สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

DEVELOPING THE REELING MACHINE FOR MAKING ROPE FROM VETIVER GRASS



พรชัย อัจฉริยเมธากร

PORNCHAI UTCHARIYAMEDHAKORN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 59452
วัน,เดือน,ปี - 6 ส.ค. 2549

.b 11519502
.i.....

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPING THE REELING MACHINE FOR MAKING ROPE FROM VETIVER GRASS

PORNCHAI UTCHARIYAMEDHAKORN

A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PERTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE MASTER OF
SCIENCE INDUSTRIAL EDUCATION IN
INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสาระนิพนธ์	การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
นักศึกษา	นายพรชัย อัจฉริยเมธากร
รหัสประจำตัว	46069408
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์	รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก และเพื่อศึกษาความพึงพอใจในการใช้เครื่อง 4 ด้าน คือ ด้านหน้าที่ใช้สอย , ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน , ด้านความปลอดภัย และด้านการบำรุงรักษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มเกษตรกรที่ผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบประเมินรูปแบบ และแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการวิจัยพบว่า

ผลสรุปการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ใช้มอเตอร์แบบอินดั๊กชั่นมอเตอร์ โดยใช้ไฟฟ้า AC 100 โวลต์ 26 วัตต์ 0.8 แอมแปร์ ความเร็วรอบ 2,820 รอบ / นาที ชุดควบคุมไฟใช้สวิทซ์แบบกดเปิด / ปิด สำหรับใช้กับไฟ AC 220 โวลต์ 10 แอมแปร์ ส่วนโครงสร้างใช้เหล็กเป็นวัสดุหลัก ชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ จะเป็นอลูมิเนียม และพลาสติก ขึ้นรูป

ผลการประเมินรูปแบบของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านวิศวกรรมอยู่ในระดับดีมาก ส่วนด้านการออกแบบอยู่ในระดับดี

ผลประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ในภาพรวมมีความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความปลอดภัย และด้านการบำรุงรักษา อยู่ในระดับดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thematic Paper Title	Developing The Reeling Machine For Making Rope From Vetiver Grass
Student	Mr. Pornchai Utchariyamedhakorn
Student ID.	46069408
Degree	Master of Science in Industrial Education
Programme	Industrial Design Technology
Year	2005
Thematic Paper Advisor	Associate Professor Udomsak Saributr

ABSTRACT

The objectives of this research are to develop the reeling machine for producing rope from vetiver grass and to study the satisfaction form using this machine, evaluating in 4 functions; features, convenience, safety, and maintenance.

The sample group for this research is 30 vetiver grass product producers. The data collecting tool includes the design evaluation form and satisfaction of using this machine. The statistics used for data analysis are average value and the standard deviation.

The reeling machine for producing rope from vetiver Grass is developed by using the Induction motor , 100 V 26 W 0.8 A of electricity. 2,820 fast cycle / minute. The power control uses on / off switching button, 220 V AC 10 A for electricity. The structure mostly is steel.

The result of the form-evaluation of the machine is generally in good level. When considering in each categories; mechanical techniques and design, the former is in very good while the latter is in good level.

The result of satisfaction evaluation show good level in general. When concerning four details; the category evaluation is good level for features , convenience in uses, safety, and maintenance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สาระนิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และช่วยตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนสาระนิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริพรณ์ ปีเตอร์ คณะกรรมการสอบสาระนิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้สาระนิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำสาระนิพนธ์ จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระศักดิ์ ว่องปรีชา และอาจารย์สุภาวดี พนัสอำพน ที่ให้คำแนะนำทางด้านการออกแบบ จนได้รูปแบบเครื่องที่มีความเหมาะสม ตรงตามวัตถุประสงค์ รวมถึงอาจารย์เกษมชัย บุญเพ็ญ, อาจารย์วิโชติ ประทุมรัตน์, อาจารย์วีนัส ทัดเนียม, อาจารย์สุทธิสาร อนันตรัตนชัย และคุณอนันตชัย ศศิธร ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบรายละเอียดทางด้านวิศวกรรม เพื่อให้ได้เครื่องที่มีประสิทธิภาพดียิ่ง อาจารย์วันดี มาตสถิตย์, อาจารย์วันชัย อิงปัญจลาภ และอาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข เพื่อการปรับปรุงให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณ คุณกองเหรียญ ปาปัดถา วิทยากรฝึกอบรมประจำสหกรณ์นิคมเชียงคำ จำกัด คุณบัวตอม บุญแรง, คุณเข็มทอง ค้ำจุน, คุณศรีประภา มีสุข หัวหน้ากลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก ทั้ง 3 กลุ่ม ที่อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ และการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนสมาชิกของแต่ละกลุ่ม ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพยิ่ง รวมทั้งสมาชิกในครอบครัวของผู้วิจัยทุกคน ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้าน ตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่า และประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากสาระนิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ และครู – อาจารย์ ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

พรชัย อัจฉริยเมธากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 หญ้าแฝก 6

2.1.1 หญ้าแฝก คืออะไร 6

2.1.2 หญ้าแฝกมีประโยชน์อย่างไร 7

2.1.3 พันธุ์หญ้าแฝก 8

2.1.4 การใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝก 9

2.1.5 การใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกในงานด้านอื่นๆ 13

2.2 หลักการออกแบบอุตสาหกรรม 16

2.3 สัดส่วนมนุษย์ 17

2.4 ระบบการทำงานของเครื่องจักรกล 20

2.4.1 โซ่ (CHAINS) 20

2.4.2 เพลาส่งกำลัง (POWER TRANSMISSION SHAFT) 25

2.4.3 ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนเครื่องจักรกล

(POWER TRANSMISSION SYSTEMS) 27

2.4.4 แบริ่ง (BEARINGS) 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.5 เฟือง (GEARS) 31
2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 35
2.6 วัสดุ 39
2.7 ผลิตภัณฑ์ของเดิม 47
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 48
2.8.1 เครื่องตีเกลียวไหม 48
2.8.2 เครื่องสาวไหม (1) 50
2.8.3 เครื่องสาวไหม (2) 50
2.8.4 เครื่องสาว และจัดเก็บเส้นใยไหมไทย 51

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 53
3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง 53
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 53
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 56
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 59
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 60

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 61
4.1 ผลจากการศึกษาจากเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 61
4.2 ผลการออกแบบ และเขียนแบบ 65
4.3 ผลจากการประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก จากผู้เชี่ยวชาญ 66
4.4 ผลจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก 68

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 72
5.1 สรุปผลการวิจัย 71
5.2 อภิปรายผล 77
5.3 ข้อเสนอแนะ 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม..... 82

ภาคผนวก..... 83

ภาคผนวก ก..... 84

ภาคผนวก ข..... 102

ภาคผนวก ค..... 117

ภาคผนวก ง..... 125

ภาคผนวก จ..... 160

ประวัติผู้เขียน..... 174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 เปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (ชายไทย)..... 18

2.2 เปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (หญิงไทย)..... 18

2.3 แสดงอัตราส่วนมิติต่างๆ ของร่างกาย ต่อความสูงยืน และมิติวิกฤติ..... 19

4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ด้านการออแบบ..... 66

4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ด้านวิศวกรรม..... 67

4.3 สรุปค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในภาพรวมทั้ง 2 ด้าน และรายด้าน..... 68

4.4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทางด้านหน้าที่ใช้สอย..... 68

4.5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทางด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน..... 69

4.6 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทางด้านความปลอดภัย..... 70

4.7 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทางด้านการบำรุงรักษา..... 70

4.8 สรุปค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน และรายด้าน..... 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การปลูกหญ้าแฝกบริเวณข้างทางที่ลาดชัน	7
2.2 การทำงานหัตถกรรมจักสานของกลุ่มเกษตรกร	10
2.3 งานหัตถกรรมเครื่องจักสานต่างๆ	10
2.4 ผลิตภัณฑ์เครื่องจักสานจากหญ้าแฝก	11
2.5 การปลูกหญ้าแฝกเพื่อรักษาความชื้น และเป็นพืชคลุมดิน	12
2.6 เฟอร์นิเจอร์จากเชือกหญ้าแฝก	13
2.7 เฟอร์นิเจอร์จากเชือกหญ้าแฝก	14
2.8 ยุ้งฉางหญ้าแฝกดินเหนียว	15
2.9 โซ่ และจานเฟืองโซ่	22
2.10 ภาพตัดของบอลแบริ่ง	27
2.11 ภาพตัดของโรลเรอร์แบริ่ง	28
2.12 ภาพตัดของเทเปอร์แบริ่ง	28
2.13 ลักษณะของเฟืองฟันตรง	32
2.14 ลักษณะของเฟืองดอกจอก	34
2.15 ลักษณะของเฟืองหนอน	34
2.16 เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก	47
2.17 เครื่องตีเกลียวเส้นไหมของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม	49
2.18 เครื่องสาว และจัดเก็บเส้นใยไหมไทย	51
2.19 ชุดส่งกำลังด้วยล้อและสายพานสำหรับจัดเก็บด้วยอักกรอไหม	51
2.20 การเรียงเส้นใยไหมเข้าสู่อักกรอไหม	52
3.1 ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก	54
3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย	56
3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	58
ค.1 ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือ	118
ค.2 ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือ	118
ค.3 ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือ	119
ค.4 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ	119
ค.5 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ค.6 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ	120
ค.7 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ	121
ค.8 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ	121
ค.9 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ	122
ค.10 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม	122
ค.11 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม	123
ค.12 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม	123
ค.13 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม	124
ค.14 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม	124
ง.1 รูปแบบในการพัฒนา	126
ง.2 รูปด้านต่างๆ ของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ที่ได้พัฒนาครั้งแรก	127
ง.3 เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ที่ได้พัฒนาครั้งแรก	127
ง.4 แบบร่างการพัฒนาเครื่องฯ ครั้งที่ 2	128
ง.5 แบบขยายรายละเอียดเครื่องฯ	129
ง.6 แบบด้านบน	130
ง.7 แบบด้านหน้า	131
ง.8 แบบด้านซ้าย – ขวา	132
ง.9 แบบด้านหลัง	133
ง.10 แบบขยายแผงประกอบชุดหมุนอักกรอ	134
ง.11 แบบขยายชุดหมุนอักกรอ ด้านบน	135
ง.12 แบบขยายชุดหมุนอักกรอ ด้านหน้า	136
ง.13 แบบขยายชุดหมุนอักกรอ ด้านขวา	137
ง.14 แบบขยายชุดหมุนอักกรอ ด้านซ้าย	138
ง.15 แบบขยายชุดหมุนอักกรอ ด้านหลัง	139
ง.16 แบบขยายอักกรอ	140
ง.17 แบบขยายอักกรอ	141
ง.18 รูปไอโซเมตริก	142
ง.19 รูปด้านต่างๆ ของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ที่ได้พัฒนาแล้ว	143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ง.20 เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ที่ได้พัฒนาแล้ว....143

ง.21 ภาพด้านหน้า.... 144

ง.22 ภาพด้านซ้าย.... 144

ง.23 ภาพด้านขวา.... 145

ง.24 ภาพด้านหลัง.... 145

ง.25 ภาพด้านบน.... 146

ง.26 โครงสร้างตัวเครื่องด้านต่างๆ....146

ง.27 ชุดเฟืองโซ่ และโซ่ ขับแกนเหล็กเพลา ขนาด 15 มิลลิเมตร 147

ง.28 แกนเหล็กเพลากับลูกปืน พร้อมชุดเฟืองดอกจอก เปลี่ยนแนวส่งถ่ายกำลัง....147

ง.29 อักกรอเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝกที่ฟั่นเกลียวแล้ว.... 148

ง.30 ชุดแกนเหล็กเพลา ขับอักกรอเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝก.... 148

ง.31 ล้อพลาสติก และแกนเหล็กเพลา ขนาด 12 มิลลิเมตร สำหรับเกลี่ยเส้นวัสดุหญ้าแฝก.... 149

ง.32 ช่องรวมเกลียวเส้นวัสดุหญ้าแฝก.... 149

ง.33 ชุดแกนเหล็กเพลา 15 มิลลิเมตรและตลับลูกปืน พร้อมเฟืองโซ่ขับชุดพันเกลียว.... 150

ง.34 เฟืองโซ่ และโซ่ ขับชุดพันเกลียวเส้นวัสดุหญ้าแฝก.... 150

ง.35 อักกรอเก็บเส้นหญ้าแฝก จำนวน 4 ชุด ซึ่งประกอบใส่อยู่ในชุดพันเกลียว
เส้นวัสดุหญ้าแฝก.... 151

ง.36 อักกรอสำหรับใส่เส้นหญ้าแฝก พร้อมแกนเหล็ก 151

ง.37 ชุดเฟืองโซ่ พร้อมโซ่ขับ และตาม อัตราทด 2 : 1.... 152

ง.38 เฟืองโซ่ และแกนเหล็ก ขนาด 10 มิลลิเมตร และช่องส่งจ่ายเส้นหญ้าแฝก
ขนาด 8 มิลลิเมตร.... 152

ง.39 แกนเหล็ก ขนาด 10 มิลลิเมตร ยึดชุดหมุนเส้นหญ้าแฝกพร้อมตลับลูกปืน.... 153

ง.40 แกนเหล็ก ขนาด 12 มิลลิเมตร พร้อมสกรู 6 มิลลิเมตร ประกอบยึด
โครงชุดหมุนเกลียว.... 153

ง.41 ชุดเหล็กยึดรัดแกนเหล็กเพลา 15 มิลลิเมตร.. 154

ง.42 เต้าเสียบแบบสามขา และสายไฟฟ้า สำหรับจ่ายไฟเข้าเครื่อง.... 154

ง.43 ขั้วต่อสายไฟฟ้า พร้อมต่อสายดินเข้ากับโครงเหล็ก.... 155

ง.44 หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 100 – 110 โวลต์ 50 วัตต์.... 155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ง.45	มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน แบบอินดั๊กชั่นมอเตอร์ 100 โวลต์ 26 วัตต์	156
ง.46	แผงสวิทซ์ควบคุมหน้าเครื่อง	156
ง.47	กระบอกฟิวส์ตัดไฟ ป้องกันกระแสไฟเกิน หรือไฟฟ้าลัดวงจร	157
ง.48	สวิทซ์กด ปิด – เปิด พร้อมไฟสัญญาณแสดงขณะใช้งาน	157
ง.49	สวิทซ์กดเลือกทิศทางการหมุน	158
ง.50	ปุ่มหมุนปรับความเร็วรอบ	158
ง.51	ชุดวงจรควบคุมปรับความเร็วรอบมอเตอร์	159
ง.52	สายไฟ และขั้วต่อสวิทซ์ไฟฟ้าแบบขาเสียบ สามารถถอดเปลี่ยน ซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย	159
จ.1	คุณเข็มทอง ค้ำจุน หัวหน้ากลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่ ตำบลป่าสัก	161
จ.2	การถักเปียหญ้าแฝก แบบ 3 เส้นด้วยมือ ของกลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่	161
จ.3	การอธิบายหลักการทำงานของเครื่อง	162
จ.4	สมาชิกกลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่ สังเกตเครื่องขณะทำงาน	162
จ.5	ผลงานจากหญ้าแฝก ของกลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่ ตำบลป่าสัก	163
จ.6	การสอบถามความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม	163
จ.7	การสัมภาษณ์ กลุ่มสตรีสหกรณ์ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านดอนไชย ตำบลเชียงแรง	164
จ.8	คุณบัวตอม บุญแรง (เสื้อลายสีเขียว) หัวหน้ากลุ่มสตรีฯ	164
จ.9	การเตรียมเส้นใบหญ้าแฝกเข้าม้วนในอักกรอ	165
จ.10	อธิบายหลักการทำงานของเครื่อง ให้แก่กลุ่มสตรีสหกรณ์ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านดอนไชย	165
จ.11	การพิจารณาเปรียบเทียบ เส้นวัสดุหญ้าแฝกที่จากการทำงานของเครื่องฯ	166
จ.12	สมาชิกของกลุ่มสตรีสหกรณ์ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านดอนไชย ตอบแบบสอบถาม	166
จ.13	คุณกองเหรียญ ปาปัดถา วิทยากรจาก สหกรณ์นิคมเชียงคำ จำกัด กิ่งอำเภอภูซาง	167
จ.14	อธิบายหลักการทำงานของเครื่องฯ ให้วิทยากร และผู้เข้าฝึกอบรมหญ้าแฝก บ้านแฮะ	167
จ.15	ขณะเครื่องเริ่มทำงาน	168
จ.16	เส้นวัสดุหญ้าแฝกที่ได้ออกจากเครื่องฯ	168
จ.17	วิทยากร สาธิตการถักเปียด้วยใบหญ้าแฝก แบบ 3 เส้น	169
จ.18	ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มบ้านแฮะ ที่ทำจากเส้นวัสดุหญ้าแฝก	169

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

จ.19 คุณศรีประภา มีสุข หัวหน้ากลุ่มจักสานหญ้าแฝก บ้านแฮะ ตำบลแม่ลาว.....170

จ.20 การถักเส้นวัสดุหญ้าแฝกด้วยมือ.....170

จ.21 ขณะนำเส้นใบหญ้าแฝกม้วนเข้าอักกรอ.....171

จ.22 กลุ่มสตรีสหกรณ์นิคม บ้านก๊อซาว ตำบลทุ่งกล้วย ร่วมสังเกตการทำงานของเครื่องฯ.....171

จ.23 เส้นวัสดุหญ้าแฝกที่ได้ออกจากเครื่องฯ.....172

จ.24 สมาชิกกลุ่มสตรีสหกรณ์นิคม บ้านก๊อซาว พิจารณาเปรียบเทียบเส้นหญ้าแฝก.....172

จ.25 ผลงานของผู้เข้าฝึกอบรม กลุ่มจักสานหญ้าแฝก บ้านแฮะ.....173

จ.26 สมาชิกกลุ่มจักสานหญ้าแฝก บ้านแฮะ.....173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากหญ้าแฝก เป็นหญ้าเขตร้อนที่ขึ้นตามธรรมชาติในประเทศไทยตามพื้นที่ทั่วไป ทั้งในที่ลุ่ม และที่ดอน มีลักษณะเป็นกอหนาแน่น เจริญเติบโตโดยการแตกกอ รากลึก และติดกัน สามารถกักเก็บน้ำและความชื้นได้ดี ต้น ใบ ของหญ้าแฝกมีประโยชน์ในการกรองเศษพืช และตะกอนที่ถูกชะล้างกักเก็บไว้ และยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ ทำเป็นวัสดุมุงหลังคา ทำกระดาษ เชือก ฯลฯ นอกจากนี้ยังนำมาใช้ทำงานหัตถกรรม เครื่องจักสานต่างๆ เช่น ตะกร้า กระเป๋า หมวก เป็นต้น นับได้ว่าหญ้าแฝกมีประโยชน์ทั้งสิ้น

การปลูกหญ้าแฝกนั้น มีวัตถุประสงค์หลัก ก็คือ เพื่อใช้ในการอนุรักษ์ดิน และน้ำ โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ลาดชัน ไหล่เขา ตามแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว แต่ในการปลูกเพื่ออนุรักษ์ดิน และน้ำ หรือการปลูกในพื้นที่เกษตรในลักษณะต่างๆ นั้น เป็นการใช้ประโยชน์ในแง่ของการอนุรักษ์ ซึ่งมีคุณค่าที่ไม่สามารถประเมินราคาเป็นตัวเงินให้เกษตรกรเห็นได้ จึงเป็นสาเหตุให้เกษตรกรบางส่วนยังไม่ยอมรับหญ้าแฝก แต่แท้ที่จริงแล้ว ใบ และรากหญ้าแฝก สามารถใช้เป็นประโยชน์อื่นได้อีกโดยเฉพาะส่วนของใบ ซึ่งต้องตัดออกอยู่เป็นประจำ ในการดูแลแถวแฝก ยังสามารถนำมาใช้มุงหลังคา และใช้ในงานศิลปหัตถกรรมต่างๆ เพื่อเป็นอาชีพเสริมทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

ในชนบท สังคมอุตสาหกรรมเต็มรูปแบบยังคืบคลานไปไม่ถึง งานหัตถกรรมยังคงเป็นวิธีสร้างรายได้เสริมอย่างหนึ่ง ให้กับเกษตรกรในหลายชุมชน หญ้าแฝกก็เช่นกัน เมื่อแรกเริ่มที่มีการนำใบมาทำเชือกเพื่อส่งให้กับผู้ผลิตเครื่องเรือนนั้น ชาวบ้านใช้เชือกปอเป็นแกนกลางผูกปลายสองข้างกับเสาบ้าน แล้วเอาใบแฝกแตะกาวมาพันเกลียวกับแกนเชือกปอ เกลียวเชือกที่ได้ไม่เป็นระเบียบ และเมื่อเก็บไว้รอการส่งขาย เกลียวเชือกก็คลายออก คุณภาพงานที่ได้ก็ด้อยลง (รุ่งโรจน์ รัตนวารินทร์. 2545) [Online]

จากการนำเอาหญ้าแฝกมาฟั่นเป็นเส้น เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์ตกแต่ง และภาชนะบรรจุภัณฑ์ นั้น นับว่าเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ แต่เดิมชาวบ้านใช้วิธีการผลิตเส้นเชือกหญ้าแฝกด้วยมือ ซึ่งต้องใช้เวลามากในการผลิต และมีปริมาณผลผลิตไม่เพียงพอ ที่จะส่งต่ออุตสาหกรรมการผลิตเฟอร์นิเจอร์ รวมทั้งเส้นเชือกหญ้าแฝกที่ได้นั้น สามารถทำได้เพียง 2 เกลียวในหนึ่งเส้น ต่อมาได้มีการนำเอาเครื่องฟั่นเส้นวัสดุจักสานที่ใช้แรงงานคนขับเคลื่อน มาใช้เป็นเครื่องมือ ที่จะเข้ามาช่วยให้การผลิตเส้นหญ้าแฝก เพื่อเพิ่มคุณภาพของเส้นหญ้าแฝก และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดเวลาในการทำงานให้น้อยลง เพื่อให้มีผลผลิตที่เพียงพอ แต่เครื่องฯ ดังกล่าว ที่สร้างมานั้น ก็ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เป็นที่ตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มเกษตรกร ทั้งในด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความรวดเร็วในการผลิต และในเรื่องของการบำรุงรักษา จึงไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายออกไปเท่าที่ควร ทั้งวิธีการฟั่นเกลียวเชือกหญ้าแฝกก็ยังไม่แน่นดีพอ เป็นต้น

แนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น ก็คือ การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกที่สามารถฟั่นเกลียวเส้นเชือกหญ้าแฝกได้รวดเร็ว สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ แต่สิ่งหนึ่งที่เราจะมองข้ามไปเสียมิได้เลย ก็คือ กลุ่มเกษตรกรที่จะเป็นผู้ใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ซึ่งมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเครื่องมือ เครื่องจักรกลไม่มากนัก จะต้องพิจารณาสิ่งเหล่านี้ให้ละเอียดถี่ถ้วน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดแนวคิดที่จะใช้ในการออกแบบ เครื่องมือที่จะนำมาใช้งาน โดยการออกแบบที่เรียบง่าย เช่น ระบบการทำงาน และกลไกไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก อะไหล่ และอุปกรณ์หาได้ง่าย ราคาถูก ขนาดรูปร่างสามารถปรับเปลี่ยน และซ่อมแซมได้ง่าย ตัวเครื่องมีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวก รวมทั้งมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ควบคุมการทำงานได้ง่าย และหลังจากการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ แล้ว สามารถใช้งานได้ทันที โดยที่ผู้ประกอบ ติดตั้ง และผู้ใช้งานนั้นไม่จำเป็นที่จะต้องมีความรู้ หรืออาศัยทักษะสูงมากนัก

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงประโยชน์ที่จะเกิดแก่เกษตรกร ที่จะหันมาสร้างงานผลิตภัณฑ์หัตถกรรม และงานจักสาน เป็นอาชีพเสริมรายได้ จึงได้พัฒนาเครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้สำหรับในการผลิตเส้นเชือกหญ้าแฝก ให้มีประสิทธิภาพในการผลิต ลดระยะเวลาในการทำงานให้น้อยลง ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มมากขึ้น เกลียวของเส้นเชือกหญ้าแฝกมีความเป็นระเบียบ แน่นหนา แลดูสวยงามยิ่งขึ้น อันจะทำให้ได้เส้นหญ้าแฝกที่มีคุณภาพดีขึ้นด้วย ทั้งนี้ ยังจะสามารถปรับเปลี่ยน ประยุกต์ใช้ และนำเอาเส้นใย วัสดุจากธรรมชาติอื่นๆ มาใช้ผลิตเป็นเส้นเชือกได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษา พัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

1.2.2 เพื่อหาความพึงพอใจในการใช้งาน ของกลุ่มเกษตรกรที่ใช้เครื่อง ด้านหน้าที่ใช้สอย, ความสะดวกสบายในการใช้งาน, ความปลอดภัย และการบำรุงรักษา

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกนี้ ผู้วิจัยได้มีกรอบแนวคิดในการออกแบบ เครื่องจักร โดยได้ยึดแนวทางในการออกแบบที่เรียบง่าย เช่น ระบบการทำงาน และเทคโนโลยีไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก อะไหล่ และอุปกรณ์หาได้ง่าย ราคาถูก ขนาดรูปร่างสามารถปรับเปลี่ยน และซ่อมแซมได้ง่าย ตัวเครื่องมีขนาดรัดกุม ปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ควบคุมง่ายสะดวกรวดเร็ว ขอบเขตการทำงานกว้าง และหลังจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ และปรับตั้งระยะต่างๆ ของระบบการทำงานแล้ว สามารถใช้งานได้ทันที โดยที่ผู้ประกอบ ติดตั้ง และผู้ใช้งานนั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องมีความรู้ หรือทักษะสูงมากนัก

จากกรอบแนวคิดด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของมนตรี ยอดบางเตย (2538 : 72-73) ซึ่งกล่าวไว้ทั้งหมด 7 ด้าน โดยผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นกรอบแนวคิด 4 ด้าน ดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย
2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
3. ด้านความปลอดภัย
4. การบำรุงรักษา

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย โดยมีตัวแปร ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ที่จะทำการศึกษา ดังนี้

1.4.1 ตัวแปรที่จะทำการศึกษาประกอบด้วย

1.4.1.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

- เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกที่ใช้ไฟฟ้า สามารถฟั่นเกลียวเส้นเชือกได้ถึง 4 เกลียว

1.4.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- ความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่มีต่อเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

1.4.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.4.2.1 ประชากรที่ศึกษา

กลุ่มเกษตรกร ที่ทำผลิตภัณฑ์จากเส้นหญ้าแฝก พื้นที่กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

กลุ่มเกษตรกร ที่ทำผลิตภัณฑ์จากเส้นหญ้าแฝก จำนวน 30 คน ดังนี้

(1) กลุ่มสตรีสหกรณ์ ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านดอนไชย ตำบลเชียงแรง กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา จำนวน 10 คน

(2) กลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านแกใหม่ ตำบลป่าสัก กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา จำนวน 10 คน

(3) กลุ่มสตรีสหกรณ์นิคมบ้านก๊อซาว ตำบลทุ่งกล้วย กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา จำนวน 10 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกที่ได้พัฒนาขึ้น และให้ผู้ใช้งานเครื่องฯ ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ตามกรอบแนวคิดทั้ง 4 ด้าน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก หมายถึง เครื่องมือทำเส้นวัสดุหญ้าแฝกของเดิมที่มีใช้งานอยู่ที่มีระบบกลไกในการทำงาน

1.5.2 การพัฒนา หมายถึง การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงทางด้านการออกแบบ และวิศวกรรม ตามกรอบแนวคิด ทั้ง 4 ด้าน

1.5.2.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย

1.5.2.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

1.5.2.3 ด้านความปลอดภัย

1.5.2.4 ด้านการบำรุงรักษา

1.5.3 เส้นวัสดุหญ้าแฝก หมายถึง การนำใบของหญ้าแฝก มาฟั่นให้เป็นเกลียวเชือกยาวต่อกัน

1.5.4 ความพึงพอใจ หมายถึง ความชอบใจของผู้ที่ใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ที่เห็นว่าเหมาะสมแต่ละด้าน ดังนี้

1.5.4.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย หมายถึง ความสามารถในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

1.5.4.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน หมายถึง มีระบบการควบคุม และการออกแบบที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกสบายในการใช้งาน

1.5.4.3 ด้านความปลอดภัย หมายถึง มีลักษณะการใช้งานที่สามารถป้องกันอันตรายต่อผู้ใช้ได้อย่างปลอดภัย

1.5.4.4 ด้านการบำรุงรักษา หมายถึง มีลักษณะที่ผู้ใช้งานสามารถทำการซ่อมแซม และบำรุงรักษาได้โดยง่ายไม่ยุ่งยาก

1.5.5 ฟั่นเกลียว หมายถึง การนำเส้นวัสดุมาตีเกลียวให้เป็นเชือก

1.5.6 ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน

1.5.7 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีคุณวุฒิไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี และ/หรือมีประสบการณ์ในการประกอบอาชีพรับราชการตำแหน่งอาจารย์ ไม่น้อยกว่า 5 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.8 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีคุณวุฒิไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโท และ/หรือมีประสบการณ์ในการประกอบอาชีพรับราชการตำแหน่งอาจารย์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ รายละเอียดโครงสร้าง ส่วนประกอบ ของเครื่อง ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อมานำเสนอ ดังต่อไปนี้

2.1 หญ้าแฝก
2.2 หลักการออกแบบอุตสาหกรรม
2.3 สัดส่วนมนุษย์
2.4 ระบบการทำงานของเครื่องจักรกล
2.5 มอเตอร์ไฟฟ้า
2.6 วัสดุที่ใช้ในการผลิต
2.7 ผลิตภัณฑ์ของเดิม
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หญ้าแฝก

2.1.1 หญ้าแฝกคืออะไร

หญ้าแฝกจัดเป็นหญ้าเขตร้อนที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ กระจัดกระจายทั่วไปในสภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่งในประเทศไทยจะพบหญ้าแฝกขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ ในพื้นที่ทั่วไปที่ลุ่มจนถึงที่ดอน สามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Vetiveria zizanioides เป็นพืชตระกูลหญ้าขึ้นอยู่เป็นกอหนาแน่น เจริญเติบโตโดยการแตกกออย่างรวดเร็ว เส้นผ่าศูนย์กลางกอประมาณ 30 เซนติเมตร ความสูงจากยอดประมาณ 0.5 ถึง 1.5 เมตร ลักษณะใบแคบยาวประมาณ 75 เซนติเมตร ความสูงจากยอดประมาณ 75 เซนติเมตร ความกว้างประมาณ 8 มิลลิเมตร ค่อนข้างแข็ง หากนำมาปลูกติดต่อกันเป็นแนวยาว ขวางแนวลาดเทของพื้นที่ กอซึ่งอยู่เหนือดินจะแตกกอติดต่อกันเหมือนรั้วต้นไม้ สามารถกรองเศษพืช และตะกอนดิน ซึ่งถูกน้ำชะล้างพัดพามาตกทับถมดินติดอยู่กับกอหญ้า เกิดเป็นคันดินตามธรรมชาติได้ หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีระบบรากลึกเจริญเติบโตในแนวดิ่ง มากกว่าออกทางด้านข้าง และมีจำนวนรากมาก จึงเป็นพืชที่ทนแล้งได้ รากจะประสานติดต่อกันแน่นหนา เสมือนม่าน หรือกำแพงใต้ดิน สามารถกักเก็บน้ำ และความชื้นได้ ระบบรากแผ่ขยายกว้างเพียง 50 เซนติเมตร โดยรอบกอเท่านั้น ไม่เป็นอุปสรรคต่อพืชที่ปลูกข้างเคียง จัดเป็นการอนุรักษ์ดิน และน้ำ มาตรการดังกล่าวเป็นวิธีวิธีที่ง่ายในการปฏิบัติ และเกษตรกรสามารถดำเนินการได้เอง และมีค่าใช้จ่ายน้อยมาก ซึ่งจะเป็นการนำไปสู่การพัฒนาระบบเกษตรกรรม ในเขตพื้นที่การเกษตรน้ำฝน ให้มีความมั่นคง และยั่งยืน สามารถนำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปใช้ในพื้นที่อื่นๆ เพื่อรักษาสภาพแวดล้อม และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น พื้นที่สองข้างทาง คลองชลประทาน อ่างเก็บน้ำ บ่อน้ำ ป่าไม้ ป้องกันขอบตลิ่ง คอสะพาน ไหล่ถนน เป็นต้น



