครื่องทอผ้าพื้นเมืองปริมาณผ้าเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์และคุณภาพเท่ากันตลอดทั้งผืน ข้อดีของเครื่องทอผ้าพื้นเมืองที่ได้จากการทดสอบการทำงาน คือ ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญในการทอผ้ามาทำการทอผ้าตลอดเวลาซึ่งเหมาะที่จะใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือในครัวเรือนเพราะสามารถเปลี่ยนผู้ทอได้ไม่จำเป็นต้องใช้คนๆเดียวในการทอผ้า แต่คุณภาพของผ้าที่ทอได้มีมาตรฐานเท่ากันตลอดทั้งผืน

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 เนื่องจากเครื่องทอผ้าพื้นเมืองที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมีขนาดใหญ่เนื่องจากเป็นเครื่องต้นแบบจึงอาจจะมีการพัฒนาให้มีขนาดเล็กลงได้

6.2.2 เครื่องทอผ้าพื้นเมืองที่สร้างยังเป็นระบบกึ่งอัตโนมัติซึ่งสามารถพัฒนาให้เป็นเครื่องทอผ้าพื้นเมืองที่เป็นระบบอัตโนมัติได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วรมน ทิพย์โกศัย.:ความงามบนผืนผ้า.ข่าวรามคำแหงวันที่ 5-11 กันยายน 2548
- [2] ลำไพ ทองบุราณ .ความสัมพันธ์ของการทำฟืมทอผ้ากับวิถีชีวิตของชาวบ้าน. ปริญญา
นิพนธ์ (ศศ.ม. ไทยคดีศึกษา เน้น มนุษยศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาสารคาม, 2537
- [3] ศ.ดร. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และรศ.ชาญ ถนัดงาน .:การออกแบบเครื่องจักรกล 1. พิมพ์ที่ เอช
เอ็น กรุ๊ป.กรุงเทพฯ,2544
- [4] ศ.ดร. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และรศ.ชาญ ถนัดงาน .:การออกแบบเครื่องจักรกล 2. พิมพ์ที่ เอช
เอ็น กรุ๊ป.กรุงเทพฯ,2544
- [5] ชีรวัฒน์ ประกอบผล.การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย – ญี่ปุ่น).พิมพ์ที่ บริษัท แซทไฟร์ พรินติ้ง จำกัด.กรุงเทพฯ,2541
- [6] พรจิต ประทุมสุวรรณ.แมคคาทรอนิกส์:การควบคุมงานกลด้วยไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.
พิมพ์ที่ เรือนแก้วการพิมพ์.กรุงเทพฯ,2548
- [7] YONETAMA TAKESHI.แนวคิดและวิธีออกแบบเครื่องจักรกล.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย - ญี่ปุ่น) พิมพ์ที่ บริษัท แซทไฟร์ พรินติ้ง จำกัด.กรุงเทพฯ,2548
- [8] รจนา ชื่นศิริกุลชัยและคณะ.การศึกษาผ้าทอพื้นถิ่นจังหวัดเชียงใหม่.สถาบันเทคโนโลยี
ราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ.2544
- [9] ชีรยุทธ สุวรรณประทีป.กลไกในการออกแบบวิศวกรรม.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2538

ภาคผนวก ก
การคำนวณ

คำนวณหาขนาดของมอเตอร์

จากการทดสอบทอผ้าโดยใช้ตาซึ่งสปริงยึดติดกับล้อสายพานของเพลาส่งกำลังแล้วทำการดึงตาซึ่งสปริงสามารถวัดแรงในการทอผ้าได้ 13.60 kg
สามารถคำนวณหาแรงบิด

จากสมการ

$$T = F \cdot r$$

รัศมีของล้อสายพาน (r)

$$= 0.100 \text{ m}$$

แรงดึง

$$= 13.60 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$= 133.461 \text{ N}$$

ขนาดแรงบิด (T)

$$= F \cdot r$$

$$= (133.461 \text{ N}) (0.100 \text{ m})$$

$$= 13.461 \text{ N-m}$$

หาขนาดกำลังวัตต์ของมอเตอร์

จากสมการ

$$P = 2\pi Tn$$

$$n = 750 \text{ rpm (หาได้จากการประมาณการ)}$$

$$P = 2\pi (13.461 \text{ N-m}) (750 \text{ rpm} / 60)$$

$$P = 1047.846 \text{ W}$$

หาขนาดมอเตอร์ที่จะใช้งาน

1 แรงม้า

$$= 746 \text{ W}$$

ขนาดมอเตอร์

$$= \frac{1047.846 \text{ W}}{746 \text{ W}} \times 1 \text{ hp}$$

$$= 1.404 \text{ hp}$$

∴ จึงทำการเลือกใช้มอเตอร์ขนาด

$$= 1.5 \text{ hp}$$

การคำนวณหาอัตราทด

จากข้อมูลที่ติดมากับมอเตอร์ 1.5 hp มีความเร็วรอบ 1450 rpm แต่จากการทดสอบนำเครื่องวัดรอบวัดที่แกนมอเตอร์ได้ความเร็วรอบ 1497 rpm ดังนั้นจึงใช้ความเร็วรอบที่ 1497 rpm ในการคำนวณหาอัตราทด

ต้องการรอบในการทอผ้าที่ 38 rpm

$$\text{อัตราทด} = \frac{1497}{38}$$

$$= 39.39$$

∴ เลือกใช้อัตราทด 40 : 1

คำนวณหาขนาดเพลลา

ในการคำนวณหาขนาดเพลลานั้น เพื่อความสะดวกในการคำนวณจึงจะใช้ข้อสมมติฐานดังนี้คือ

1. คิดแรงดึงจากสายพานที่กระทำกับเพลลา
2. ไม่คติน้ำหนักล้อสายพาน แต่คิดแรงที่ล้อสายพานกระทำกับเพลลา
3. คิดแรงที่กระทำกับเพลลา

คิดแรงที่สายพานกระทำกับเพลลาส่งกำลัง :

ที่เพลลาส่งกำลังมีแรงจากสายพานกระทำอยู่ 1 จุดคือที่ล้อสายพานขนาด 150

mm

กำหนดให้ ขนาดล้อสายพานขับ $d_p = 150 \text{ mm}$

ความเร็วรอบล้อสายพานขับ $n_1 = 38 \text{ rpm}$

จากสมการ (2.8)

$$F = \left(\frac{W_p}{V} \right)$$

$$v = \pi d_p n_1$$

$$= \pi \left(\frac{150 \text{ mm}}{1000} \right) \left(\frac{38 \text{ rpm}}{60 \text{ sec}} \right)$$

$$= 0.30 \text{ m/s}$$

ดังนั้น

$$F = \left(\frac{1047.876 \text{ W}}{0.30 \text{ m/s}} \right)$$

$$= 3,492.92 \text{ N}$$

คิดแรงที่สายพานกระทำกับเพลาส่งกำลัง :

$$\text{กำหนดให้ ขนาดล้อสายพานขับ} \quad d_p = 200 \text{ mm}$$

$$\text{ความเร็วรอบล้อสายพานขับ} \quad n_1 = 38 \text{ rpm}$$

จากสมการ (2.8)

$$F = \left(\frac{W_P}{V} \right)$$

$$v = \pi d_p n_1$$

$$= \pi \left(\frac{200 \text{ mm}}{1000} \right) \left(\frac{38 \text{ rpm}}{60 \text{ sec}} \right)$$

$$= 0.3973 \text{ m/s}$$

ดังนั้น

$$F = \left(\frac{1047.876 \text{ W}}{0.398 \text{ m/s}} \right)$$

$$= 2,632.85 \text{ N}$$

จากสมการ (2.9)

$$F_w = k_1 \cdot F \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

จากตารางที่ (จ-6) ตัวประกอบใช้งานสำหรับสายพานลิ้ม

$$k_1 = 1.5 \text{ เนื่องจากเป็นงานปานกลาง}$$

แทนค่าในสมการ

$$F_w = (1.5)(2632.85 \text{ N}) \sin \frac{110}{2}$$

$$= 344.78 \text{ N}$$

$$F_w = (1.5)(62.35 \text{ N}) \sin \frac{204}{2}$$

$$= 91.48 \text{ N}$$

$$F_w = (1.5)(280.45 \text{ N}) \sin \frac{224}{2}$$

$$= 389.02 \text{ N}$$

ดังนั้นแรงดึงขึ้นต้นของสายพาน

$$F_1 = F_w$$

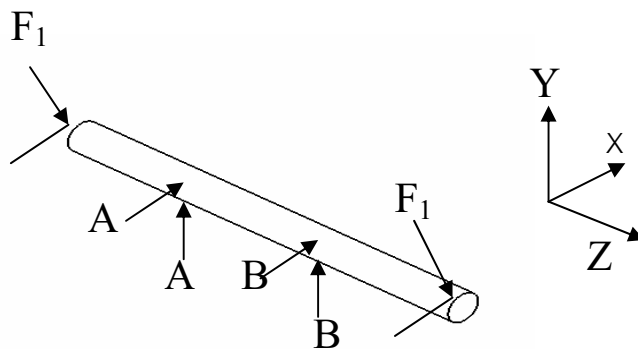
ก-4

$$= 344.78 \text{ N}$$

$$F_1 = 91.48 \text{ N}$$

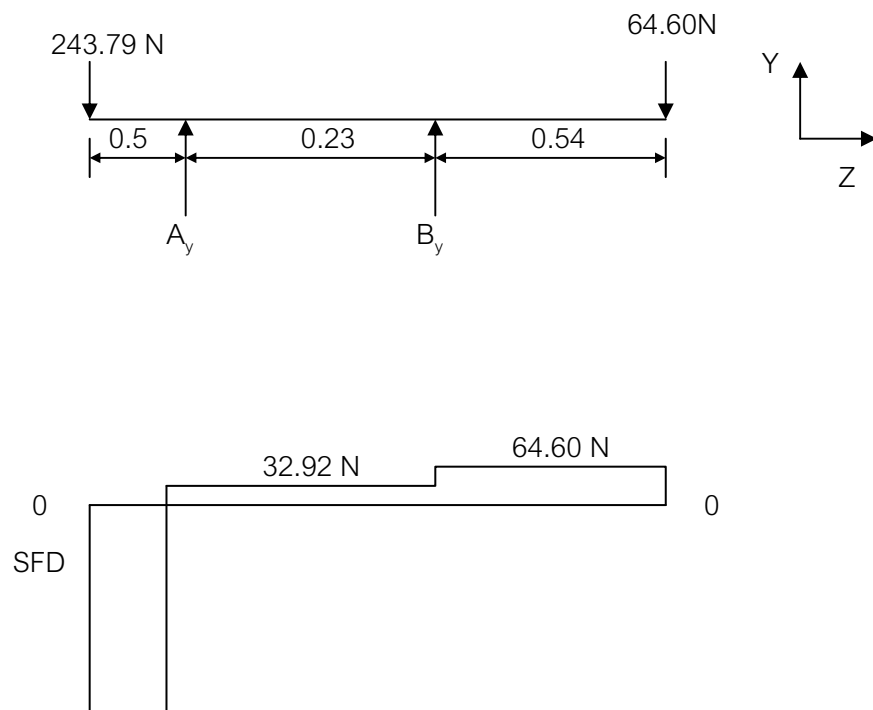
$$F_1 = 389.02 \text{ N}$$

แรงในเพลาทอดที่นำมาคิดแสดงดังรูปที่ ก.1

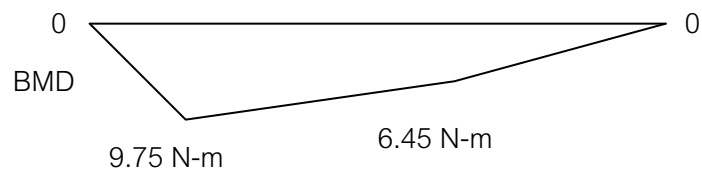
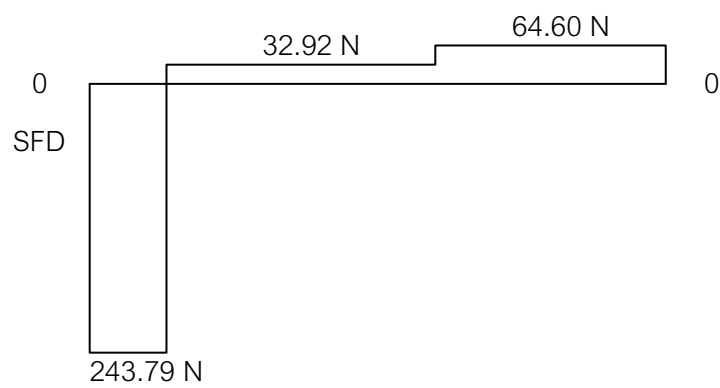
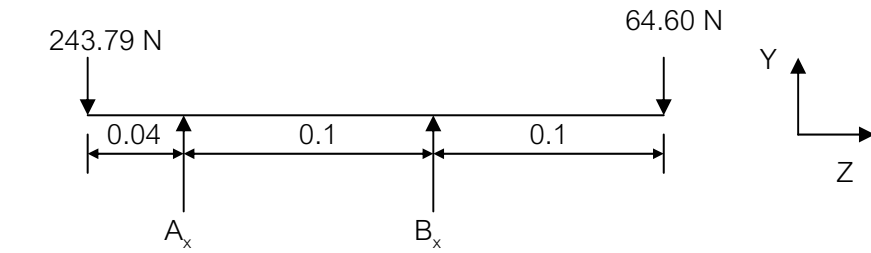