รูปที่ 2.1 การปลูกหญ้าแฝกบริเวณข้างทางที่ลาดชัน

2.1.2 หญ้าแฝกมีประโยชน์อย่างไร หญ้าแฝกสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งต้น ดังนี้

2.1.2.1 ต้น / ใบ

(1) กรองเศษพืช และตะกอนดิน ที่ถูกชะล้างมากักเก็บไว้

(2) ทำวัสดุมุงหลังคา

(3) วัตถุดิบทำกระดาษ

(4) ทำเชือก, เสื่อ, หมวก, ตะกร้า ฯลฯ

(5) ใช้เป็นอาหารสัตว์พวก แกะ โค กระบือ ฯลฯ

(6) ใช้เป็นวัสดุคลุมดิน, ใช้รองคอกสัตว์

(7) ทำวัสดุเพาะเห็ด ทำปุ๋ยหมัก และอื่นๆ

2.1.2.2 ราก

(1) ดูดซับน้ำ และรักษาความชุ่มชื้นในดิน

(2) ดูดซับแร่ธาตุ อาหาร / สลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้ดินร่วนซุย

(3) ดูดซับสารพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

(4) ช่วยทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น

(5) ทำฉาก, ม่านบังตา, พัด และกระเป๋าถือ

(6) สมุนไพร และเครื่องประทินผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) กลั่นทำน้ำหอม ส่วนผสมสบู่

(8) ป้องกันแมลง และหนู

(9) อื่นๆ

2.1.3 พันธุ์หญ้าแฝก

ได้มีการศึกษาหญ้าสกุล Vetiveria ในประเทศไทยอย่างเป็นระบบทางอนุกรมวิธาน ผลการศึกษาปรากฏว่า หญ้าแฝกที่พบในประเทศไทย จำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด ด้วยกัน ได้แก่ หญ้าแฝกหอม (Vetivetia zizanioides) และหญ้าแฝกดอน (Vetiveria nemoralis) ในธรรมชาติพบว่าหญ้าแฝกทั้งสองชนิด มีการกระจายทั่วไป ขึ้นได้ดีในสภาพพื้นที่ทั้งที่ลุ่ม และที่ดอน ในดินสภาพต่างๆ จากความสูงใกล้ระดับน้ำทะเล จนถึงระดับประมาณ 800 เมตร

สรุปข้อแตกต่างของหญ้าแฝกหอม และหญ้าแฝกดอน

(1) หญ้าแฝกหอม (Vitireria zizanioides Nash)

หญ้าแฝกหอม เป็นพืชที่มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และเป็นไปได้ค่อนข้างรวดเร็ว หญ้าแฝกหอมที่นำเข้ามาจากต่างประเทศส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ที่นำมาจาก อินเดีย ศรีลังกา และอินโดนีเซีย เป็นหญ้าที่ได้รับคัดเลือกพันธุ์ และจัดปลูก ภายใต้การดูแลที่มีปัจจัยต่างจากสภาพในธรรมชาติ อาทิ มีการตัดแต่งอย่างสม่ำเสมอเพื่อเร่งราก เร่งการแตกกอ และเพื่อไม่ให้เกิดช่อดอก ทำให้เกิดผสม และไม่กลายพันธุ์ โดยยังคงลักษณะเดิมต่างๆ ไว้เสมอ

หญ้าแฝกหอมที่พบขึ้นอยู่ทั่วไปตามธรรมชาตินั้น มีการกระจายขึ้นอยู่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ มีการปรับตัวเองให้เหมาะสมที่จะขึ้นอยู่ในพื้นที่นั้นๆ จะให้ช่อดอกหลายช่อ และเกิดการผสมข้ามต้นทุกปี การผสมข้ามต้นก็ทำให้พืชมีความแข็งแรงมากขึ้นในลักษณะต่างๆ โดยเฉพาะในด้านพันธุกรรม ทนทานต่อเชื้อโรค และปัจจัยวิกฤตของภูมิอากาศนั้นๆ แต่ขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยเฉพาะพันธุ์ที่ปลูกเพื่อใช้รากสกัดน้ำมันหอมระเหย จะทำให้สารหอมระเหยในรากมีปริมาณลดลง หรือมีปริมาณไม่คงที่

หญ้าแฝกหอมมีใบยาว 45 – 90 (100) เซนติเมตร กว้าง 0.6 – 0.9 (1.2) เซนติเมตร มีใบหลังโค้งปลาย ใบแบนมีสีเขียวเข้ม เนื้อใบค่อนข้างเนียน มีไขเคลือบ (wax) มากทำให้ดูมัน ท้องใบออกสีขาวซีดกว่าด้านหลังใบ และเมื่อนำใบส่องดูกับแดดจะเห็นรอยกั้นขวางในเนื้อใบ (septrm) ค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะพื้นใบบริเวณส่วนโค้ง และกลางใบ (midrib) ฝังอยู่ในตัวแผ่นใบไม่โตหรือเด่นชัดเจน

หญ้าแฝกหอมที่อายุประมาณ 1 ปี จะมีรากที่หยั่งลึกได้ประมาณกว่า 1 เมตร ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพของดิน และความอุดมสมบูรณ์ของพืช ในสภาพธรรมชาติดินร่วนปนทรายที่มีการระบายน้ำได้ดี และหญ้าแฝกจะให้รากยาวที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) หญ้าแฝกดอน (Vetiveria nemoralis A. Camus)

หญ้าแฝกดอน หรือที่เรียกแฝก หรือแฝกพื้นบ้านนั้น มีการกระจายพันธุ์อยู่ในวงแคบๆ ตามธรรมชาติ เฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ประเทศไทย ลาว เขมร เวียดนาม และมาเลเซีย เท่านั้น และไม่พบบันทึกหลักฐานว่า นำไปใช้ประโยชน์ในทางใด

หญ้าแฝกดอนจะพบได้ทั่วไปในที่ค่อนข้างแล้ง หรือที่ดินระบายน้ำได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะในป่าเต็งรัง แต่จะมีน้อยในภาคใต้ สามารถขึ้นได้ดีทั่วในที่แคด และแคดปานกลาง ยอดกอส่วนปลายจะแผ่โค้งลงคล้ายกอตะไคร้ ไม่ตั้งมากเหมือนหญ้าแฝกหอม ในบางพื้นที่พบว่าขึ้นอยู่หนาแน่น ในลักษณะเป็นพืชพื้นที่ลางคลุมดินเป็นบริเวณกว้าง เช่น ที่วงตีไก่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี หญ้าแฝกดอนที่ขึ้นอยู่ตามป่าเต็งรัง จะโดนไฟป่ารบกวนอยู่เสมอ ใบหญ้าแฝกที่แห้งเป็นเชื้อไฟที่ดี แต่เนื่องจากโคนกอมีลักษณะแน่นมาก จึงไม่ถูกทำลายง่าย โดยไฟป่าและสามารถงอกใบใหม่ขึ้นทดแทนได้อย่างรวดเร็ว หลังจากไฟไหม้เพียงไม่นาน หญ้าแฝกดอนมีใบยาว 35 – 60 (80) เซนติเมตร กว้างเนื้อใบหยาบ สากคาย มีไขเคลือบน้อยทำให้ได้กร้านไม่เหลือบมัน ท้องใบสีเดียวกับด้านหลังใบ แต่มีสีซีดกว่า แผ่นใบเมื่อส่องแดดไม่เห็นรอยกั้นในเนื้อใบ เส้นกลางใบสังเกตได้ชัดเจน มีลักษณะแข็งเป็นแกนนูนทางด้านหลังใบหญ้าแฝกดอน และหญ้าแฝกหอมที่มีอายุเท่ากัน หญ้าแฝกดอนจะมีรากที่สั้นกว่า โดยทั่วไปหญ้าแฝกที่มีอายุประมาณ 1 ปี จะมีรากลึกประมาณ 80 – 100 เซนติเมตร ช่อดอกของหญ้าแฝกดอนจะมีได้หลายสีซึ่งเป็นลักษณะปกติประจำถิ่น โดยเฉพาะกลุ่มพันธุ์อุทัยธานี และนครพนม ที่พบทั่วไป ได้แก่ ช่อดอกสีขาวครีม ถึงสีม่วงอมแดง

2.1.4 การใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝก

การปลูกหญ้าแฝกมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อใช้ในการอนุรักษ์ดิน และน้ำโดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ลาดชัน ตามแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว แต่การปลูกเพื่ออนุรักษ์ดิน และน้ำ หรือการปลูกในพื้นที่เกษตรในลักษณะต่างๆ นั้น เป็นการใช้ประโยชน์ในแง่ของการอนุรักษ์ซึ่งมีคุณค่าที่ไม่สามารถประเมินราคาเป็นตัวเงินให้เกษตรกรเห็นได้ จึงเป็นสาเหตุให้เกษตรกรบางส่วนยังไม่ยอมรับหญ้าแฝก แต่แท้จริงแล้ว ใบ และรากหญ้าแฝก สามารถใช้เป็นประโยชน์อื่นได้อีกโดยเฉพาะส่วนของใบ ซึ่งต้องตัดออกอยู่เป็นประจำ ในการดูแลแถวแฝก สามารถนำมาใช้มุงหลังคา ใช้ในงานศิลปหัตถกรรมต่างๆ เพื่อเป็นอาชีพเสริม ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น

2.1.4.1 การใช้ประโยชน์จากใบหญ้าแฝก สำหรับงานศิลปหัตถกรรม

ชนิดของหญ้าแฝกที่มีใบเหมาะสม จะนำมาทำงานหัตถกรรม เป็นกลุ่มหญ้าแฝกหอม ได้แก่ สายพันธุ์ศรีลังกา กำแพงเพชร 2 สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 เป็นต้น ลักษณะใบของหญ้าแฝกหอมนี้ จะมีใบมัน และยาว เมื่อโดนน้ำใบจะนิ่ม จึงเหมาะจะนำมาทำงานหัตถกรรมได้

งานหัตถกรรมที่สามารถใช้ใบหญ้าแฝกมาประดิษฐ์ ได้แก่ งานหัตถกรรมประเภทเครื่องจักสาน เครื่องจักสานเป็นงานหัตถกรรมที่เป็นที่นิยม และใช้ได้ทุกสถานที่ ทุกโอกาส สามารถนำมาเป็นของ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ได้หลากหลาย เช่น ทำเป็นตะกร้า ภาชนะ เครื่องตกแต่งบ้าน ของใช้สำนักงาน และเป็นเครื่องประดับ



รูปที่ 2.2 การทำงานหัตถกรรมจักสานของกลุ่มเกษตรกร

วิธีการเตรียมใบหญ้าแฝก ก่อนนำมาสาน มีวิธีการเตรียมที่ง่าย และสะดวก โดยนำใบหญ้าแฝกมาตากแดด อาจจะตากบนตะแกรงยกพื้น เพื่อให้อากาศถ่ายเทด้านล่างได้ด้วย ก็จะทำให้ใบแห้งเร็วยิ่งขึ้น ใช้เวลาตาก 3 – 6 วัน หลังจากนี้ ก็นำมาจักให้ได้ขนาดตามต้องการ ก่อนสานควรแช่น้ำ หรืออาจจะลูบน้ำที่ใบแฝกขณะที่สานก็ได้ จะช่วยให้นิ่ม และไม่บาดมือ



รูปที่ 2.3 งานหัตถกรรมเครื่องจักสานต่างๆ

งานหัตถกรรมเครื่องจักสานที่สามารถใช้ใบหญ้าแฝก

(1) ผลิตภัณฑ์ตะกร้า และภาชนะ ได้แก่ ตะกร้า กระจาด กระด้ง และภาชนะแบบต่างๆ

(2) ผลิตภัณฑ์เครื่องตกแต่งบ้าน ได้แก่ นาฬิกาแขวน กรอบรูป โป๊ะไฟตั้งโชว์ ดอกไม้

(3) ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย ได้แก่ กระเป๋า หมวก เข็มขัด เข็มกลัดติดเสื้อ

(4) ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้แก่ แฟ้มเอกสาร ปกไดอารี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ผลิตภัณฑ์เครื่องจักสานจากหญ้าแฝก

สำหรับรากหญ้าแฝกที่มีกลิ่นหอม นำมาประดิษฐ์เป็นพัดไม้แขวนเสื้อ หรือใช้ผสมรวมกับใบ และดอกไม้อบแห้งเป็นบุหงา

2.1.4.2 การใช้ประโยชน์จากต้น และใบหญ้าแฝกเป็นวัสดุเพาะเห็ด

ใบของหญ้าแฝกมีองค์ประกอบทางเคมี พวก เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และโปรตีนหยาบ รวมทั้งแร่ธาตุต่างๆ ที่เชื้อราบางชนิดสามารถเจริญเติบโตในกระบวนการของการหมักได้ สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับเพาะเห็ดได้ โดยนำส่วนของต้น และใบหญ้าแฝกมาหั่นเป็นชิ้นขนาด 1 – 1.5 นิ้ว แช่น้ำ และหมักนานประมาณ 3 – 4 วัน บรรจุถุงนึ่งฆ่าเชื้อ ตามกรรมวิธีของการเตรียมวัตถุเพาะเห็ด ต่อจากนั้น จึงทำการใส่เชื้อเห็ด เห็ดที่ขึ้นได้ดีในวัสดุเพาะ ที่เตรียมจากต้น และใบแฝก ได้แก่ เห็ดนางรม เห็ดภูฐาน เห็ดนางฟ้า เห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดหอม

2.1.4.3 การใช้ประโยชน์จากต้น และใบหญ้าแฝกเป็นวัสดุมุงหลังคา

คนไทยใช้ส่วนต้น และใบหญ้าแฝกเป็นวัสดุมุงหลังคา เช่นเดียวกับการใช้ใบจาก ก่อนที่จะเปลี่ยนมาใช้ใบหญ้าคาที่หาง่ายมาเป็นเวลาช้านาน

หญ้าแฝกที่นำมาใช้เป็นวัสดุมุงหลังคา ควรเลือกหญ้าแฝกที่ต้นโตสมบูรณ์ อายุ 1 ปีขึ้นไป ใบเริ่มเปลี่ยนจากเขียวเป็นเหลือง แต่ยังไม่แห้งโดยทั่วไปจะเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมกราคม ถึงกุมภาพันธ์ เกษตรกรจะเกี่ยวต้นเหนือดินประมาณ 1 ฝ่ามือ หรือต่ำกว่า นำมาสางเอาใบสั้น หรือเศษใบออก ผึ่งแดดให้แห้ง และมัดรวมกันไว้เป็นมัดใหญ่ เรียก “โคน” โดยทั่วไป 1 โคน มี 30 กำ ซึ่งสามารถทำตับแฝกได้ 5 – 7 ตับเมื่อต้องการจะทำหญ้าแฝก หรือที่เรียกว่า “กรองแฝก” หรือ “ไพแฝก” จะใช้ไม้ไผ่ หรือไม้รวกเป็นแกนกลาง หยิบหญ้าแฝก 1 จับ หรือ 1 หยิบ ขนาดเท่าหัวแม่มือหรือประมาณ 5 – 6 ต้น ซึ่งประกอบด้วยใบประมาณ 12 – 16 ใบ พับ 1/3 ให้ส่วนโคนต้นอยู่ด้านสั้น และส่วนปลายใบเป็นด้านยาว ต่อจากนั้นใช้เถาวัลย์ ตอก หรือวัสดุอื่นๆ มัดให้แฝกเรียงติดกันให้แน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แฝก 1 ตับ มีความยาวประมาณ 120 – 170 เซนติเมตร ประกอบด้วยต้น และใบหญ้าแฝกประมาณ 150 จับ หรือต้องใช้ต้นหญ้าแฝกประมาณ 750 – 900 ต้น ต่อ 1 ตับแฝก เมื่อมุ่งหลังคาจะใช้ด้านโคนใบ (ด้านสั้น) อยู่ด้านในของเรือน ส่วนด้านปลายใบ (ด้านยาว) จะอยู่ด้านนอกวางเรียงทับกันจากล่างขึ้นบน

หญ้าแฝกเป็นวัสดุมุงหลังคาที่มีคุณสมบัติดีกว่า การใช้หญ้าคามาก เพราะส่วนต้น และใบของหญ้าแฝกมีไขเคลือบ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว และมักจะไม่ถูกแมลงทำลาย อายุการใช้งานของหลังคาหญ้าแฝกจะขึ้นอยู่กับความประณีตของการกรองแฝก หรือไพแฝกให้เป็นตับ ต้น และใบหญ้าแฝกที่มีความถี่ จะมีความคงทน รวมทั้งลักษณะการวางตับแฝกบนหลังคา ถ้าหลังคาลาดเทมาก เช่น หลังคาเรือนทรงไทย แฝกจะมีอายุใช้งานได้ทนนานกว่าหลังคาที่เอียงราบ

2.1.4.4 การใช้ประโยชน์จากต้น และใบหญ้าแฝก เป็นปุ๋ยหมัก และพืชคลุมดิน

ส่วนต้น และใบหญ้าแฝกที่ถูกตัด เพื่อให้ต้นแตกออกเจริญเติบโตได้ดี หรือตัดเพื่อควบคุมไม่ให้ออกดอกก็ตาม ต้น และใบ ที่ถูกตัดออกมานี้ สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยหมักได้ เช่นเดียวกับซากพืชชนิดอื่นๆ ช่วง 60 – 120 วัน ต้น และใบแฝก จะมีการย่อยสลายเป็นปุ๋ยหมักอย่างสมบูรณ์ ลักษณะอ่อนนุ่ม ยุ่ย สีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ คำนวณได้ว่าปุ๋ยหมักจากใบหญ้าแฝก 1 ตัน เทียบเท่ากับแอมโมเนียมซัลเฟตได้ 43 กิโลกรัม โดยมีแนวโน้มว่า ปุ๋ยหญ้าแฝกหมักมีปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย 0.86, 0.29, 1.12, 0.55 และ 0.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7 นอกจากนี้ปุ๋ยหมักจากต้น และใบหญ้าแฝก ยังให้สารปรับปรุงดิน หรือกรดฮิวมิกอีกด้วย การหมักแบบเติมอากาศจะช่วยให้การย่อยสลายได้เร็วขึ้น (กิตติพงษ์ พุทธิมณี. 2544)



รูปที่ 2.5 การปลูกหญ้าแฝกเพื่อรักษาความชื้น และเป็นพืชคลุมดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.5 การใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝก สำหรับเป็นเชื้อเพลิงเขียว

เศษของต้นไม้ และใบหญ้าแฝกที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์อื่นใดแล้ว สามารถนำมาผสมรวมกับผักตบชวา หมักเป็นตัวประสานในอัตราส่วน หญ้าแฝก 3 ส่วน ผักตบชวา หมัก 2 ส่วน อัดเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง โดยใช้แกนกระบอกอัดขนาดประมาณ 1.7 เซนติเมตร แท่งเชื้อเพลิงมีการเผาไหม้ดี และมีควันน้อย และให้ค่าความร้อนสูง โดยใช้เวลาในการต้มน้ำ 1 ลิตร 5 นาที แล้วยังติดไฟต่อไปได้อีกเป็นเวลานาน 28 นาที

2.1.5 การใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกในงานด้านอื่นๆ

งานวิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีหญ้าแฝก โดยมูลนิธิโครงการหลวงที่สำคัญ และควรทราบมี ดังนี้

2.1.5.1 การใช้เยื่อหญ้าแฝกเพื่อลดการนำเข้า

ในปัจจุบันมีความต้องการใช้กระดาษจากเยื่อของต้นสาเป็นจำนวนมากขึ้น จนถึงกับต้องมีการนำเข้า เช่นเดียวกันกับภาชนะเมลามีน ซึ่งต้องนำเข้าเยื่อยูคาลิปตัส แนวคิดจึงอยู่ที่การนำเยื่อจากหญ้าแฝก ซึ่งผลิตได้ในประเทศ เป็นเยื่อที่มีเส้นใยสั้นมาทดแทน เพื่อลดการนำเข้า และเปิดโอกาส ให้นำเยื่อที่มีเส้นใยยาว ไปใช้ประโยชน์อื่นซึ่งคุ้มค่ากว่า

2.1.5.2 การเพิ่มมูลค่าหญ้าแฝก

การนำหญ้าแฝกมาพัฒนาเป็นเชือกเพื่อทำเฟอร์นิเจอร์ ทดแทนการใช้เส้นหวายจากป่าธรรมชาติ เมื่อโรงงานเฟอร์นิเจอร์ที่ผลิตเพื่อการส่งออก มีความต้องการมากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาเครื่องมือ ที่เรียกว่า "จักรสาน" เพื่อทำให้การผลิตเชือกได้มากขึ้น ทันกับความต้องการสั่งซื้อ โดยการเพิ่มมูลค่าหญ้าแฝก ในรูปแบบผสมผสานงานศิลปหัตถกรรม รวมเข้ากับงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กในครัวเรือน โดยอาศัยการออกแบบให้เป็นไปตามความต้องการของตลาด เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการตลาด แผนการผลิต และระบบการบัญชี ภายใต้การคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา



รูปที่ 2.6 เฟอร์นิเจอร์จากเชือกหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำเอาใบหญ้าแฝกมาผลิตเป็นเส้นเชือก เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์นั้น เดิมชาวบ้านได้ใช้วิธีการทำด้วยมือซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการทำมาก ต่อมามีกานำเอาเครื่องจักรสานมาใช้จึงทำให้ลดระยะเวลาลงได้มาก ซึ่งในการที่จะนำเอาใบหญ้าแฝกมาใช้งานก็มีขบวนการขั้นตอนการเตรียม ดังนี้

(1) ตัดใบหญ้าแฝกที่จะนำมาใช้งาน โดยปกติแล้วพันธุ์หญ้าแฝกที่นิยมนำมาใช้นั้น จะเป็นพันธุ์ศรีลังกา ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหนียว ทนทาน มีใบมัน และยาว เมื่อโดนน้ำใบจะนิ่ม ไม่ขาดง่าย และเหมาะสมในการนำมาใช้ทำงานหัตถกรรมได้ โดยเลือกหญ้าแฝกที่ต้นโตสมบูรณ์ อายุ 1 ปีขึ้นไป เลือกเฉพาะที่ยังไม่แก่จัดเกินไป (ใบออกเป็นสีเหลือง) ให้เกี่ยวเหนือพื้นดินขึ้นมาประมาณ 1 ฝ่ามือ

(2) นำใบหญ้าแฝกที่ได้มาทำการต้มด้วยน้ำร้อน ประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง เพื่อให้ใบหญ้าแฝกมีความเหนียวนุ่มมากขึ้น และทิ้งไว้ให้ร้อนระอุอยู่ต่อไปอีก 1 คืน

(3) นำใบหญ้าแฝกที่ผ่านการต้มแล้วมาตากแดด อาจจะตากบนตะแกรงยกพื้น เพื่อให้อากาศถ่ายเทด้านล่างได้ด้วย ก็จะทำให้ใบแห้งเร็วยิ่งขึ้น ใช้เวลาตากประมาณ 3 – 6 วัน

(4) นำใบหญ้าแฝกมาทำการอบด้วยกำมะถันเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราในตู้อบ ซึ่งอาจทำด้วยโครงไม้ หุ้มด้วยแผ่นพลาสติกโดยรอบ โดยในขั้นตอนนี้จะใช้กำมะถันก้อนขนาด 1 กำมือแล้วเผาด้วยถ่านที่ติดไฟ จนทำให้เกิดควันกำมะถัน โดยอบทิ้งไว้ประมาณ 1 วัน อนึ่งหากใส่กำมะถันมาก สีของใบหญ้าแฝกที่ได้จากการอบ ก็จะออกเป็นสีขาวซีดมากขึ้น ก็จะได้ใบหญ้าแฝกที่พร้อมนำไปใช้งาน

(5) นำใบหญ้าแฝกที่ได้ นำมาจัก หรือทำการกรีดให้เป็นฝอย ประมาณ 4 –5 เส้น ด้วยเข็มหมุด เพื่อให้มีขนาดเล็กลง และแยกเอาส่วนที่เป็นก้านแข็งของใบออกเสีย จึงนำเอาหญ้าแฝกที่เป็นเส้นฝอยไปทำการฟั่นเป็นเกลียวเส้นเชือกต่อไป ถ้าหากเป็นการทำด้วยมือก่อนใช้ควรแช่น้ำ หรืออาจจะลูบน้ำที่ใบแฝกขณะที่ฟั่นเกลียวก็ได้ จะช่วยให้นิ่ม และไม่บาดมือ แต่ถ้าทำการฟั่นเกลียวด้วยเครื่อง ผู้ทำก็ต้องมีการเตรียมเส้นใบหญ้าแฝกโดยการพันเส้นหญ้าแฝกให้เป็นเส้นยาวต่อกันตลอด ก่อนที่จะนำไปเข้าเครื่องจักรสานต่อไป



รูปที่ 2.7 เฟอร์นิเจอร์จากเชือกหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.3 การใช้ประโยชน์เยื่อ และใยหญ้าแฝกเป็นวัสดุก่อสร้าง

เยื่อ และใยของหญ้าแฝกเมื่อใช้ร่วมกับดินเหนียวแล้ว จะเป็นวัสดุก่อสร้างในชนบทที่ราคาถูก เถ้าหญ้าแฝก สามารถใช้เป็นวัสดุทดแทน หรือลดการใช้ปูนซีเมนต์ในงานคอนกรีตได้ และเยื่อของใบหญ้าแฝก เมื่อนำมาใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ สามารถทดแทนการใช้ใยหิน ซึ่งเป็นอันตรายต่อมวลมนุษยชาติได้

2.1.5.4 ยุ้งฉางหญ้าแฝกดินเหนียว

เป็นยุ้งฉางหญ้าแฝกดินเหนียว เป็นยุ้งฉางราคาถูก กสิกรสามารถสร้างเองได้ โดยมีผนังทำด้วยหญ้าแฝกดินเหนียว จึงเป็นฉนวนความร้อน ลดผลกระทบจากภายนอก ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ระหว่างกลางวัน และกลางคืน



รูปที่ 2.8 ยุ้งฉางหญ้าแฝกดินเหนียว

2.1.5.6 บ้านอยู่สบาย

เป็นการนำผลงานของหญ้าแฝกมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง โดยเป็นฉนวนสำหรับป้องกันความหนาวเย็น เพื่อแก้ปัญหาความทุกข์ร้อนของชาวชนบทที่อยู่ในพื้นที่บนดอยสูง และพื้นที่ภาคเหนือ ซึ่งมีอากาศหนาวเย็นทุกๆ ปี

นอกจากนี้ หญ้าแฝกยังนำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้เพื่อการลดการตัดไม้ทำลายป่า ลดการใช้วัสดุที่มาจากอุตสาหกรรม เป็นการลดมลภาวะ

เป็นวัสดุสำหรับผลิตสิ่งอำนวยความสะดวกในบ้าน หรือเครื่องเรือน ที่ชาวชนบทสามารถผลิตเองได้ ประหยัดค่าใช้จ่าย อนุรักษ์พลังงาน และยกระดับความเป็นอยู่ของชาวชนบท นำมาซึ่งการพึ่งพาตนเองของชาวชนบท (ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี กองทัพบก. 2546) [Online]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลักการออกแบบอุตสาหกรรม

มนตรี ยอดบางเตย (2538 : 72-73) กล่าวว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยที่ได้ทำการค้นคว้าวิจัย อันเป็นบางส่วนที่เกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ ซึ่งนักออกแบบจะต้องทำความเข้าใจอย่างดี และนำมาเป็นแนวทาง สิ่งที่นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงหลักการ ดังต่อไปนี้

2.2.1 หน้าที่ใช้สอย (Function)

หน้าที่ใช้สอยนับเป็นสิ่งสำคัญ เพราะผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้น จะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามความเป็นจริง สนองความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด เช่น ที่เขี่ยบุหรี่สำหรับสาธารณะ กับที่เขี่ยบุหรี่สำหรับเฉพาะบุคคล หรือสำหรับใช้ในห้องประชุม ย่อมมีหน้าที่ใช้สอยแตกต่างกัน การออกแบบต้องคำนึงถึงหน้าที่ให้สามารถตอบสนองได้จริง

2.2.2 ความปลอดภัย (Safety)

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่า สิ่งที่อำนวยประโยชน์ได้มากเพียงใด ย่อมจะมีโทษเพียงนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสะดวกต่างๆ มักจะเกิดจากเครื่องกล เครื่องผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจน หรือมีคำอธิบายไว้

ผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก ต้องคำนึงถึงวัสดุที่เป็นพิษ เวลาเด็กเอาเข้าปากกัด หรืออม นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้เป็นสำคัญ

2.2.3 ความแข็งแรงของโครงสร้าง (Construction)

หมายถึง ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ นักออกแบบจะต้องรู้จักเลือกโครงสร้างให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เพื่อการรับน้ำหนักมากน้อยเพียงใด ให้มีความแข็งแรง ทั้งจะต้องประหยัดด้วย ทั้งนี้ เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุ และขนาดรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะต้องมีความสัมพันธ์ ปัญหาที่ว่ารูปแบบที่มีความแข็งแรงจะขาดความสวยงาม ซึ่งนักออกแบบจะต้องใช้ความสามารถแก้ปัญหาให้มีความเหมาะสม

2.2.4 ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic)

หมายถึง ความสะดวกในการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสม ดังนั้น นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงสัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดของอวัยวะส่วนต่างๆ ของผู้ใช้ เช่น เก้าอี้ ต้องมีขนาดความสูงพอเหมาะ มีความนุ่มนวลนั่งแล้วสบาย หรือด้ามจับถือที่เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ควรคำนึงถึงให้สามารถจับได้สบาย ขนาดพอเหมาะไม่เล็ก หรือใหญ่เกินไป และไม่เมื่อยง่าย การออกแบบประตูรถยนต์ในระบบที่เปิดสูงขึ้น โดยมีบานพับอยู่บนส่วนของหลังคา นับเป็นการออกแบบที่ให้ความสะดวกในการใช้ และสามารถประหยัดพื้นที่ในขณะที่ใช้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics)

หมายถึง นักออกแบบจะต้องออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีรูปร่าง สีสันสวยงาม น่าใช้ ชวนให้ผู้ซื้ออยากซื้อความแปลกใหม่ของรูปแบบ ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนทำให้ประชาชนสนใจซื้อไว้อีกทั้งๆ ที่ของเดิมยังใช้ได้อยู่

ในทางรู้สึกทางสุนทรียภาพ นักออกแบบสามารถช่วยยกระดับรสนิยมเกี่ยวกับรูปแบบ และสีของผลิตภัณฑ์ แก่ประชาชน และผู้ใช้ได้ดีขึ้น

2.2.6 ราคาพอสมควร (Cost)

นักออกแบบจะต้องรู้จักเลือกใช้ชนิดของวัสดุ และกรรมวิธีผลิต เพื่อให้ผลิตได้ง่าย และรวดเร็ว อันเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีราคาพอสมควร เหมาะสมกับค่าครองชีพ

ราคาพอสมควรอาจแก้ปัญหาโดยการทำหลายๆ ขนาด โดยให้ประชาชนสามารถเลือกซื้อใช้ตามความเหมาะสมกับความเป็นอยู่ และเศรษฐกิจของตน

2.2.7 การบำรุงรักษา (Ease of Maintenance)

หมายถึง การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ต้องออกแบบให้มีการแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เมื่อใช้งานแล้วเกิดชำรุดเสียหายขึ้น การมีอะไหล่เพื่อให้สามารถเปลี่ยนใหม่อันเกี่ยวพันกับการบริการ

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบางประเภทที่มีวัตถุประสงค์ในการใช้สอย เพียงระยะเวลาอันสั้นๆ เพื่อให้มีการผลิตใหม่ เป็นการตอบสนองความสามารถในการผลิตได้อย่างรวดเร็ว โดยที่การซ่อมทำให้เสียเวลา และสิ้นเปลืองแรงงานมากกว่า จึงทำให้เกิดระบบผลิตแล้วทำลาย หมุนเวียนเท่านั้น

2.3 สัดส่วนมนุษย์

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นอกจากความสวยงามของรูปแบบ ความแข็งแรงของโครงสร้าง และการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงขนาด และสัดส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ ซึ่งสัดส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ ต้องออกแบบให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ที่ใช้ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อการใช้สอยได้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2534 : 126 – 130)

ขนาดสัดส่วนของร่างกาย

ข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายคนไทย (ฐานข้อมูล) นั้นค่อนข้างจะมีจำกัด เนื่องจากในวงการอุตสาหกรรมของไทยเรานั้น ข้อมูล และการตื่นตัวทางด้านนี้ ยังมีค่อนข้างน้อยมาก ข้อมูลสัดส่วนร่างกายที่พบในเมืองไทยนั้น เป็นแบบเฉพาะบางจุดตำแหน่ง เท่าที่ต้องการจะนำเอาข้อมูลเหล่านั้น ไปใช้ประโยชน์ในงานเฉพาะด้านเท่านั้น เท่าที่สามารถรวบรวมได้มี ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
59452

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) โดย รัตนาภรณ์ จึงสงวนสิทธิ์ ได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2524 – 2528 สุ่มวัดร่างกายคนไทยทั่วประเทศ จำนวนรวม 16,367 คน ทำการวัดตามมาตรฐาน ISO 3635 – 1981

2. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดย สมชัย จึงรักเสรีชัย ได้เสนอข้อมูลจากการวัดสัดส่วนของร่างกายคนไทยไว้ ซึ่งเป็นตาราง แสดงตัวเลขลิมิตของสัดส่วนต่างๆ ของร่างกาย และมิติวิกฤต (Critical Body Dimension) จากตาราง เมื่อกล่าวถึงเฉพาะมิติความสูง ผู้ชายไทย จะมีความสูงเฉลี่ย 165 เซนติเมตร โดยประมาณ ส่วนผู้หญิงไทย มีความสูงเฉลี่ย 155 เซนติเมตร โดยประมาณ ดังนั้น ความสูงเฉลี่ยโดยประมาณของคนไทย ทั้งชาย และหญิง คือ 160 เซนติเมตร โดยประมาณ

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (ชายไทย)

จุดต่างๆ (เซนติเมตร)	อายุ 20 – 29 ปี				อายุ 30 – 39 ปี				อายุ 40 – 49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง	164.9	162.0	162.8	163.6	164.7	161.5	162.0	161.8	163.2	161	161.4	161.6
รอบอกบน	86.1	85.0	85.4	85.4	89.1	86.9	87.4	88.1	90.8	88.0	89.1	88.3
รอบเอว	69.9	68.5	68.8	68.2	75.8	72.8	73.3	73.1	79.6	76.1	77.4	75.3
รอบหน้าท้อง	73.2	71.2	71.6	71.0	79.1	75.3	76.3	76.0	82.3	78.4	80.0	78.0
รอบสะโพก	85.0	83.3	84.5	84.2	87.6	85.3	85.8	85.5	88.8	86.5	87.9	86.2
น้ำหนัก	55.6	53.9	55.1	53.9	60.0	56.6	57.3	56.2	61.8	57.5	59.7	56.8

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (หญิงไทย)

จุดต่าง ๆ (เซนติเมตร)	อายุ 20 – 29 ปี				อายุ 30 – 39 ปี				อายุ 40 – 49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง	153.7	153.0	153.4	153.1	153.1	152.3	152.8	152.0	153.3	152.7	152.1	155.9
รอบอก	80.8	80.5	80.3	80.2	84.6	82.8	83.8	84.3	88.3	85.3	87.9	87.1
รอบเอว	64.3	64.0	64.4	64.5	69.2	67.0	69.0	69.9	72.9	70.9	73.8	72.8
รอบสะโพก	87.9	89.0	87.9	88.1	91.2	89.0	90.4	91.8	93.5	90.4	93.0	93.4
ความสูงอก	108.8	108.5	109.0	108.6	107.5	107.3	107.7	107.4	107.0	107.7	106.0	106.3
ความสูงสะโพก	77.3	76.8	77.1	76.5	71.1	76.3	77.0	75.7	77.3	77.5	76.9	75.8
ความสูงใต้เป้า	70.5	69.8	70.2	69.9	69.1	69.6	68.8	69.8	69.8	69.8	69.1	60.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ C หมายถึง ภาคกลาง

N หมายถึง ภาคเหนือ

NE หมายถึง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

S หมายถึง ภาคใต้

ตารางที่ 2.3 แสดงอัตราส่วนมิติต่าง ๆ ของร่างกาย ต่อความสูงยืน และมิติวิกฤติ

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	อัตราส่วนระหว่างมิติกับความสูงยืน	ต่ำสุด (cm.)	เฉลี่ย (cm.)	สูงสุด (cm.)
1. ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27
2. ความสูงระดับสายตา (ยืน)	0.933	138.36	149.83	161.66
3. ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4. ความสูงระดับนิ้วมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5. ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	210.55	217.45
6. ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7. ความสูงระดับสายตา (นั่ง)	0.460	68.21	73.87	79.70
8. ความสูงจากที่นั่งถึงไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9. ความสูงจากที่นั่งถึงศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10. ความสูงจากที่นั่งถึงขาอ่อนตอนบน	0.082	12.16	13.16	14.20
11. ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	35.01	37.77
13. ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	34.07	35.01	34.43
14. ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
15. ระยะจากก้นถึงเข่า	0.319	48.79	52.83	57.00
16. ความยาวขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	108.46
17. ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.53	34.29	39.15
18. ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19. ความกว้างของแขน	1.022	151.56	164.13	177.08
20. ความกว้างระยะศอก	0.262	38.85	42.07	45.37
21. ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.03	43.85

ที่มา เอกสารมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ชุดวิชา เออร์กอนอมิกส์ และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1 – 5 . 2534 : 130

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติ อินทรานนท์ และคณะ (2533 : 1-2) กล่าวว่า ปัญหาของสถานที่ทำงานที่ไม่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นภายหลังจากเมื่อการผลิตแบบต่อเนื่อง (Mass Production) ได้เริ่มขึ้นมาระยะหนึ่งแล้ว จะเกี่ยวข้องกับการปวดเมื่อย ความล้าที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน อันจะส่งผลให้มีผลผลิตที่ลดลง และอาจทำให้มีอัตราส่วนผันเวียน (Turn – over Ratio) ของผู้ปฏิบัติงานสูงขึ้น นักวิจัยสาขาการยศาสตร์ (Ergonomists) จึงได้เพิ่มความสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัย เพื่อเสนอแนะการออกแบบสถานที่ทำงานที่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน สำหรับการนั่งทำงาน

การนั่งแม้ว่าจะถือได้ว่าเป็นท่าธรรมชาติของมนุษย์ และเป็นท่าพักเมื่อเปรียบเทียบกับท่ายืน เพราะกล้ามเนื้อได้ผ่อนคลาย และความดันอุทกสถิต (Hydrostatic Pressure) ในหลอดเลือดดำต่ำลง ทำให้แรงด้านการนำเลือดไปสู่หัวใจลดลง กล่าวคือ ทำให้ระบบหมุนเวียนของเลือดทำงานได้ดี แต่การนั่งก็มีข้อเสีย กล่าวคือ ท่านั่งทำให้กล้ามเนื้อหน้าท้องหย่อน และลำสันหลังโค้ง ตลอดจนทำให้การทำหน้าที่ของระบบบางอย่างไม่เต็มที่ เช่น ระบบย่อยอาหาร และระบบหายใจ นอกจากนี้ การนั่งยังก่อให้เกิดภาระสถิตมาก (Static Load) แก่กล้ามเนื้อที่ช่วยในการทรงตัว ซึ่งถ้าต้องนั่งในท่าเดิมนานๆ จนเกิดเป็นความล้า และความเจ็บปวดในที่สุดได้

จากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานของกลุ่มเกษตรกร ที่ทำงานผลิตภัณฑ์หัตถกรรม เครื่องจักสาน ผู้วิจัยพบว่า การปฏิบัติงานส่วนใหญ่จะเป็นการนั่งกับพื้น ตามรูปแบบของสังคมชนบท ดังนั้น ในการออกแบบเครื่องฯ จึงต้องใช้ข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ มาใช้เป็นพื้นฐาน เพื่อมิให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเจ็บปวด เมื่อยล้า ถ้าจะต้องนั่งในระยะเวลาที่นานมากๆ อย่างไรก็ตามในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ก็สามารถลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานลงได้ เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการผลิตได้รวดเร็ว จึงใช้เวลาในการปฏิบัติงานแต่ละครั้งไม่นานนัก

2.4 ระบบการทำงานเครื่องจักรกล (ฉวีวรรณ รมยานนท์. 2535 : 23-106)

ในการออกแบบชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลต่างๆ นั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดของระบบการทำงานของเครื่องจักรกล ชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก รายละเอียด ดังนี้

2.4.1 โซ่ (CHAINS)

2.4.1.1 ระบบส่งกำลังด้วยโซ่

ระบบส่งกำลังด้วยโซ่ จะแตกต่างกับระบบส่งกำลังด้วยสายพาน ซึ่งอาศัยความฝืดเป็นหลักของการทำงาน พาให้เกิดการหมุน ส่วนโซ่จะเป็นการส่งกำลังด้วยฟันเฟืองจานโซ่ร่วมกันกับโซ่ การที่จะเลือกใช้ระบบส่งกำลังด้วยโซ่นั้น จะใช้ต่อเมื่อการทำงานนั้นไม่เหมาะสมกับการใช้สายพานขับ เช่น การส่งกำลังของรถจักรยาน หรือรถจักรยานยนต์ เนื่องมาจากระยะห่างระหว่างเพลาน้อย ไม่สะดวกใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สายพานซึ่งทำให้กำลังขับไม่ดี แต่สามารถใช้โซ่ส่งกำลังขับได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังไม่ต้องใช้แรงดึงในโซ่ให้ตึงมาก จึงใช้เพลาขนาดเล็กได้ แต่อย่างไรก็ดีระบบการส่งกำลังแบบนี้ ไม่มีการยืดหยุ่น จะต้องระวังรักษาในการใช้งาน และหล่อลื่นอย่างสม่ำเสมอ ป้องกันฝุ่นละอองเกาะ เพราะโซ่มีราคาแพงกว่าสายพาน

การจัดระบบโซ่ จะต้องจัดโซ่ให้ตึงไว้ด้านบนเสมอ ในการขับดึงโซ่ให้เคลื่อนที่ของจานเฟือง ซึ่งในการส่งกำลังด้วยระบบโซ่ จะทำในแนวดิ่งเลยไม่ได้ เนื่องจากโซ่จะหย่อนส่วนล่างสุดทำให้ขบกับเฟืองจานโซ่ไม่สนิท ถ้าจำเป็นจะต้องส่งในแนวดิ่งจริงๆ ให้ใช้จานเฟืองโซ่กดไว้

ในทำนองเดียวกันกับการส่งกำลังด้วยเพลามากกว่า 2 เพลา ให้หลีกเลี่ยงการส่งกำลังด้วยเพลาตั้งฉาก เพราะโซ่จะกดหน้าของจานเฟืองโซ่ด้านบน ทำให้เกิดการสึกหรอ

การส่งกำลังแบบดังกล่าวนี้ จะทำให้กำลังขับลดลง แรงส่งตก บางครั้งอาจเกิดการกระตุก ควรป้องกันแก้ไขเสียก่อน

2.4.1.2 ข้อดี และข้อเสียของการส่งกำลังด้วยโซ่

ข้อดีของการส่งกำลังด้วยโซ่

(1) ความเที่ยงตรงของความเร็วในการส่งกำลังด้วยโซ่ มีน้อยกว่าการส่งกำลังด้วยเฟืองขับ

(2) ไม่ต้องใช้แรงดึงในช่วงเริ่มต้นของการหมุนส่งกำลังเหมือนกับสายพาน ทำให้แบริ่งที่ใช้จะมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

(3) อัตราทดที่ได้แน่นอน ไม่มีการลื่นไถลเหมือนกับสายพาน

(4) ติดตั้งประกอบเข้ากับฟันของจานเฟืองโซ่ทำได้ง่าย

(5) ใช้งานได้ในบริเวณที่มีความร้อนสูง และฝุ่นละอองมาก

ข้อเสียของการส่งกำลังด้วยโซ่

(1) ขณะทำการหมุนส่งกำลังจะมีเสียงดัง

(2) กรณีโซ่ขาดขณะทำงาน ถ้าหมุนด้วยความเร็วรอบสูงจะเกิดอันตรายได้โดยง่าย

(3) ส่งกำลังแบบบิดเหมือนสายพานไม่ได้

(4) ไม่มีความหยุ่นตัวเหมือนสายพานขณะหมุนส่งกำลัง

(5) เพลาของจานเฟืองโซ่จะต้องขนานกันเสมอ

2.4.1.3 รูปร่าง และการทำงานของโซ่

โซ่ที่นำมาใช้งาน มีลักษณะรูปร่างแตกต่างกันออกไปตามผู้ออกแบบใช้งาน และขึ้นอยู่กับชนิดของงานที่ทำ ซึ่งต้องการความแข็งแรงในการส่งกำลังมากน้อยเพียงใด

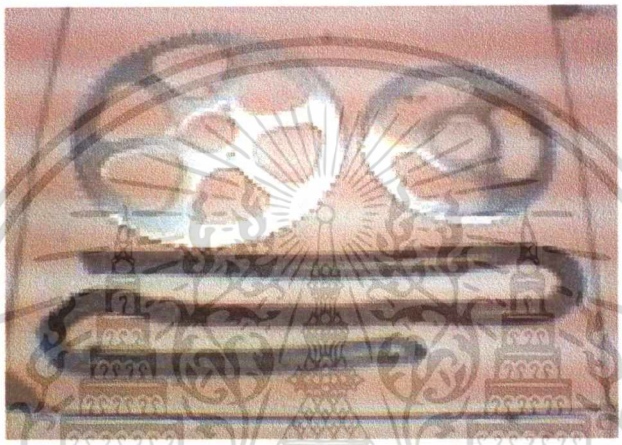
การทำงานของโซ่ร่วมกับจานเฟืองโซ่ จะต้องเป็นขนาดที่ข้อของโซ่พอดีกับร่องของจานเฟืองโซ่ เมื่อประกอบทำงานร่วมกันขณะที่หมุนเคลื่อนที่ ลักษณะการขบกันของข้อโซ่กับจานเฟืองโซ่จะต้องลง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่องพอดี จึงจะทำให้การส่งกำลังเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีการกระตุก แรงดึงจะคงที่ การสึกหรอจะน้อย โอกาสหลุดออกจานเฟืองโซ่จะไม่มี เสียงจะเงียบ

ในกรณีที่ขนาดไม่พอดีกัน จะทำให้การส่งกำลังกระตุก มีเสียงดัง การสึกหรอสูง โอกาสของโซ่มีมาก แรงที่ส่งออกมาไม่สม่ำเสมอ

การเลือกใช้โซ่ส่งกำลัง การประกอบโซ่เข้ากับจานโซ่ จะต้องคำนึงถึงการทำงานของโซ่ว่า จะให้ผลเป็นอย่างไรด้วย การพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสม และมีการตรวจสอบอยู่เสมอขณะที่ใช้งาน ดูการสึกหรอของโซ่กับจานเฟืองโซ่ สมควรจะเปลี่ยนใหม่ หรือไม่



รูปที่ 2.9 โซ่ และจานเฟืองโซ่

2.4.1.4 อัตราการหย่อนตัวของโซ่

เนื่องจากโซ่เมื่อใช้งานไปนานๆ จะเกิดการหย่อนตัว และยืดตัว ซึ่งจะต้องมีการปรับแต่งให้ตึงอยู่เสมอ โดยการตัดทิ้ง หรือใช้จานเฟืองโซ่ชุดใหม่ หรือการปรับระยะเพลาแบบสายพาน แต่ข้อเสียของการสึกที่เกิดขึ้นที่ตัวจานโซ่ จะต้องทำการเปลี่ยนใหม่เท่านั้น เพราะฟันของจานเฟืองโซ่มีขนาดเล็กลง โดยปกติทั่วๆ ไปของการทำงาน จะยอมให้โซ่หย่อนตัวได้ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของระยะห่างระหว่างเพลา

ในกรณีที่เครื่องจักรกลมีแรงกระตุกมากๆ เช่น เครื่องยนต์ ในช่วงที่โซ่จะทำการส่งกำลังจะทำให้เกิดการสั่นได้ง่าย และเครื่องจักรจะเดินไม่เรียบ ต้องใช้อุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนเข้ามาช่วย เรียกอุปกรณ์ชุดนี้ว่า ชุดลดความสั่นของโซ่ (VIBRATION DAMPER)

นอกจากการตรวจสอบความหย่อนของเส้นโซ่แล้ว ยังต้องตรวจสอบระยะห่างของเพลาที่ทำงานร่วมกันให้ขนานกันอีกด้วย วิธีการตรวจสอบแบบง่ายๆ ใช้แท่งตรวจสอบวัดระยะห่างของเพลาทั้งสองด้านของจานเฟืองโซ่ ถ้าไม่ขนานต้องปรับระยะให้ขนานกัน

ในทำนองเดียวกัน ตัวของจานเฟืองโซ่เองก็จะต้องตรวจสอบให้ตั้งฉากกับเพลา และอยู่ในแนวเดียวกันทั้งสองจาน จึงจะทำให้โซ่ไม่เกิดการสะบัดตัวขณะหมุนขับเคลื่อน วิธีการตรวจสอบทำได้อย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่ายเช่นเดียวกับการตรวจสอบระยะห่างของเพลา โดยใช้แท่งตรวจสอบทาบดูระดับแนวเอียงของจานเฟืองโซ่ทั้งสอง

ระยะการตรวจสอบของระบบใช้โซ่ จะตรวจสอบได้ง่ายกว่าสายพานแบบเก่า ที่ใช้ส่งกำลังระยะไกลๆ ขอบเขตของความยาวโซ่ จะเป็นตัวกำหนดระยะห่างของเพลา ถ้าห่างมากน้ำหนักของโซ่จะตก โซ่จะหย่อน การยืดตัวของโซ่จะสูง จึงไม่นิยมใช้กับเพลาที่มีระยะห่างมากๆ

การตรวจสอบความตึงของโซ่ จะคิดจากแนวคู่ขนานของเส้นโซ่ที่ทำงานเป็นหลัก โดยใช้เครื่องมือดึงเพื่อหาค่าแรงดึงในเส้นโซ่ออกมาเป็นนิวตัน (N) หรือจะทำการตรวจสอบโดยใช้บรรทัดกด และอ่านค่าระยะของการหย่อนออกมาเป็นมิลลิเมตร

2.4.1.5 ชนิด และการเลือกใช้โซ่

การเลือกใช้งานของโซ่ขึ้นอยู่กับขนาดของกำลังโซ่ที่จะต้องรับแรง (LOAD) และความเร็วรอบของการเคลื่อนที่ของโซ่ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาทำโซ่ และระยะพิตของโซ่เอง โดยแบ่งออกเป็น

(1) **STEEL BOLT CHAIN** เป็นโซ่ที่ทำมาจากเหล็กหล่อเหนียว ถอดแยกชิ้นไม่ได้ นิยมใช้กับงานพวกขนถ่ายวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ งานในเครื่องจักรกลการเกษตร

(2) **EPERATEABLE CHAIN** เป็นโซ่แบบถอดแยกชิ้นส่วนได้ ทำมาจากเหล็กหล่อเหนียว ใช้สำหรับงานเครื่องมือกลการเกษตร และงานพวกขนถ่ายวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

(3) **GALL CHAIN** เป็นโซ่ที่ประกอบกันแล้ว สกัดร้อยโซ่ติดกันหมุนได้รอบตัว โดยร้อยแผ่นโซ่ไว้ ในบางครั้งจะมีแผ่นโซ่หลายๆ แผ่น ร้อยรวมกันอยู่บนแกนสลักเดียวกัน โซ่ประเภทนี้นิยมใช้กับเครื่องยกแบบต่างๆ

(4) **ROLLER CHAIN** เป็นโซ่ที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่นโซ่จะย้ำติดกับสลักร้อยโซ่ และปลายอีกข้างหนึ่งจะติดกับปลอก ปลอกนี้จะประกอบไปด้วยล้อกลม ซึ่งทำด้วยเหล็กชุบแข็งเอาไว้ โซ่ประเภทนี้ใช้กับงานได้ทุกชนิด นิยมใช้กันมาก

โซ่แบบ ROLLER CHAIN แบ่งออก ไปตามลักษณะการประกอบของโซ่ ดังนี้

ก. ประกอบโซ่แบบแถวเดี่ยว เรียกว่า SIMPLEX ROLLER CHAIN

ข. ประกอบโซ่แบบ 2 แถว เรียกว่า DUPLEX ROLLER CHAIN

ค. ประกอบโซ่แบบ 3 แถว เรียกว่า TRIPLEX ROLLER CHAIN

(5) **BUSH CHAIN** เป็นโซ่ที่มีลักษณะการประกอบคล้ายๆ กับ ROLLER CHAIN ทำให้มีน้ำหนักเบา ใช้กับแรงเหวี่ยงได้ดี เหมาะกับเครื่องยนต์ที่มีความเร็วสูง ในขณะเดียวกันก็มีจุดอ่อน คือ มีอัตราการเสียดสีสูง ขณะหมุนทำงาน และอิทธิพลของฝุ่นผงจะมีผลต่อการทำงาน ในการใช้งานจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง จากสาเหตุที่กล่าวมา ในปัจจุบันจึงไม่นิยมใช้งานกัน หันมาใช้ ROLLER CHAIN แทน

(6) ROTARY CHAIN เป็นโซ่ที่แผ่นยึดจะถูกปั๊มดัดงอ ลักษณะเหมือนกับตัว Z ซึ่งให้ผลดีต่อการทำงาน โซ่ชนิดนี้จะช่วยให้การยืดหยุ่นตัวดี ทำให้รับแรงกระแทกได้สูงขึ้น

(7) GEAR CHAIN เป็นโซ่ลักษณะฟันเฟืองคู่ ทำมุม 60 องศา ซึ่งออกแบบมานี้เพื่อป้องกันการตกออกจากฟัน ของจานเฟืองโซ่ นอกจากนี้ ยังมีแผ่นนำซึ่งจะเป็นแผ่นเดียวตรงกลางหรือ 2 แผ่นด้านข้าง 2 ก้านเป็นแผ่นนำ ในการขบกันกันจานเฟือง โซ่ลักษณะนี้เหมาะกับงานที่ใช้ความเร็วสูง มีเสียงเงียบ ยิ่งใช้วิ่งในบริเวณที่มีน้ำมันขังอยู่ สามารถใช้วิ่งด้วยความเร็วได้สูงถึง 30 เมตร/วินาที

(8) SPECIAL CHAIN เป็นโซ่ที่ผลิตขึ้นใช้เฉพาะงาน มีคุณสมบัติแตกต่างจากที่กล่าวมาแล้ว นำไปชุบแข็งกันการสึกหรอ ขณะใช้งานไปจะต้องระวังไม่ให้เกิดการยืดตัวเกิด 3 เปอร์เซ็นต์

2.4.1.6 การใช้งานของโซ่ และจานเฟืองโซ่

ตามปกติโดยทั่วๆ ไป โซ่จะถูกนำมาใช้งานในรูปของการส่งกำลัง ยกน้ำหนัก หรือส่งถ่ายสิ่งของ ซึ่งเป็นงานหลักทั่วๆ ไป ที่ใช้โซ่ แต่ก็ยังนำโซ่ไปใช้งานอื่นๆ ได้อีกมากมาย

การรับแรงดึงของโซ่ จะทำได้สูงกว่าเชือก มีความแข็งแรงมากกว่า แต่ก็มีข้อเสีย ในการใช้งานไปนานๆ โซ่จะยืดตัว ฟันจานโซ่จะสึกหรอ หรือตัวโซ่มีโอกาสขาดได้ง่าย ต้องมีการตรวจสอบการใช้งานอยู่เสมอๆ

ส่วนใหญ่ใช้งานในการส่งกำลัง เป็นช่วงที่ไม่ยาวมากนัก เมื่อเทียบกับสายพาน รอบของการหมุนจะสูง การเสียดสีมีมาก เสียงดัง รวมทั้งเสียงของการสะบัดตัวของเส้นโซ่เอง ถ้าระยะห่างระหว่างเพลามาก หรือจานโซ่บิดตัวมีอยู่ในแนวเดียวกัน

ในการส่งกำลังงานบางประเภทที่ต้องการกำลังขับสูงๆ จะใช้โซ่ส่งกำลังพร้อมๆ กันหลายๆ เส้นได้ในขณะเดียวกัน ขณะส่งกำลังตัวเส้นโซ่จะยืดตัวหย่อน จะต้องมีการปรับให้ตึง การลื่นไถลของเส้นโซ่กับจานโซ่ที่อาจจะเกิดขึ้น แก้โดยใช้ล้อกดเส้นโซ่เช่นเดียวกับสายพาน

การขับเคลื่อนหมุนส่งกำลังของจานโซ่ สามารถจะส่งกำลังให้เพลา 2 เพลาหมุนได้ด้วยความเร็วเท่ากัน มากกว่า หรือน้อยกว่า เพลาขับได้ทั้งนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของจานโซ่ที่เป็นจานขับ

เส้นโซ่เมื่อไม่ใช้งาน จะต้องมีการเก็บรักษาไว้ในที่ปราศจากฝุ่นละออง น้ำมัน และสิ่งที่เป็นกรดด่าง อันจะทำให้เกิดการกัดกร่อนได้ ทำให้การนำไปใช้งานมีปัญหาเกิดขึ้น นอกจากนี้ ยังรวมถึงวิธีการเก็บฟันโซ่ ให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้ง่าย และไม่เกิดการบิดตัวของข้อโซ่ หรือเกิดจากสิ่งอื่นๆ ทับให้บิดงอได้ ผู้ใช้งานจะต้องดูแลระวังการเก็บพับให้ดี ควรมีการชโลมน้ำมันก่อนเก็บ เพื่อป้องกันการเกิดสนิม บางครั้งก็จะเก็บแช่ในอ่างน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.7 จานเฟืองโซ่

รูปร่างของจานเฟืองโซ่ ที่ใช้งานกันทั่วๆ ไป ส่วนใหญ่จะเป็นแบบลักษณะฟันเดี่ยว ใช้โซ่เส้นเดียว แต่ก็มีบางงานที่มีความจำเป็นต้องใช้โซ่ 2 หรือ 3 เส้นขึ้นไปทำงาน และยังมีลักษณะของฟันจานโซ่แบบฟันกว้าง

2.4.2 เพลาส่งกำลัง (POWER TRANSMISSION SHAFT)

เพลา (SHAFT) และแกน (AXIAL)

เพลา หรือแกน จัดเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ใช้ในการส่งกำลัง ในลักษณะของการหมุน หรือรองรับชิ้นส่วนอื่นๆ ที่เกิดการหมุน

2.4.2.1 เพลา (SHAFT) ลักษณะของเพลามีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม รับกำลังขับจากชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ส่งต่อไปยังชิ้นส่วนอื่นๆ ซึ่งแรงรับที่เกิดขึ้นภายในเนื้อของเพลา จะเป็นลักษณะของแรงบิด (TORQUE)

2.4.2.2 แกน (AXIAL) ลักษณะของแกนมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลมเช่นเดียวกับเพลา ส่วนใหญ่จะใช้รับแรงในลักษณะ BENDING MOMENT คือ ด้านหนึ่งของแกนจะถูกจับยึดไว้ หรือจะถูกแรงกดลงทั้งสองข้าง ทำให้เกิดการบิดตัวลง

2.4.2.3 การรับแรงของเพลาขณะทำงาน เพลาที่มีขนาดความยาวมาก และขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก โดยมีจุดรองรับที่ ส่วนหัว และ ส่วนท้าย เมื่อมีแรงกดลงตรงกลางเพลามาก จะทำให้เพลาเกิดการบิดงอ ตกท้องช้างหนีศูนย์ โดยช่วงแนวตกท้องช้าง จะทำมุมกับจุดรองรับที่ส่วนหัว และจุดรองรับที่ส่วนท้าย ค่ามุมจะเท่ากันในกรณีแรงตกลงตรงกลางความยาวของเพลา ถ้าตกไม่ตรงกลางเพลา ค่ามุมบิดงอจะไม่เท่ากันทั้งสองข้าง

ในการเลือกใช้เพลา จะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมระหว่าง ขนาดความโตของเพลา ร่วมกับระยะห่างของจุดรองรบ และแรงที่กดลงบนเพลา ในทำนองเดียวกัน เพลาที่ใช้งานไปนานๆ จะต้องคอยตรวจสอบความเที่ยงตรงของเพลา ให้อยู่ในสภาพดีพร้อมที่จะใช้งานอยู่เสมอ

2.4.2.4 วัสดุที่ใช้ทำเพลา โดยทั่วไปเพลางานจะทำมาจากเหล็กเหนียว (MILD STEEL) นอกจากพวกที่ต้องการรับแรงสูงๆ เป็นกรณีพิเศษ จึงจะทำจากโลหะผสม (ALLOY STEEL) ซึ่งมีส่วนผสมของนิกเกิล-โครเมียม หรือพวกโครเมียม-วาเนเดียม ฯลฯ แต่ก็มีงานบางประเภททำมาจากเหล็กหล่อเหนียว ซึ่งเป็นเพลาขนาดใหญ่ต้องการรับน้ำหนักมากๆ ใช้งานรอบต่ำ

2.4.2.5 รูปร่างลักษณะของเพลา ตามปกติแล้วเพลาต่างๆ ที่นำมาใช้งาน ลักษณะเป็นทรงกระบอกยาวตลอดนั้นมีจำนวนน้อย ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างเป็นขั้นตอนในแต่ละส่วน เพื่อเหตุผลใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจับยึด และการรองรับ ใช้เป็นทางเลื่อนร่วมกับการหมุนขับ เช่น พวกสปลาย (SPLINE) หรือร่องลิ่ม (KEY WAY) หรือเป็นลักษณะของเพลาส่งกำลังกึ่งอัตโนมัติ เช่น พวกเพลาข้อเหวี่ยง หรือเพื่อลดขนาด และน้ำหนัก เพื่อให้เกิดความสะดวก สวยงาม ง่ายต่อการประกอบและถอดออก

การแบ่งประเภทของเพลา จะแบ่งไปตามลักษณะการใช้งาน เช่น

(ก) เพลาส่งกำลัง (PLAIN TRANSMISSION SHAFT) ใช้กับแรงเบาๆ

(ข) เพลาเป็นขั้น (STEPPED SHAFT) เป็นเพลาขึ้นรูปบ่าเป็นขั้นๆ ใช้กับงานเบา

(ค) เพลาใช้ในงานเครื่องจักรกล (MACHINE TOOL PINDLE) ใช้งานในเครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เพลาเครื่องกลึง

(ง) เพลาที่ใช้งานเกี่ยวกับความร้อน (STEAM TURBINE SHAFT) ใช้กับพวกงานหม้อต้มต่างๆ

(จ) เพลาส่งกำลังแบบข้อเหวี่ยง (CRANK SHAFT) ใช้ส่งกำลังในรถยนต์

(ฉ) เพลาหมุนส่งกำลัง (ROTATING RAILWAY CAR AXLE) ใช้ส่งกำลังที่เพลาล้อรถยนต์ เพลาล้อรถไฟ ฯลฯ

(ช) เพลางานหนัก (NONROTATING TRUCD AXLE) เป็นเพลาขนาดโต ใช้งานกับความเร็วรอบต่ำ

2.4.2.6 ลักษณะของบ่าเพลา (JOURNAL) และการรับแรง ลักษณะของบ่าเพลา หมายถึงส่วนของเพลาที่ถูกรองรับด้วยแบริ่ง (BEARING) หรือปลอก (BUSH) ขึ้นอยู่กับขนาดของแรง และทิศทางที่แรงกระทำ เพลาจะต้องรับแรงไว้ และส่งกำลังต่อไปยังชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องจักรกล การจับยึดเพลาจะมีพิกัดความเผื่อ (CLEARANCE) ให้มีการปรับตัวได้ในระยะช่วงหนึ่ง หรือปรับไม่ได้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบใช้งาน

2.4.2.7 การยึดบ่าเพลา ในการออกแบบเลือกใช้เพลา สิ่งที่จะต้องคำนึงถึง คือ การวางตำแหน่งของเพลาบนจุดรองรับ ด้วยวิธีการต่างๆ ของการใช้งาน โดยเพลานั้น จะรับแรงในลักษณะของการนิ่งอยู่กับที่ หรือรับแรงในลักษณะของการเคลื่อนที่ ซึ่งแรงนั้นจะมีอิทธิพลต่อขนาดของเพลา และการจับยึด หรือการประคองเพลา ให้อยู่ในตำแหน่งต่างๆ ของการทำงาน