รูปที่ ก.1 แสดงแรงต่าง ๆ ที่กระทำกับเพล

พิจารณาที่ระนาบ Y-Z



พิจารณาที่ระนาบ X-Z



$$\sum M_A = 0$$

$$(243.79\text{ N} \times 0.04\text{ m}) + (B_x \times 0.1\text{ m}) = (64.60\text{ N} \times 0.2\text{ m})$$

$$(B_x \times 0.1\text{ m}) = (64.60\text{ N} \times 0.2\text{ m}) - (243.79\text{ N} \times 0.04\text{ m})$$

$$B_x = 31.68\text{ N}$$

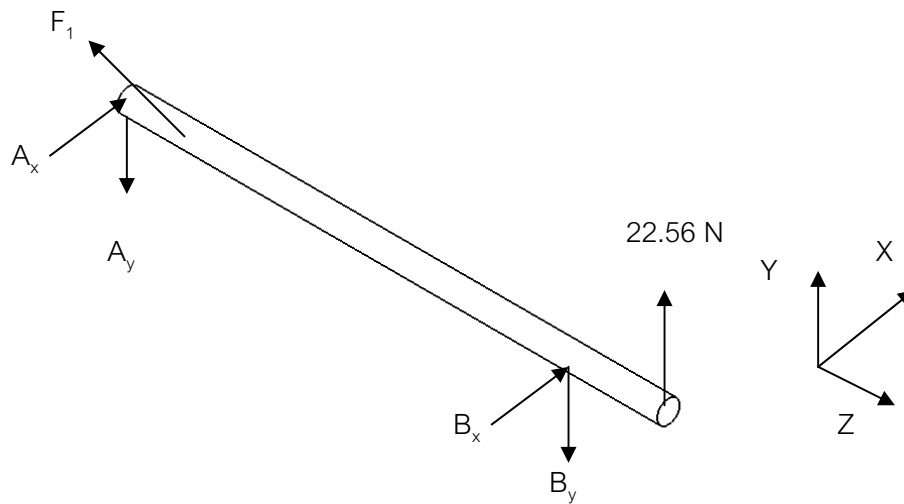
$$\sum F_x = 0$$

$$243.79\text{ N} - A_x - 31.68\text{ N} + 64.60\text{ N} = 0$$

$$A_x = 243.79\text{ N} - 31.68\text{ N} + 64.60\text{ N}$$

$$A_x = 276.71\text{ N}$$

แรงในเพลาคับมาคิดแสดงดังในรูป ก.2



รูปที่ ก.2 แสดงแรงต่าง ๆ ที่กระทำกับเพล

พิจารณาในระนาบ Y-Z

$$\sum M_A = 0$$

$$(275.07\text{N} \times 0.05\text{m}) - (B_y \times 0.475\text{m}) + (22.56\text{N} \times 0.55\text{m}) = 0$$

$$(B_y \times 0.475\text{m}) = (275.07\text{N} \times 0.05\text{m}) + (22.56\text{N} \times 0.55\text{m})$$

$$B_y = 55.07\text{ N}$$

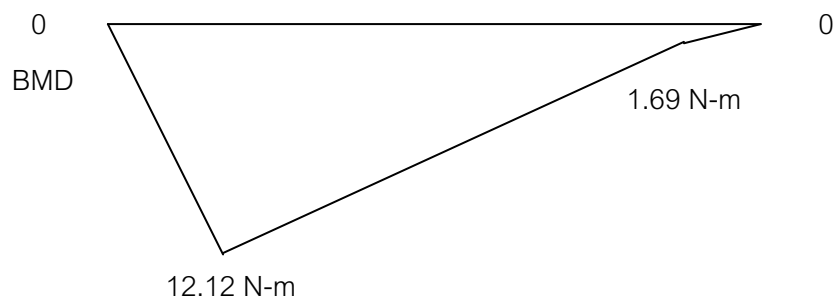
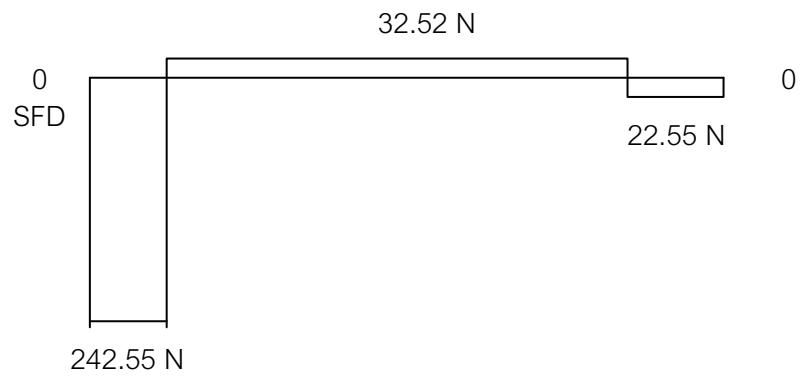
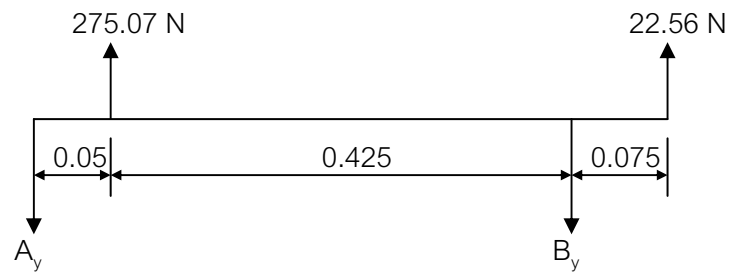
$$\sum F_y = 0$$

$$A_y - 275.07\text{N} + 55.07\text{N} - 22.56\text{N} = 0$$

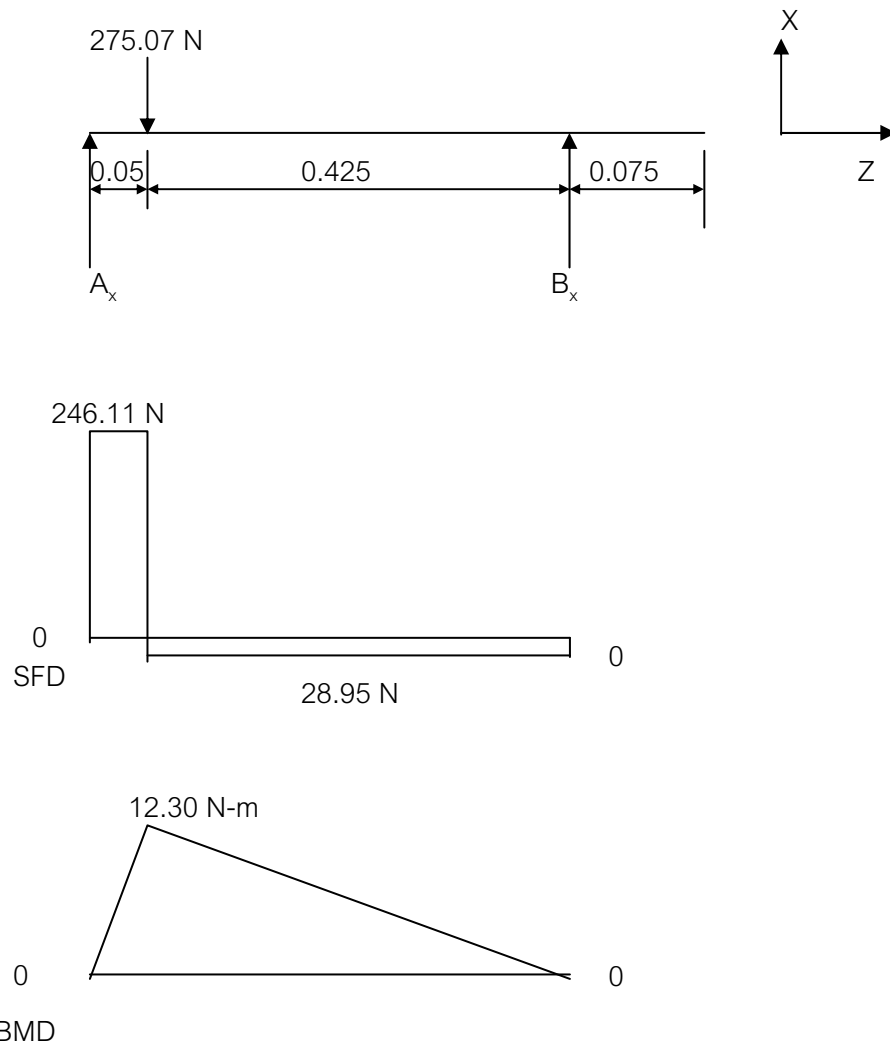
$$A_y = 275.07\text{N} - 55.07\text{N} + 22.56\text{N}$$

$$A_y = 242.55\text{ N}$$

พิจารณาที่ระนาบ Y-Z



พิจารณาที่ระนาบ X-Z



พิจารณาในระนาบ X-Z

$$\sum M_A = 0$$

$$(275.07\text{N} \times 0.05\text{m}) = (B_x \times 0.475\text{m})$$

$$B_x = 28.95\text{ N}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$A_x = 275.07\text{N} - 28.95\text{N}$$

$$A_x = 246.11\text{ N}$$

การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาชั๊ป

หาค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดจาก

$$M = \sqrt{(9.75 \text{ N-m})^2 + (9.75 \text{ N-m})^2}$$

$$M = 13.78 \text{ N-m}$$

จากกำลังมอเตอร์ ดังนั้นเพลารับแรงบิดสูงสุด

$$T_{\text{Max}} = \frac{60W}{2\pi n}$$

$$T_{\text{Max}} = \frac{60(373W)}{2\pi(500\text{rpm})}$$

$$T_{\text{Max}} = 4.79 \text{ N-m}$$

เพลามีข้ออยู่ในงานธรรมดาทั่วไป มีค่าความเค้นเฉือนใช้งาน $\tau_d = 55 \text{ N/mm}^2$ และจาก

ตาราง 2.2 เพลาหมุนกระดูกอย่างเบา $C_m = 1.75$, $C_t = 1.25$

จากสมการ (2.1)

$$d^3 = \frac{16}{\pi \tau_d} [(C_t T_s)^2 + (C_m M)^2]^{1/2}$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi(55 \times 10^6 \text{ N-m})} [(1.25 \times 7.12)^2 + (1.75 \times 13.78)^2]^{1/2}$$

$$\therefore d = 0.01335 \text{ m}$$

$$= 13.35 \text{ mm}$$

การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลายึดจานผ่าน

หาค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดจาก

$$M = \sqrt{(12.12 \text{ N-m})^2 + (12.30 \text{ N-m})^2}$$

$$M = 17.26 \text{ N-m}$$

จากกำลังมอเตอร์ ดังนั้นเพลารับแรงบิดสูงสุด

$$T_{\text{Max}} = \frac{60W}{2\pi n}$$

$$T_{\text{Max}} = \frac{60(373W)}{2\pi(38\text{rpm})}$$

$$T_{\text{Max}} = 93.73 \text{ N-m}$$

เพลามีใช้อยู่ในงานธรรมดาทั่วไป มีค่าความเค้นเฉือนใช้งาน $\tau_d = 55 \text{ N/mm}^2$ และจากตาราง 2.2 เพลาหมุนกระดูกอย่างเบา $C_m = 1.75$, $C_t = 1.25$

จากสมการ (2.1)

$$d^3 = \frac{16}{\pi \tau_d} [(C_t T_s)^2 + (C_m M)^2]^{1/2}$$

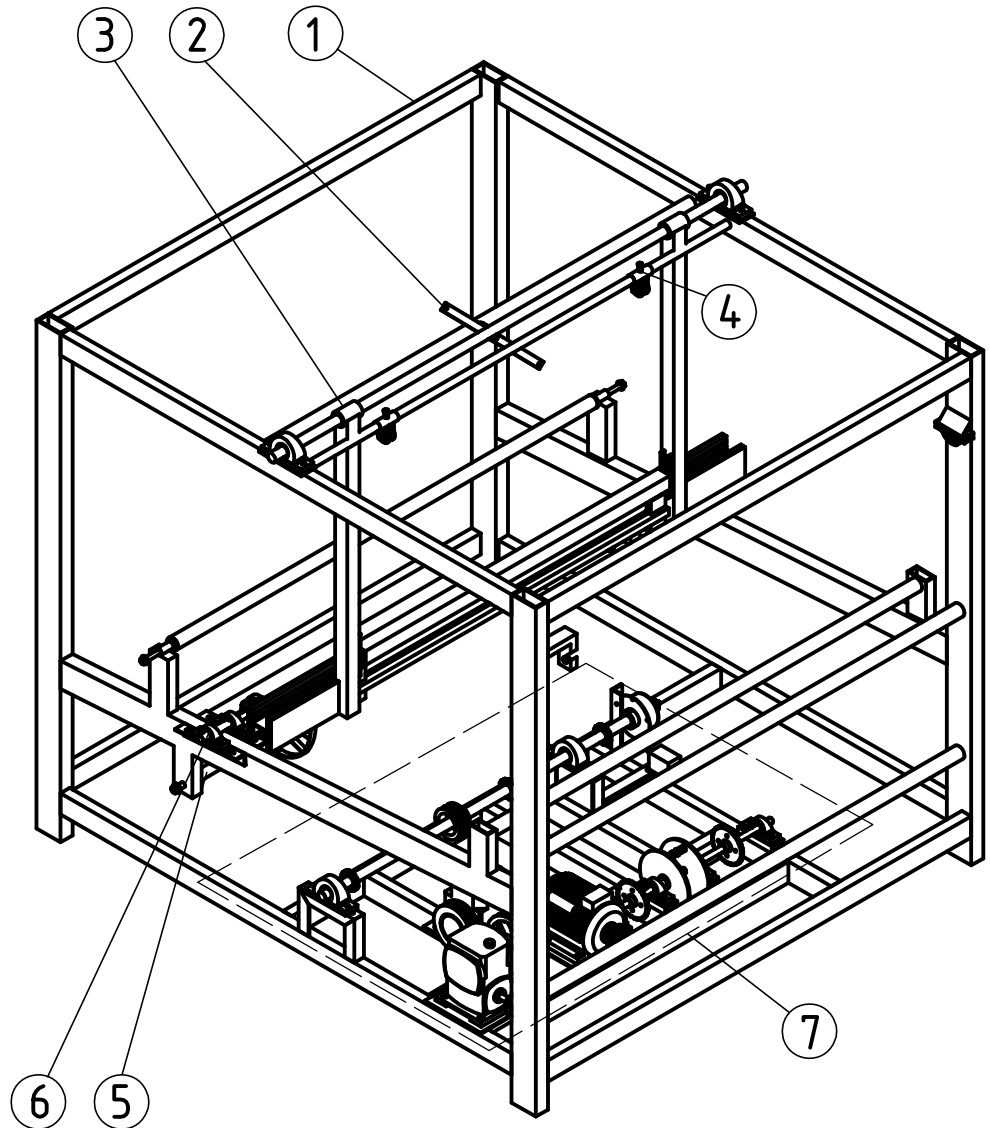
$$d^3 = \frac{16}{\pi (55 \times 10^6 \text{ N-m})} [(1.25 \times 35.63)^2 + (1.75 \times 17.26)^2]^{1/2}$$

$$\therefore d = 0.01708 \text{ m}$$

$$= 17.08 \text{ mm}$$

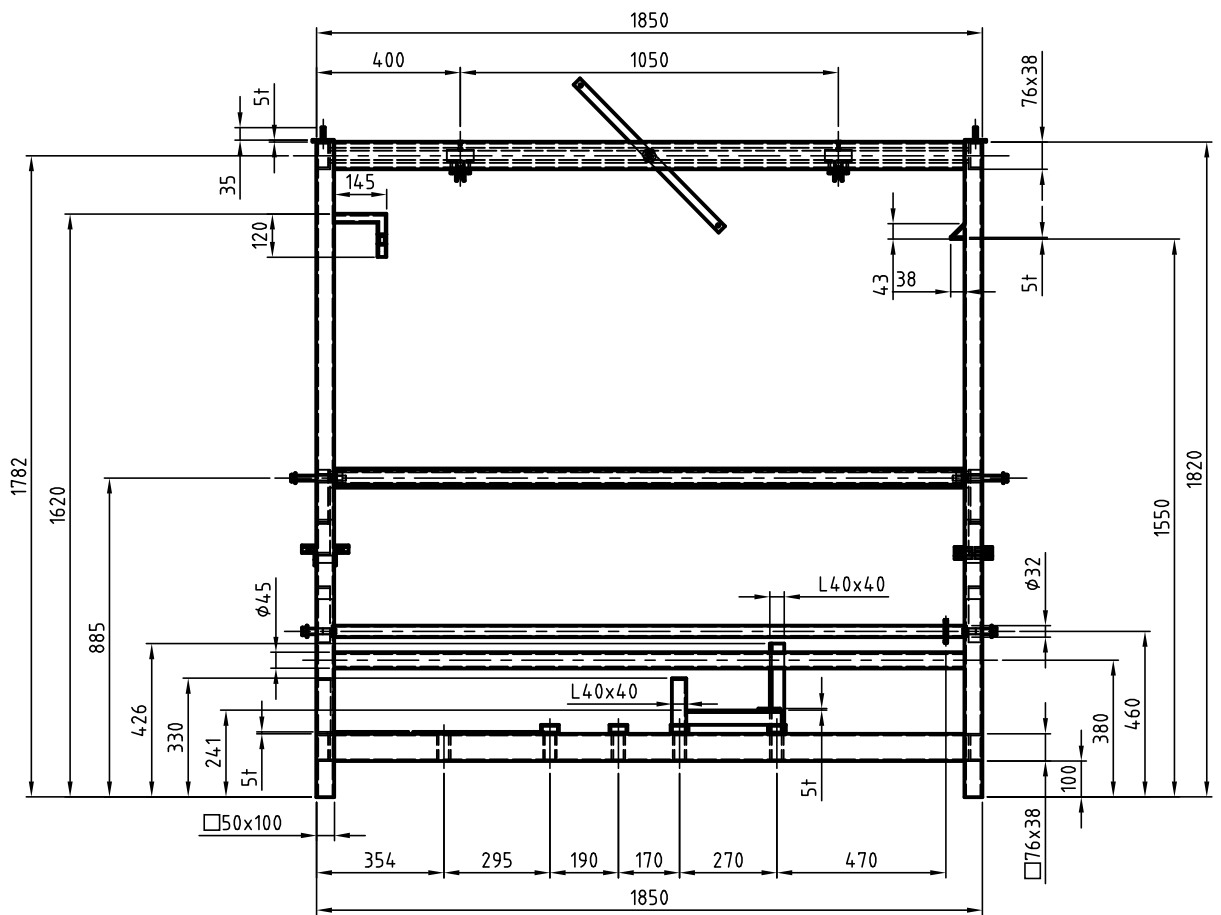
เพราะฉะนั้นจึงเลือกเพลามาตามท้องตลาดในขนาด 1 นิ้ว หรือ 25.4 มิลลิเมตร เพื่อจะได้รับโหลดได้มากกว่า

ภาคผนวก ข
แบบที่ใช้ในการสร้าง



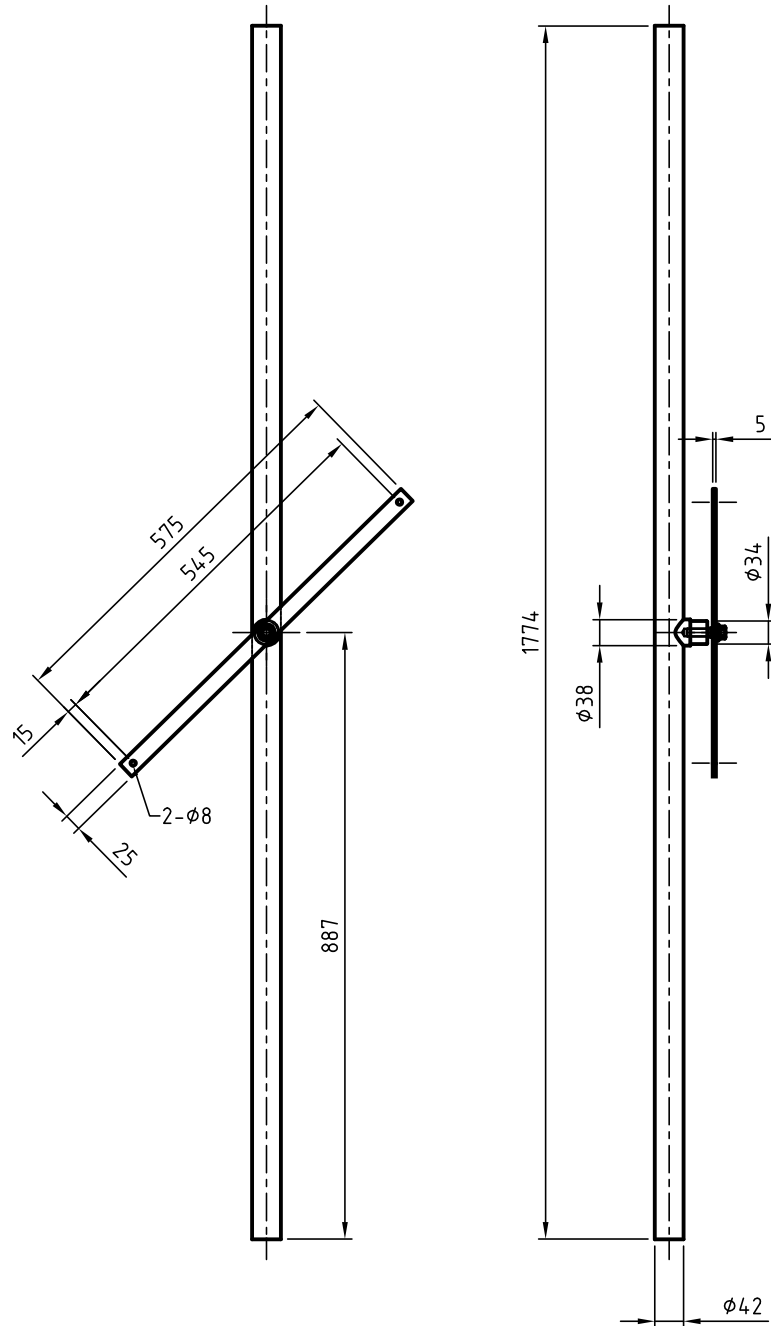
7	ชุดส่งถ่ายกำลัง	ตามรายละเอียด P012	1
6	ชุดบังคับรางกระสวย	เหล็กกลองเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 มม.	1
5	เฟลาหมุนเก็บผ้า	เหล็กกลองเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มม.	1
4	ชุดลูกกลิ้งสลับซ้าย	เหล็กกลองเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มม.	1
3	ชุดกระหนกราางกระสวย	เหล็กกลอง 50 x 50 มม	1
2	ชุดบังคับรางกระสวย	เหล็กกลองเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มม.	1
1	โครงเครื่องทอผ้าอัตโนมัติ	เหล็กกลอง 50 x 100 มม	1
ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	จำนวน

ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันตะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 25	ชื่อชิ้นงาน เครื่องทอผ้าอัตโนมัติ	หมายเลขแบบ P-001



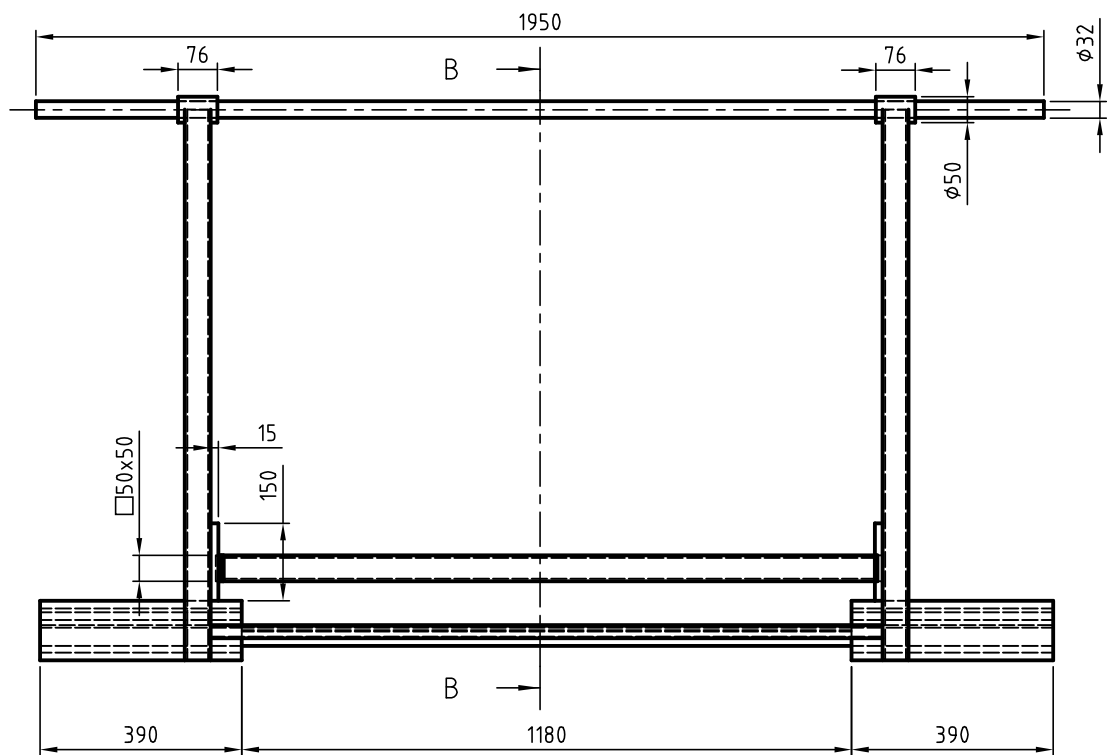
FRONT VIEW

ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันทะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 25	ชื่อชิ้นงาน โครงเครื่องทอผ้าอัตโนมัติ	หมายเลขแบบ P-002

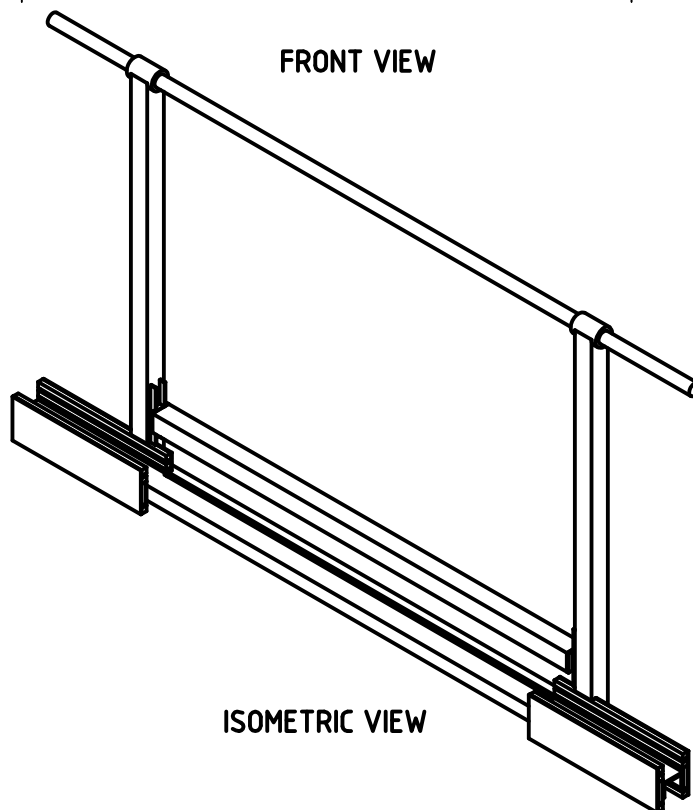


ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันทะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 10	ชื่อชิ้นงาน ชุดบังคับกระสวย	หมายเลขแบบ P-005