(ก) เป็นการจับยึดเพลาในลักษณะของการประคอง

(ข) เป็นการจับยึดเพลาในลักษณะของการประคองร่วมกับบ่าขัน

(ค) เป็นการจับยึดเพลาโดยการใช้เกลียว (ROUND NUT) ยึดอยู่กับที่

(ง) เป็นสลักเรียว (TAPER PIN) ร้อยยึดเพลาอยู่กับที่

(จ) ใช้แคล้มยึด (CLAMP JOINT) ร่วมกับสกรูยึดเพลาแน่นอยู่กับที่

(ฉ) ใช้สกรูหัวฝัง (SET SCREW) ยึดผ่านโครงเครื่องให้เพลาอยู่กับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ช) ใช้พวกแหวนล็อก (SNAP LOCATING RING) ซึ่งเป็นสปริงล็อกเพลา 2 ด้านให้อยู่กับที่

2.4.3 ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนเครื่องจักรกล (POWER TRANSMISSION SYSTEMS)

ระบบส่งกำลังที่ใช้งานมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งคำนึงถึงความสะดวกในการทำงานเป็นหลัก และออกแบบมาให้เหมาะสมกับสภาพเครื่องจักรกลนั้นๆ นอกจากจะส่งถ่ายกำลังแล้ว ยังมีการเปลี่ยนกำลังขับได้หลายขั้นตอน ขณะที่เครื่องหยุดนิ่ง หรือทำงานอยู่ เช่น การเปลี่ยนขั้นความเร็วของเครื่องกลึง เครื่องเจาะ ฯลฯ จะต้องหยุดเครื่องก่อนทำการเปลี่ยน เพื่อป้องกันการแตกหักของฟันเฟือง และเพลาจะเกิดการบิดตัว เมื่อเฟืองงัดกัน ในขณะเดียวกัน ก็ยังมีการเปลี่ยนขั้นความเร็วโดยไม่หยุดเครื่อง โดยอาศัยคลัตซ์ เช่น ระบบขับเคลื่อนของรถยนต์ เป็นต้น

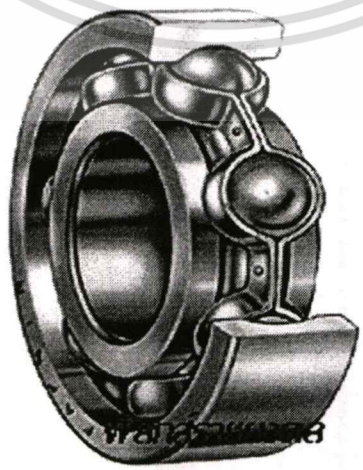
นอกจากนั้น ยังมีการเปลี่ยนทิศทางการส่งถ่ายกำลังด้วยวิธีการต่างๆ เช่น JOINT , COUPLING คลัตซ์ ในแนวตรง หรือเอียงทำมุมต่างๆ แล้วแต่ลักษณะของการใช้งาน

เมื่อมีการส่งถ่ายกำลัง ขณะทำการหมุนจะต้องมีระบบเบรกเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อทำให้เกิดการหยุดหมุน ซึ่งออกแบบมาให้เลือกใช้ตามลักษณะของการทำงาน โดยอาศัยกลไกชิ้นส่วนเครื่องจักรกล หรือระบบลม ระบบน้ำมัน เข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดการหยุดเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนนั้นๆ

ในส่วนนี้ จะกล่าวถึงระบบส่งกำลังโดยอาศัย JOINT, COUPLING, คลัตซ์ รวมถึง ระบบเบรก เพื่อจะเปลี่ยนแปลงขั้นความเร็วของระบบส่งกำลังนั้นๆ หรือหยุดส่งกำลังภายหลังการเลิกใช้งาน เพื่อเปลี่ยนจับยึดชิ้นงานใหม่ ฯลฯ

2.4.4 แบริ่ง (BEARINGS)

แบริ่ง (BEARINGS) เป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ช่วยให้การทำงานของเพลา และรูดว้าน มีความคล่องตัว ลดการเสียดทานได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2.10 ภาพตัดของบอลแบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างรูดว้าน และเพลา ตลอดจนการสึกหรอของผิวสัมผัสจะลดลง เสียงดังจะไม่มีเกิดขึ้น การรับแรงจะรับได้หลายทิศทาง ทั้งแนวนอน แนวดิ่ง แนวเอียงมุม ดังนั้น การจะพิจารณาเลือกใช้แบริ่งชนิดใด จะต้องศึกษาถึงคุณสมบัติการทำงาน และรูปร่างของมันเสียก่อน เพื่อจะได้ตัดสินใจให้ได้ถูกต้อง และเหมาะสมกับชนิดของเพลา และลักษณะของงานตลอดจนการควบคุมตรวจสอบ การใช้งานของแบริ่งว่าอยู่ในสภาพดี พร้อมหรือเปล่า สมควรจะเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือไม่ หรือตรวจสอบสภาพของอายุการใช้งานเพื่อจะได้ทำการเปลี่ยนใหม่



รูปที่ 2.11 ภาพตัดของโรลเรอร์แบริ่ง

ลูกปืนที่ใช้อยู่ในแบริ่งทั่วๆ ไป จะแบ่งกลุ่มใหญ่ออกมาได้ 5 กลุ่ม คือ

(1) แบริ่งลูกปืนกลม (BALL BEARING)

(2) แบริ่งลูกปืนทรงกระบอก (ROLLER BEARING)

(3) แบริ่งลูกปืนทรงถัง (TONNE BEARING)

(4) แบริ่งลูกปืนทรงเรียว (TAPER BEARING)

(5) แบริ่งลูกปืนขึ้นรูปทรงอื่นๆ



รูปที่ 2.12 ภาพตัดของเทเปอร์แบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.1 แบริ่งปลอก (SLIDING BEARING) การหมุนของเพลาจะเกิดแรงกระทำกับเพลา แบ่งแรงกระทำนี้ออกได้เป็นแรงในแนวดิ่ง แรงในแนวนอน แรงในแนวเอียง และแรงหมุนบิด ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียดทานขึ้นตรงบริเวณบ่าเพลา (JOURNAL) บริเวณนี้เป็นจุดที่ต้องการให้เพลาหมุนได้อย่างอิสระ และมีแรงเสียดทานน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการใช้โลหะต่างชนิดกัน กับตัวเพลามารองรับ โลหะดังกล่าวนี้ จะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวของมันเอง โดยเฉพาะความลื่นตัวสูง เช่น พวกทองเหลือง ทองแดง บรอนซ์ เป็นต้น โลหะดังกล่าวนี้จะอยู่ในรูปของปลอก (BUSH) แต่จะต่างกับปลอกทั่วๆ ไป ปลอกนี้จะรองรับการหมุนที่มีความเร็วรอบสูงได้ เรียกว่า "แบริ่งปลอก" ตัวแบริ่งปลอกนี้ จะรองรับเพลาในช่วงของบ่าเพลา (JOURNAL) ขณะที่เพลาหมุน จะเกิดแรงเสียดทาง การลดแรงเสียงทานนี้ นอกจากจะเลือกใช้ตามคุณสมบัติของวัสดุงานแล้ว ยังใช้น้ำมันช่วยหล่อลื่นอีกด้วย ทำให้ได้ประโยชน์ทางด้านช่วยระบายความร้อนให้ลดลง

2.4.4.2 วัสดุที่ใช้ทำแบริ่งปลอก จะต้องมีคุณสมบัติในด้านความแข็งแรงที่จะทนรับแรง (น้ำหนัก) และความดันที่เกิดขึ้นได้ มีความอ่อนตัวยอมให้สิ่งที่แข็งกว่าฝังตัวเองเข้าไปในเนื้อวัสดุได้ จึงนิยมใช้พวกทองแดง อะลูมิเนียม ทองเหลือง ฯลฯ ทำแบริ่งปลอก เพราะไม่ต้องการให้เศษที่แข็งกว่าเข้าไปทำอันตรายให้กับผิวของบ่าเพลา (JOURNAL) เมื่อเศษสิ่งต่างๆ ปนรวมกับน้ำมันเป็นตัวนำความร้อนที่ดี ขยายตัวได้ดีเมื่อได้รับความร้อน เนื่องจากขณะใช้งานจะมีแรงเสียดสีระหว่างตัวเกรนของน้ำมัน และผิวงาน ผิวของแบริ่งปลอกนี้จะต้องให้น้ำมันเกาะผิวได้ดี ในขณะเดียวกันจะต้องเกาะติดกับโครงได้ดีเช่นเดียวกัน

จากคุณสมบัติที่กล่าวมานี้ ในทางปฏิบัติจะหาวัสดุที่มีคุณสมบัติครบถ้วนนั้นไม่มี ผู้ออกแบบจะต้องเลือกวัสดุงานที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงที่สุดมาใช้งาน

2.4.4.3 ชนิดของความเสียดทาน ความเสียดทานโดยทั่วๆ ไป จะแบ่งประเภทไปตามลักษณะของการทำงานจริง ซึ่งต้องการให้มีคุณสมบัติทางด้านแรงเสียดทานต่างกันออกไป ดังนี้

(ก) DRY FRICTION เป็นลักษณะของงานที่เกิดการสัมผัสกันโดยตรง ไม่มีตัวอื่นใดมาเป็นตัวกลางของการสัมผัสนี้ ลักษณะของงานเช่นนี้จะมีความเสียดทานสูงมาก ใช้ได้กับงานบางประเภทเท่านั้น โดยเฉพาะงานที่มีความเร็วรอบต่ำมากๆ หรือนิ่งอยู่กับที่เพื่อให้เกิดแรงเสียดทานน้อย ความร้อนต่ำ

(ข) BOUNDARY FRICTION เป็นการทำงานที่มีตัวกลางมาอยู่ร่วม ตัวกลางที่กล่าวนี้คือ น้ำมัน น้ำมันจะเกาะอยู่ตามบริเวณผิวหน้าของชิ้นงานทั้งสองข้าง ระหว่างผิวของตัว JOURNAL และผิวของแบริ่งปลอก (SLIDING BEARING) แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำมัน และชิ้นงานนั้นจะน้อยกว่าความเสียดทางระหว่างผิวงานทั้งสองเสียวสีกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค) FLUID FRICTION เป็นการทำงานที่มีตัวกลางมาร่วมอยู่ โดยตัวกลางที่เป็นน้ำมันนี้ จะมีจำนวนมากกว่าแบบ BOUNDARY FRICTION คือนอกจากน้ำมันจะเกาะผิวงานทั้งสองด้าน คือ ผิวของ JOURNAL กับผิวของแบริ่งปลอก (SLIDING BEARING) แล้ว ยังมีน้ำมันอีกจำนวนหนึ่งอยู่ตรงกลางระหว่างน้ำมันที่เกาะผิวทั้งสองข้าง ทำให้ความเสียดทานที่เกิดขึ้นกับผิวงานทั้งสองมีน้อยมาก เพราะโอกาสที่ผิวงานจะสัมผัสกันมีน้อย ประกอบกับแรงดึงดูดที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากโมเลกุลของน้ำมันซึ่งเป็นชนิดเดียวกันนั่นเอง

กระบวนการหล่อลื่นด้วยของไหลนั้น เพื่อป้องกันการสัมผัสกันระหว่างผิวทั้งสองชิ้น โดยการใช้น้ำมันซึ่งมีคุสมบัติทางด้านการหล่อลื่นความหนืด ไม่ทำปฏิกิริยากับผิวงาน (โดยการเป็นกรด เป็นด่าง) เช่น ทำให้เกิดสนิม เกิดการกัดกร่อน ฯลฯ ดังนั้น การเลือกใช้เกรดของน้ำมัน จะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติ และการทำงานของเครื่องจักรด้วย

ในตัวของน้ำมันเอง นอกจากจะลดการเสียดสีแล้ว ยังช่วยให้การสึกหรอของชิ้นงานลดลง ส่วนค่าของความเสียดทานของน้ำมันจะขึ้นอยู่กับความหนืดของน้ำมันเอง และยังช่วยให้เกาะผิวโลหะได้ดี

2.4.4.4 โครงของแบริ่งปลอก ตามปกติทั่วๆ ไป โครงส่วนใหญ่จะทำมาจากเหล็กหล่อขึ้นรูป แต่ก็มีอีกหลายวิธีที่ทำจากกรรมวิธีอื่นๆ เช่น การเชื่อม การตัดเฉือน (MACHINE), ขึ้นรูป, การตีปั๊มอัดขึ้นรูป ฯลฯ

วัสดุแบริ่งที่ทำส่วนใหญ่จะทำอยู่รูปของปลอก (BUSH) สวมเข้าคับโครงอีกทีหนึ่ง การสวมนี้จะแบ่งออกเป็นการสวมอัด สวมคลอน สวมพอดี ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานนั้นๆ นอกจากนั้น ยังใช้พวกสกรู ลิ่ม เข้ามาช่วยในการจับยึดอีกด้วย เพราะงานส่วนใหญ่ ตัวแบริ่งปลอกนี้จะถูกยึดอยู่กับที่มากกว่าเคลื่อนที่หมุน ซึ่งจะมีงานบางประเภทเท่านั้นที่แบริ่งปลอกหมุนเคลื่อนที่

ตัวโครงสร้างของแบริ่งนี้ ภาษาที่ใช้กันในวงการช่างเทคนิคทั่วๆ ไปจะเรียกว่า ตุ๊ก-ตา ลักษณะของโครงสร้างอาจจะเป็นชิ้นเดียว หรือมากกว่าสองชิ้นขึ้นไปก็ได้ โดยคำนึงถึงการใช้งาน การออกแบบการประกอบ ให้สะดวก และง่าย มีประสิทธิภาพ ในการทำงานสูงเป็นหลัก

2.4.4.5 ปลอก (BUSH) งานหมุนของเพลาบางประเภทจะต้องอาศัยปลอก (BUSH) เข้ามาช่วยในการทำงานเพื่อให้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น การผลิตง่าย, สามารถเลือกวัสดุให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการได้, ถอดเปลี่ยนสำหรับการซ่อม หรือเปลี่ยนแปลงขนาด, ดัดแปลงการใช้งาน ทำได้ง่ายกว่าตัวของเพลาเอง

ปลอก (BUSH) เป็นตัวรองรับเพลา เพื่อให้เกิดการหมุนของเพลาเฉพาะจุดรองรับเท่านั้น ดังนั้น การเสียดสี การรับน้ำหนัก และความคล่องตัวในการทำงาน จะเกิดขึ้นเฉพาะจุดนี้เท่านั้น เมื่อใช้งานไปนานๆ จะเกิดการสึกหรออันเนื่องมาจากการเสียดสี สามารถที่จะเปลี่ยนปลอกเพลานี้ขึ้นมาใหม่ได้ โดยที่เพลายังอยู่ในสภาพเดิม จะช่วยให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายลง นอกจากนั้น ยังสามารถเลือกใช้วัสดุที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้คุณสมบัติที่ดีต่อการใช้งานในลักษณะนี้ได้ดี และการผลิตจะทำได้ง่าย เนื่องจากมีขนาดเล็ก สั้น ตลอดจนการเจียระไนผิวเรียบจะทำได้ง่ายทั้งผิวภายนอก และภายใน

ลักษณะ และรูปร่างของปลอก (BUSH) จะมีความแตกต่างกันออกไปเฉพาะจุด ของการใช้งาน เช่น ความละเอียดของผิว ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่จะนำไปใช้ การทำผิวภายนอกเอียง เพื่อเกิดความสะดวกในการสวมใส่ เมื่อประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่นๆ โดยมากจะเอียงประมาณ 5 องศา ผายปากรูดภายใน จะเป็นด้านเดียว หรือสองด้าน ในขณะเดียวกัน จะเป็นการลบคมภายนอกไปด้วย ส่วนมากจะเอียงมุมประมาณ 45 องศา หรือขนาดความโตของปลอก ไม่ว่าจะเป็นความโตนอก หรือความโตรูใน จะเป็นตัวกำหนดความหนาของปลอก ทั้งหมดนี้จะขึ้นอยู่กับงานที่นำไปใช้ เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ทนทาน ใช้ได้สะดวก ช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูง และปลอดภัย

ที่กล่าวมานี้เป็นคุณสมบัติของปลอกที่นำมาใช้งานเท่านั้น ส่วนวัสดุที่ใช้ทำส่วนมากจะใช้พวกที่มีความลื่นตัวของเนื้อวัสดุสูง และอ่อน เช่น พวกทองเหลือง ทองแดง บรอนซ์ ตะกั่ว ฯลฯ นอกจากการใช้งานที่กล่าวมาแล้ว ปลอกยังใช้งานกับประเภทอื่นๆ อีก เช่น เป็นตัวนำทางเครื่องมือตัดในงานอุปกรณ์นำเจาะ และจับงาน ใช้ในงานสวมต่างๆ ที่ไม่มีการเคลื่อนที่เลยก็ได้

ลักษณะการใช้งานของปลอก ส่วนใหญ่จะใช้สวมอัดเข้าไปกับตัวโครง ซึ่งจะใช้ร่วมกับโครงในลักษณะของโครงหล่อ หรือโครงเชื่อม บางประเภทจะเป็นลักษณะของปลอกแบบชิ้นเดียว บางประเภทจะเป็นปลอกแบบสองชิ้น ส่วนการใช้งานของปลอกแบบสองชิ้น ปลอกชิ้นหนึ่งจะติดกับโครง และอีกชิ้นหนึ่งจะอัดติดกับเพลา ปลอกที่ติดอยู่กับโครงจะนิ่งอยู่กับที่ ไม่หมุนตามเพลา ส่วนปลอกที่อัดอยู่กับตัวเพลานั้นจะเป็นการทำงานได้สองลักษณะ แบบหมุนไปพร้อมกับตัวเพลา หรืออัดแน่นอยู่กับปลอกที่ติดอยู่กับโครงเครื่องก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบใช้งานของผู้ออกแบบ

2.4.5 เฟือง (GEARS)

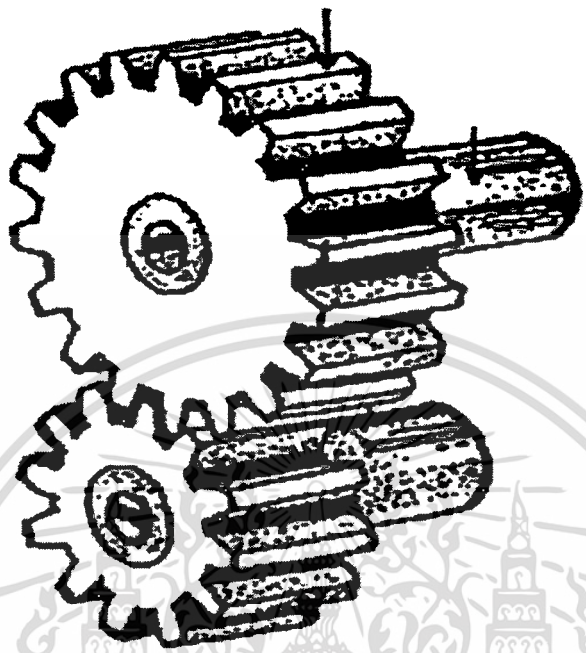
เฟืองที่นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่ 4 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ เฟืองฟันตรง เฟืองฟันเอียง เฟืองหนอน (WORM GEAR AND WORM THREAD) และเฟืองดอกจอก (BEVEL GEAR) เฟืองแต่ละประเภท ถูกนำไปใช้ในการส่งถ่ายกำลังในรูปแบบต่างๆ กัน

2.4.5.1 เฟืองฟันตรง (SPUR GEAR)

ในการส่งกำลังของเฟืองฟันตรงนี้ สิ่งที่น่าสังเกต ก็คือ เพลาของชุดเฟืองที่ขบกันจุดต้องขนานกัน และอยู่ในแนวศูนย์เดียวกัน ไม่ว่าเฟืองนั้นจะมีขนาดเล็ก หรือขนาดใหญ่ก็ตาม ลักษณะของฟันเฟืองจะถูกขึ้นรูปเป็นระบบ DP (DIAMETAL PITCH) หรือระบบ M (มอดูล – MODULE) ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันนี้ เฟืองที่จะขบกันได้จะต้องเป็นระบบเดียวกัน คือ DP หรือมอดูลเท่านั้น เนื่องจากการคำนวณหาค่ามอดูล $m = do/z$ ส่วนการคำนวณหาค่า DP $DP = do/z$ เป็นส่วนกลับของค่าจำนวนฟันเฟือง และวงกลมพิตที่ใช้คำนวณ ทิศทางของการหมุนส่งกำลังจะกระทำได้ทั้งสองทาง คือ ตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งจะใช้เฟือง 2 ตัว และ 3 ตัว ช่วยในการหมุน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งกำลังของเฟืองฟันตรงนั้น สามารถทำงานได้หลายรูปแบบ แบบส่งกำลังโดยขบกันภายนอก แบบขบกันภายใน และใช้ขบร่วมกันกับเฟืองสะพาน



รูปที่ 2.13 ลักษณะของเฟืองฟันตรง

การขึ้นรูปฟันเฟืองสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน โดยทั่วๆ ไปจะนิยมกัดด้วยมีดกัดเฟืองแบบ MILLING CUTTER และในงานผลิตจำนวนมากหรือขนาดใหญ่จะใช้มีดกัด HOB ซึ่งมีข้อดีที่กัดครั้งเดียวได้ความลึก และใช้งานได้เลย โดยที่ชิ้นงานจะหมุนไปพร้อมๆ กับมีดกัด HOB ด้วย และกัดพร้อมกันหลายๆ ฟัน จะมีข้อเสียตรงที่มีคกัดแตกบิ่นได้ง่าย ทำให้ใช้งานไม่สะดวก เป็นรอย หรือตั้งกัดผิดชิ้นงานจะเสียทันที การกัดนี้คล้ายๆ กับการกัดด้วย GEAR SHAPING CUTTER ส่วนมีดกัดอื่นๆ จะทำการกัดทีละฟัน

การออกแบบเฟืองใช้งานนั้นทำได้หลายรูปแบบ ตามความเหมาะสมของการทำงานเฉพาะอย่าง ซึ่งผู้ออกแบบเครื่องจักรกลจะเป็นผู้พิจารณา โดยที่การทำงานยังใช้หลักการเดิมของเฟืองฟันตรง

ล้อเฟืองขนาดใหญ่ ในการใช้งานจะต้องลดน้ำหนักลงด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ทำให้กลวงยึดเฉพาะขอบริม ร่วมกับดุม ซึ่งจะใช้สวมเข้ากับเพลา ใช้สกรูยึด ระหว่างดุมกับขอบล้อฟันเฟืองโดยอาศัยครีบแขนของดุม และใช้วิธีการเชื่อมยึดระหว่างขอบล้อกับดุม

ในกรณีที่ล้อเฟืองมีขนาดเล็กลงมา แต่ก็ยังมีน้ำหนักมาก วิธีการหนึ่งที่ใช้ในการผลิต จะใช้การหล่อขึ้นรูป และเว้นที่ว่างไว้เพื่อให้มีน้ำหนักเบา แต่ยังคงความแข็งแรง และใช้งานได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครีบที่ทำหน้าที่ยึดระหว่างดุมเพลากับล้อเฟือง มีการออกแบบรูปร่างออกมาเป็นแบบต่างๆ ให้เกิดความแข็งแรงสะดวกต่อการทำงาน สวยงาม ทำได้ง่าย สะดวกต่อการผลิต ที่นิยมใช้กันมากๆ จะเป็นรูปตัวที รูปกากบาท และรูปตัวเอช

การถอด – ประกอบ เฟืองเข้าออกกับเพลา จะต้องทำด้วยความระมัดระวัง ซึ่งจะมีผลต่อการส่งถ่ายกำลัง โดยเฉพาะที่ใช้ความเร็วรอบสูงๆ จะเป็นสาเหตุที่ให้ฟันเฟืองเกิดการสึกหรอสูงได้ เสียงดังในกรณีจานเฟืองบิดตัว แตกร้าวเมื่อเกิดการบิดตัว โดยเฉพาะเฟืองที่ทำมาจากเหล็กหล่อ จะแตกร้าวได้ง่าย ถ้าเป็นเฟืองขนาดเล็กให้ใช้พวก PULLER หรือ ARBOR PRESS ช่วยในการถอด จะทำให้คุณภาพของงานดี โอกาสชำรุดน้อยมาก การใช้ค้อนเคาะ ควรจะเป็นค้อนพวกหัวอ่อน เช่น ค้อนพลาสติก ค้อนไม้ ค้อนยาง ค้อนอะลูมิเนียม ค้อนตะกั่ว เป็นต้น อย่าใช้ค้อนเหล็กเป็นอันขาด

2.4.5.2 เฟืองฟันเฉียง (HELICAL GEAR)

การส่งถ่ายกำลังคล้ายกับเฟืองฟันตรง แต่ทำงานได้กว้างกว่า เสียงเงียบ เกิดการสึกหรอน้อย เพราะขบพร้อมๆ กัน หลายๆ ฟัน เพลาเอียงทำทำมุมต่างๆ กันได้ตามความต้องการใช้งาน ไม่ว่าจะเอียงไปซ้ายหรือขวา

ข้อดีของชุดเฟืองเฉียง จะทำงานในลักษณะเพลาขนาน เอียงทำมุม และทำมุมฉากกันได้ต่างจากชุดเฟืองฟันตรง แต่ลักษณะการขนานของเพลาจะเหมือนกัน แนวเฟืองจะตั้งฉากกับเพลาทุกครั้งที่ทำการประกอบเข้ากับเพลาเหมือนกับเฟืองฟันตรง ขณะขบกันส่งกำลังจะมีเสียงเงียบกว่าเฟืองฟันตรง เพราะขบพร้อมๆ กับหลายๆ ฟัน โอกาสการสึกหรอของฟันมีน้อยกว่า

ในกรณีส่งกำลังสูงๆ จะจับเฟืองฟันเฉียงมาประกอบร่วมกันเป็นเฟืองก้างปลา ให้ความแข็งแรงในการส่งกำลังได้สูงรับแรงได้ดี

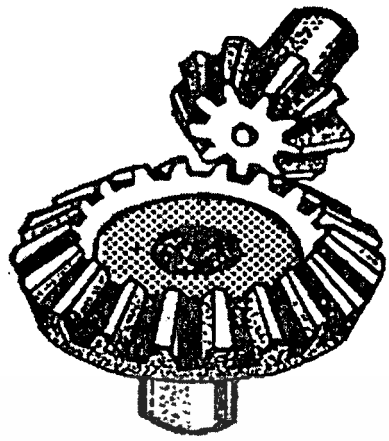
2.4.5.3 เฟืองดอกจอก (BEVEL GEAR)

เป็นเฟืองที่ได้รับการพัฒนามาจากเฟืองฟันตรง และเฟืองฟันเฉียง มีลักษณะเป็นรูปกรวย ใช้ส่งถ่ายกำลังได้ในแนวดิ่ง และแนวนอน มีทั้งแบบฟันตรง และฟันเฉียง การใช้เฟืองดอกจอกส่งกำลังให้ผลดี คือ ใช้ส่งกำลังในที่แคบๆ ได้ดี เมื่อเทียบกับเฟืองชนิดอื่นๆ มุมที่ใช้ในการขบกันจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ มุม 90 องศา, มุมน้อยกว่า 90 องศา, มุมมากกว่า 90 องศา ใช้ในงานบางประเภท

การส่งถ่ายกำลังจะทำได้สูง เพราะขนาดของเฟืองเล็กตัวหนึ่ง ขบกับเฟืองขนาดโต ใช้ในกระปุกเกียรถยนต์ เปลี่ยนทิศทางส่งกำลัง จากแนวนอนมาเป็นแนวดิ่ง และเอียงทำมุมต่างๆ กัน ในเครื่องจักรกลต่างๆ นิยมใช้เฟืองดอกจอกในการเปลี่ยนทิศทางการทำงานที่รับกำลังขับมาจากมอเตอร์

ลักษณะของฟันเฟืองดอกจอก นอกจากจะเป็นฟันตรงแล้ว ยังมีฟันโค้งเอียงอีกด้วย ช่วยให้การทำงานมีเสียงดังน้อยไม่กินเนื้อที่มากของห้องเกียร์ (GEAR BOX) ซึ่งต้องการบริเวณแคบๆ ส่วนใหญ่เฟืองจะเป็นขนาดเล็กที่ใช้งานทั่วๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



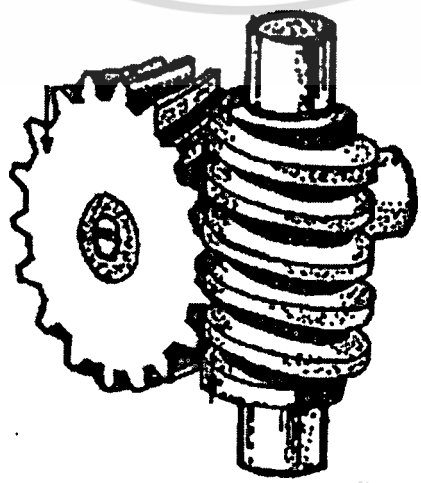
รูปที่ 2.14 ลักษณะของเฟืองดอกจอก

2.4.5.4 ชุดเฟืองหนอน (WORM GEAR AND WORM THREAD)

เป็นการส่งกำลังที่ได้เปรียบกว่าชุดเฟืองแบบอื่นๆ ตรงที่เกลียวหนอนมีขนาดโต เล็ก และยาวตามความต้องการของการใช้งานได้ เช่น เกลียวของเครื่องกลึง (LEAD SCREW) ขนาดความโตของล้อเฟืองหนอน (WORM GEAR) จะมีขนาดเล็กใหญ่ได้ตามความต้องการของการใช้งาน ขณะขบกันแนวแกนของเพลาจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน บางครั้งของการใช้งานมีการกลึงเกลียวหนอน (WORM THREAD) ขึ้นรูปแปลกออกไป และเรียกชื่อเฉพาะ เช่น GLOBOIDEAL WORM GEAR

ขณะขบส่งกำลังของชุดเฟืองหนอน แนวแกนของเพลาจะต้องขนานกัน และทำมุม 90 องศาซึ่งกันและกัน ทิศทางหมุนจะหมุนทั้งไป และกลับได้ ของแต่ละเฟือง แรงที่เกิดขึ้นจากการหมุนขบกันของชุด

สำหรับล้อเฟืองหนอน (WORM GEAR) ถ้าเป็นขนาดใหญ่จะมีครีบเชื่อม ยึดระหว่างดุมล้อที่สวมกับเพลา และขอบล้อเฟืองช่วงที่เป็นฟัน และช่วงฟันจะเป็นร่องโค้ง ตามโค้งของเกลียวหนอน (WORM THREAD) ที่นำมาขบกัน



รูปที่ 2.15 ลักษณะของเฟืองหนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5.5 การทำงานของชุดเฟืองขับแบบต่างๆ (GEAR DRIVER)

ความเร็วรอบของชุดเฟืองที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังนั้น มีสิ่งที่เกี่ยวข้องด้วย คือ ค่าความเร็วตัดของวัสดุมีดตัด และขนาดความโตของวัสดุงานที่นำมาตัด ค่าทั้งสองจะสัมพันธ์กัน จึงจะอ่านค่าความเร็วรอบได้จากตารางของเครื่องที่ให้มา โดยทราบเพียงค่าความโตของวัสดุงาน แล้วนำไปคำนวณกับค่าความเร็วรอบออกมา

การใช้งานของเฟืองชุดหนึ่งๆ ที่คิดหาค่าความเร็วรอบนี้ อย่างน้อยจะต้องมีชุดเฟือง 2 ชุดอยู่บนเพลา 2 อัน มีการขบกันของเฟืองแต่ละชุด จะได้ค่าความเร็วออกมาค่าหนึ่งๆ ซึ่งการอ่านค่าเหล่านี้ มีวิธีการเขียนเป็นไดอะแกรมมาออกได้หลายรูปแบบ ซึ่งผู้ออกแบบเครื่องจะคำนวณ และทำเป็นแผ่นติดไว้บนเครื่องให้เลือกใช้ ในขณะเดียวกัน มีการเขียนสัญลักษณ์การส่งถ่ายกำลังมาจากมอเตอร์ไปยังเพลางาน จะมีวิธีการเขียนได้หลายแบบด้วยกัน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงจำนวนเพลาที่ใช้จำนวนเฟืองที่ขบกัน จำนวนความเร็วรอบกี่ขั้น ตลอดจนทิศทางการปรับคันบังคับของชุดเฟืองอีกด้วย

2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (นภัทร วัจนเทพินทร์. 2543)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motors) เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากมีข้อดีคือ มีความเร็วรอบคงที่ และตัวหมุน (Rotor) ส่วนมากเป็นชนิดกรงกระรอก (Squirrel Cage) ไม่มีขดลวดพันอยู่ จึงไม่มีอันตรายจากประกายไฟฟ้าที่แปรงถ่าน และคอมมิวเตเตอร์ เหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง นำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในโรงงานที่มีแก๊ส หรือน้ำมันที่ไวไฟ ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไม่สามารถนำไปใช้ได้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส คือ มอเตอร์ที่ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ หรือขนาดแรงดันที่ต่ำกว่านี้ตามพิกัดของมอเตอร์ แบ่งออกได้ 5 แบบ คือ

1. สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split – phase Motor)
2. คาพาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion Motor)
4. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal or Series Motor)
5. เชดเคดโพลมอเตอร์ (Shaded – pole Motor)

2.5.1 สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split – phase Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟสลับขนาดเล็ก มีกำลังไม่เกิน 1 แรงม้า (hp) นำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น ปั๊มน้ำ พัดลม ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของสปลิทเฟสมอเตอร์

1. ตัวหมุน หรือโรเตอร์ (Rotor)
2. ตัวอยู่กับที่ หรือสเตเตอร์ (Stator)
3. ฝาปิดหัวท้ายมอเตอร์ (End Plate)
4. สวิตซ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Switch)

2.5.1.1 โรเตอร์ หรือตัวหมุน มีเพลาเหล็กอยู่ในแกนกลาง และมีเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกันเป็นตัวโรเตอร์ โดยมีเพลาร้อยทะลุกลางเหล็กแผ่นบางเหล่านี้ ผิวของโรเตอร์จะมีร่องตามแนวยาว ในร่องนี้จะมีทองแดง หรืออลูมิเนียมเส้นโตๆ ฝังอยู่โดยรอบ และหัวท้าย ของทองแดง หรืออะลูมิเนียมเส้นนี้ มีวงแหวนปิดรอบๆ คล้ายรูปกรงกระรอกจึงเรียกว่า โรเตอร์ชนิดกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor)

2.5.1.2 สเตเตอร์ ทำด้วยเหล็กวงกลมแผ่นบางๆ อัดซ้อนกัน (Laminated Iron Core) มีร่องสำหรับพันขดลวดเรียกว่า สล๊อตต (Slots) ขดลวดที่พันมี 2 ชุด ชุดที่ 1 เรียกว่าขดรัน (Running Winding) เป็นลวดเส้นใหญ่พันจำนวนรอบมาก และชุดที่ 2 คือ ขดสตาร์ท (Starting Winding) เป็นลวดเส้นเล็กกว่าพันรอบน้อยกว่าขดรัน ขดลวดทั้งสองนี้จะต่อขนานกัน เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

2.5.1.3 ฝาครอบ ทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียวมีสองฝาสำหรับปิดหัว และปิดท้ายมอเตอร์ ภายในฝาปิดท้ายมอเตอร์นี้จะมีสวิตซ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางติดตั้งอยู่

2.5.1.4 สวิตซ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง มีส่วนประกอบสองชิ้น คือ ส่วนที่ติดกับขอลวดมีลักษณะโค้งงอ และมีหน้าสัมผัส (Contact) ที่จะทำหน้าที่ติดต่อขดสตาร์ตออกจากวงจรขณะที่มอเตอร์หมุนไปที่ความเร็วประมาณ 75% ของความเร็วตามพิกัดของมอเตอร์ สวิตซ์นี้จะทำงานด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางดังกล่าว อีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนที่ติดอยู่กับฝาปิดท้ายของมอเตอร์

การทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์ จากวงจรการต่อขดลวดสเตเตอร์ คือ ขดรัน และขดสตาร์ทจะต่อขนานกัน และต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าสลับ (E) โดยมีสวิตซ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางต่ออนุกรมกับขดสตาร์ท เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน สวิตซ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะต่อขดลวดสตาร์ทอยู่ และเมื่อมอเตอร์หมุนไปแล้วจนความเร็วของมันสูงกว่า 75% ของความเร็วตามพิกัดของมอเตอร์ สวิตซ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะทำงาน เปิดวงจรออกตัดขดสตาร์ตออกจากไฟฟ้ามอเตอร์จะหมุนโดยใช้สนามแม่เหล็กจากขดรันเพียงขดเดียวเท่านั้น

การกลับทางหมุนสปลิทเฟสมอเตอร์ ทำได้ 2 วิธี คือ การกลับขั้วการต่อขดสตาร์ท หรือกลับขั้วการต่อของขดรันก็ได้ จะทำให้สปลิทเฟสมอเตอร์กลับทางหมุนทันที

2.5.2 คาพาซิเตอร์มอเตอร์

มีโครงสร้างเหมือนกันกับสปลิทเฟสมอเตอร์ ต่างกันที่มีคาพาซิเตอร์ตัวหนึ่ง ต่ออนุกรมกับขดสตาร์ทเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัว คาพาซิเตอร์มอเตอร์นี้จะมีขนาดตั้งแต่ 1/20 แรงม้า ขึ้นไป มอเตอร์นี้ใช้งานกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างกว้างขวาง เช่น ในตู้เย็น ตู้แช่ เครื่องอัดลม ปั๊มน้ำ ฯลฯ มอเตอร์นี้มีคุณสมบัติพิเศษกว่าสปลิทเฟสมอเตอร์ คือ จะกินกระแสไฟฟ้าในตอนเริ่มสตาร์ทน้อย แต่จะให้แรงบิดเริ่มหมุนสูงกว่า สปลิทเฟสมอเตอร์

การทำงานของคาพาซิเตอร์มอเตอร์ คล้ายกับการทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์ แต่เนื่องจากขดสตาร์ตมีคาพาซิเตอร์ต่ออยู่ จึงทำให้กระแสของขดสตาร์ท นำหน้ากระแสในขดรันมากผล คือ ทำให้เกิดแรงบิดเริ่มหมุนสูงมาก (Starting Torque) ดีกว่าสปลิทเฟสมอเตอร์และเมื่อมอเตอร์หมุนไปได้ความเร็วประมาณ 75% ของความเร็วพิกัด มอเตอร์สวิตซ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะทำงานตัดขดสตาร์ทออกจากวงจร เหมือนกับการทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์ มอเตอร์ที่ทำงานลักษณะนี้จะเรียกชื่อเฉพาะว่า คาพาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor – start Motor) แต่มีคาพาซิเตอร์มอเตอร์อีกแบบหนึ่ง ที่ไม่มีสวิตซ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ทำให้คาพาซิเตอร์ต่ออยู่กับขดสตาร์ทตลอดเวลา แบบนี้เรียกชื่อเฉพาะว่า คาพาซิเตอร์รันมอเตอร์ (Capacitor - run Motor)

2.5.3 รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส ที่มีแรงบิดเริ่มหมุนสูงมาก เพราะใช้ลักษณะของมอเตอร์อนุกรมในการสตาร์ท และเมื่อมอเตอร์รีพัลชั่นรันไปแล้ว จะทำงานเหมือนอินดักชั่นมอเตอร์แบบสปลิทเฟส รีพัลชั่นมอเตอร์ในขณะไม่มีโหลดจะมีความเร็วสูงมาก สามารถปรับความเร็ว และทิศทางการหมุนได้ มีขนาดกำลังม้าตั้งแต่ 1/2 ถึง 10 hp ใช้กันมาก ในปั๊มคอมเพรสเซอร์ขนาดใหญ่ ในระบบเครื่องทำความเย็น ปั๊มลม และปั๊มน้ำขนาดใหญ่ เป็นต้น

โครงสร้างที่สำคัญของรีพัลชั่นมอเตอร์ ประกอบไปด้วย 5 ส่วนสำคัญคือ

1. สเตเตอร์ (Stator)
2. โรเตอร์ (Rotor)
3. แปรงถ่าน และซองแปรงถ่าน (Brush and Brush Holder)
4. ฝาปิดหัวท้าย (End Plate)
5. อุปกรณ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Device)

2.5.3.1 สเตเตอร์ สเตเตอร์ของรีพัลชั่นมอเตอร์ จะมีขดลวดพันอยู่เพียงชุดเดียว เหมือนกับขดรันของสปลิทเฟสมอเตอร์

2.5.3.2 โรเตอร์ คือ ตัวหมุนของรีพัลชั่นมอเตอร์ ลักษณะเหมือนกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง คือ มีขดลวดพันอยู่ในร่อง (Slots) และปลายของขดลวด จะไปต่อลงที่ขั้วคอมมิวเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.3 แปรงถ่าน และซองแปรงถ่าน แปรงถ่านทำจากแท่งคาร์บอน มีสองอันต่อด้วยสายตัวนำถึงกันวางอยู่บนซองแปรงถ่าน และมีสปริงกดเหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.5.3.4 ฝาปิดหัวท้าย ฝาปิดหัวท้ายของรีพัลชั่นมอเตอร์ทำจากเหล็กหล่อ หรือเหล็กเหนียวมีสองฝา ตรงกลางมีรูสำหรับเพลาของมอเตอร์

2.5.3.5 อุปกรณ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง อุปกรณ์นี้ทำหน้าที่กดวงแหวนตัวนำ (Neck Lace) ให้ติดกับซี่คอมมิวเตเตอร์ เหมือนกับลัดวงจรของคอมมิวเตเตอร์ การลัดซี่ของคอมมิวเตอร์นั้น เพื่อให้ขณะที่มอเตอร์สตาร์ทไปแล้วที่ความเร็วประมาณ 75% ของความเร็วพิกัดของมอเตอร์ อุปกรณ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางนี้ จะทำงานโดยลัดวงจรซี่คอมมิวเตเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนรันไปแบบอินดักชั่น เพราะขณะนี้ โรเตอร์จะมีคุณสมบัติเหมือนโรเตอร์แบบกรงกระรอก รีพัลชั่นมอเตอร์บางชนิด จะมีตัวยกแปรงถ่านออกจากคอมมิวเตเตอร์ ในขณะที่อุปกรณ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางทำงานอีกด้วย

2.5.4 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กมีขนาดกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 1/200 แรงม้าถึง 1/30 แรงม้า นำไปใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส มอเตอร์ชนิดนี้มีคุณสมบัติที่เด่น คือ ให้แรงบิดเริ่มหมุนสูง นำไปปรับความเร็วได้ ทั้งปรับความเร็วได้ง่าย ทั้งวงจรลดแรงดัน และวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ นิยมนำไปใช้เป็นตัวขับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น เครื่องบด และผสมอาหาร มีดโกนหนวดไฟฟ้า เครื่องนวดไฟฟ้า มอเตอร์จักรเย็บผ้า สว่านไฟฟ้า เป็นต้น

ส่วนประกอบของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

1. โครง (Frame)
2. ขั้วสนามแม่เหล็ก (Field Pole)
3. อาร์เมเจอร์ (Armature)
4. แปรงถ่าน (Brush)
5. ฝาปิดหัวท้าย (End Plate)

2.5.4.1 โครง (Frame) เป็นเปลือกหุ้มมอเตอร์ ทำด้วยเหล็กเหนียวและเหล็กหล่อ มีรูปร่างหลายแบบ ส่วนใหญ่จะมีลักษณะทรงกระบอกกลม

2.5.4.2 ขั้วสนามแม่เหล็ก (Field Pole) จะมี 2 ขั้ว โดยทำจากแกนเหล็กบางๆ อัดซ้อนกัน (Laminated Core) และมีขดลวดพันรอบๆ ขั้วสนามแม่เหล็กนี้

2.5.4.3 อาร์เมเจอร์ (Armature) มีโครงการเหมือนกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง คือ เป็นแท่งกลมมีร่องสำหรับพันขดลวดอาร์เมเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4.4 แปรงถ่าน (Brush) ทำด้วยคาร์บอนติดตั้งในซองแปรงถ่าน มีสปริงกดแปรงถ่านให้แน่นกับคอมมิวเตเตอร์ เพื่อนำกระแสไฟฟ้าเข้าและออกจากมอเตอร์

2.5.4.5 ฝาปิดหัวท้าย (End Plate) ลักษณะเหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั่วไป ตรงกลางมีร่องสำหรับใส่เพลาของมอเตอร์ และมีลูกปืนรองรับเพลาทั้งร่องด้าน

2.5.4.6 การทำงานของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์นั้น ขดอาร์เมเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่ออนุกรมกัน เมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้า จะเกิดขั้วแม่เหล็กขึ้นที่ตัวอาร์เมเจอร์ และที่ขั้วสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดแรงผลักกันทำให้มอเตอร์หมุนไปได้

2.5.5 เชดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor)

เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กที่สุดมีแรงบิดเริ่มหมุนต่ำมาก นำไปใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กๆ เช่น ไดร์เป่าผม พัดลมขนาดเล็ก

ส่วนประกอบของเชดเดดโพลมอเตอร์ ส่วนประกอบที่สำคัญมี 3 ส่วน คือ

2.5.5.1 โรเตอร์ (ตัวหมุน) มีลักษณะเป็นโรเตอร์แบบกรงกระรอก

2.5.5.2 สเตเตอร์ เป็นแผ่นเหล็กบางวางอัดซ้อนกัน บริเวณขั้วสนามแม่เหล็กแต่ละด้านแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่เล็กกว่าจะมีวงแหวนทองแดงพันอยู่รอบๆ

2.5.5.3 ขดลวดสนามแม่เหล็ก จะพันอยู่รอบๆ แกนของตัวสเตเตอร์

การทำงานของเชดเดดโพลมอเตอร์ เชดเดดโพลมอเตอร์มีขดลวดช่วยหมุน คือลวดทองแดงเส้นใหญ่ที่พันอยู่กับขั้วสนามแม่เหล็ก เรียกว่า ขดลวดเชดเดด (Shaded Coil) หรือขดลวดช่วยหมุน (Auxiliary Winding) เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านโรเตอร์ของมอเตอร์ และมีสนามแม่เหล็กส่วนหนึ่งที่ผ่านขดลวดเชดเดด ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กบิดเบี้ยวไป การบิดเบี้ยวนี้ ทำให้เกิดแรงบิดหมุนขนาดเล็กๆ ทำให้มอเตอร์หมุนไปได้

2.6 วัสดุ (สาคร คันธโชติ. 2528 : 54 – 60)

ในการนำวัสดุต่างๆ มาใช้กับงานออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น มีหลากหลายชนิดซึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ที่ถูกต้อง และเหมาะสม กล่าวคือ การนำวัสดุมาแปรรูป หรือใช้สร้างชิ้นส่วน หรืออุปกรณ์ต่างๆ นั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติ และจุดอ่อนต่างๆ ของวัสดุแต่ละชนิด เพื่อจะได้เลือกใช้ชนิด และวิธีการผลิตให้เหมาะสมกับการใช้งาน นอกจากนี้แล้ว เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาเลือกเครื่องมือ และ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักรที่จะใช้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อสามารถเลือกวิธีการยึดต่อประสานได้อย่างเหมาะสม การตกแต่งผิวสามารถทำได้ง่ายสะดวก มีความสวยงาม และราคาพอเหมาะกับผลิตภัณฑ์นั้นๆ สามารถที่จะผลิตขึ้นเพื่อจำหน่ายในท้องตลาดได้

นักออกแบบผลิตภัณฑ์ควรที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับชนิด รูปร่าง และขนาดต่างๆ ของวัสดุที่ขายในท้องตลาดด้วยว่า หาได้ยากง่ายหรือไม่ มีปริมาณมากน้อยแค่ไหน คุณสมบัติ และโครงสร้างของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร ทำให้สามารถที่จะเลือกใช้วัสดุได้ถูกต้องเหมาะสมกับชนิดของงาน สามารถกำหนด หรือซื้อวัสดุได้ถูกต้องตามแบบที่ต้องการเป็นต้น

2.6.1 คุณสมบัติของวัสดุ ที่นำมาใช้กับงานนั้น ควรพิจารณา ดังนี้

2.6.1.1 ความแข็งแรง (Strength) คือ ความสามารถในการรับแรงได้โดยไม่ทำให้วัสดุแตกหัก หรือเกิดการเสียหาย ความแข็งแรงนี้สามารถแยกออกเป็น

(1) ความแข็งแรงในการรับแรงดึง (Tensile Strength) คือ ความสามารถของวัสดุที่จะต้านทานการแตกหักเมื่อได้รับแรงดึงสองข้างออกจากกัน คุณลักษณะนี้สำคัญสำหรับวัสดุโครงสร้างผลิตภัณฑ์ เช่น พลาสติกสามารถรับแรงดึงสูงสุดประมาณ ½ ของอลูมิเนียม เป็นต้น

(2) ความแข็งแรงในการรับแรงอัด (Compressive Strength) คือ ความสามารถของวัสดุที่จะต้องต้านทานการปริแตกเมื่อถูกแรงอัด เช่น เหล็กหล่อเป็นวัสดุที่สามารถรับแรงอัดได้สูง แต่สามารถรับแรงดึงได้ต่ำกว่า เป็นต้น

(3) ความแข็งแรงในการรับแรงเฉือน (Shearing Strength) คือ ความสามารถของวัสดุไม่ฉีกขาดเมื่อถูกแรงเฉือน เช่น เมื่อแผ่นโลหะถูกกรรไกรตัดไม่ฉีกขาดออกจากกัน เป็นต้น

2.6.1.2 ความแข็งของผิว (Hardness) คือ คุณสมบัติของวัสดุในการต้านทานต่อการสึกหรอ หรือการขีดข่วน หรือแรงกด วัสดุที่แข็งแรงจะกดวัสดุที่อ่อนกว่าให้เป็นรอย

2.6.1.3 ความเปราะ (Brittleness) เป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์ เมื่อนำวัสดุมางอ หรือทุบกระแทก วัสดุนั้นแตกหักเป็นเสี่ยง ๆ ง่าย แทนที่จะโค้งงอ เรียกว่าเป็นวัสดุเปราะ

2.6.1.4 ความสามารถในการยืดตัว (Ductility) คือ คุณสมบัติของวัสดุสามารถที่จะดึงหรือหรืออัดให้ยืดตัวออกได้ง่ายโดยไม่แตกหัก หรือขาดออกจากกัน เช่น อลูมิเนียม ทองแดง เหล็กกล้า ทองเหลือง และพลาสติก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.5 ความสามารถในการบิดงอ หรืออัดรีดขึ้นรูปได้ (Malleability) คือ คุณสมบัติของวัสดุที่สามารถบิดงอ และอัดรีดขึ้นรูปได้ โดยไม่แตกหัก คล้ายกับความสามารถในการยืดตัว เช่น โลหะอ่อนสามารถบิดงอได้ดีกว่าโลหะแข็ง เป็นต้น

2.6.1.6 ความสามารถในการยืดหยุ่นตัว (Elasticity) คือ คุณสมบัติในการคืนตัวสู่ที่เก่าภายหลังถูกแรงดึง หรือแรงอัด เช่น แท่งยางเมื่อเราดึงออกจากกัน เมื่อปล่อยมือแท่งยางจะหดคืนที่เดิม เป็นต้น

2.6.1.7 ความสามารถในการนำ หรือเป็นฉนวนไฟฟ้า (Electrical Conductivity) คือ วัสดุที่ยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้ดี เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น และวัสดุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย เช่น ยาง พลาสติก เป็นต้น

2.6.1.8 ความสามารถในการนำความร้อน (Heat Conductivity) คือ วัสดุบางอย่างสามารถทำให้ความร้อนไหลผ่านได้ดี เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น และวัสดุบางอย่างไม่ยอมให้ความร้อนไหลผ่านได้ง่าย เช่น กระดาษชานอ้อย ไม้ และใยแก้ว เป็นต้น

2.6.2 กฎในการเลือกใช้วัสดุ

2.6.2.1 ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นเป็นงานสำเร็จรูปได้ง่าย

2.6.2.2 ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นสำเร็จรูปได้ต้องอาศัยเครื่องจักรกลได้ง่าย

2.6.2.3 คุณสมบัติทางกลในขณะใช้งานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

2.6.2.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับงาน

2.6.2.5 ราคาพอสมควร

2.6.3 วัสดุที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรม แยกออกเป็น 2 หมู่ใหญ่ คือ

2.6.3.1 โลหะ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

(1) โลหะประเภทเหล็ก (Ferrous Metal) คือ โลหะที่มีเหล็กผสมอยู่ หรือเป็นส่วนประกอบ เช่น เหล็กหล่อ เหล็กกล้า เหล็กไร้สนิม เหล็กเหนียว เป็นต้น

(2) โลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous Metal) ได้แก่ อลูมิเนียม ทองเหลือง บรอนซ์ ทองแดง สังกะสี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.2 อโลหะ คือ วัสดุที่มิใช่โลหะ ซึ่งสามารถแยกประเภทออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

(1) สารธรรมชาติ คือ วัสดุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น ไม้ ยาง หิน ดิน หนังสัตว์ เป็นต้น

(2) สารสังเคราะห์ คือ วัสดุที่ผลิต หรือสังเคราะห์ด้วยฝีมือของมนุษย์ เช่น พลาสติก ยางเทียม ปูนซีเมนต์ แก้ว กระดาษ เป็นต้น

2.6.4 ลักษณะรูปร่างของวัสดุ ที่นำไปใช้ประโยชน์ แบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

2.6.4.1 เศษ หรือชิ้น เป็นลักษณะของวัสดุต่างๆ เช่น เหล็ก สังกะสี ทองเหลือง ไม้ พลาสติก อลูมิเนียม แก้ว และอื่นๆ ส่วนใหญ่จะนำไปหล่อหลอมเท หรืออัดฉีดเข้าไปในแบบแม่พิมพ์ เพื่อให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ

2.6.4.2 แผ่น วัสดุส่วนมากที่ผลิตออกมาจำหน่าย มีความหนาต่างๆ กัน ตั้งแต่ความหนาที่บางที่สุด ซึ่งสามารถพับงอได้ด้วยมือ ไปจนถึงความหนา ½ นิ้ว หรือมากกว่านั้น การนำไปใช้ส่วนใหญ่เป็นลักษณะการปั๊มขึ้นรูป การเคาะขึ้นรูป การหมุนขึ้นรูป หรือการประกอบขึ้นรูป

2.6.4.3 โครงสร้างรูปพรรณ เป็นวัสดุที่มีรูปหน้าตัดคงที่แบบต่างๆ กัน เช่น เป็นรูปตัว L, T, H, I, U, Z และรูปร่างอื่นๆ นำไปใช้กับโครงสร้าง

2.6.4.4 แท่ง หรือท่อน วัสดุลักษณะนี้อาจได้จากการรีดให้มีขนาดรูปร่างต่างๆ กัน เช่น ตะปู, เกลียว, สลัก, หมุดย้ำ เป็นต้น

2.6.5 ลักษณะที่สำคัญของวัสดุ

ลักษณะที่สำคัญๆ ของวัสดุมีอยู่หลายประเด็น กล่าวคือ

2.6.5.1 ผิว ผิวของวัสดุต่างกันจะไม่เหมือนกัน เช่น เหล็กกล้ามีผิวเรียบ สีเทากระเดียดไปทางน้ำเงิน เมื่อเคาะดูมีเสียงแหลมกังวาน เมื่อทดลองหักดูแล้วจะเห็นเม็ดเกรนละเอียดอยู่แน่น สีเทาขาวทึบ สำหรับเหล็กหล่อผิวจะหยาบ ขรุขระ สีเทาหรือเทาดำ เมื่อเคาะดูเสียงจะดังแป๊กๆ เมื่อทดลองหักดูจะเห็นเม็ดเกรนโตสีเทา

2.6.5.2 ลักษณะการใช้งาน ชิ้นงานทุกชิ้น สร้างจากวัสดุลักษณะต่างๆ กัน โดยอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุนั้นๆ เป็นเกณฑ์ กล่าวคือ

(1) ความหนาแน่น คิดจากน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของวัสดุ วัสดุต่างชนิดกัน จะมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน เช่น อลูมิเนียมนั้นเบา ความหนาแน่นเท่ากับ 2.7 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แต่ของตะกั่ว 11.3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งจะหนักกว่าอลูมิเนียมประมาณ 4 เท่า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ความแข็งแรง วัสดุต่างๆ ขณะใช้งานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานจะต้องได้รับความเค้นในลักษณะต่างๆ กัน สลักเกลียว และน็อตเมื่อขันแน่น จะปรากฏว่ามีความเค้นแรงดึงอยู่ในตัว ค้อนเมื่อตีลงบนผิวงานในเนื้อค้อนจะปรากฏเป็นความเค้นแรงอัด หมุดย้ำที่ย้ำแผ่นโลหะอยู่ จะต้องได้รับความเค้นแรงเฉือน วัสดุของสลักเกลียวก็ดี หัวค้อน หรือของหมุดย้ำก็ดี จะสามารถทนรับความเค้นต่างๆ ได้ค่าสูงสุดเพียงค่าหนึ่งเท่านั้น เมื่อเลยค่าสูงสุดนั้นไป วัสดุจะชำรุด หัก หรือขาด ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ วัสดุต่างๆ กัน ก็จะรับค่าความเค้นต่างๆ เหล่านี้ไม่เท่ากัน ฉะนั้น จะต้องรู้จักเลือกใช้วัสดุ และขนาดของวัสดุนั้นๆ ให้ถูกต้อง

(3) ความแข็งของผิว คุณสมบัติที่สำคัญอีกอันหนึ่งของผิววัสดุ คือ ความแข็ง ผิวที่แข็งมากจะสึกหรอยาก ความแข็งกล่าวได้ว่า คือความสามารถในการต้านทานการถูกแทงทะลุ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมีมากมายหลายชิ้น ที่จะต้องทำผิวให้แข็ง เช่น ผิวของเพลา ข้อเหวี่ยงในเครื่องยนต์ เป็นต้น สามารถวัดความแข็งของผิววัสดุได้ด้วยเครื่องมือวัด ซึ่งมีอยู่ 3 ระบบด้วยกันคือ วิธีบริเนล (Brinell Hardness) วิธีรอคเวล (Rockwell Hardness) และวิธีวิคเกอร์ (Vicker Hardness)

(4) ความเปราะ ความเปราะเป็นคุณสมบัติที่ไม่พึงประสงค์ในการนำวัตถุไปใช้งาน เพราะทันทีที่มีแรงมาทุบ หรือกระแทกแรงๆ วัสดุที่เปราะจะแตกออกเป็นเสี่ยงๆ ทันที วัสดุใดที่มีแต่ความเปราะอย่างเดียวเราไม่ใช้ เว้นแต่วัสดุนั้น จะมีคุณสมบัติเด่นพิเศษในทางอื่นๆ เช่น เหล็กหล่อเปราะแต่ที่เรายังนิยมใช้ เพราะหลอมหล่อเทแบบขึ้นรูปได้ง่าย

(5) ความสามารถในการอัดขึ้นรูป คุณสมบัติข้อนี้เป็นคุณสมบัติพิเศษของวัสดุ ซึ่งเป็นลักษณะที่ดี และสะดวกต่อการทำงาน เราสามารถดัดรีด หรือโค้งขึ้นรูปได้โดยวัสดุนั้นไม่หัก เช่น ทองแดง เป็นต้น

(6) ความแข็งแกร่ง และความหยุ่นตัว วัสดุที่แกร่ง คือทนต่อความเครียดในลำตัวสูง เช่น เหล็กเมื่อถูกดึงยืดตัวออก และภายในเนื้อเหล็กจะเกิดความเครียดขึ้นก็ตาม แต่เหล็กก็ยังคงตัวอยู่ได้หากแรงดึงนั้นยังอยู่ในพิกัดความแข็งแรงของเหล็ก

2.6.6 ข้อควรคำนึงถึงในการใช้วัสดุ สำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ มีดังนี้

(1) ใช้วัสดุอะไรบ้าง และมีข้อกำหนดเกี่ยวกับวัสดุอย่างไร
(2) ใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันได้ หรือไม่
(3) สั่งซื้อวัตถุดิบในรูป หรือลักษณะอื่นได้หรือไม่
(4) เลือกซื้อขนาด และปริมาณวัตถุดิบเพื่อลดความสิ้นเปลืองได้หรือไม่
(5) วัสดุที่ใช้มีคุณสมบัติเหมาะสมหรือไม่
(6) มีวัสดุที่ถูกกว่า หรือสามารถใช้ได้ดีพอกันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) ใช้วัสดุที่ดีกว่า เพื่อลดความสิ้นเปลือง และเวลาการผลิตได้หรือไม่

(8) ใช้วัสดุที่เสียให้เป็นประโยชน์ได้หรือไม่

(9) ซื้อชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากที่อื่นได้หรือไม่

(10) การขนส่งวัตถุดิบมีวิธีอื่นหรือไม่

(11) มีแหล่งวัตถุดิบ หรือแหล่งสั่งซื้อวัสดุ และชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่อื่นหรือไม่

(12) ราคา

2.6.7 พลาสติก (ชวลิต ดาบแก้ว. 2525 : 2 – 6)

เนื่องจากพลาสติกมีด้วยกันมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะคุณสมบัติแตกต่างกัน จึงถูกนำไปทำผลิตภัณฑ์แตกต่างกันออกไปตามคุณสมบัติของพลาสติกนั้นๆ พลาสติกชนิดเม็ด ผง หรือเหลว ใช้ในการอุตสาหกรรมหลายชนิด ส่วนพลาสติกชนิดเหลว มักจะนำไปใช้ในงานหัตถกรรมในครัวเรือน พลาสติกแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ

2.6.7.1 พลาสติกประเภทคืนรูป (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่นำไปผลิตหล่อหลอมเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว เมื่อทิ้ง หรือชำรุดเสียหาย ก็นำไปบดเป็นผง แล้วนำกลับมาหล่อหลอมเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อีก พลาสติกแบบนี้ทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อถูกความร้อนแล้วจะมักงอ และละลาย ไม่ทนต่อความกดดันสูงๆ การนำพลาสติกชนิดนี้ไปประกอบ หรือผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ กระทำได้โดยการเอาพลาสติกผง หรือเม็ด ใส่ลงไปในเครื่อง ละลายพลาสติกด้วยความร้อนแล้ว ฉีด (Injection) , รีด (Extrusion) , เป่า (Blow) หรืออัด (Compression) ลงไปในแม่แบบ แล้วถอดแบบออกก็จะได้ชิ้นงานที่ต้องการ พลาสติกชนิดนี้มีด้วยกันมากมายหลายชนิด แต่จะนำมากล่าวเฉพาะที่พบเห็นบ่อยๆ ดังนี้ คือ

(1) อะครีลิค (Acrylic) เป็นพลาสติกที่มีลักษณะใสคล้ายแก้ว แสงผ่านได้ดี แข็งแรงพอสมควร เมื่อถูกของแข็งจะขีดเป็นรอยได้ง่าย ทนต่อกรด และด่าง แต่ถูกน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ อาซีโทน คอลโรฟอร์ม ไม่ได้ ผู้ผลิตจะผลิตออกมาในรูปเป็นแผ่นสีต่างๆ เมื่อถูกความร้อน 200 ฟาเรนไฮต์ขึ้นไป จะอ่อนตัว และดัดเป็นรูปต่างๆ ได้ มีทั้งชนิดใส และทึบแสง พลาสติกชนิดนี้นิยมใช้ทำกระจกแว่นตา เลนซ์ ป้ายโฆษณาต่างๆ โคมหลังคา โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ต่างๆ ฯลฯ

(2) เอ บี เอส (ABS – Acrylonitrile Butadiene Styrene) เป็นพลาสติกที่ทนทาน แข็งแรง ทนต่อกรด ด่าง และแสงแดดได้ดี ทนความร้อนได้ถึง 200 ฟาเร่นไฮต์ ใช้ทำหมวกกันน็อค ส่วนประกอบรถยนต์ จักรยานยนต์ ตู้วิทยุ โทรทัศน์ ชุบโครเมี่ยมทำปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์ ถาดใส่อาหาร

(3) โพลีโอเลฟิน (Polyolefins) เป็นพลาสติกที่มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ไม่เกาะติดน้ำ น้ำหนักเบา ทนต่อกรด ด่าง แต่ไม่ทนต่อน้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ ทนความร้อนได้น้อย ทนความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ 100 ฟาเรนไฮต์ เป็นฉนวนไฟฟ้า ลักษณะใสเป็นแผ่นบางสามารถพับงอได้ มีสีต่างๆ แต่ถ้ามีความหนามากจะมีสีขุ่น เป็นพลาสติกที่นิยมใช้มาก เพราะราคาถูก นิยมใช้ทำตุ๊กตา ดอกไม้พลาสติก ถุงบรรจุอาหาร ภาชนะในครัว ขวดที่เป็นภาชนะบรรจุของเหลว ถาดทำน้ำแข็งในตู้เย็น พลาสติกแผ่นคลุมโรงเพาะชำ