ข - 6

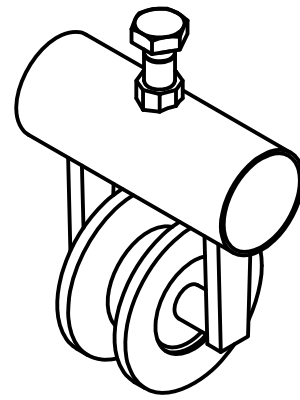
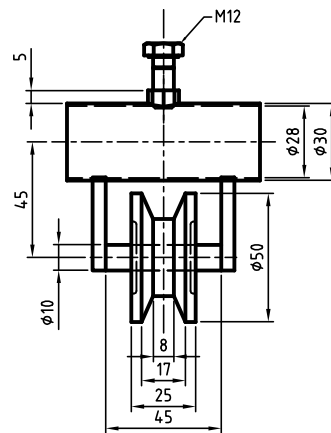


FRONT VIEW

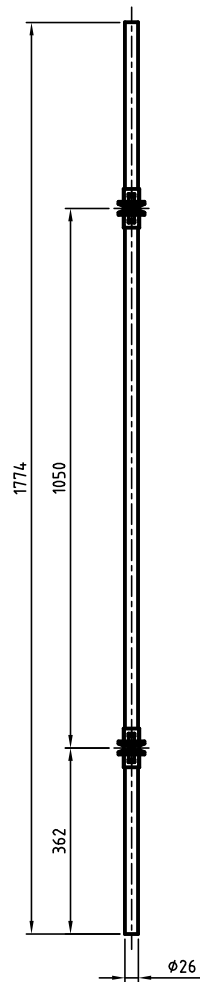


ISOMETRIC VIEW

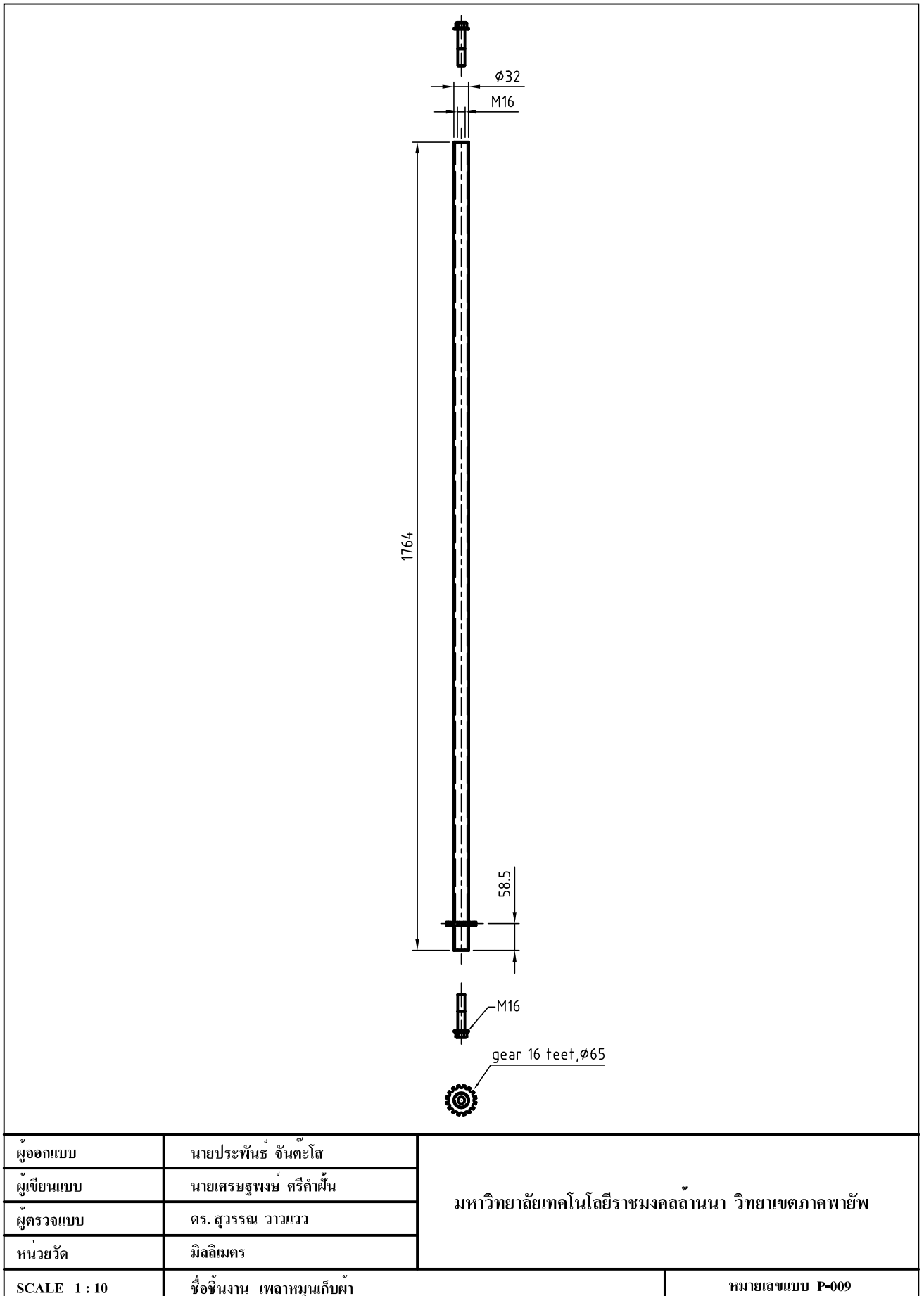
ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันทะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 16	ชื่อชิ้นงาน ชุดกระหลักทรงกระสวย	หมายเลขแบบ P-006

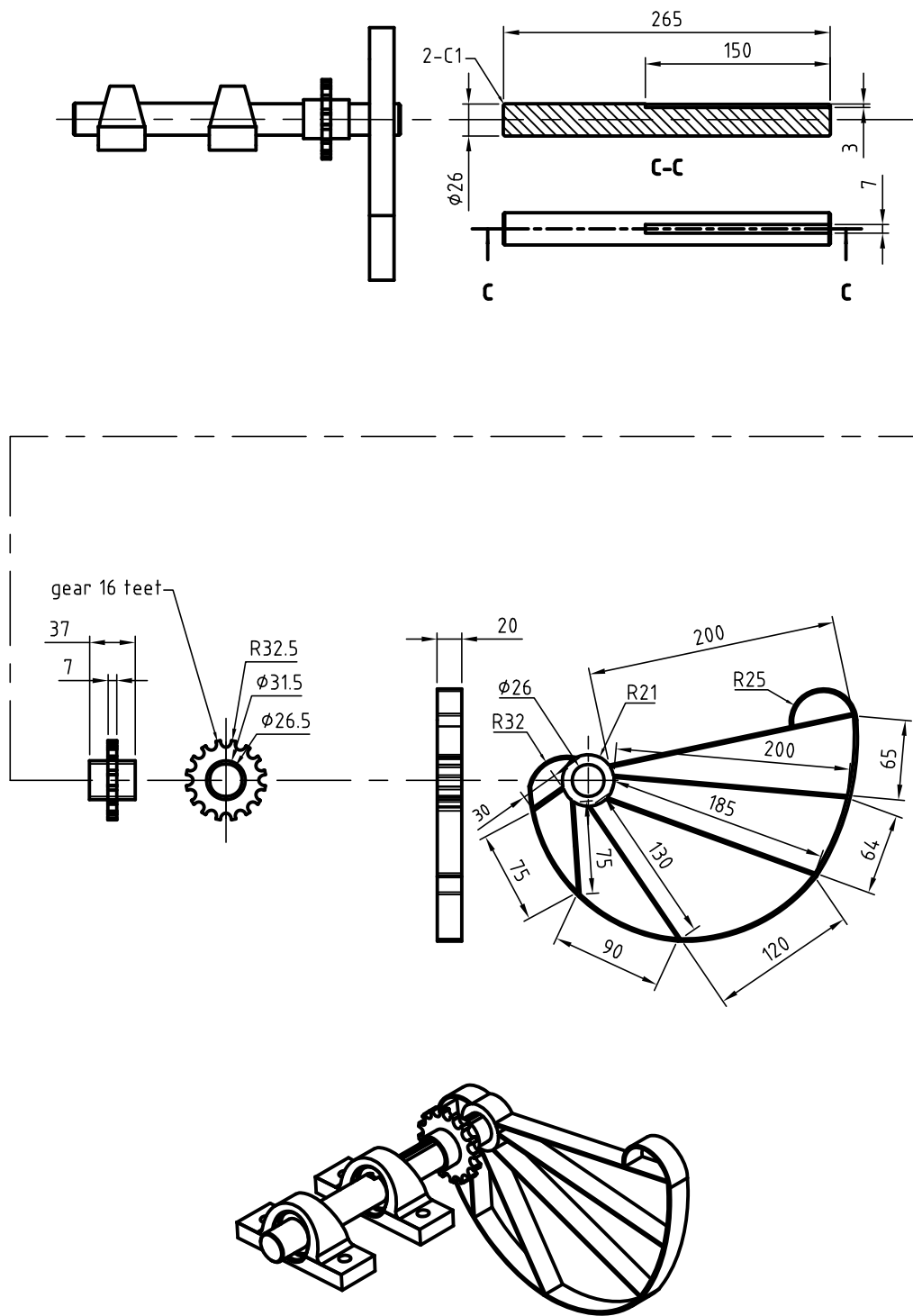


ISOMETRIC VIEW



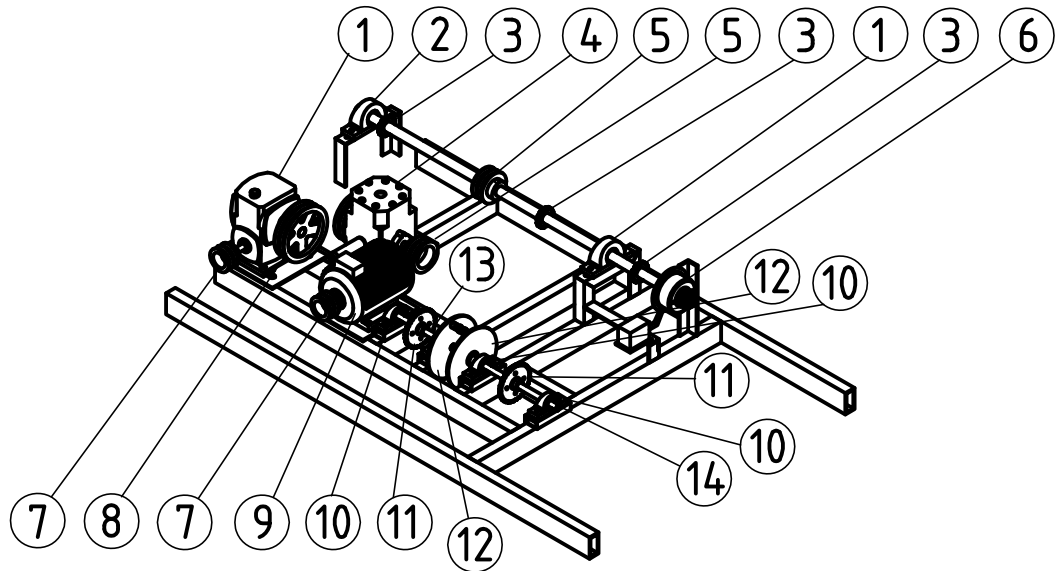
ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันทะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 10	ข้อชิ้นงาน ชุดลูกกลิ้งสลับซ้าย	หมายเลขแบบ P-008





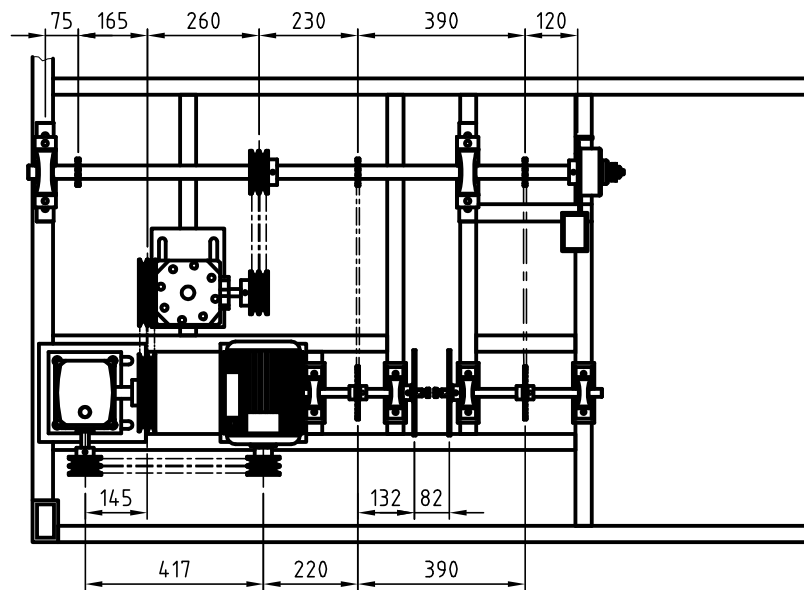
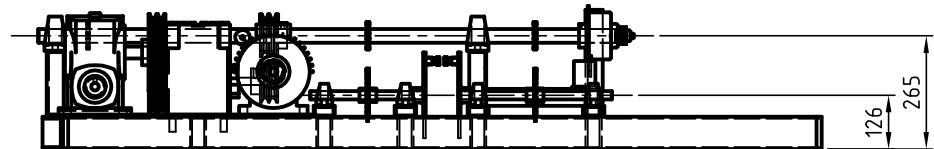
ISOMETRIC VIEW

ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันตะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 5	ชื่อชิ้นงาน ชุดบังคับรางกระสวย	หมายเลขแบบ P-010

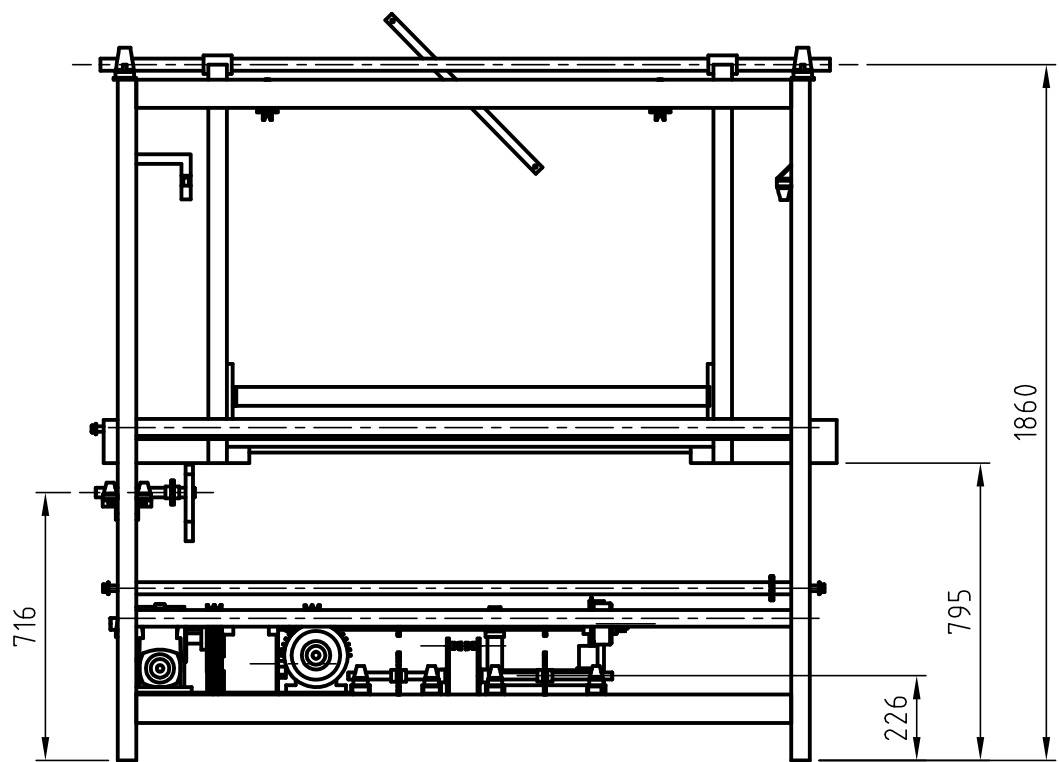


14	เพลายาว 360 มม.	1
13	เพลายาว 270 มม.	1
12	ล้อเก็บสาย	2
11	เฟืองขนาด 32 ฟัน	2
10	ตุกตาขนาด 6 หุน	4
9	มอเตอร์	1
8	พูลเลย์ขนาด 7 นิ้ว	1
7	พูลเลย์ขนาด 3 นิ้ว	2
6	ชุด counter	1
5	พูลเลย์ขนาด 4 นิ้ว	2
4	ชุดเกียร์ทด B	1
3	เฟืองขนาด 16 ฟัน	3
2	ตุกตาขนาด 1.25 นิ้ว	2
1	ชุดเกียร์ทด A	1
ลำดับที่	ชื่อ	จำนวน

ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันตะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 20	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งถ่ายกำลัง	หมายเลขแบบ P-011

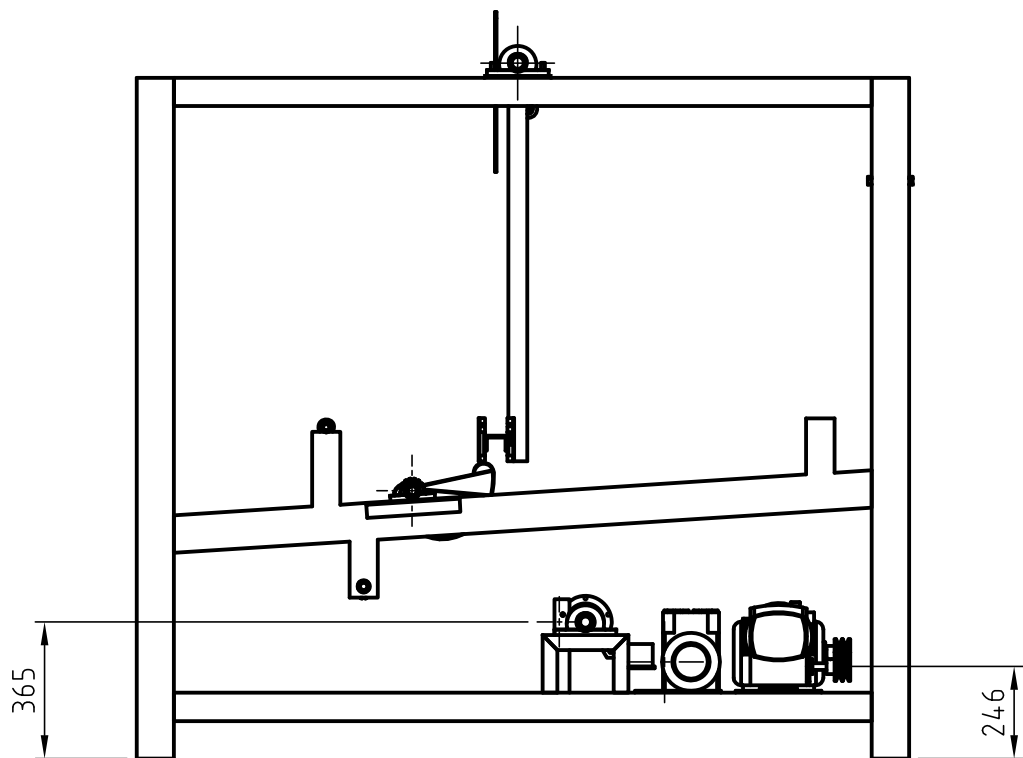


ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันตะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 20	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งถ่ายกำลัง	หมายเลขแบบ P-012



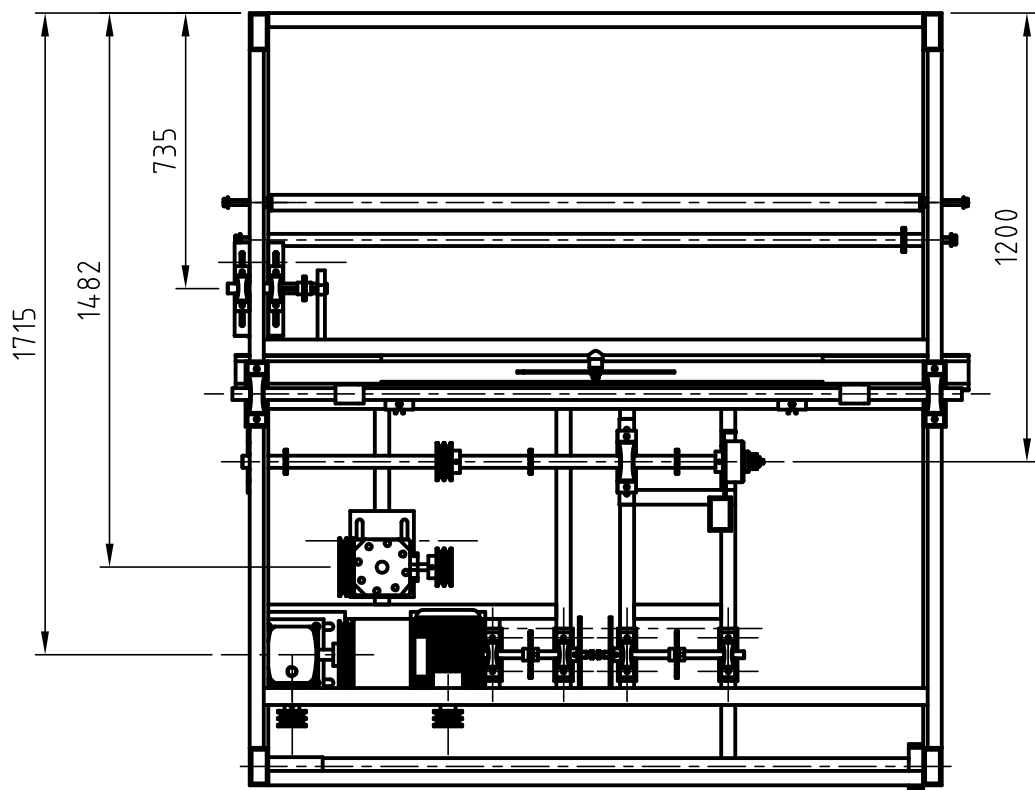
FRONT VIEW

ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันตะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 25	ชื่อชิ้นงาน รูปการประกอบเครื่อง	หมายเลขแบบ P-013



SIDE VIEW

ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันตะโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาวแว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 25	ชื่อชิ้นงาน รูปการประกอบเครื่อง	หมายเลขแบบ P-014



TOP VIEW

ผู้ออกแบบ	นายประพันธ์ จันทะโฮ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
ผู้เขียนแบบ	นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำพันธ์	
ผู้ตรวจแบบ	ดร. สุวรรณ วาแก้ว	
หน่วยวัด	มิลลิเมตร	
SCALE 1 : 25	ชื่อชิ้นงาน รูปการประกอบเครื่อง	หมายเลขแบบ P-015

ภาคผนวก ค
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการทอผ้าแบบกี่กระตุก

การทอดผ้าฝ้าย

ขั้นตอนของการทอดผ้าฝ้ายนั้นหากแบ่งออกกว้างๆจะมีอยู่ 2 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นการผลิตเส้นด้ายและเตรียมเส้นด้าย
2. ขั้นการทอดผ้าเป็นผืน

1. ขั้นการผลิตเส้นด้ายและเตรียมเส้นด้าย

จะเริ่มตั้งแต่การปลูกต้นฝ้าย โดยจะปลูกตามหัวไร่ปลายนารหรือตามบริเวณบ้านที่ว่างทั่วไป ซึ่งจะปลูกพร้อมๆกับการปลูกข้าวและดูแลควบคู่กันไป ครั้นพอทำนาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ฝ้ายจะแตกสมอบานพอดี จากนั้นจึงจะลงมือเก็บฝ้ายออกจากกลีบสมอฝ้าย ทั้งนี้ในการเก็บไว้นั้นมีข้อระวังจะไม่นิยมม้วนเก็บในช่วงที่ยังมีน้ำค้างเกาะ เพราะหากเก็บมาแล้ว ไม่ได้นำมาตากผึ่งแดดให้แห้งดีจะทำให้ฝ้ายที่เก็บมาขึ้นราเสียหายได้ ส่วนใหญ่แล้วจะนิยมผึ่งฝ้ายตากแดดประมาณ 4-5 วัน

จากนั้นจึงนำฝ้ายมาอ้าว หรือหีบฝ้าย , อ้าวเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับแยกเมล็ดฝ้ายออกจากฝ้ายโดยจะให้ฝ้ายลอดไม้อ้าวไปทางด้านหน้า ส่วนเมล็ดหล่นลงด้านหลังเมื่อได้ฝ้ายที่อ้าวเรียบร้อยแล้ว จึงจะนำฝ้ายที่ได้ไปติดกับเครื่องมือติดฝ้าย เพื่อจะให้ฝ้ายที่ได้นั้นมีความละเอียดผสมเป็นเนื้อเดียวกันเหมือนสำลี ซึ่งคันติดฝ้ายนั้นลักษณะคล้ายธนู และมีสายซึ่งโดยจะนำฝ้ายมาติดที่สายติดนั้น

จากนั้นจึงนำฝ้ายที่ติดได้ไปล้อให้เป็นตัวกลมๆ โดยจะทำให้ฝ้ายที่ได้นั้นแผ่ออกให้แบนๆ แล้วจึงใช้ไม้กลมๆอันหนึ่งใส่ตรงกลางแผ่นฝ้าย แล้วจึงม้วนแผ่นฝ้ายเหมือนกับม้วนบุหรี แล้วจึงดึงฝ้ายออกโดยในการล้อนั้นอาจจะได้หลายตัวแล้วแต่ว่าจะเก็บฝ้ายมามากน้อยเท่าใดแล้วจึงนำตัวฝ้ายนั้นไปปั่น หรือที่เรียกว่า "เข็นฝ้าย" โดยจะมีเครื่องมือที่เรียกว่า "หลา" ในการเข็นฝ้าย โดยจะนำฝ้ายไปวางไว้ที่ใน มืออีกข้างจับกงในหมุน ส่วนมือที่ถือฝ้ายจะค่อยดึงฝ้ายออกไป โดยจะต้องทำอย่างสม่ำเสมอและจะได้ออกมาเป็นเส้นเล็กๆโดยติดอยู่กับเหล็กใน

จากนั้นจึงนำฝ้ายเส้นเล็กๆที่ได้จากการเข็นโดยการเปี๊ยกออกจากเหล็กใน แล้วจึงนำด้ายที่ได้ไปแช่น้ำข้าว เพื่อจะให้เส้นด้ายเหนียว หรือในระหว่างนี้หากต้องการด้ายสีอาจจะนำไปย้อมสีตามต้องการได้ ซึ่งในอดีตจะใช้สีธรรมชาติย้อม โดยอาจจะใช้ส่วนที่เป็นราก เปลือก แก่น หรือผลของพืช เช่น หากต้องการสีแดงให้ใช้ครั่งย้อม ซึ่งครั้งเป็นผลผลิตที่ได้จากแมลงชนิดหนึ่งซึ่งมักจะทำรังอยู่ตามต้นจามจุรีหรือต้นพุทราโดยจะนำครั่งมาตากแดดให้แห้ง