(4) ไนล่อน (Nylon) หรือ โพลียาไมด์ (Polyamides) เป็นพลาสติกที่เรารู้จัก และได้พบเห็นอยู่เสมอ เช่น ถุงเท้า เสื้อผ้า ร่มชูชีพ และเส้นเอ็นตกปลา และนอกจากนี้ก็ยังใช้ทำเกียร์ แบริ่งบู๊ชได้ดี ทั้งนี้ก็เพราะพลาสติกชนิดนี้ ทนทานต่อแรงดึง แรงอัด ทนความร้อน ทนต่อสารเคมี ทนต่อกรด ชนิดอ่อนใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าแรงต่ำได้ มีน้ำหนักเบา และผสมสีต่างๆ ได้

(5) โพลีสไตริน (Polystyrene) เป็นพลาสติกชนิดแข็ง แต่เปราะ ทนความร้อน ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ แต่ไม่ทนน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ และน้ำมันสน น้ำหนักเบา ผสมเป็นสีต่างๆ ได้ทั้งใส และทึบ นิยมใช้ทำกล่องบรรจุอาหาร กล่องยาสีฟัน ของเด็กเล่น ไม้บรรทัด ฯลฯ

(6) โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) หรือ P.V.C. เป็นพลาสติกนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด มีคุณสมบัติทนทานต่อน้ำ และสารเคมี เหนียว ทนทานเป็นฉนวนไฟฟ้า ติดไฟยาก ชนิดแข็งใช้ทำท่อน้ำ ท่อร้อยสายไฟ และสายโทรศัพท์ วัสดุก่อสร้าง ทำกล่อง หรือภาชนะใส่ของ ของเด็กเล่นชนิดเป่าลม P.V.C. ชนิดนี้ ถ้าเติมสารที่ทำให้เกิดฟองจะเป็นโฟม

ส่วน P.V.C. ชนิดอ่อนมีลักษณะยืดหยุ่น และอ่อน ใช้ทำฉนวนไฟฟ้า กระเบื้องปูพื้น หนังเทียม ผ้าปูโต๊ะ เบาะเก้าอี้ รองเท้า ฯลฯ

(7) เซลลูโลซิค (Cellulosics) เป็นพลาสติกที่ทำมาจากเซลลูโลสของฝ้าย และพืชอื่นๆ อีกหลายชนิด เป็นพลาสติกชนิดแรกที่ถูกค้นพบ ซึ่งแต่เดิมเรียกว่า เซลลูลอยด์ เซลลูโลซิคมีหลายชนิด คือ เซลลูโลสไนเตรท, เซลลูโลสอาซีเตท, เซลลูโลสอาซีเตทบูไทเรท, วีธิล – เซลลูโลส, เซลลูโลสโปรอมปีโอเนท คุณสมบัติของพลาสติกชนิดนี้ มีความทนทาน แข็งแรง ทนความร้อน และกรดได้ดีพอควร มีบางชนิดไม่ทนต่อกรด เป็นฉนวนไฟฟ้า แต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ กัน เช่น ทำเหงือกฟันปลอม, ฟิล์มภาพยนตร์, ส้นรองเท้า, เทปบันทึกเสียง, ฟิล์มถ่ายรูป, กรอบแว่นตา, ตู้วิทยุ, อุปกรณ์ไฟฟ้า ฯลฯ

2.6.7.2 พลาสติกประเภทคงรูป (Thermosetting) เป็นพลาสติกเมื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว กลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ พลาสติกชนิดนี้ ทนต่อความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง ทนต่อสารเคมี และทนต่อความกดดัน ทนต่อกรด และด่าง จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ทนความร้อน และความแข็งแรง ลักษณะวัตถุดิบของพลาสติกชนิดนี้มีทั้งชนิดเม็ด และของเหลว แต่ส่วนมากมักจะอยู่ในรูปของเหลว เรียกว่า เรซิ่น (Resin) เมื่อนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ ก็ใช้วิธีหล่อลงไปในแม่แบบ โดยใช้กรรมวิธีเปลี่ยนแปลงทางเคมี พลาสติกชนิดนี้มีหลายอย่าง แต่ที่ได้เคยพบเห็นบ่อยๆ มีดังนี้ คือ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) อามิโน (Amino) พลาสติกชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ยูเรีย (Urea) และเมลามีน (Melamine) เป็นพลาสติกที่ทนความร้อนได้สูง ทนต่อการขีดข่วน เป็นฉนวนไฟฟ้า ทนต่อกรด และด่างชนิดอ่อน ทนต่อน้ำมัน – ทินเนอร์ได้ แต่มีข้อเสียที่ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอกอาคาร เพราะถูกแสงแดดจะซีด และเสื่อมคุณภาพ มีสีต่างๆ ทั้งใส และทึบแสง

ยูเรีย ชนิดเหลวใช้ทำกาว น้ำยาเคลือบผิว อุปกรณ์ไฟฟ้า ฯลฯ

เมลามีน ใช้ทำถ้วยชาม และใช้ทำโฟไมก้า ใช้ทำกาว

(2) อีพ็อกซี่ (Epoxcy) เป็นพลาสติกที่คนส่วนใหญ่รู้จักแพร่หลายในรูปของกาว โดยทำออกมาเป็น 2 หลอด หลอดหนึ่งเป็นอีพ็อกซี่ อีกหลอดหนึ่งเป็นน้ำยาทำให้แข็ง เมื่อจะใช้ก็นำมาบีบผสมให้เข้ากัน ใช้ติดสิ่งของต่างๆ ได้ทุกชนิด เช่น โลหะ แก้ว เซรามิค พลาสติก ไม้ ฯลฯ นอกจากใช้ทำกาวแล้ว ยังนิยมนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสชนิดดี และใช้ทำเป็นวัสดุเคลือบผิวต่างๆ ได้อีกด้วย คุณสมบัติของอีพ็อกซี่ ทนความร้อนได้สูงมาก ทนต่อกรด และด่าง และสารละลายต่างๆ ได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้า

(3) โพลีเอสเตอร์ (Polyester) เป็นพลาสติกที่คนส่วนมากรู้จักในรูปของเส้นใยทอเสื้อผ้า พลาสติกชนิดนี้เป็นพลาสติกประเภทคืนรูป ส่วนที่เป็นประเภทคงรูป นิยมใช้ทำไฟเบอร์กล๊าส แล้วก็ใช้ทำพลาสติกหล่อเป็นรูปต่างๆ เช่น รูปพระ รูปตุ๊กตา ผลิตภัณฑ์หินอ่อนเทียม และการเคลือบผิวต่างๆ คุณสมบัติของพลาสติกชนิดนี้ ผิวหน้าแข็งพอควร แต่ถ้าผลิตเป็นไฟเบอร์กล๊าสแล้วจะทนต่อแรงอัด แรงดึง การบิดงอได้ดีมาก ทนต่อสภาพอากาศภายนอกได้ดี แต่ถูกแสงแดดจะซีด เป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ทนต่อสารละลายบางชนิด

(4) ซิลิโคน (Silicone) เป็นพลาสติกที่ทนต่อความร้อนได้ถึง 600 ฟาเรนไฮต์ และถ้าผสมกับใยแก้วจะทนความร้อนได้สูงขึ้นไปถึง 900 ฟาเรนไฮต์ ทนต่อกรด และด่างทุกชนิด ไม่ติดกับโลหะ แก้ว หรือพลาสติกชนิดอื่นๆ เนื่องจากพลาสติกซิลิโคนนี้ไม่ติดกับสิ่งต่างๆ จึงนิยมนำไปใช้เป็นน้ำยาถอดแบบ หรือแม่พิมพ์ยางซิลิโคน เพื่อใช้หล่อพลาสติกชนิดโพลีเอสเตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

(5) ยูรีเทน (Urethane) เป็นพลาสติกที่อยู่ในรูปของแข็ง ฟองน้ำ และของเหลว มีน้ำหนักเบา ทนความร้อน เหนียว ทนทาน ทนต่อสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้า ใช้ทำโฟม หรือฟองน้ำสำหรับเบาะรถยนต์, เฟอร์นิเจอร์, ที่นอน, ยางรองพรม, ทำกาว, ทำยางเคลือบผิวต่างๆ ถ้าอยู่ในรูปของแข็ง ใช้ฉีดเป็นผนังตู้เย็น ห้องเย็น เพื่อให้เกิดความแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ผลิตภัณฑ์ของเดิม

การพัฒนาหญ้าแฝก นับเป็นกรณีศึกษาที่น่าสนใจ เนื่องจากไม่บ่อยนักที่มันสมองระดับประเทศจากหลากหลายหน่วยงานมารวมตัวเป็นอาสาสมัครทำงานวิจัยร่วมกัน และที่สำคัญ กรอบแนวคิดองค์รวมในการพัฒนาหญ้าแฝกนั้นมีลักษณะ Think Global กล่าวคือ ไม่เพียงแต่ส่งเสริมการปลูกหญ้าแฝกให้รักษาดินเท่านั้น แต่เพิ่มมูลค่าการปลูกให้ก่อเกิดเป็นรายได้แก่เกษตรกร และในปลายน้ำ ยังทำการวิจัยเพื่อให้แฝกเป็นวัสดุทดแทน ลดการนำเข้าในภาคอุตสาหกรรม เพื่อให้สังคมไทยเดินเข้าสู่เส้นทางของการพึ่งพาตัวเอง **"จากจักสาน...สู่จักรสาน"** เป็นวิถีหนึ่งที่อยู่ในกรอบแนวคิดนี้

ในชนบท สังคมอุตสาหกรรมเต็มรูปแบบยังคืบคลานไปไม่ถึง งานหัตถกรรมยังคงเป็นวิธีสร้างรายได้เสริมอย่างหนึ่งให้กับหลายชุมชน หญ้าแฝกก็เช่นกัน เมื่อแรกเริ่มที่มีการนำใบมาทำเชือกเพื่อส่งให้กับผู้ผลิตเครื่องเรือนนั้น ชาวบ้านใช้เชือกปอเป็นแกนกลางผูกปลายสองข้างกับเสาบ้าน แล้วเอาใบแฝกแตะกาวมาพันเกลียวกับแกนเชือกปอ เกลียวเชือกที่ได้ไม่เป็นระเบียบ และเมื่อเก็บไว้รอการส่งขายเกลียวเชือกก็คลายออก คุณภาพงานที่ได้ก็ด้อยลง

อาจารย์รุ่งโรจน์ รัตนวารินทร์ แห่งภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หนึ่งในอาสาสมัครของโครงการ ก็เข้าพัฒนาเครื่องมือที่ใช้กลไกง่ายๆ เพื่อการทำเกลียวเชือกที่ดีกว่าเดิม

เครื่องมือนี้ ได้พัฒนามาจากต้นแบบของ ม.ร.ว. แซมแจ่มจรัส รัชนี หัวหน้าคณะทำงานวิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีหญ้าแฝก มูลนิธิโครงการหลวง ที่ทำไว้โดยพัฒนามาจากเครื่องสาวฝ้าย เมื่อปี 2542 จุดประสงค์ไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพของงาน แต่อยากให้มีส่วนเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน เพราะเครื่องมือนี้ติดตั้งง่าย เป็นอุตสาหกรรมใต้ถุนบ้าน พ่อแม่ลูกช่วยกันทำได้ ครอบครัวอยู่กันพร้อมหน้า แถมยังได้ออกกำลังกายไปด้วยในตัว อาจารย์รุ่งโรจน์ กล่าวถึงประโยชน์ของเครื่องพันเกลียวเชือกแฝก ซึ่งมีชื่อเป็นทางการในการขอรับสิทธิบัตรเมื่อปี 2545 ว่า "เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก"



รูปที่ 2.16 เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากงานจักสาน...มาเป็นงานจักรสานที่ใช้เครื่องกล และเทคนิคพื้นฐาน ทว่าเพิ่มประสิทธิภาพของงานได้หลายเท่าตัว และทำให้เกษตรกรได้ประโยชน์หลายนัยแห่งชีวิต ต้นหญ้าที่ดูผาดๆ ว่าไม่ค่อยมีราคาค่างวดนี้ ช่างเป็นกรณีศึกษาที่น่าสนใจจริงๆ (รุ่งโรจน์ รัตนวารินทร์. 2545) [Online]

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 เครื่องตีเกลียวไหม

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อผลิตเส้นไหม เป็นอาชีพหนึ่งที่เกษตรกรไทยปฏิบัติกันมานาน โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่จะทำกันภายในครัวเรือน โดยใช้เครื่องมือแบบง่ายๆ ที่สามารถประดิษฐ์ใช้เองในท้องถิ่น การผลิตเส้นไหมทุกขั้นตอนทำด้วยมือ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยฝีมือ ความชำนาญ ตลอดจนความประณีต ในการดำเนินงาน นับตั้งแต่การเลี้ยงไหม การสาวไหม การเตรียมเส้นไหม การย้อมสี จนถึงการทอเป็นผ้า ในขั้นตอนการเตรียมเส้นไหมนั้น หลังจากการสาวไหมจากรังไหมแล้ว เส้นไหมที่ได้ต้องนำมาตีเกลียว หรือควบ เพื่อให้ได้ขนาดของเส้นไหมที่เหมาะสม ในการนำไปทอเป็นผ้าชนิดต่างๆ ปัจจุบันเครื่องมือตีเกลียวที่เกษตรกรใช้อยู่ จะใช้แรงงานคนในการทำงาน ทำให้เส้นไหมที่ได้มีจำนวนเกลียวไม่สม่ำเสมอ และไม่ได้คุณภาพมาตรฐาน จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการวิจัย และพัฒนาเครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถตีเกลียวได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตเส้นไหม

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ได้นำเครื่องต้นแบบของสถานีทดลองหม่อนไหมสุรินทร์มาทำการทดสอบ พบว่า

1. เครื่องออกแบบสำหรับตีเกลียวไหม จำนวน 3 หลอด มีขนาดเครื่องใหญ่ เนื่องจากพูลเล่ย์ของเครื่องทำด้วยวงล้อจักรยาน จึงไม่สามารถหาสายพานถ่ายทอดกำลังได้ ต้องใช้เชือกไนล่อนเป็นตัวถ่ายทอดกำลัง ทำให้เกิดการลื่นไถล และชำรุดง่าย

2. ชุดถ่ายทอดกำลังมายังแกนหลอดม้วนทั้ง 3 หลอด ใช้สายพานต่อ ส่งผลให้ยืด ชำรุดเร็ว และเกิดการลื่นไถล รอบหมุนการใช้งานไม่สม่ำเสมอ ประสิทธิภาพการทำงานไม่คงที่

3. ห่วงคล้องสายไหมทำด้วยลวดเหล็ก ทำให้เกิดสนิมเส้นไหมจึงเกิดการติดขัดเคลื่อนตัวได้ไม่ดี

4. มอเตอร์ขับเคลื่อนที่ใช้ก็มีขนาดเล็ก โดยใช้มอเตอร์ขนาด 1/2 แรงม้า ทำให้เกิดความร้อน

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงได้ทำการพัฒนาเครื่องตีเกลียวไหมขึ้นใหม่ โดยทำการทดสอบเบื้องต้น และประเมินผลการทำงาน ของเครื่องตีเกลียวแบบใหม่ ในโรงงานของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม วิเคราะห์ และปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่องต่างๆ ของเครื่อง แล้วนำไปทดลองใช้งาน และนำไปใช้งานจริงที่ สถานีทดลองหม่อนไหมสุรินทร์

เครื่องตีเกลียวไหมของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม มีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) โครงของเครื่อง ทำด้วยเหล็กฉาก ขนาด 1 ¼ "x 1 ¼ " x 1 ¼ " ทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วนต่างๆ ประกอบขึ้นเป็นเครื่อง ซึ่งจะมีขนาด 26.5 " x 30 " x 40 " (กว้าง x ยาว x สูง)

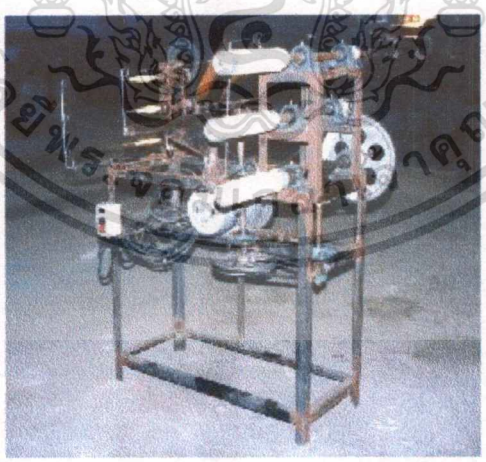
(2) ชุดเพลาม้วนเส้นไหม ทำด้วยเหล็กเพลาขนาด Ø 7/8 " ติดตั้งบนลูกปืนตุ๊กตา ใช้พูลเลย์ขนาด 2 " ขับ พูลเลย์ ขนาด 12 " และสายพานร่อง A หมุนด้วยความเร็ว 238 รอบต่อนาที และใช้พูลเลย์ร่องแบน และสายพานแบนแบบมีฟันหมุนเพลาม้วนเส้นไหมอีก 2 เพลา

(3) ชุดเพลาตีเกลียวเส้นไหม ทำด้วยเพลาแสตนเลสขนาด Ø 5/8 " ส่วนปลายกลึงเรียว ติดตั้งบนลูกปืนแบบตลับ พร้อมเปลือกหุ้มลูกปืนตั้งเรียงขึ้นด้านบน 3 ชุด ใช้ พูลเลย์ขนาด 8 " ขับพูลเลย์ขนาด 2 " และสายพานร่อง A หมุนด้วยความเร็ว 5,720 รอบต่อนาที และ ใช้พูลเลย์ร่องแบน และสายพานแบนแบบมีฟันหมุนเพลาม้วนเส้นไหมอีก 2 เพลา

(4) ชุดขาส่าย ใช้เฟือง 10 ฟัน แบบเฟืองเฉียงขับเฟือง 15 ฟัน ถ่ายทอดกำลังส่งมาที่ชุดเพลาขาส่าย โดยใช้พูลเลย์ ขนาด 2 " ขับพูลเลย์ขนาด Ø 14 " และสายพานร่อง A หมุนจังหวะส่าย 59.6 ครั้งต่อนาที

(5) ท่อม้วนเส้นไหม ใช้ท่อ พี.วี.ซี. ขนาด Ø ภายนอก 1- 5/16 "

(6) ระบบต้นกำลัง ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/2 แรงม้า ความเร็วรอบ 1,430 รอบต่อนาที ส่งถ่ายกำลังไปยังชุดเพลาม้วนเส้นไหม และชุดเพลาตีเกลียวเส้นไหม



รูปที่ 2.17 เครื่องตีเกลียวเส้นไหมของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

ผลการทดลอง

เครื่องตีเกลียวไหมที่สร้างขึ้นใหม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่มีกลุ่มแม่บ้านทอผ้าบางกลุ่มให้ความเห็นว่า เส้นไหมที่ได้จากเครื่องตีเกลียวนี้จะมีความแข็ง และแน่นมาก ไม่เหมือนเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไหมที่ได้จากเครื่องตีเกลียวแบบมือหมุน และแบบติดมอเตอร์จักรเย็บผ้า ซึ่งจะได้เส้นไหมที่อ่อน และไม่แน่นมาก เมื่อทอเป็นผ้าออกมาแล้วจะมีความอ่อนนุ่ม เครื่องตีเกลียวไหมนี้ จึงไม่นิยมใช้ (สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม) [Online]

2.8.2 เครื่องสาวไหม (1)

งานโครงการนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ และพัฒนาเครื่องสาวไหมให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการสนับสนุน และส่งเสริมให้เกษตรกร ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการสาวไหม ระดับท้องถิ่น ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย โดยศึกษา และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประชากรที่กำหนดใช้ในโครงการนี้คือ ชาวเขาที่อาศัยอยู่ในเขตดอยหล่อ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ และผู้ที่ทำงานอยู่ในสถานีทดลองหม่อนไหม อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 20 คน วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์แล้วนำเสนอในรูปแบบของตาราง ประกอบความเรียง และในรูปของการบรรยาย เป็นความเรียง

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผู้ประกอบอาชีพสาวไหมจะใช้การสาวด้วยมือ ทำงานครั้งละ 1 – 2 คน การผลิตเส้นไหมจะผลิตเพื่อขายเส้นไหม และเพื่อใช้ทอผ้า จะใช้ไหมพันธุ์ลูกผสม และไหมพันธุ์ต่างประเทศ มาผลิตเป็นเส้นไหม เส้นไหมที่ผลิตได้จะเป็นเส้นไหมพุ่ง รังไหมสดที่ใช้สาวต่อวันประมาณ 6 – 10 กิโลกรัม จะนำรังไหมสดใส่ลงไปในหม้อไม่ต่ำกว่า 30 รัง เชื้อเพลิงในการต้มจะใช้ฟืน เมื่อได้เส้นไหมจะนำมาผ่านพวงสาวเข้าสู่ขั้นตอนการสาว โดยใช้อักสาวไหมเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 – 40 เซนติเมตร เมื่อได้เส้นไหมเต็มอักสาว จะนำออกมาพักไว้ก่อน แล้วจึงนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป ปัญหาที่พบส่วนใหญ่ จะมีระบบการทำงาน ที่ยังไม่สอดคล้องกับการใช้งาน ได้แก่ มีความยุ่งยากในการเตรียมงาน ต้องมีการประกอบชิ้นส่วนทุกครั้งก่อนทำงาน อัตราความเร็วของเครื่องไม่สม่ำเสมอ มีผลให้เส้นไหมเรียงตัวไม่สวยงาม จากผลการศึกษาทำให้ได้เครื่องสาวไหมที่มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับการใช้งาน มีการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในชิ้นเดียวกัน มีการจัดเรียงเส้นไหมที่เป็นระเบียบ ไม่ทับซ้อนกัน และสะดวกต่อการใช้งานในแต่ละพื้นที่ (วีระศักดิ์ สวนจันทร์. 2542) [Online]

2.8.3 เครื่องสาวไหม (2)

ถึงแม้ว่าปัจจุบันเทคโนโลยีจะก้าวไกล แต่ประเทศไทยก็ยังเป็นประเทศกสิกรรม ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการเกษตร เพื่อปรับปรุงด้านคุณภาพ และเพิ่มผลผลิต

ในการออกแบบ เขียนแบบเครื่อง กลุ่มผู้จัดทำได้ยึดแนวทางในการออกแบบ เช่น ระบบการทำงานและเทคโนโลยีไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก อะไหล่ และอุปกรณ์หาได้ง่าย ราคาถูก ขนาดรูปร่างสามารถปรับเปลี่ยน และซ่อมแซมได้ง่าย ตัวเครื่องมีขนาดรัดกุม ปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ควบคุมง่ายสะดวกรวดเร็วขอบเขตการทำงานกว้าง และหลังจากการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆ และปรับตั้งระยะต่าง ๆ ของระบบการทำงานแล้ว ก็ทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบนี้ด้วยวัตถุดิบ (รังไหม) จริง

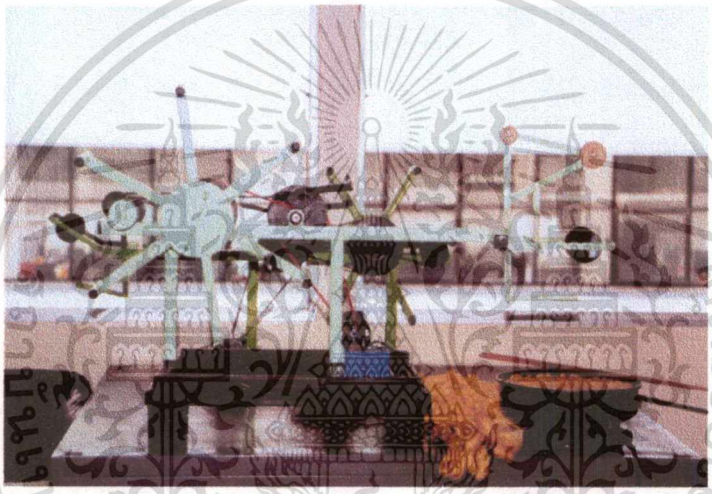
หลังจากทำการทดสอบของเครื่องทุกระบบแล้วปรากฏว่า เครื่องต้นแบบนี้สามารถทำการสาวไหมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความเร็วในการสาวประมาณ 106 เมตรต่อนาที เครื่องสาวไหมชนิดนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

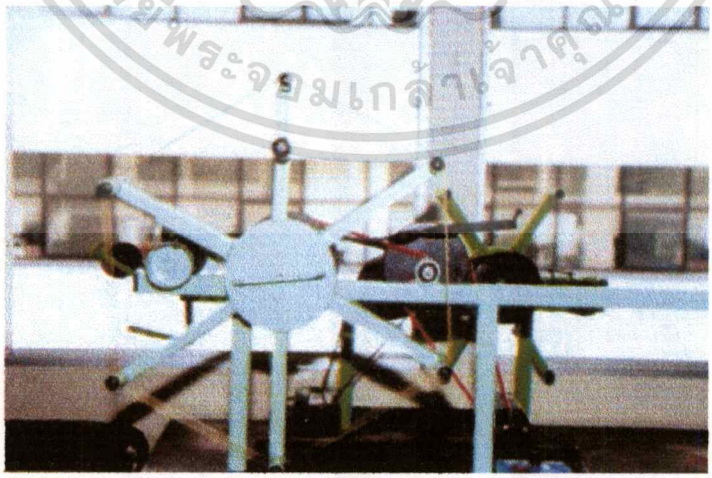
สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการผลิต ผลผลิตให้มากกว่าใช้แรงคนสาวหลายเท่า ในการใช้เวลาทำงานที่เท่ากัน ความเที่ยงตรงในการทำงานค่อนข้างสูง อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่ต่ำ จึงเหมาะสมกับเกษตรกรที่ต้องการเพิ่มผลผลิตในสภาพปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง (วุฒิศักดิ์ ศุภลักษณ์, วิษณุชัย บัวถา. 2539) [Online]

2.8.4 เครื่องสาว และจัดเก็บเส้นใยไหมไทย

วุฒิพงษ์ อินทิแสง และคณะ (2540) [Online] ได้ประดิษฐ์คิดค้นเครื่องสาว และจัดเก็บเส้นใยไหมไทย โดยมีประโยชน์ในการลดขั้นตอนการทำงานของเกษตรกร ใช้เวลาในการทำงานน้อยลง อีกทั้งได้เส้นไหมที่มีคุณภาพดี และมีประสิทธิภาพต่อการใช้งาน



รูปที่ 2.18 เครื่องสาว และจัดเก็บเส้นใยไหมไทย



รูปที่ 2.19 ชุดส่งกำลังด้วยล้อ และสายพานสำหรับจัดเก็บด้วยอักกรอไหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การเรียงเส้นใยไหมเข้าสู่อักกรอไหม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษา เกี่ยวกับ รูปแบบ รายละเอียดโครงสร้าง ส่วนประกอบ ของเครื่องพันเกลียวเชือกวัสดุหญ้าแฝก ข้อบกพร่องในกระบวนการทำงาน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข พัฒนา เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน อัตราการผลิต ของเครื่อง และเป็นการพัฒนาคุณภาพของเส้นหญ้าแฝกให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ศึกษา

ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากร คือ กลุ่มเกษตรกร ที่ทำผลิตภัณฑ์จากเส้นหญ้าแฝก พื้นที่กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเจาะจง คือ กลุ่มเกษตรกร ที่ทำผลิตภัณฑ์จากเส้นหญ้าแฝก ดังนี้

(1) กลุ่มสตรีสหกรณ์ ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านดอนไชย ตำบลเชียงแรง จำนวน 10 คน
(2) กลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่ ตำบลป่าสัก จำนวน 10 คน
(3) กลุ่มสตรีสหกรณ์นิคม บ้านก๊อซาว ตำบลทุ่งกล้วย จำนวน 10 คน

โดยผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่าง ได้ทดลองใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกที่ได้พัฒนาขึ้น และให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ตามกรอบแนวคิดทั้ง 4 ด้าน

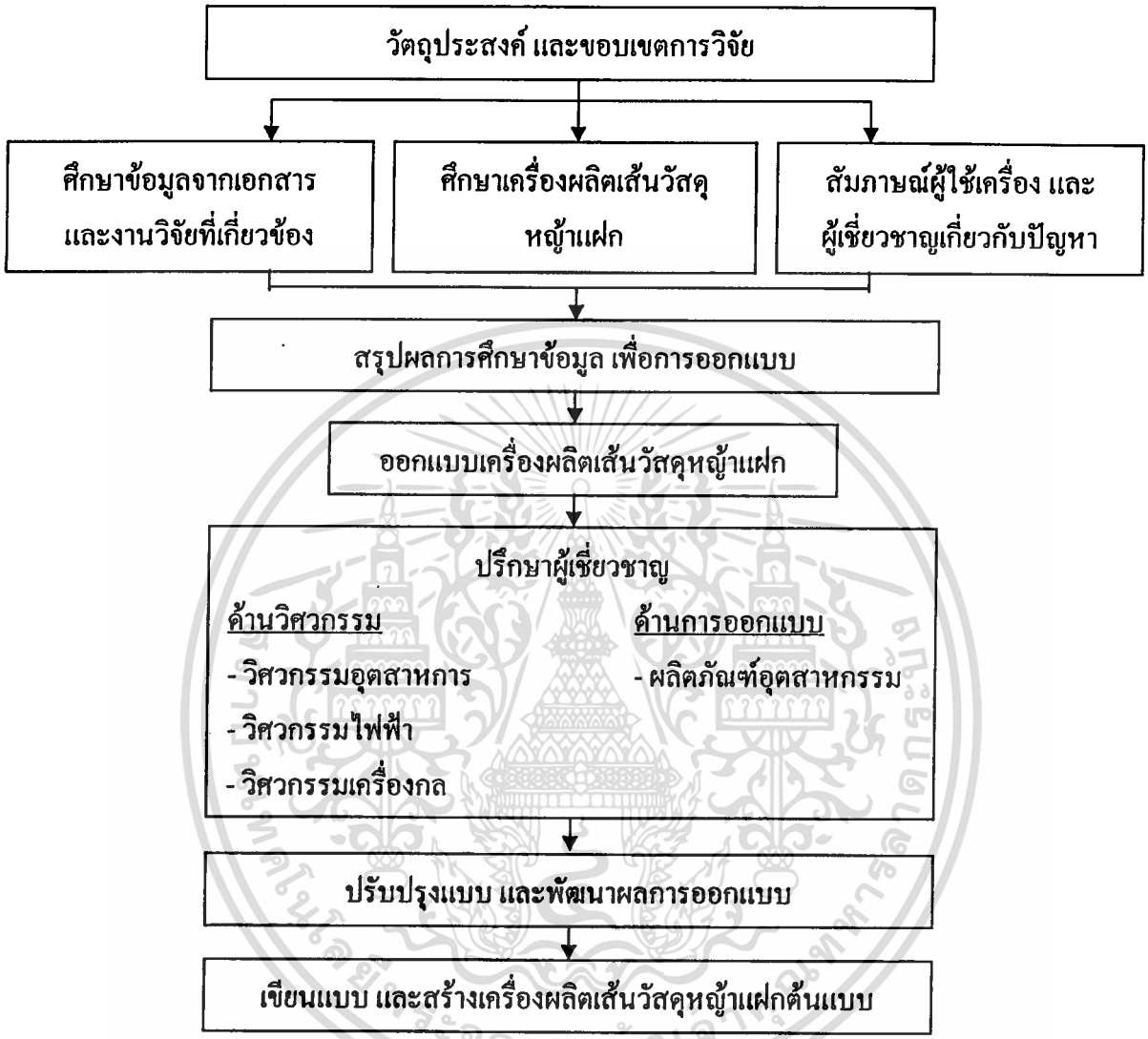
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ของงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก มีดังนี้ (ดังรูปที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

3.2.2 วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสอบถามโดยการศึกษาทฤษฎี เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาเป็นกรอบในการสร้างแบบสอบถาม ตามหลักการออกแบบอุตสาหกรรม (มนตรี ยอดบางเตย. 2538. 72-73) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชุด ดังนี้

3.2.2.1 ใช้กับผู้เชี่ยวชาญ

ชุดที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็น ด้านการออกแบบ

ชุดที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็น ด้านวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 ใช้กับผู้ทดลองใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

ชุดที่ 3 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจจากการทดลองใช้เครื่อง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (RATING SCALE) โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม เพื่อประเมินความคิดเห็นโดยผู้เชี่ยวชาญ และประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มเกษตรกร โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเลือกตอบ สอบถามความคิดเห็น ความพึงพอใจ ด้านต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการให้น้ำหนักคะแนน ตัวเลือก 5 ระดับ ตั้งแต่ 1 – 5 คะแนน ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับดีมาก

4 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับดี

3 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับน้อย

1 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับน้อยมาก

ตอนที่ 2 แบบสอบถามปลายเปิด (OPEN FORM) เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ ในด้านที่ไม่มีในแบบสอบถาม เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย

3.2.3 การตรวจสอบเครื่องมือ

3.2.3.1 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ , ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม และแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างเสร็จแล้ว รวม 3 ชุด นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบ และแก้ไขความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของถ้อยคำ สำนวนภาษา และความชัดเจนในข้อคำถามในแบบสอบถาม

3.2.3.2 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ , ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม และแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่ได้แก้ไขแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา และข้อแนะนำ กระบวนการในการสร้างแบบประเมิน จากผู้ทรงคุณวุฒิทางการวิจัย ดังนี้

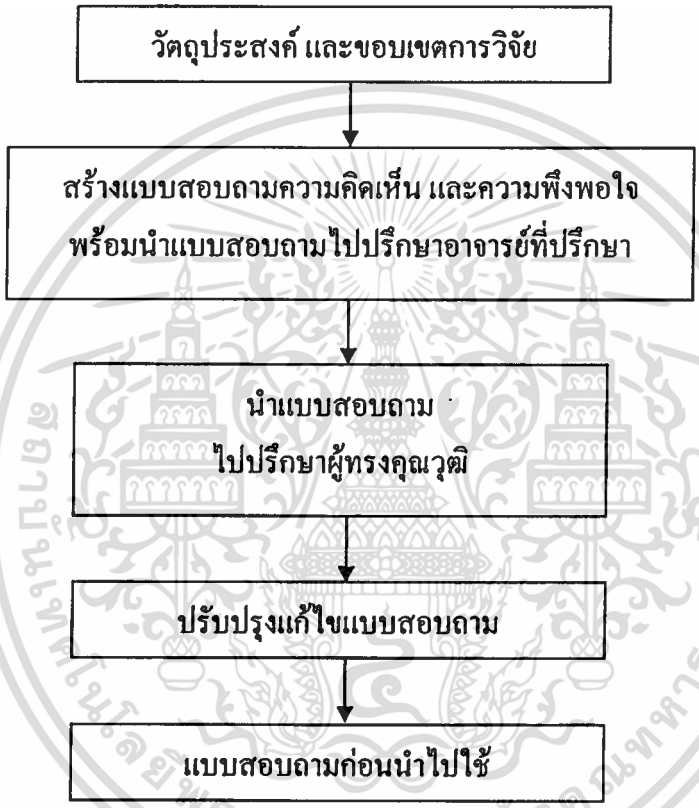
(1) อาจารย์วันดี มาตสถิตย์
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย และฝึกอบรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

(2) อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย และฝึกอบรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) อาจารย์วันชัย อิงปัญจลาภ
หัวหน้าคณะวิชาศึกษาทั่วไป
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

3.2.3.3 ผู้วิจัยได้รวบรวมคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ มาพิจารณาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถาม ร่วมกับอาจารย์ผู้ควบคุม ก่อนนำแบบสอบถามไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดต่อทำหนังสือจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 ขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบ และแนะนำ แบบสอบถามความคิดเห็น

3.3.1.2 ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อขอคำปรึกษา และแนะนำ เกี่ยวรูปแบบรายละเอียดของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก และตอบสอบถามความคิดเห็น

3.3.1.3 ขอความอนุเคราะห์หัวหน้ากลุ่มสตรีสหกรณ์ผลิตหญ้าแฝกบ้านดอนไชย , หัวหน้ากลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านแกใหม่ และหัวหน้ากลุ่มสตรีสหกรณ์นิคมบ้านก๊อซาว เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานเครื่อง

3.3.2 ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ นำมาสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน คือ

3.3.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 3 คน ประกอบด้วย

(1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระศักดิ์ ว่องปรีชา
ภาควิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2) อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย และฝึกอบรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

(3) อาจารย์สุภาวดี พนัสอำพน
สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะวิชาสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา

3.3.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม 5 คน ประกอบด้วย

(1) อาจารย์เกษมชัย บุญเพ็ญ
หัวหน้าสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์

(2) อาจารย์วิโชติ ประทุมรัตน์
สาขาวิชาไฟฟ้า คณะวิชาไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

(3) อาจารย์วีนัส ทัดเนียม
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) อาจารย์สุทธิสาร อนันตรัตนชัย
แผนกช่างกลโรงงาน คณะวิชาเครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี

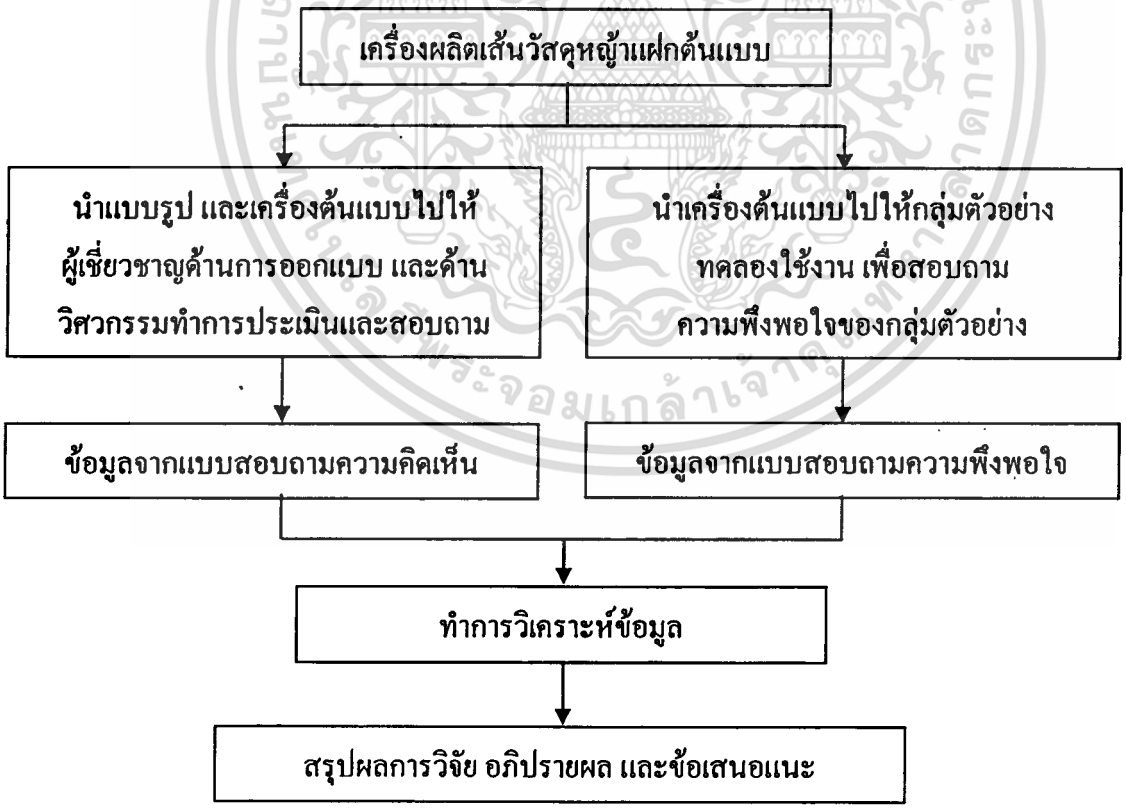
(5) คุณอนันตชัย ศศิธร
ผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพ, ฝ่ายสำนักงาน, QMR
บริษัท H.T. สหกิจ จำกัด
49 / 8 – 9 ตำบลคูบางหลวง อำเภอลาดหลุมแก้ว ปทุมธานี 12140

3.3.3 ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ นำมาสอบถามความพึงพอใจหลังใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ

3.3.3.1 กลุ่มสตรีสหกรณ์ ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านดอนไชย ตำบลเชียงแรง จำนวน 10 คน

3.3.3.2 กลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่ ตำบลป่าสัก จำนวน 10 คน

3.3.3.3 กลุ่มสตรีสหกรณ์นิคม บ้านก๊อซาว ตำบลทุ่งกล้วย จำนวน 10 คน



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 ศึกษา วิเคราะห์ ระบบเทคนิคกลไก ระบบส่งถ่ายกำลังของเครื่องในการทำงาน และปัญหาของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกแบบเดิม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ

3.4.2 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบรายละเอียด และความพึงพอใจ โดยผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยจำแนกตามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.4.2.1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบ รายละเอียดของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ได้แก่

(1) ด้านการออกแบบ

โดยจะทำการประเมินเกี่ยวกับการนำเอาหลักการ ที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มนตรี ยอดบางเตย. 2538. 72-73) มาใช้ในการออกแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ตามกรอบแนวคิด 4 ด้าน ดังนี้

- ด้านหน้าที่ใช้สอย
- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- ด้านความปลอดภัย
- ด้านการบำรุงรักษา

(2) ด้านวิศวกรรม

โดยจะประเมินเกี่ยวกับการเลือกวัสดุที่นำมาใช้ผลิต, การผลิตในระบบอุตสาหกรรม, การเลือกใช้มอเตอร์, ระบบไฟฟ้า, สวิทซ์ควบคุม, สายไฟฟ้า และระบบส่งถ่ายกำลัง ตามหลักการออกแบบอุตสาหกรรม (มนตรี ยอดบางเตย. 2538. 72-73) ดังนี้

- วิศวกรรมอุตสาหการ
- วิศวกรรมไฟฟ้า
- วิศวกรรมเครื่องกล

3.4.2.2 กลุ่มตัวอย่างเกษตรกร ที่ทำผลิตภัณฑ์จากหญ้าแฝก โดยทำการประเมินด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจ การใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ตามกรอบแนวคิดทั้ง 4 ด้าน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ด้านหน้าที่ใช้สอย

(2) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

(3) ด้านความปลอดภัย

(4) ด้านการบำรุงรักษา

เมื่อได้ผลจากการประเมินแล้ว ผู้วิจัยจึงนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) โดยแยกตามรายละเอียดในด้านต่าง ๆ และระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของข้อมูล ออกเป็น 5 ระดับ โดยใช้จุดตัดคะแนนเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง อยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง อยู่ในระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง อยู่ในระดับน้อยมาก

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้สถิติที่ใช้ในการวิจัย ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.5.1 ค่าร้อยละ

3.5.2 ค่าเฉลี่ย

3.5.3 T - test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวม และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

4.1 ผลจากการศึกษาจากเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาจากตำราและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก และศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วนำสภาพปัญหามาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยการปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1.1 ด้านการออกแบบ

4.1.2 ด้านวิศวกรรม

4.1.2.1 ระบบโครงสร้าง

4.1.2.2 ระบบต้นกำลัง และส่งถ่ายกำลัง

4.1.2.3 ระบบไฟฟ้า และควบคุม

4.1.2.4 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ประกอบ

4.2 ผลจากการออกแบบ และเขียนแบบ

4.3 ผลจากการประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

4.3.1 ด้านการออกแบบ

4.3.2 ด้านวิศวกรรม

4.4 ผลจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

4.4.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย

4.4.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

4.4.3 ด้านความปลอดภัย

4.4.4 ด้านการบำรุงรักษา

4.1 ผลจากการศึกษาจากเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก และศึกษาสภาพปัญหา รายละเอียด หลักการทำงานของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกของเดิมที่เกิดขึ้น มาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ โดยปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน ทำให้ได้ผลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยสามารถแยกออกได้เป็นหัวข้อหลักดังนี้

4.1.1 ด้านการออกแบบ

ในด้านการออกแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบแล้ว สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการออกแบบพอสรุปได้ดังนี้

(1) ในการออกแบบเครื่องจักรกลที่ต้องมีการหมุน หรือเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลานั้น ต้องคำนึงถึงความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นขณะเครื่องทำงาน ดังนั้น ในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงรูปทรงและความแข็งแรงของโครงสร้างด้วย จุดที่จะต้องมีการประกอบขึ้นรูป ยึดด้วยสกรู และน็อตนั้น จะต้องมีการป้องกันมิให้เกิดการคลายตัวออกได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ตัวเครื่องได้ อีกทั้งต้องมีการป้องกันไม่ให้เครื่องขยับ หรือเคลื่อนที่ได้ อาจใส่ยางรองขาเครื่องเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนและการเคลื่อนที่

(2) ในการออกแบบพัฒนาเครื่องขึ้นมาใหม่นั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้เทคนิคกลไกใหม่ๆ ที่สลับซับซ้อนยุ่งยาก ควรเรียนรู้ และศึกษากลไก ส่วนประกอบเครื่องของเดิมที่มีใช้กันอยู่ พัฒนาให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น เพื่อลดขั้นตอน และระยะเวลาที่จะต้องเสียไป

(3) สิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญในการออกแบบเครื่องจักรนั้น ก็คือ ความปลอดภัยของผู้ใช้งาน ดังนั้น ในการออกแบบจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายขณะใช้งาน เพื่อความปลอดภัยอย่างสูงสุด

4.1.2 ด้านวิศวกรรม

ในการพิจารณารายละเอียด ส่วนประกอบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทางด้านวิศวกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมแล้ว สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการสรุป ได้ดังนี้

4.1.2.1 ระบบโครงสร้าง

การเลือกใช้วัสดุในการประกอบ และขั้นตอน กรรมวิธีในการผลิต ผู้วิจัยได้ผลจากศึกษา และได้ทำการปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ พบว่าวัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้าง และใช้ในการประกอบตัวเครื่อง ต้องมีความแข็งแรง ทนทาน ราคาถูก หาได้ง่ายในท้องตลาด และต้องคำนึงถึงการผลิตในระบบอุตสาหกรรมด้วย ผู้วิจัยสามารถสรุปวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง ดังนี้

(1) ในส่วนของตัวโครงสร้างหลักของเครื่อง จะมีขนาด ความกว้าง 60 เซนติเมตร ความสูง 50 เซนติเมตร และความยาว 115 เซนติเมตร โดยใช้เป็นเหล็กฉาก ขนาด 25 x 25 มิลลิเมตร ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนา 3 มิลลิเมตร ตัดขนาด และเชื่อมประกอบตามแบบรูป ทาสีกันสนิมรองพื้น แล้วจึงทาทับหน้าด้วยสีจริง 2 เที่ยว

(2) ในส่วนของโครงแผงประกอบชุดแกนหมุน ขนาด Ø 50 เซนติเมตร ทำจากอลูมิเนียมขึ้นรูปตามแบบ ความหนา 6 มิลลิเมตร และเสริมความหนาเฉพาะจุดในส่วนที่ต้องเจาะเบ้าสำหรับใส่ตลับลูกปืนและในส่วนที่ต้องขันสกรูยึดประกอบแผง เพื่อความแข็งแรง แน่นหนา ประกอบเข้าชุดด้วยแกนเหล็ก ขนาด Ø 12 มิลลิเมตร ยาว 205 มิลลิเมตร เจาะรูทำเกลียว ยึดด้วยสกรูขนาด 6 มิลลิเมตร ทั้งสองด้าน โดยโครงแผงประกอบชุดแกนหมุนนี้ จะหมุนอยู่บนแกนเหล็ก ขนาด Ø 15 มิลลิเมตร ซึ่งถูกยึดติดแน่นกับโครงสร้างด้วยเหล็กยูแค้มป์

4.1.2.2 ระบบต้นกำลัง และส่งถ่ายกำลัง

ในการเลือกใช้ระบบต้นกำลัง และระบบส่งถ่ายกำลังนั้น จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และได้ปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ พบว่าในการเลือกใช้ระบบต้นกำลัง และระบบส่งถ่ายกำลังนี้ ควรจะต้องมีการคำนวณหาแรงที่ทำงานทั้งหมด และแรงที่จะต้องใช้ขับเคลื่อน ให้เครื่องสามารถหมุนทำงานได้อย่างสมบูรณ์เสียก่อน ดังนั้น ผู้วิจัยได้นำคำแนะนำจากผู้เชี่ยวทางด้านวิศวกรรม มาดำเนินการตามคำแนะนำโดยได้ไปคำนวณหาค่าแรง และได้ผลสรุป ดังนี้

(1) ระบบต้นกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่นมอเตอร์ แรงดันไฟฟ้า 100 โวลต์ ขนาด 26 วัตต์ 0.8 แอมแปร์ ความเร็ว 2,820 รอบ/นาที พร้อมหัวเกียร์อัตราทดรอบ 1 : 27.66 ให้เหลือความเร็วรอบในการหมุนใช้งาน 100 รอบ / นาที โดยที่มอเตอร์จะมีเฟืองโซ่ขับ ขนาด 12 ฟัน และ 24 ฟัน

(2) การส่งถ่ายกำลังใช้ระบบโซ่ และเฟืองโซ่ ขนาดเบอร์ 25 โดย

- ชุดหมุนเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝก ใช้เฟืองขับจากมอเตอร์ ขนาด 12 ฟัน เฟืองตามขนาด 40 ฟัน อัตราทด 1 : 3.33 เพื่อลดความเร็วในการหมุนเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝก ให้สัมพันธ์กับการหมุนพันเกลียวเส้นหญ้าแฝก โดยในการหมุนเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝก จะมีความเร็ว 30 รอบ / นาที

- ชุดหมุนพันเกลียวเส้นวัสดุหญ้าแฝก ใช้เฟืองขับจากมอเตอร์ ขนาด 24 ฟัน เฟืองตาม ขนาด 24 ฟัน อัตราทด 1 : 1

(3) ใช้แกนเหล็กเพลา ขนาด Ø 15 มิลลิเมตร ร่วมกับแบริ่ง ลูกปืน เป็นตัวร่วมส่งถ่ายกำลังไปยังชิ้นส่วนต่างๆ

(4) ใช้เฟืองดอกจอก ขนาด 18 ฟัน อัตราทด 1 : 1 เป็นตัวเปลี่ยนแนวการส่งถ่ายกำลังไปยังชุดอักกรอหมุนเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) ชุดหมุนบิดเกลียวใบหญ้าแฝก ใช้ระบบโซ่ และจานเฟืองโซ่ ในการหมุนเพื่อได้อัตราการหมุนคงที่ และเท่ากัน โดยได้ใช้เฟืองขับจากแกน ขนาด 24 ฟัน เฟืองตาม ขนาด 12 ฟัน อัตราทด 2 : 1

4.1.2.3 ระบบไฟฟ้า และควบคุม

ในการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าได้ให้คำแนะนำว่าเป็นระบบที่มีความสำคัญ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งานเครื่อง ขณะทำงาน เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า ต้องเผื่อกำลังไฟให้เพียงพอเหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์, มีระบบป้องไฟฟ้าดูดผู้ใช้เครื่อง, สวิทช์ควบคุมการทำงาน ควรเลือกแบบที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ โดยสามารถต้านทานกระแสได้เพียงพอ และทุกชิ้นส่วนสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด เพื่อเปลี่ยน หรือซ่อมแซมได้ง่าย จากผลที่ได้จากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ พอสรุปได้ ดังนี้

(1) ใช้หม้อแปลงไฟฟ้า จากกระแสไฟฟ้า 220 โวลต์ เป็น 100 - 110 โวลต์ ขนาด 50 วัตต์ จำนวน 1 ชุด

(2) สวิทช์ควบคุมไฟฟ้า เป็นแบบกดเปิด – ปิด ที่ใช้สำหรับไฟฟ้า 220 โวลต์ ทานกระแสได้ 10 แอมแปร์ พร้อมมีแสงไฟสัญญาณสีแดง แสดงให้เห็นชัดเจนขณะที่กดเปิดสวิทช์ เพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน

(3) ใช้สวิทช์แบบสองทางที่ใช้สำหรับไฟฟ้า 220 โวลต์ ทานกระแสได้ 10 แอมแปร์ เพื่อกดเลือกปรับเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้สองทิศทาง ตามความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเส้นเชือกหญ้าแฝกที่ฟั่นเกลียวซ้าย หรือเกลียวขวา

(4) มีระบบฟิวส์แบบหลอด ขนาด 10 แอมแปร์ เพื่อใช้ตัดไฟ ป้องกันการใช้กระแสไฟเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร

(5) ระบบควบคุมการปรับความเร็วในการหมุนของเครื่อง เลือกใช้วงจรอิเล็คทรอนิกสำหรับปรับความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์โดยเฉพาะ โดยเป็นปุ่มหมุนเลือกความเร็วตามความต้องการของผู้ใช้งาน ตั้งแต่ 0 – 100 รอบ / นาที

(6) เลือกใช้สายไฟ ขนาด 3 x 1 ตารางมิลลิเมตร ร่วมกับเต้าเสียบแบบ 3 ขา สำหรับจ่ายไฟฟ้าผ่านเข้าเครื่อง พร้อมต่อเชื่อมสายดินเข้ากับโครงเหล็ก ป้องกันไฟรั่วเข้าสู่ผู้ใช้เครื่อง

4.1.2.4 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ประกอบ

ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบกับตัวเครื่อง มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) อักกรอสำหรับเก็บเส้นใบหญ้าแฝก เป็นพลาสติกประกอบขึ้นรูป ขนาด Ø 150 x 180 มิลลิเมตร

(2) อักกรอสำหรับเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝกที่เสร็จแล้ว เป็นพลาสติกประกอบขึ้นรูป ขนาด Ø 200 x 300 มิลลิเมตร

(3) ลูกล้อเกลี่ยเส้นวัสดุหญ้าแฝกเป็นพลาสติกขึ้นรูป ขนาด Ø 60 x 20 มิลลิเมตร พร้อมแกนเหล็ก ขนาด Ø 12 มิลลิเมตร ยึดติดกับโครงสร้างด้วยเหล็กยูแค้มป์

(4) ช่องสอดผ่านรวมเส้นวัสดุหญ้าแฝก เป็นท่อ พีวีซี ขนาด Ø ½ นิ้ว ยึดติดกับโครงสร้างด้วยเหล็กยูแค้มป์

(5) ส่วนที่ใช้ปิดคลุมโครงสร้าง เป็นแผ่นพลาสติก ความหนา 3 มิลลิเมตร เจาะรูร้อยสกรูและน็อต ขนาด Ø 4 มิลลิเมตร ยึดติดกับโครงสร้าง

4.2 ผลการออกแบบ และเขียนแบบ

หลังจากที่ได้ทำการสรุปข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่จะต้องใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดลองออกแบบโครงสร้าง ชิ้นส่วน กลไกต่างๆ ในการทำงานของเครื่อง โดยใช้วิธีสร้างต้นแบบจำลองที่มีขนาดเท่าของจริง กำหนดขนาด ระยะ คำนวณจุดหมุน จุดยึดต่าง ๆ ของชิ้นส่วนเครื่อง อัตราการหมุน อัตราทดของโซ่ และเฟืองโซ่ โดยให้มีความสัมพันธ์กัน คำนวณแรง และกำลังของมอเตอร์ที่จะต้องใช้ในการขับเคลื่อนการหมุนของเครื่องฯ

วัสดุที่จะนำมาใช้งาน ต้องมีความแข็งแรงทนทาน และต้องมีน้ำหนักเบา อีกทั้งต้องมีความสวยงามด้วย ผู้วิจัยจึงได้นำเหล็กรูปตัดต่างๆ มาใช้เป็นวัสดุในการผลิตโครงสร้าง ซึ่งมีความแข็งแรง ทนทาน และในปัจจุบัน ยังนับว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตเครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ ที่มีใช้งานกันอย่างแพร่หลาย สำหรับชิ้นส่วน ที่ใช้งานร่วมกับโครงสร้าง ใช้เป็นอลูมิเนียมขึ้นรูป ซึ่งมีความแข็งแรง น้ำหนักเบา และในชิ้นส่วนอื่นๆ ก็ใช้เป็นพลาสติกประกอบขึ้นรูป ซึ่งมีน้ำหนักเบา แข็งแรง ราคาถูก สะดวกต่อการผลิต

ชิ้นส่วนอุปกรณ์สำเร็จรูป ที่ประกอบใส่กับตัวเครื่อง เช่น แกนเพลา ตลับลูกปืน เฟืองโซ่ และโซ่ ก็เป็นขนาดมาตรฐานตามท้องตลาดทั่วไป สามารถที่จะใส่ถอดประกอบเปลี่ยนได้เป็นชิ้นส่วน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา และซ่อมแซม

หลังจากที่ได้รูปแบบ และรายละเอียดตามความต้องการแล้ว จึงนำผลที่ได้มาทำการเขียนแบบจริง และสร้างเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก เพื่อนำเครื่องต้นไปเก็บรวบรวมข้อมูล สอบถามความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลจากการประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก จากผู้เชี่ยวชาญ

4.3.1 ผลจากการประเมินรูปแบบของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ด้านการออกแบบ จากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ด้านการออกแบบ (N = 3)

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านหน้าที่ใช้สอย			
1. เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	4.67	0.58	ดีมาก
2. สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
3 . จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	4.33	0.58	ดี
4. มีความเร็วเพียงพอในการผลิต	4.33	0.58	ดี
5. ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน			
1. ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก	4.00	0.00	ดี
2. ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่อง มีความเหมาะสม	4.00	0.00	ดี
3. ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน	4.00	0.00	ดี
4. น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก	4.00	0.00	ดี
ด้านความปลอดภัย			
1. มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย	4.33	0.58	ดี
2. มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน	4.67	0.58	ดีมาก
3. สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย และเหมาะสมกับตัวเครื่อง	4.33	0.58	ดี
4. ระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร	4.00	0.00	ดี
ด้านการบำรุงรักษา			
1. การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว	4.00	0.00	ดี
2. การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย	4.00	0.00	ดี
3. ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.27	0.45	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย, สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม, มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน และทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ = 4.67 จัดอยู่ในระดับความคิดเห็นที่ดีมาก

4.3.2 ผลจากการประเมินความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม เรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก จากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินรายละเอียดเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ด้านวิศวกรรม (N = 5)

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ชนิดของมอเตอร์เหมาะสมกับการใช้งาน	4.80	0.45	ดีมาก
2. ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่นำมาใช้ มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3. วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบตัวเครื่องแข็งแรง ประหยัด ปลอดภัย	4.40	0.55	ดี
4. สวิทซ์ไฟฟ้าที่ใช้มีความเหมาะสม และปลอดภัย	4.80	0.45	ดีมาก
5. มีระบบตัด และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ที่เหมาะสม และปลอดภัย	4.60	0.55	ดีมาก
6. ใช้วงจรปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
7. มีการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องที่ปลอดภัย	4.60	0.55	ดีมาก
8. การซ่อมแซม และบำรุงรักษา ทำได้ง่าย	4.80	0.45	ดีมาก
9. ความเป็นไปได้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	4.40	0.55	ดี
10. เลือกใช้ระบบส่งกำลังที่เหมาะสมกับการใช้งาน	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.68	0.47	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่นำมาใช้ มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $\bar{x}$ = 5.00 จัดอยู่ในระดับความคิดเห็นที่ดีมาก

ชนิดของมอเตอร์เหมาะสมกับการใช้งาน, สวิทซ์ไฟฟ้าที่ใช้มีความเหมาะสม และปลอดภัย, ใช้วงจรปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสม และการซ่อมแซม และบำรุงรักษา ทำได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยรองลงมา $\bar{x}$ = 4.80 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบตัวเครื่องแข็งแรง ประหยัด ปลอดภัย และความเป็นไปได้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด $\bar{x}$ = 4.40 จัดอยู่ในระดับความคิดเห็นที่ดี

4.3.3 สรุปผลจากการประเมินรูปแบบ และรายละเอียด ส่วนประกอบของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในภาพรวมทั้ง 2 ด้าน และรายด้าน ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.3 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 สรุปค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในภาพรวม ทั้ง 2 ด้าน และรายด้าน

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านการออกแบบ	4.27	0.45	ดี
ด้านวิศวกรรม	4.68	0.47	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.47	0.46	ดี

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินด้านการออกแบบมีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ = 4.27 จัดอยู่ในระดับความคิดเห็นที่ดี ส่วนด้านวิศวกรรมมีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ = 4.68 จัดอยู่ในระดับความคิดเห็นที่ดีมาก และการประเมินรูปแบบ เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ = 4.47 จัดอยู่ในระดับความคิดเห็นที่ดี

4.4 ผลจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

4.4.1 ผลจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ของกลุ่มตัวอย่าง ทางด้านหน้าที่ใช้สอย จากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏว่าผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทางด้านหน้าที่ใช้สอย (N = 30)

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านหน้าที่ใช้สอย			
1. เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	4.13	0.78	ดี
2. สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.72	ดี
3 . จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	3.70	0.65	ดี
4. มีความเร็วเพียงพอในการผลิต	4.10	0.76	ดี
5. ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม	3.50	0.68	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.97	0.78	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นผลการประเมินด้านหน้าที่ใช้สอย สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด $\bar{x}$ = 4.40 เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีค่าเฉลี่ยรองลงมา $\bar{x}$ = 4.13 และขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด $\bar{x}$ = 3.50

4.4.2 ผลจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ของกลุ่มตัวอย่าง ทางด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน จากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏว่าผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทางด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน (N = 30)

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน			
1. ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก	4.07	0.87	ดี
2. ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่อง มีความเหมาะสม	4.57	0.57	ดีมาก
3. ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน	3.90	0.66	ดี
4. น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก	3.77	0.93	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.07	0.82	ดี

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นผลการประเมินด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่อง มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด $\bar{x}$ = 4.57 น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด $\bar{x}$ = 3.77

4.4.3 ผลจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ของกลุ่มตัวอย่าง ทางด้านความปลอดภัย จากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏว่าผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.6 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทางด้านความปลอดภัย (N = 30)

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านความปลอดภัย			
1. มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย	4.17	0.70	ดี
2. มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน	4.47	0.68	ดี
3. สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย และเหมาะสมกับตัวเครื่อง	4.47	0.68	ดี
4. ระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร	4.20	0.76	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.32	0.71	ดี

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นผลการประเมินด้านความปลอดภัย มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน, สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย และเหมาะสมกับตัวเครื่อง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด $\bar{x}$ = 4.47

4.4.4 ผลจากการประเมินความพึงพอใจ ในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ของกลุ่มตัวอย่าง ทางด้านการบำรุงรักษา จากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏว่าผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทางด้านการบำรุงรักษา (N = 30)

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านการบำรุงรักษา			
1. การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว	4.00	0.74	ดี
2. การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย	3.70	0.91	ดี
3. ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย	4.00	0.64	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.90	0.78	ดี

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นผลการประเมินด้านการบำรุงรักษา การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว, ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด $\bar{x}$ = 4.00 การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด $\bar{x}$ = 3.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 สรุปผลจากการประเมินความพึงพอใจ ในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกของกลุ่มตัวอย่าง ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน และรายด้าน ปรากฏว่าผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 สรุปค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน และรายด้าน (N=30)

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านหน้าที่ใช้สอย	3.97	0.78	ดี
ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.07	0.82	ดี
ด้านความปลอดภัย	4.32	0.71	ดี
ด้านการบำรุงรักษา	3.90	0.78	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.07	0.75	ดี

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยโดยรวม $\bar{x}$ = 4.07 จัดอยู่ในระดับความคิดเห็นดี ในด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด $\bar{x}$ = 4.32 รองลงมา คือ ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ = 4.07, ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ = 3.97 และด้านการบำรุงรักษา มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด $\bar{x}$ = 3.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในบทนี้เป็นบทสรุปผลการวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อศึกษา พัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

5.1.1.2 เพื่อหาความพึงพอใจในการใช้งาน ของกลุ่มเกษตรกรที่ใช้เครื่อง ด้านหน้าที่ใช้สอย, ความสะดวกสบายในการใช้งาน, ความปลอดภัย และการบำรุงรักษา

5.1.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2.1 ประชากรที่ศึกษา คือ กลุ่มเกษตรกร ที่ทำผลิตภัณฑ์จากเส้นหญ้าแฝก พื้นที่กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา

5.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเจาะจง คือ กลุ่มเกษตรกร ที่ทำผลิตภัณฑ์จากเส้นหญ้าแฝก ดังนี้

(1) กลุ่มสตรีสหกรณ์ ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านดอนไชย ตำบลเชียงแรง กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา จำนวน 10 คน

(2) กลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านแกใหม่ ตำบลป่าสัก กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา จำนวน 10 คน

(3) กลุ่มสตรีสหกรณ์นิคมบ้านก๊อซาว ตำบลทุ่งกล้วย กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา จำนวน 10 คน