จากนั้นจึงมาทำให้ปั่นให้ละเอียด แล้วจึงนำไปแช่น้ำมะขามเปียกประมาณหนึ่งวัน เสร็จแล้วนำไปตั้งไฟให้เดือด แล้วจึงนำฝ้าย(หรือไหม)ที่ได้ลงไปย้อมสีโดยแช่ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาทีจึงนำออกจากหม้อ ปั่นพอหมดจึงนำไปล้างในน้ำสะอาด แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง เมื่อนั้นก็จะได้

ฝ้าย(ไหม)ที่เป็นสีแดง ซึ่งในระหว่างที่ย้อมนั้น มีข้อห้ามหรือเคล็ดกันมาก โดยจะย้อมในบริเวณที่
 มิดชิดห่างไกลจากผู้คน และห้ามพระภิกษุ ผู้หญิงตั้งครุฑ หรือผู้หญิงที่มีประจำเดือนเข้าใกล้ ทั้งนี้
 เชื่อว่าจะทำให้สีที่จะใช้ย้อมนั้น จืดไม่สามารถย้อมผ้าได้ นอกจากนี้ยังมีสิทธรรวมชาติอื่นๆที่
 สามารถนำมาย้อมได้ เช่น

- คราม(สีน้ำเงิน)
- ลูกกระเจียวหรือชุบโคลน(สีดำ)
- ขมิ้นชัน แก่นเข(สีเหลือง)
- แดงหรือมะพูด(สีตองอ่อน)
- สะตอ(สีส้ม)
- ลูกหว้า(ม่วง)
- ใบหูกวาว เปลือกสมอ คราม(สีม่วง)
- เปลือกมะม่วงสด(สีเหลือง)
- เปลือกมะกอกบ้าน(สีชมพู)
- เปลือกต้นประดู่(สีปูนแดง)
- เปลือกต้นเค็ง(สีปูนอ่อน) เปลือกลูกมะพร้าวอ่อน(สีชมพู)
- เปลือกสะเดา(สีแดง)
- เปลือกต้นจิวผา(สีชมพูอมส้ม)
- เปลือกต้นมะยม(สีชมพูอมม่วง)
- เปลือกต้นกะโดน (สีเทา)
- เปลือกต้นบักแ้ว (สีน้ำตาลอ่อน)
- เปลือกต้นอะราง(สีแดง)
- เปลือกต้นนุ่น(สีน้ำตาล)
- เปลือกต้นพุทรา (สีน้ำตาล)

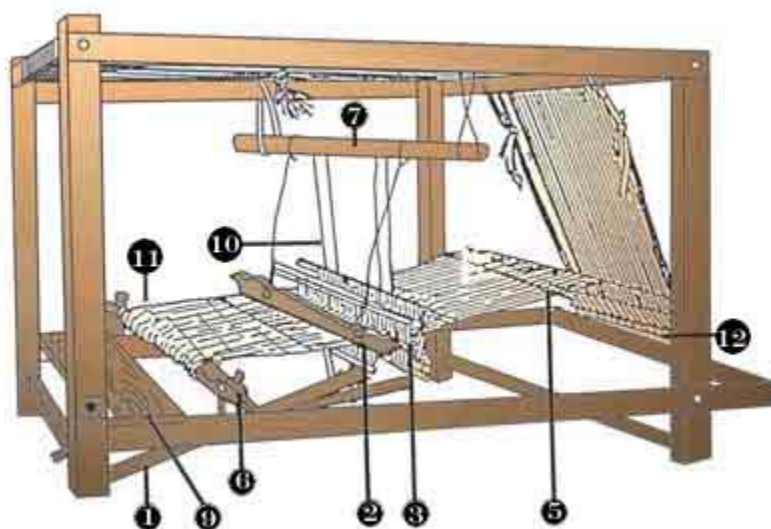
เป็นต้น

หากไม่ต้องการย้อมสีแดงนำไปล้างทำความสะอาด แล้วนำไปตากแดดพอหมาดไม่ต้อง
 แห้งมาก เพราะจะทำให้เส้นด้ายกรอบและขาดง่าย จากนั้นจึงนำด้ายที่ได้เข้า "กง" ซึ่งมีรูปร่าง
 คล้ายตะกร้อเพื่อกวักฝ้าย เมื่อกวักเสร็จแล้วจึงนำไปซึ่งบน "ฝื่อ" เพื่อจะไม่ให้ด้ายไม่พันกันยุ่ง เป็น
 อันเสร็จขั้นตอนของการทำด้ายหรือทำฝ้ายให้เป็นเส้นเพื่อนำไปทอต่อไป

2. ขั้นตอนการทอผ้าเป็นผืน

การทำงานหรือจะผลิตสิ่งใดก็ตาม จะต้องมือเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทำหน้าที่ในการผลิตของแต่ละขั้นตอนเสียก่อน จึงจะทำให้งานนั้น ๆ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เช่นเดียวกับการทำผ้าทอมือถึงแม้งานทอผ้าจะเป็นงานที่ถูกกำหนดให้ผู้หญิงทำ แต่ในการทำหรือสร้าง ซ่อมแซมอุปกรณ์ของงานทอผ้าก็เป็นงานของผู้ชายจะต้องทำ จึงนับได้ว่าในสังคมบ้านเรา ได้มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ ที่เหมาะสมกับสถานะทางเพศ

อุปกรณ์ในการทอผ้า



รูปที่ ค-1 แสดงภาพเครื่องทอผ้าแบบกี่กระตุก

1. กี่หรือหูก

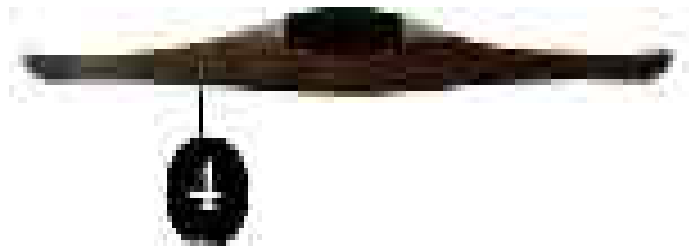
เป็นอุปกรณ์ในการทอผ้าให้เป็นผืนตามลวดลายที่ต้องการ

2. ฟันหวีหรือฟืม

มีลักษณะเป็นกรอบโลหะ ภายในเป็นซี่ถี่ ๆ คล้ายหวี แต่ละเส้นจะให้เส้นด้ายยื่นสอดเข้าไปช่องละเส้นเรียงลำดับตามความกว้างของหน้าผ้าจัดเส้นยืมให้อยู่ห่างกันตามความละเอียดของผ้า

3. ตะกอลหรือเขา

มีลักษณะเป็นกรอบไม้ หรือโครงเหล็ก ภายในทำด้วยลวดหรือซี่โลหะเล็ก ๆ มีรูตรงกลาง สำหรับร้อยด้ายขึ้นปกติมี 2 ชุด ถ้าเพิ่มตะกอมมากจะสามารถสลักสายได้มากขึ้น



รูปที่ ค-2 แสดงภาพอุปกรณ์กระสวยทอผ้า

4. กระสวย

เป็นอุปกรณ์ ที่ใช้ใส่ด้ายเส้นพุ่งและนำด้ายพุ่งผ่านช่องว่างของพื้นหูกแยกหมี่เส้นยืนออก แล้วสอดเส้นด้วยพุ่งกลับเมื่อเส้นด้ายยืนขัดสับกันโดยทำสลับกับการกระทบฟืมเพื่อให้เส้นด้ายเรียงเข้าด้วยกันแน่นเป็นระเบียบ

5. ไม่วัว

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดเส้นด้ายให้เป็นระเบียบ

6. ไมค์้า

ไม้ที่ใช้สอดด้วยยืนไว้ หลังจากนับด้ายเส้นยืน เพื่อทำให้เกิดลวดลายในการทอด้วยเทคนิคพิเศษ

7. ไม้หาบหูก

ใช้ประโยชน์ในการดึงด้ายให้ตึง



รูปที่ ค-3 แสดงภาพอุปกรณ์ไม้ดาดหรือหลาบ

8. ไม้ดาดหรือหลาบ

มีขนาด 2-3 นิ้ว ลักษณะแบนยาว ใช้สอดฝ้ายด้ายยืนและพลิกขึ้น ทำให้เกิดช่องว่างให้กระสวยพุ่งผ่าน

9. ไม้แป้นก่

ที่นั่งของผู้ที่นั่งทอบางแห่งใช้ไม้แผ่นบางแห่งใช้ไม้ไผ่สอดด้วยแผ่นไม้ที่ใช้รองนั่ง

10. เชือกเขา

ใช้ดึงเข้ากับไม้หาบนูกให้ตึง

11. แกนม้วนผ้า

เป็นแกนที่อยู่ตรงกันข้ามกับแกนม้วนด้วยยืนใช้ม้วนผ้าที่ทอเสร็จแล้ว

12. แกนม้วนด้วยยืน

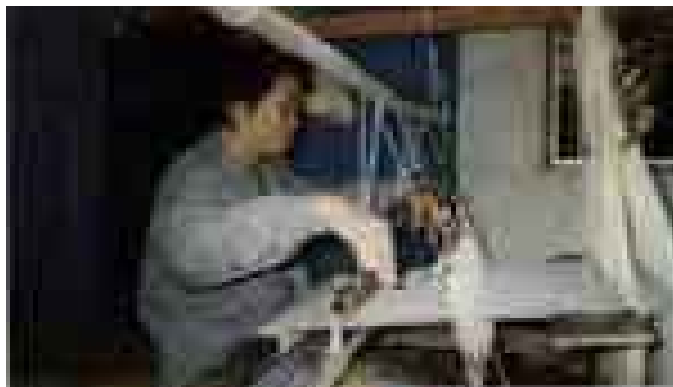
เป็นแกนสำหรับม้วนด้ายยืนเส้นด้ายยืนจะเรียงเป็นระเบียบจำนวนเส้นมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความกว้างของหน้าผ้าและความละเอียดของผ้าความยาวของเส้นด้ายยืนเท่ากับความยาวของผ้าผืนนั้น แกนม้วนเส้นด้ายยืนจะมีที่สำหรับปรับความตึงความหย่อนของด้ายยืนซึ่งอยู่ด้านหลังเครื่องทอ

วิธีการทอผ้า ปัจจุบัน ถึงแม้ว่ายังไม่มีหลักฐานที่แน่ชัดบ่งบอกถึงต้นกำเนิดของการ ทอผ้า แต่ก็สามารถเทียบเคียงกับหลักฐานอื่น ๆ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันโดยมีเหตุผลหลายอย่างสนับสนุนแนวคิดที่ว่า การทอผ้ามีวิวัฒนาการมาจากการทำเชือกทอเสื่อ และการจักสานโดยเฉพาะอย่างยิ่งลายเชือกทาบที่ปรากฏร่องรอยให้เห็นบนภาชนะดินเผา ซึ่งพบเป็นจำนวนมากตามแหล่งโบราณคดีก่อนประวัติศาสตร์สมัยหินใหม่เรื่อยมาจนถึงแหล่งโบราณคดีสมัยประวัติศาสตร์ ด้วยเหตุนี้เองจึงกล่าวได้ว่าการทอผ้าเป็นงานหัตถกรรมที่เก่าแก่ที่สุดในโลกงานหนึ่ง

หลักของการทอผ้า ก็คือการทำให้เส้นด้ายสองกลุ่มขัดกัน โดยทั้งสอง พวกตั้งฉากกัน เส้นด้ายกลุ่มหนึ่งเรียกว่าด้ายยืนและอีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่า ด้ายพุ่ง ลักษณะของการขัดกันของด้ายพุ่งและด้ายยืน จะขัดกันแบบธรรมดาที่เรียกว่าลายขัด หรืออาจจะเพิ่มเทคนิคพิเศษ เพื่อให้ผ้ามีลวดลายสีเส้นที่สวยงามแปลกตา

ขั้นตอนในการทอผ้า

1. สืบเส้นด้ายยืนเข้ากับแกนม้วนด้ายยืน และร้อยปลายด้ายแต่ละเส้นเข้าในตะกอกแต่ละชุดและพันหวีดึงปลายเส้นด้ายยืนทั้งหมดม้วนเข้ากับแกนม้วนผ้าอีกด้านหนึ่งปรับความตึงหย่อนให้พอเหมาะกรอตัวเข้ากระสวยเพื่อใช้เป็นด้ายพุ่ง



รูปที่ ค-4 แสดงภาพการสืบด้ายหรือต่อด้าย

2. เริ่มการทอโดยกดเครื่องแยกหมู่ตะกอก เส้นด้ายยืนชุดที่ 1 จะถูกแยก ออกและเกิดช่องว่างสอดกระสวยด้ายพุ่งผ่าน สลับตะกอกชุดที่ 1 ยกตะกอกชุดที่ 2 สอดกระสวยด้ายพุ่งกลับ ทำสลับกันไปเรื่อยๆ

3. การกระทบพื้นหวี (ฟืม) เมื่อสอดกระสวยด้ายพุ่งกลับก็จะกระทบพื้นหวี เพื่อให้ด้ายพุ่งแนบติดกันได้เนื้อผ้าที่แน่นหนา

4. การเก็บหรือม้วนผ้า เมื่อทอผ้าได้พอประมาณแล้วก็จะม้วนเก็บในแกนม้วนผ้า โดยผ่านแกนด้ายยืนให้คลายออกและปรับความตึงหย่อนใหม่ให้พอเหมาะ



รูปที่ ค-5 แสดงภาพการทอผ้า

ภาคผนวก ง
รูปเครื่องทอผ้าพื้นเมือง

ง - 1



รูปที่ ง - 1 แสดงภาพโครงเครื่องทอผ้า



รูป ง - 2 แสดงภาพการประกอบชุดต้นกำลัง



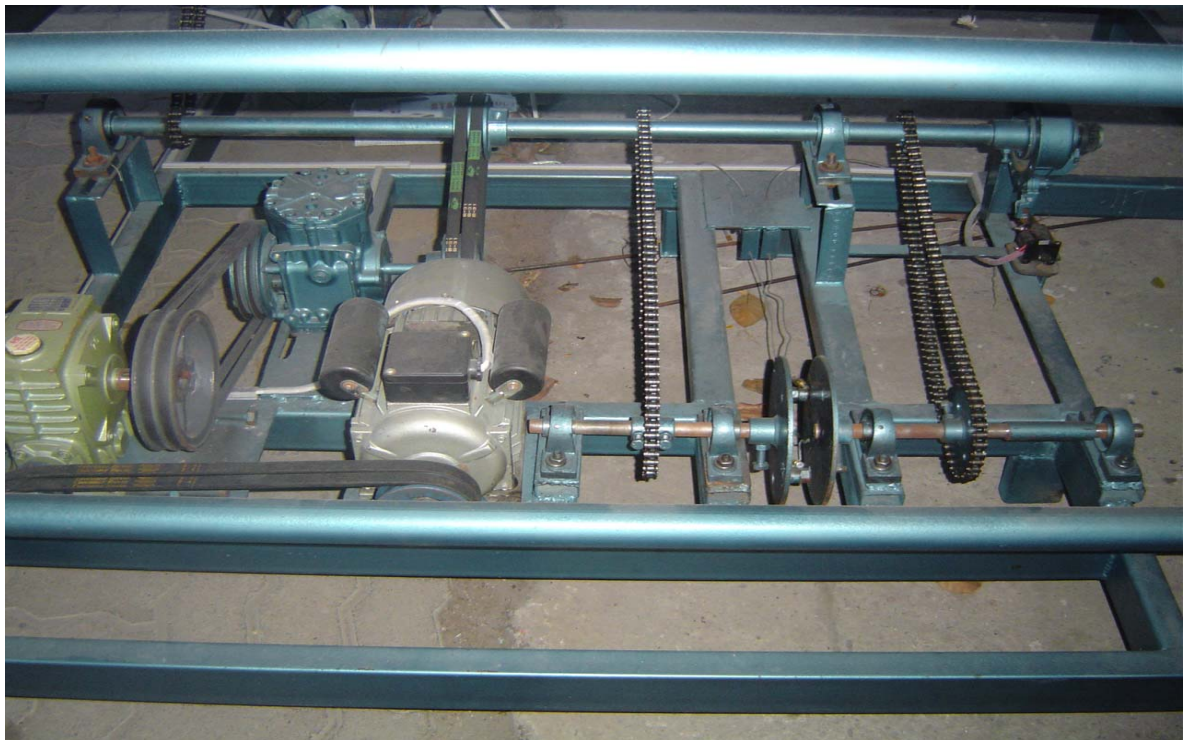
รูป ง - 3 แสดงภาพชุดรางกระสวย



รูป ง - 4 แสดงภาพการประกอบชุดม้วนผ้า



รูป ง - 5 แสดงภาพกล่องควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์



รูป ง - 6 แสดงภาพชุดต้นกำลัง



รูป ง - 7 แสดงภาพการต่อค้าก่อนทำการทอผ้า



รูป ง - 8 แสดงภาพขณะทำการทอผ้า



รูป ง - 9 แสดงภาพผ้าที่ทอได้จากเครื่องทอผ้าพื้นเมือง



รูป ง - 10 แสดงภาพผ้าที่ทอได้จากเครื่องทอผ้าพื้นเมือง

ภาคผนวก จ
ตารางที่ใช้ประกอบการคำนวณ

จ-1

ตารางที่ จ-1 คุณสมบัติของเหล็กกล้าตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN)

วัสดุ	โมดูลัส ความยืดหยุ่น (MN/m^2)	ความต้าน แรงดึง σ_u (MN/m^2)	ความต้าน แรงดึงคราก σ_y (MN/m^2)	ความต้าน แรงเฉือน (MN/m^2)	โมดูลัสของ ความเฉือน (MN/m^2)
St 37	210000	370	240	140	80000
St 42	210000	420	250	160	80000
St 50	210000	500	300	200	80000
St 52	210000	520	320	200	80000
St 60	210000	600	360	220	80000
St 70	210000	700	420	260	80000
37 Mn Si 5	210000	1000	750	280	80000
Al Cu Mg	72000	420	280	130	28000

ที่มา : ชนะ กลิการ. ความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่ห้างหุ้นส่วนจำกัด
โรงพิมพ์ ชวนพิมพ์, 2541, หน้า 443.

ตารางที่ จ-2 ขนาดระบุของเพลตามมาตรฐาน ISO/R775-1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

ที่มา : วิวิธ อิงภากรณ์ และชาญ อดังงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 1. กรุงเทพฯ ฯ :
พิมพ์ที่ห้างหุ้นส่วนจำกัด น้าอักษรการพิมพ์, 2536, หน้า 230.

ตารางที่ จ-3 มิติมาตรฐานและแรงประเมินของรองตื้นแบบกลิ้ง (C_o, c เป็น kN)

รูสาม d (mm)	O.D Dia D (mm)	อนุกรมมิติ 02										อนุกรมมิติ 22				อนุกรมมิติ 32			
		ความหนา B (mm)	Self-aligning Ball Bearing		Single-Row Deep-Groove Ball Bearing		Angular Contact Small Angle Ball Bearing		Angular Contact Steep Angle Ball Bearing		Cylindrical Roller Bearing		ความหนา B (mm)	Spherical Roller Bearing		ความหนา B (mm)	Double-Row Non-Filling Notch Ball Bearing		
			C _o	c	C _o	c	C _o	c	C _o	c	C _o	c		C _o	c		C _o	c	
4	13	5	-	-	0.57	1.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.30	3.56	5.52	
5	16	5	-	-	0.94	1.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.90	5.56	8.10	
6	19	6	0.53	1.94	0.94	1.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.90	6.36	9.03	
7	22	7	0.66	2.05	1.35	2.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.50	8.19	11.30	
8	-	-	0.93	2.05	1.35	2.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.60	11.30	15.17	
9	26	8	1.34	2.07	1.96	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.60	12.73	16.46	
10	30	9	1.48	4.23	1.96	3.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.80	18.33	22.87	
12	32	10	2.01	4.30	3.05	5.25	3.27	5.52	-	-	-	-	-	-	-	27.00	24.92	30.57	
15	35	11	2.43	5.74	3.51	5.87	4.09	6.54	-	-	-	-	-	-	-	30.20	28.61	34.17	
17	40	12	3.18	6.10	4.45	7.34	5.25	8.19	-	-	-	-	-	-	-	30.20	32.57	38.36	
20	47	14	4.03	7.61	6.18	9.83	7.25	11.00	-	-	-	-	-	-	-	30.20	36.18	41.03	
25	52	15	5.83	9.34	6.94	10.77	8.72	12.55	7.70	11.39	7.21	13.26	-	-	-	33.30	45.83	50.73	
30	62	16	6	12.06	10.00	14.95	12.55	17.34	11.08	15.80	9.88	17.67	-	-	-	36.50	56.51	61.41	
35	72	17	68	12.19	13.66	19.76	17.09	22.96	15.08	20.87	15.35	26.25	-	-	-	38.10	62.30	66.75	
40	80	18	8.59	14.82	15.66	22.43	21.27	27.41	18.64	24.74	20.74	34.13	23	43.92	60.52	39.70	68.53	72.53	
45	85	19	9.61	16.82	17.84	25.19	24.21	30.79	21.23	27.72	22.29	35.91	23	50.28	63.19	41.30	75.20	77.00	
50	90	20	10.55	17.49	19.80	27.01	26.03	32.31	22.74	28.79	23.90	37.56	23	53.40	65.41	44.40	81.43	85.00	
55	100	21	13.40	20.60	25.05	33.38	32.97	39.96	28.79	35.64	29.86	45.84	25	66.75	81.43	49.20	86.77	87.66	
60	110	22	15.53	23.14	30.94	40.36	40.72	48.50	35.55	43.16	37.65	56.07	28	83.21	99.23	52.40	98.34	100.60	
65	120	23	17.22	23.85	34.13	44.05	44.95	52.51	41.83	48.95	45.39	66.30	31	99.68	116.60	55.60	127.30	127.30	
70	125	24	18.78	26.65	37.42	48.06	49.40	57.40	45.84	53.40	45.39	74.76	31	105.91	121.00				
75	130	25	21.40	29.86	41.16	50.73	56.51	62.30	48.95	54.73	56.96	81.00	31	111.70	125.50				
80	140	26	23.54	30.35	44.50	56.07	62.74	69.86	54.73	61.85	60.96	87.22	33	129.00	143.70				
85	150	28	28.43	37.82	53.40	64.08	72.53	78.76	62.74	68.97	70.75	99.68	36	149.50	166.40				
90	160	30	34.77	43.79	60.52	73.87	85.44	92.56	74.31	82.32	91.67	127.27	40	179.80	195.80				
95	170	32	36.85	48.95	69.42	83.66	91.67	100.00	77.87	87.66	101.46	139.73	43	221.10	235.80				

ตารางที่ จ-4 ขนาดสายพานลึ้มและล้อสายพานลึ้ม ตามมาตรฐาน ISO/R 52-1957(E)
และ ISO/R 256-1962(E) ขนาดเป็นมิลลิเมตร

หน้าตัดสายพาน			Y	Z	A	B	C	D	E
L _p			5.3	8.5	11	14	19	27	32
H			4	6	8	11	14	19	25
b _w			5.3	8.5	11	14	19	27	32
b _l			6.3	9.7	12.7	16.3	22	32	40
C			1.6	2	2.8	3.5	4.8	8.1	12
E			8 ± 0.3	12 ± 0.3	15 ± 0.3	19 ± 0.3	25.5 ± 0.3	37 ± 0.3	44.5 ± 0.3
F			6 ± 0.5	8 ± 0.6	10 ± 0.6	12.5 ± 0.8	17 ± 1	24 ± 2	29 ± 2
t _{min}			7	11	14	18	24	28	33
32°	φ สำหรับ เส้นผ่าน ศูนย์กลางพิตช์ d _p		≤ 63	-	-	-	-	-	-
34°			-	63 - 80	90 - 118	140 - 190	224 - 315	-	-
36°			63	-	-	-	-	≤ 500	≤ 630
38°			-	> 80	> 118	> 190	> 315	> 500	> 630
b ₂	จำนวน ร่องบน ล้อ สายพาน	1	12	16	20	25	34	48	58
		2	20	28	35	44	59.5	85	102.5
		3	28	40	50	63	85	122	147
		4	36	52	65	82	110.5	159	191.5
		5	44	64	80	101	136	196	236
		6	52	76	95	120	161.5	233	280.5
		7	60	88	110	139	187	270	325
		8	-	100	125	139	187	270	325
		9	-	112	140	158	212.5	307	369.5
		10	-	124	155	196	263.5	381	458.5
		11	-	136	170	215	289	418	503
		12	-	148	185	234	314.5	455	547.5
d _{p min}			28	50	80	125	200	355	500

ที่มา : ศ.ดร.วิฑูรย์ อึ้งภากรณ์ และ รศ.ชาญ อดุลงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 2.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 283.

ตารางที่ จ-5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_p ล้อสายพานลิ้ม ตามมาตรฐาน

ISO/R 52-1957(E) และ ISO/R 256-1962(E) ขนาดเป็นมิลลิเมตร

25	60	100	170	280	500	900	1900
28	63	106	180	300	530	1000	2000
31.5	67	112	190	315	560	1060	2240
35.5	71	118	200	355	600	1120	2500
40	75	125	212	375	630	1250	
45	80	132	224	400	670	1400	
50	85	140	236	425	710	1500	
53	90	150	250	450	750	1600	
56	95	160	265	475	800	1800	

ที่มา : ศ.ดร.วิฑูรย์ อิงภากรณ์ และ รศ.ชาญ อดุลงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 2.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 284.

ตารางที่ จ-6 ตัวประกอบใช้งาน k_1 สำหรับสายพานลิ้ม

k_1	สภาวะการทำงาน
1.3	งานเบา ทำงานคงที่
1.5	งานปานกลาง
2.0	งานหนัก แรงกระตุก เปิดปิดบ่อยครั้ง

ที่มา : ศ.ดร.วิฑูรย์ อิงภากรณ์ และ รศ.ชาญ อดุลงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 2.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 287.

ตารางที่ จ-7 ขนาดพื้นที่หน้าตัดและความยาวสายพานลึ่มหน้ากว้างธรรมดาตามมาตรฐานทั่วไป

V – Belt No.	Outside Lenght		V – Belt No.	Outside Lenght		V – Belt No.	Outside Lenght	
	(in)	(mm)		(in)	(mm)		(in)	(mm)
B26	28.8	731.52	B43	45.8	1163.32	B60	62.8	1595.12
B27	29.8	756.92	B44	46.8	1188.72	B61	63.8	1620.52
B28	30.8	782.32	B45	47.8	1214.12	B62	64.8	1645.92
B29	31.8	807.72	B46	48.8	1239.52	B63	65.8	1671.32
B30	32.8	833.12	B47	49.8	1264.92	B64	66.8	1696.72
B31	33.8	858.52	B48	50.8	1290.32	B65	67.8	1722.12
B32	34.8	883.92	B49	51.8	1315.72	B66	68.8	1747.52
B33	35.8	909.32	B50	52.8	1344.12	B67	69.8	1772.92
B34	36.8	934.72	B51	53.8	1366.52	B68	70.8	1798.32
B35	37.8	960.12	B52	54.8	1391.92	B69	71.8	1823.72
B36	38.8	985.52	B53	55.8	1417.32	B70	72.8	1849.12
B 37	39.8	1010.92	B54	57.8	1442.72	B71	73.8	1874.52
B38	40.8	1036.32	B55	58.8	1468.12	B72	74.8	1899.92
B39	41.8	1061.72	B56	59.8	1493.52	B73	75.8	1925.32
B40	42.8	1087.12	B57	60.8	1518.92	B74	76.8	1950.72
B41	43.8	1112.52	B58	61.8	1544.32	B75	77.8	1976.12
B4	44.8	1137.92	B59	62.8	1569.72	B76	78.8	2001.52

ที่มา : ปรีชา ทิมทอง. ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จีรวัฒน์, 2541, หน้า 112.

ตารางที่ จ-8 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลิ้ม

ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดของอุปกรณ์ขับ					
ตัวประกอบที่ใช้งานนี้พิจารณาเฉพาะช่วงเวลาใช้งานและชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับแต่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงาน ตัวอย่างเช่น ทำงานในสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ ดังนั้นจึงอาจเพิ่มค่าขึ้นอีกได้ในกรณีพิเศษ	<u>มอเตอร์กระแสไฟฟ้า :</u> normal torque, squirrel cage, synchronous and split phase <u>มอเตอร์กระแสตรง :</u> shunt wound <u>เครื่องยนต์สันดาปภายใน :</u> ที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วรอบสูงกว่า 600 rpm			<u>มอเตอร์กระแสไฟฟ้า :</u> high torque, high slip, repulsion-induction, single phase, series wound and slip ring <u>มอเตอร์กระแสตรง :</u> series wound and compound wound <u>เครื่องยนต์สันดาปภายใน :</u> ที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วรอบสูงกว่า 600 rpm เพลามัน คลัตช์		
	ชั่วโมงการทำงานต่อวัน			ชั่วโมงการทำงานต่อวัน		
	≤ 10	10 - 16	> 16	≤ 10	10 - 16	> 16
<u>งานเบา :</u> เครื่องกวาดของเหลว, เครื่องเป่าลม, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบลมแบบหอยโข่ง, พัดลมที่มีกำลังสูงถึง 7.5 kW, สายพานลำเลียงงานเบา	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
<u>งานปานกลาง :</u> สายพานลำเลียงทรายหรือเมล็ดพืช, เครื่องผสมของขี้เถ้า-เหนียว, พัดลมที่มีกำลังสูงถึง 7.5 kW, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, เพลามัน, เครื่องชักผ้า, เครื่องมือกล-Punches Presses sheare, เครื่องพิมพ์, เครื่องเย็บ	1.1	1.2	1.3	1.2	1.32	1.4
<u>งานหนัก :</u> เครื่องทำอิฐ, Bucket, Elevators, Exciters, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบลมแบบลูกสูบ, สายพานลำเลียง, Hammer-mill, Paper mill beaters, เครื่องบด, เครื่องเคี้ยว และเครื่องจักรกลงานไม้, เครื่องทอผ้า	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6

ตารางที่ จ-8 (ต่อ)

งานหนักพิเศษ : Crushers(Gyrators-Jaw-Roll) Mill(Ball-Rod-Tube), รอกไฟฟ้า,rubber calenders- extruder-mills.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----

ที่มา : ศ.ดร.วริทธิ์ อิงภากรณ์ และ รศ.ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 2.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 289-290.

ตารางที่ จ-9 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_s สำหรับสายพานลิ้ม *

$\frac{D_p - d_p}{C'}$	ส่วนโค้งสัมผัส $\alpha \approx$	N_s
0	180	1
0.15	170	0.98
0.35	160	0.95
0.5	150	0.92
0.7	140	0.89
0.85	130	0.86
1.0	120	0.82
1.15	110	0.78
1.3	100	0.73
1.45	90	0.68

* ค่าที่อยู่ระหว่างค่าในตาราง อาจหาค่าได้โดยประมาณ โดยใช้การประมาณแบบเชิงเส้น

ที่มา : ศ.ดร.วริทธิ์ อิงภากรณ์ และ รศ.ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 2.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 291.

ตารางที่ จ-10 (ต่อ)

ความยาวพิตช์ที่มีใช้ $L_p = L_i + 43 \text{ (mm)}$

	375	380	400	425	450	475	500	520	530	560	575	600
	630	670	710	730	750	775	800	820	850	875	900	950
L_i	980	1000	1060	1105	1120	1170	1180	1230	1250	1300	1320	1400
	1450	1500	1525	1580	1600	1680	1700	1730	1800	1830	1900	2000
	2080	2240	2480									

ที่มา : ศ.ดร.วิฑูรย์ อึ้งภากรณ์ และ รศ.ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 2.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 295.

ตารางที่ จ-11 ขนาดลิ้มมาตรฐานที่ใช้กับเพลานขนาดต่าง ๆ

ขนาด เพล (d) mm	ลิ้มสี่เหลี่ยมผืนผ้า ลิ้มสี่เหลี่ยมจัตุรัส ISO/R 773 ISO/R 774 b'Xh	ลิ้มแบน ISO 2491 ISO 2492 b'Xh	แซดเคิลเกีย DIN 6881 b'Xh	ลิ้มวงเดือน ISO 3912		
				b'Xh ₁ X R	t ₁	t ₂
3-4				1.0 × 1.40 × 4	1.0	0.6
4-5				1.5 × 2.60 × 7	2.0	0.8
5-6				2.0 × 2.60 × 7	1.8	1.0
6-7	2 × 2			2.0 × 3.70 × 10	2.9	1.0
7-8	2 × 2			2.5 × 3.70 × 10	2.7	1.2
8-10	3 × 3			3.0 × 5.00 × 13	3.8	1.4
10-12	4 × 4			3.0 × 6.50 × 16	5.3	1.4
12-14	5 × 5	5 × 3		4.0 × 6.50 × 16	5.0	1.8
14-16	5 × 5	5 × 3		4.0 × 7.50 × 19	6.0	1.8
16-18	5 × 5	6 × 4		5.0 × 6.50 × 16	4.0	2.3
18-20	6 × 6	6 × 4		5.0 × 7.50 × 19	5.5	2.3
20-22	6 × 6	6 × 4		5.0 × 9.00 × 22	7.0	2.3
22-25	8 × 7	8 × 5	8 × 3.5	6.0 × 9.00 × 22	6.5	2.8
25-28	8 × 7	8 × 5	8 × 3.5	6.0 × 10.0 × 25	7.5	2.8
28-32	8 × 7	8 × 5	8 × 3.5	8.0 × 11.0 × 28	8.0	3.3
32-38	10 × 8	10 × 6	10 × 4.0	10.0 × 13.0 × 32	10.0	3.3
38-44	12 × 8	12 × 6	12 × 4.0			
44-50	14 × 9	14 × 6	14 × 4.5			
50-58	16 × 10	16 × 7	16 × 5.0			
58-65	18 × 11	18 × 7	18 × 5.0			
65-75	20 × 12	20 × 8	20 × 6.0			
78-85	22 × 14	22 × 9	22 × 7.0			
85-95	25 × 14	25 × 9	25 × 7.0			
95-110	28 × 16	28 × 10	28 × 7.5			
110-130	32 × 18	32 × 11	32 × 8.5			
130-150	36 × 20	36 × 12	36 × 9.0			
150-170	40 × 22	40 × 14				
170-200	45 × 25	45 × 16				
200-230	50 × 28	50 × 18				
230-260	56 × 32					
260-290	63 × 32					

* ขนาดมาตรฐานของประเทศสหพันธรัฐเยอรมัน

ที่มา : ศ.ดร.วิฑูรย์ อิงภากรณ์ และ รศ.ชาญ อดุลงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 1.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 93

ตารางที่ จ-12 ขนาดลิ้มมาตรฐานที่ใช้กับเพลานขนาดต่าง ๆ

ขนาดความยาวของลิ้มตามมาตรฐานระหว่างประเทศ ขนาดเป็น mm					
6	8	10	12	14	16
18	20	22	25	28	32
36	40	45	50	56	63
70	80	90	100	110	125
140	160	180	200	220	250
280	320	360	400		

ที่มา : ศ.ดร.วริทธิ์ อิงภากรณ์ และ รศ.ชาญ อดุลงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 1.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 203

ตารางที่ จ-13 ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะ เปราะ
	Ny	Nu	Nu
แรงอยู่นิ่ง	1.5-2	3-4	5-6
แรงซ้ำทิศทางเดียวหรือ แรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7-8
แรงซ้ำสองทิศทางหรือ แรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10-12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5-7	10-15	15-20

ที่มา : ศ.ดร.วริทธิ์ อิงภากรณ์ และ รศ.ชาญ อดุลงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 1.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 24

ตารางที่ จ-14 ค่าตัวประกอบความถี่

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

ที่มา : ศ.ดร.วิฑูรย์ อึ้งภากรณ์ และ รศ.ชาญ อดุลงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 1.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 234

ตารางที่ จ-15 แฟกเตอร์ของค่าความเชื่อถือได้ (a_1)

ความเชื่อถือได้ (%)	L_n	a_1
90	L_{10}	1
95	L_5	0.62
96	L_4	0.53
97	L_3	0.44
98	L_2	0.33
99	L_1	0.21

ที่มา : สมยศ จันเกษม และ ศ.ศิโยคตีสี่ ชิงะ. การออกแบบเครื่องจักรกล.

กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ดวงกมล จำกัด, 2527, หน้า 123.

ตารางที่ จ-16 อัตรารายเดือน ค่าพลังงานไฟฟ้าของกิจการขนาดเล็ก

อัตรารายเดือน ค่าพลังงานไฟฟ้า		
35 หน่วยแรก	หน่วยที่ 1 - 35	เป็นเงิน 89.89 บาท
115 หน่วยต่อไป	หน่วยที่ 36 - 150	หน่วยละ 1.1236 บาท
250 หน่วยต่อไป	หน่วยที่ 151 - 400	หน่วยละ 2.1329 บาท
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป	หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป	หน่วยละ 2.4226 บาท

ที่มา : มัสตโมโตกิ. เทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรม.

กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2543, หน้า 417.

ตารางที่ จ-17 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่างๆ

ชนิดของเครื่องจักรกล	อายุเป็นชั่วโมงทำงาน
เครื่องมือวัดและเครื่องมือที่ใช้ไม่บ่อยนัก ตัวอย่างเช่น เครื่องมือสำหรับห้องทดลอง อุปกรณ์สำหรับประตูเลื่อน	500
เครื่องยนต์เครื่องบิน	500-2000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานสำหรับช่วงเวลาสั้นๆ หรือทำงานเป็นพักๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องมือต่างๆ ปั่นจันทน์ใช้งานประกอบ รอกยกของในโรงงาน เครื่องจักรที่ทำงานโดยใช้มือจับ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องขนถ่าย ปั่นจันทน์ใช้งานหล่อ เครื่องจักรกลที่ใช้ในบ้าน	4000-8000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานเป็นพักๆ แต่มีความสำคัญต่องานที่ทำมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรสำรองของโรงคั่วกาแฟ อุปกรณ์ลำเลียงในสายงานผลิต ปั่นจันทน์ยกสินค้าทั่วไป ลิฟท์ เครื่องมือกลที่ใช้ไม่บ่อยนัก	8000-12000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ไม่ได้ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ชุดเฟืองทดสำหรับงานทั่วไป	12000-20000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น ปั่นจันทน์ใช้ยกของตลอดเวลา เครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรมทั่วไป เครื่องเป่าลม เพลาส่งกำลัง	20000-30000
เครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่อง (ทำงาน 24 ชั่วโมง) ตัวอย่างเช่น เครื่องแยกของ เครื่องอัดอากาศ เพลาส่งกำลัง ลูกกลิ้งของสายพานลำเลียง รอกในเหมืองแร่ มอเตอร์ไฟฟ้า ปัม	40000-60000
เครื่องจักรที่ใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง และการทำงานมีความสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษและเยื่อกระดาษ โรงไฟฟ้า ปัมในเหมืองแร่ สถานีส่งน้ำปะปา เครื่องจักรในเรือเดินสมุทร	100000-200000

ที่มา : ศ.ดร.วิรัช อึ้งภากรณ์ และ รศ.ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 2.

กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2541, หน้า 169.

ภาคผนวก ช
ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน



ประวัติส่วนตัว

ชื่อ - สกุล

นายประพันธ์ จันตะโส

รหัสนักศึกษา

264660403014-6

สาขาวิชา

วิศวกรรมเครื่องกล

วัน/เดือน/ปีเกิด

4 มิถุนายน พ.ศ. 2525

ที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 154 หมู่ที่ 2 ตำบลดอนแก้ว อำเภอจอมทอง

จังหวัดเชียงใหม่ 50160

โทรศัพท์ 06-6707179

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2544

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิค
เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ.2546

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างยนต์ คณะเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติผู้เขียน



ประวัติส่วนตัว

ชื่อ - สกุล

นายเศรษฐพงษ์ ศรีคำผั่น

รหัสนักศึกษา

264660403025-2

สาขาวิชา

วิศวกรรมเครื่องกล

วัน/เดือน/ปีเกิด

4 มกราคม พ.ศ. 2522

ที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 231 หมู่ที่ 2 ตำบลหนองตอง อำเภอหางดง

จังหวัดเชียงใหม่ 50340

โทรศัพท์ 01-3891327

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2538

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิค
เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ.2540

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างยนต์ คณะเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติผู้เขียน



ประวัติส่วนตัว

ชื่อ - สกุล

นายอดิศักดิ์ รินจ้อย

รหัสนักศึกษา

264660403034-4

สาขาวิชา

วิศวกรรมเครื่องกล

วัน/เดือน/ปีเกิด

20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2526

ที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 26/1 หมู่ที่ 8 ตำบลป่าแดด อำเภอเมือง

จังหวัด เชียงใหม่ 50100

โทรศัพท์ 01- 4588192

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2544

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างยนต์ โรงเรียนเทคโนโลยี
เอเชียเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ.2546

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างยนต์ คณะเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่