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ จะเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (RATING SCALE) จากการใช้งานเครื่องผลิตเส้นเชือกหญ้าแฝก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ สอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยแยกออกเป็นรายด้าน ดังนี้

- ด้านหน้าที่ใช้สอย
- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- ด้านความปลอดภัย
- ด้านการบำรุงรักษา

โดยจะเป็นช่องให้ค่าคะแนนที่ 5 ระดับคะแนน คือ

5 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับดีมาก

4 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับดี

3 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับน้อย

1 คะแนน หมายถึง อยู่ในระดับน้อยมาก

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามแบบเปิด (OPEN FORM) เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

5.1.4.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดต่อทำหนังสือจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย ดังนี้

(1) ขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจแบบสอบถามความคิดเห็น และแบบสอบถามความพึงพอใจ

(2) ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อขอคำปรึกษา และแนะนำ เกี่ยวรูปแบบรายละเอียดของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก และตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

(3) ขอความอนุเคราะห์หัวหน้ากลุ่มสตรีสหกรณ์ผลิตหญ้าแฝกบ้านคอนไชย, หัวหน้ากลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านแกใหม่ และหัวหน้ากลุ่มสตรีสหกรณ์นิคมบ้านก๊อซาว กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานเครื่อง

5.1.4.2 ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ นำมาประเมินรูปแบบและ รายละเอียด ของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน และกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการประเมินรูปแบบ ผู้วิจัยได้นำแบบรูป รายละเอียด และเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่อทำการประเมิน โดยดำเนินการด้วยตนเอง

ในการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้เดินทางไปยังพื้นที่กิ่งอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ไปให้กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาด้วยวิธีการเจาะจง จำนวน 30 คน ทำการทดสอบ การใช้เครื่องฯ และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการสรุป วิเคราะห์

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษา และเก็บรวบรวม โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1.5.1 ผลการศึกษาจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ศึกษารายละเอียด และปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยการปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน

จากการศึกษา ผู้วิจัยพบว่า

(1) การทำเส้นเชือกหญ้าแฝกของเดิม กลุ่มเกษตรกรได้ใช้วิธีการทำด้วยมือซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการทำงานเป็นอย่างมาก ทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้มีไม่เพียงพอสำหรับการนำไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อีกทั้ง การฟั่นเส้นเชือกหญ้าแฝกด้วยมือก็มีข้อจำกัดอยู่ที่ สามารถฟั่นเส้นเชือกได้เพียง 2 เกลียวเส้น และมีขนาดเล็ก ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแข็งแรง และการรับน้ำหนักที่มากๆได้ เช่น เฟอร์นิเจอร์ต่างๆ

(2) ผลจากการสัมภาษณ์ สอบถามอาจารย์รุ่งโรจน์ รัตนวารินทร์ คณะทำงานที่ได้สร้างเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกของเดิม ทราบว่า เครื่องฯ ของเดิมที่ได้สร้างขึ้นมานั้น ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการที่ต้องมีการปรับปรุงพัฒนา คือ ระบบในการฟั่นเกลียวเส้นเชือกยังทำได้ไม่ดีเพียงพอ ต้องใช้แรงงานคนในการขับเคลื่อนเครื่องฯ และเกษตรกรผู้ใช้งานยังไม่พึงพอใจในด้านคุณภาพของเส้นหญ้าแฝก จึงไม่เป็นที่นิยมใช้

(3) จากการสัมภาษณ์ สอบถาม คุณกองเหรียญ ปาปัดถา วิทยากรประจำ สหกรณ์นิคมเชียงคำ จำกัด กิ่งอำเภอภูซาง ผู้ที่ให้การอบรมเกี่ยวกับหญ้าแฝกให้แก่กลุ่มเกษตรกรต่างๆ และเคยได้ใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกของเดิมทราบว่า ระบบการทำงานของเครื่องฯ จะเป็นแบบใช้แรงงานคนในการผลิต อีกทั้งคุณภาพของเส้นหญ้าแฝกที่ได้ก็ยังไม่เป็นที่น่าพอใจเท่าที่ควร และจึงไม่ได้มีการส่งเสริมให้กลุ่มเกษตรกรใช้เครื่องฯ ดังกล่าวเป็นที่แพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5.2 เป็นการวิเคราะห์จากแบบประเมิน และแบบสอบถามความคิดเห็น ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ARITHMETIC MEAN) ในการอธิบายผลของการวิจัย และใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (STANDARD DEVIATION) ควบคู่กับค่าเฉลี่ย เพื่อใช้อธิบายความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ในการวิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูล

5.1.6 ผลการวิจัย

ผลของการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ผู้วิจัยได้สรุปจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และความพึงพอใจ ของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ที่ทำผลิตภัณฑ์จากหญ้าแฝก จากเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ดังนี้

(1) ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยรวม $\overline{x}$ = 4.27 แปลผลการประเมินอยู่ในระดับดี

(2) ด้านวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ยรวม $\overline{x}$ = 4.68 แปลผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

(3) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องฯ มีค่าเฉลี่ยรวม $\overline{x}$ = 4.07 แปลผลความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

5.1.6.1 ด้านการออกแบบ

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมจะมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า จะมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.00 – 4.67 ซึ่งมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก 4 ข้อ ระดับดี 12 ข้อ โดยเรียงลำดับจากข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดถึงต่ำสุด ดังนี้ ด้านหน้าที่ใช้สอย ข้อที่ 1. เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ =4.67) ข้อที่ 2. สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ =4.67) ด้านความปลอดภัย ข้อที่ 2. มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ =4.67) ด้านการบำรุงรักษา ข้อที่ 3. ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ =4.67) ด้านหน้าที่ใช้สอย ข้อที่ 3. จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ =4.33) ข้อที่ 4. มีความเร็วเพียงพอในการผลิต มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.33) ข้อที่ 5. ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ =4.33) ด้านความปลอดภัย ข้อที่ 1. มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ =4.33) ข้อที่ 3. สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัยและเหมาะสมกับตัวเครื่อง ($\overline{x}$ = 4.33) ข้อที่ 4. ระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.00) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ข้อที่ 1. ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.00) ข้อที่ 2. ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่อง มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.00) ข้อที่ 3. ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.00) ข้อที่ 4. น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.00) ด้านการบำรุงรักษา ข้อที่ 1. การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.00) ข้อที่ 2. การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.00)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.6.2 ด้านวิศวกรรม

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมส่วนใหญ่ อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.60 – 5.00 ซึ่งมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก 8 ข้อ ระดับดี 2 ข้อ โดยเรียงลำดับจากข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดถึงต่ำสุด ดังนี้ ข้อที่ 2. ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่นำมาใช้ มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 5.00) ข้อที่ 1. ชนิดของมอเตอร์เหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.80) ข้อที่ 4. สวิทซ์ไฟฟ้าที่ใช้มีความเหมาะสม และปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.80) ข้อที่ 6. ใช้วงจรปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.80) ข้อที่ 8. การซ่อมแซม และบำรุงรักษา ทำได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.80) ข้อที่ 5. มีระบบตัด และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ที่เหมาะสม และปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.60) ข้อที่ 7. มีการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องที่ปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.60) ข้อที่ 10. เลือกใช้ระบบส่งกำลังที่เหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.60) ข้อที่ 3. วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบตัวเครื่องแข็งแรง ประหยัด ปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.40) ข้อที่ 9. ความเป็นไปได้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.40)

5.1.6.3 ด้านความพึงพอใจ

ความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้เครื่องฯ โดยภาพรวมส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.50 – 4.57 ซึ่งมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก 1 ข้อ ระดับดี 15 ข้อ โดยเรียงลำดับจากข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดถึงต่ำสุด ดังนี้ ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ข้อที่ 2. ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่อง มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.57) ด้านความปลอดภัย ข้อที่ 2. มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.47) ข้อที่ 3. สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย และเหมาะสมกับตัวเครื่อง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.47) ด้านหน้าที่ใช้สอย ข้อที่ 2. สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.40) ด้านความปลอดภัย ข้อที่ 4. ระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.20) ข้อที่ 1. มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.17) ด้านหน้าที่ใช้สอย ข้อที่ 1. เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.13) ข้อที่ 4. มีความเร็วเพียงพอในการผลิต มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.10) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ข้อที่ 1. ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.07) ด้านการบำรุงรักษา ข้อที่1. การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.00) ข้อที่ 3. ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.00) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ข้อที่ 3. ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 3.90) ข้อที่ 4. น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 3.77) ด้านการบำรุงรักษาข้อที่ 2. การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 3.70) ด้านหน้าที่ใช้สอย ข้อที่ 3. จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 3.70) ข้อที่ 5. ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 3.50)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กล่าวถึงประเด็นที่สำคัญจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบทางด้านการออกแบบ และด้านวิศวกรรม และความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่ทำผลิตภัณฑ์จากหญ้าแฝก ตามหลักการออกแบบอุตสาหกรรม ดังนี้

5.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ทั้งนี้ เพราะเครื่องฯ สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ได้ดี ซึ่งสามารถแสดงผลเป็นรายด้านต่างๆ ดังนี้

5.2.1.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย

(1) มีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย อยู่ในระดับดีมาก
(2) สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม อยู่ในระดับดีมาก
(3) จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน อยู่ในระดับดี
(4) มีความเร็วเพียงพอในการผลิต อยู่ในระดับดี
(5) ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม อยู่ในระดับดี

5.2.1.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

(1) ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก อยู่ในระดับดี
(2) ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่อง มีความเหมาะสม อยู่ในระดับดี
(3) ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน อยู่ในระดับดี
(4) น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก อยู่ในระดับดี

5.2.1.3 ด้านความปลอดภัย

(1) มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย อยู่ในระดับดี
(2) มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก
(3) สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย และเหมาะสมกับตัวเครื่อง อยู่ในระดับดี
(4) ระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร อยู่ในระดับดี

5.2.1.4 ด้านการบำรุงรักษา

(1) การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว อยู่ในระดับดี
(2) การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย อยู่ในระดับดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย อยู่ในระดับดีมาก

ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ สามารถตอบสนองกับหลักการออกแบบตามกรอบแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ทั้ง 4 ด้าน (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73) ที่กล่าวไว้ว่า หน้าที่ใช้สอยนับเป็นสิ่งสำคัญ เพราะผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้น จะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามความเป็นจริง สนองความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด การออกแบบต้องคำนึงถึงหน้าที่ให้สามารถตอบสนองได้จริง ซึ่งตรงกับเครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ที่อยู่ในระดับดีมาก และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม ที่อยู่ในระดับดีมาก

ทั้งนี้ ยังสอดคล้องกับแนวทางในการออกแบบเครื่องสาวไหม (วุฒิศักดิ์ ศุภลักษณ์ และ วิษณุชัย บัวถา) [Online] คือ ระบบการทำงาน และเทคโนโลยีไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก อะไหล่ และอุปกรณ์หาได้ง่าย ราคาถูก ขนาดรูปร่างสามารถปรับเปลี่ยน และซ่อมแซมได้ง่าย ตัวเครื่องมีขนาดรัดกุม ปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ควบคุมง่าย สะดวกรวดเร็ว ขอบเขตการทำงานกว้าง และหลังจากการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆ และปรับตั้งระยะต่าง ๆ ของระบบการทำงานแล้ว

5.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เพราะเครื่องฯ สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ได้ดี ซึ่งแสดงผล ดังนี้

(1) ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่นำมาใช้ มีความเหมาะสม อยู่ในระดับดีมาก
(2) ชนิดของมอเตอร์เหมาะสมกับการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก
(3) สวิทซ์ไฟฟ้าที่ใช้มีความเหมาะสม และปลอดภัย อยู่ในระดับดีมาก
(4) ใช้วงจรปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสม อยู่ในระดับดีมาก
(5) การซ่อมแซม และบำรุงรักษา ทำได้ง่าย อยู่ในระดับดีมาก
(6) มีระบบตัด และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ที่เหมาะสม และปลอดภัย อยู่ในระดับดีมาก
(7) มีการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องที่ปลอดภัย อยู่ในระดับดีมาก
(8) เลือกใช้ระบบส่งกำลังที่เหมาะสมกับการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก
(9) วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบตัวเครื่องแข็งแรง ประหยัด ปลอดภัย อยู่ในระดับดี
(10) ความเป็นไปได้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม อยู่ในระดับดี

ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ สามารถตอบสนองกับหลักการออกแบบตามกรอบแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73) ที่กล่าวไว้ว่า เครื่องผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจน หรือมีคำอธิบายไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ สวิทซ์ไฟฟ้าที่ใช้มีความเหมาะสม และปลอดภัย ที่มีผลอยู่ในระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดีมาก มีระบบตัด และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ที่เหมาะสม และปลอดภัย ที่มีผลอยู่ในระดับดีมาก มีการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องที่ปลอดภัย ที่มีผลอยู่ในระดับดีมาก

การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ต้องออกแบบให้มีการแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เมื่อใช้งานแล้วเกิดชำรุดเสียหายขึ้น การมีอะไหล่เพื่อให้สามารถเปลี่ยนใหม่อันเกี่ยวพันกับการบริการ ซึ่งสอดคล้องกับการซ่อมแซม และบำรุงรักษา ทำได้ง่าย ที่มีผลอยู่ในระดับดีมาก

5.2.3 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้เครื่องฯ โดยภาพรวมส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ทั้งนี้เพราะเครื่องฯ สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ และความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ซึ่งแสดงผลเป็นรายด้าน ดังนี้

5.2.3.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย

(1) เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย อยู่ในระดับดี
(2) สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม อยู่ในระดับดี
(3) จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน อยู่ในระดับดี
(4) มีความเร็วเพียงพอในการผลิต อยู่ในระดับดี
(5) ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม อยู่ในระดับดี

จากผลการพัฒนาเครื่องฯ ทำให้ได้เครื่องต้นแบบที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ในด้านหน้าที่ใช้สอยจะพบว่า เครื่องสามารถผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกได้อย่างรวดเร็ว คือ ประมาณ 3 เมตร / นาที ที่ความเร็วในการหมุนอักกรอเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝกสูงสุด 30 รอบ / นาที ซึ่งรวดเร็วกว่าการใช้แรงงานคนที่ฟั่นเชือกด้วยมือ จากการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ซึ่งกินกระแสไฟเพียง 0.8 แอมแปร์ 26 วัตต์ ในการทำงาน ทำให้มีค่าใช้จ่ายไม่มากนักเมื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้ อีกทั้งเครื่องฯ ยังสามารถทำได้ถึงจำนวน 4 เกลียวในหนึ่งเส้น ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบของเครื่อง

5.2.3.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

(1) ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก อยู่ในระดับดี
(2) ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่อง มีความเหมาะสม อยู่ในระดับดีมาก
(3) ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน อยู่ในระดับดี
(4) น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก อยู่ในระดับดี

การใช้งานเครื่องฯ ของกลุ่มเกษตรกรในด้านความสะดวกสบายพบว่า ขนาดของตัวเครื่องฯ มีความเหมาะสม กะทัดรัด ไม่ใหญ่โตมากนัก น้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้งานได้ทุกสถานที่ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องฯ ของเดิมมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมาก ส่วนแผงควบคุม และ สวิทซ์ไฟฟ้าต่างๆ ใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยาก

5.2.3.3 ด้านความปลอดภัย

(1) มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย อยู่ในระดับดี
(2) มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก
(3) สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย และเหมาะสมกับตัวเครื่อง อยู่ในระดับดี
(4) ระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร อยู่ในระดับดี

เครื่องฯ ต้นแบบนี้ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน ที่ผู้ใช้งานสามารถปรับควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของมอเตอร์ได้ ซึ่งทำให้สามารถผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกได้รวดเร็ว ตอบสนองตามความต้องการ รวมถึงมีระบบปรับเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้โดยง่าย เพียงกดสวิทซ์เลือกทิศทางการหมุน ก็สามารถเลือกใช้งานได้ว่า ต้องการฟั่นเกลียวเส้นเชือกให้ไปในทิศทางใด เกลียวซ้าย หรือ เกลียวขวา ทั้งนี้ ในการจัดระบบไฟฟ้า และควบคุมต้องให้มีความปลอดภัยสูงสุด ผู้วิจัยจึงได้จัดให้มีระบบป้องกันอันตรายที่ดี เลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆที่ได้มาตรฐานมาใช้งาน

5.2.3.4 ด้านการบำรุงรักษา

(1) การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว อยู่ในระดับดี
(2) การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย อยู่ในระดับดี
(3) ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย อยู่ในระดับดี

ในการประกอบ ติดตั้ง และบำรุงรักษา ถึงแม้ว่าเครื่องฯ นี้ จะมีชิ้นส่วนประกอบที่เป็น เครื่องจักรกลไกต่างๆ แต่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ชิ้นส่วน อุปกรณ์ ที่สามารถถอดเปลี่ยนส่วนที่ชำรุดเสียหายได้โดยง่าย และหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป

จากข้อมูลผลการวิจัย สามารถสรุปความพึงพอใจของเกษตรกรฯกลุ่มตัวอย่างปรากฏว่า เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบนี้ สามารถตอบสนองกับหลักการออกแบบตามกรอบแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ทั้ง 4 ด้าน (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบที่ถูกสร้างขึ้นครั้งนี้ สามารถนำไปใช้กับวัสดุเส้นใยอื่นๆ จากธรรมชาติ ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับหญ้าแฝก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้สร้างงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์จักสาน หรืองานเฟอร์นิเจอร์รูปแบบต่างๆ สามารถที่จะพัฒนางานให้มีคุณค่าเพิ่มขึ้น

5.3.1.2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือ ที่จะนำไปใช้กับการผลิตเส้นเชือก จากวัสดุเส้นใยธรรมชาติอื่น นอกเหนือจากหญ้าแฝก เช่น การทำเส้นเชือกจากผักตบชวา หรือเชือกกล้วย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไป

5.3.2.1 ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ควรจะศึกษาถึงระบบในการผลิตในจำนวนมาก (MASS PRODUCT) เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต และควรออกแบบให้ชิ้นส่วนแต่ละชิ้น สามารถประกอบเข้าด้วยกันโดยง่าย

5.3.2.2 การออกแบบชิ้นส่วน โครงสร้าง ส่วนประกอบของตัวเครื่อง ควรที่จะทำให้สามารถทำการบำรุงรักษา ซ่อมแซมได้ง่าย จากผู้ใช้งานที่อาจจะไม่มีทักษะ หรือความรู้เกี่ยวกับงานด้านเครื่องจักร กลไกต่างๆ เลย

5.3.2.3 ควรเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานเครื่อง โดยการเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานลักษณะอื่นๆ ได้อีก จากระบบส่งถ่ายกำลังของเครื่อง

5.3.2.4 ควรเพิ่มอุปกรณ์ครอบชุดหมุนขณะเครื่องทำงาน เพื่อป้องกันอันตรายตัวผู้ใช้งานเครื่อง หรือผู้อื่น โดยถ้าหากไม่ปิดคลุมอุปกรณ์ป้องกันดังกล่าวแล้ว เครื่องจะไม่สามารถหมุนได้

5.3.2.5 ควรมีความรู้ทางด้านวิศวกรรม เนื่องจากเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก เป็นเครื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบกลไก ชิ้นส่วนเครื่องกล และไฟฟ้า การออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งานเป็นหลัก

5.3.2.6 การออกแบบควรคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน เกี่ยวกับการถอดใส่อุปกรณ์ขณะใช้งานเครื่องฯ ขนาด และน้ำหนักของตัวเครื่องฯ เพื่อการเคลื่อนย้ายที่สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติ อินทรานนท์ และคณะ. 2533. **"การศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน."** รายงานผลการวิจัย ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉวีวรรณ รมยานนท์. 2535. **ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ชวลิต ดาบแก้ว. 2525. **งานพลาสติก.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ทรงกลด จารุสมบัติ. 2545. **ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก.** [Online]. Available : http://www.ku.ac.th/.../february45/agri/plant.html.

นภัทร วัจนเทพินทร์. 2543. **เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 3. ปทุมธานี : สกายบุกส์.

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. 2546. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.

มนตรี ยอดบางเตย. 2538. **ออกแบบผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2534. **ชุดวิชา เออร์กอนอมิกส์ และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1 – 5.** พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

รุ่งโรจน์ รัตนวารินทร์. 2545. **จากจักสานสู่จักรสาน.** [Online]. Available : http://idesignmag.com/yhafag/yhafag.html.

วุฒิพงษ์ อินแสง และคณะ. **เครื่องฉาว และจัดเก็บเส้นใยไหมไทย.** [Online]. Available : http://www.eng.cmu.ac.th/Rctept/research/avord40_7.html.

วุฒิศักดิ์ ศุภลักษณ์ และ วิษณุชัย บัวถา. **เครื่องสาวไหม 2.** [Online]. Available : http://library.kmitnb.ac.th/projects/eng/PDT/pdt0061t.html.

วีระศักดิ์ สวนจันทร์. **เครื่องสาวไหม 1.** [Online]. Available : http://www.yonok.ac.th/rsearch/Data/veerasak.htm.

ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี กองทัพบก. **หัวใจหญ้าแฝก.** [Online]. Available : http://www.rta.mi.th/links/vetivevia/vz_8.htm.

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. **เครื่องตีเกลียวไหม.** [Online]. Available : http://www.doa.go.th/data-agri/machine/mach65.html.

สาคร คันธโชติ. 2528. **การออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การหาคุณภาพของแบบสอบถาม , แบบสอบถามความคิดเห็น

ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ , หนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูล

ภาคผนวก ค ภาพการตรวจเครื่องมือของผู้ทรงคุณวุฒิ และประเมินรูปแบบของผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ง ภาพการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

ภาคผนวก จ ภาพการใช้งานเครื่อง และสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

- การหาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการออกแบบ การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
- การหาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านวิศวกรรม การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
- การหาคุณภาพของแบบสอบถาม ความพึงพอใจสำหรับผู้ใช้เครื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
- แบบประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
- แบบประเมินรูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม
- แบบสอบถามการวิจัยเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก สอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาคุณภาพของแบบสอบถาม
การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
แบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในด้านต่างๆ ดังนี้
   - ด้านหน้าที่ใช้สอย
   - ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
   - ด้านความปลอดภัย
   - ด้านการบำรุงรักษา

<u>คำชี้แจง</u> แบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็น
ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบประเมินในเรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ซึ่งเป็นการศึกษาโครงการสาระนิพนธ์ในระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ศึกษาโครงการใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินผล ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ดังกล่าวมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย อัจฉริยเมธากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาคุณภาพของแบบสอบถาม
การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย

ด้านหน้าที่ใช้สอย หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามความเป็นจริง สนองความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73)

1.1 เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย หมายถึง การพัฒนาเครื่องให้สามารถใช้สอยได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้ตั้งไว้

1.2 สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม หมายถึง เครื่องสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน

1.3 จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน หมายถึง จำนวนของเส้นใบหญ้าแฝกที่พันเป็นเกลียวเชือกมีจำนวน และขนาดที่เหมะสม ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

1.4 มีความเร็วเพียงพอในการผลิต หมายถึง ความสามารถในการผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

1.5 ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม หมายถึง ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม เพียงพอกับการใช้งาน

2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน หมายถึง ความสะดวกในการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสม ดังนั้น นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงสัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดของอวัยวะส่วนต่างๆ ของผู้ใช้ (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73)

2.1 ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก หมายถึง ความสะดวกสบายในการถอด/ใส่ เพื่อเปลี่ยนอักกรอเส้นเชือกได้โดยง่าย รวดเร็ว ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน

2.2 ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่องมีความเหมาะสม หมายถึง ผู้ใช้สามารถใช้สวิทซ์เปิด / ปิดเครื่องได้โดยง่าย และปลอดภัย

2.3 ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่องเหมาะสมกับผู้ใช้งาน หมายถึง ขนาด และสัดส่วนของตัวเครื่องมีขนาดเหมะสม สะดวกสบายต่อผู้ใช้งาน

2.4 น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก หมายถึง ขนาดน้ำหนักของตัวเครื่องที่เล็ก และเบา มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ด้านความปลอดภัย

ด้านความปลอดภัย หมายถึง สิ่งที่อำนวยประโยชน์ได้มากเพียงใดย่อมจะมีโทษเพียงนั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีให้ความสะดวกต่างๆ มักจะเกิดจากเครื่องกล เครื่องผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจน หรือมีคำอธิบายไว้ (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73)

3.1 มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย หมายถึง ตัวเครื่องมีการจัดวางระบบไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

3.2 มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน หมายถึง มีไฟแสดงขณะเครื่องทำงาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถรับรู้ว่าเครื่องกำลังทำงาน

3.3 สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย เหมาะสมกับตัวเครื่อง หมายถึง การเลือกประเภทของสวิทซ์ควบคุมมาใช้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

3.4 ระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร หมายถึง มีระบบตัดตอน และป้องกันอันตราย จากไฟฟ้าลัดวงจร หรือการใช้กระแสไฟเกิน

4. ด้านการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา หมายถึง การออกแบบผลิตภัณฑ์ ต้องออกแบบให้มีการแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เมื่อใช้งานแล้วเกิดชำรุดเสียหายขึ้น การมีอะไหล่เพื่อสามารถเปลี่ยนใหม่อันเกี่ยวพันกับการบริการ (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73)

4.1 การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว หมายถึง สามารถที่จะประกอบติดตั้งชิ้นส่วน อุปกรณ์ต่างๆ ได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ตามคู่มือคำแนะนำ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ

4.2 การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย หมายถึง สามารถที่จะถอด เปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ออกมาบำรุงรักษา และซ่อมแซมเองได้ง่าย

4.3 ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย หมายถึง สามารถทำความสะอาดชิ้นส่วน อุปกรณ์ และตัวเครื่องได้โดยง่าย

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็น

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน โดยผู้วิจัยได้กำหนดตัวเลขระดับความคิดเห็น ดังนี้

+ 1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

0 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1
ด้านหน้าที่ใช้สอย			
1. เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	.....	.....	.....
2. สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม	.....	.....	.....
3 . จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	.....	.....	.....
4. มีความเร็วเพียงพอในการผลิต	.....	.....	.....
5. ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม	.....	.....	.....
ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน			
1. ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก	.....	.....	.....
2. ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่องมีความเหมาะสม	.....	.....	.....
3. ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน	.....	.....	.....
4. น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก	.....	.....	.....
ด้านความปลอดภัย			
1. มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย	.....	.....	.....
2. มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน	.....	.....	.....
3. สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย เหมาะสมกับตัวเครื่อง	.....	.....	.....
4. มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร	.....	.....	.....
ด้านการบำรุงรักษา			
1. การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว	.....	.....	.....
2. การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย	.....	.....	.....
3. ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....**ผู้ตรวจเครื่องมือ**

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาคุณภาพของแบบสอบถาม
การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
แบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในด้านต่างๆ ดังนี้
   - ด้านหน้าที่ใช้สอย
   - ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
   - ด้านความปลอดภัย
   - ด้านการบำรุงรักษา

<u>คำชี้แจง</u> แบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็น
ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบประเมินในเรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ซึ่งเป็นการศึกษาโครงการสาระนิพนธ์ในระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ศึกษาโครงการใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินผล ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ดังกล่าวมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย อัจฉริยเมธากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาคุณภาพของแบบสอบถาม
การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ชนิดของมอเตอร์เหมาะสมกับการใช้งาน หมายถึง การเลือกชนิดของมอเตอร์นำมาใช้ให้เหมาะสมกับตัวผลิตภัณฑ์ ในด้านขนาด น้ำหนัก และการใช้งาน ให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุด

2. ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่นำมาใช้งานมีความเหมาะสม หมายถึง การเลือกมอเตอร์ที่มีความเร็วรอบในการหมุน / นาที ให้เหมาะสมในการนำมาใช้งาน

3. วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบตัวเครื่อง แข็งแรง ประหยัด และปลอดภัย หมายถึง การเลือกใช้วัสดุทำโครงสร้าง ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ของตัวเครื่อง มีความเหมาะสม แข็งแรง ประหยัด และปลอดภัย

4. สวิทซ์ไฟฟ้าที่ใช้มีความเหมาะสม และปลอดภัย หมายถึง การเลือกใช้สวิทซ์ที่สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้าโดยทั่วไป และสามารถต้านทานกระแสไฟได้ดี

5. มีระบบตัด และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ที่เหมาะสม และปลอดภัย หมายถึง ตัวเครื่องมีการจัดวางระบบไฟฟ้าอย่างปลอดภัย ป้องกันมิให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน

6. ใช้วงจรปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสม หมายถึง การเลือกใช้วงจรอิเล็กทรอนิคที่ใช้สำหรับการควบคุม และปรับความเร็วของมอเตอร์โดยเฉพาะ

7. มีการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องที่ปลอดภัย หมายถึง การเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้า วิธีการต่อเชื่อมสาย การปกปิดห่อหุ้มที่ดี

8. การซ่อมแซม และบำรุงรักษาทำได้ง่าย หมายถึง การถอด – ประกอบชิ้นส่วน อุปกรณ์เพื่อการซ่อมแซม และการบำรุงรักษาได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว

9. ความเป็นไปได้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม หมายถึง รูปแบบ ขนาด วัสดุที่ใช้ และกระบวนการผลิต สามารถนำไปผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมจำนวนมากๆ

10. เลือกใช้ระบบส่งกำลังที่เหมาะสมกับการใช้งาน หมายถึง การเลือกใช้ระบบการส่งถ่ายกำลังที่มีประสิทธิภาพดี มีความเหมาะสมในการใช้งานของตัวเครื่อง

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็น

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน โดยผู้วิจัยได้กำหนดตัวเลขระดับความคิดเห็น ดังนี้

+ 1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

0 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1
1. ชนิดของมอเตอร์เหมาะสมกับการใช้งาน	.....	.....	.....
2. ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่นำมาใช้ มีความเหมาะสม	.....	.....	.....
3. วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบตัวเครื่อง แข็งแรง ประหยัดและปลอดภัย	.....	.....	.....
4. สวิทซ์ไฟฟ้าที่ใช้มีความเหมาะสม และปลอดภัย	.....	.....	.....
5. มีระบบตัด และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ที่เหมาะสม และปลอดภัย	.....	.....	.....
6. ใช้วงจรปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสม	.....	.....	.....
7. มีการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องที่ปลอดภัย	.....	.....	.....
8. การซ่อมแซม และบำรุงรักษาทำได้ง่าย	.....	.....	.....
9. ความเป็นไปได้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	.....	.....	.....
10. เลือกใช้ระบบส่งกำลังที่เหมาะสมกับการใช้งาน	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจเครื่องมือ

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาคุณภาพของแบบสอบถาม
การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับผู้ใช้เครื่อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ในด้านต่างๆ ดังนี้
   - ด้านหน้าที่ใช้สอย
   - ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
   - ด้านความปลอดภัย
   - ด้านการบำรุงรักษา

<u>คำชี้แจง</u> แบบสอบถามความพึงพอใจ ของผู้ใช้เครื่อง แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถามในเรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ซึ่งเป็นการศึกษาโครงการสาระนิพนธ์ในระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ศึกษาโครงการใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินผล ในการพัฒนาเครื่อง ดังกล่าวมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย อัจฉริยเมธากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาคุณภาพของแบบสอบถาม
การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย

ด้านหน้าที่ใช้สอย หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามความเป็นจริง สนองความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73)

1.1 เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย หมายถึง การพัฒนาเครื่องให้สามารถใช้สอยได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้ตั้งไว้

1.2 สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม หมายถึง เครื่องสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน

1.3 จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน หมายถึง จำนวนของเส้นใบหญ้าแฝกที่พันเป็นเกลียวเชือกมีจำนวน และขนาดที่เหมะสม ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

1.4 มีความเร็วเพียงพอในการผลิต หมายถึง ความสามารถในการผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

1.5 ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม หมายถึง ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม เพียงพอกับการใช้งาน

2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน หมายถึง ความสะดวกในการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสม ดังนั้น นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงสัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดของอวัยวะส่วนต่างๆ ของผู้ใช้ (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73)

2.1 ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก หมายถึง ความสะดวกสบายในการถอด/ใส่ เพื่อเปลี่ยนอักกรอเส้นเชือกได้โดยง่าย รวดเร็ว ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน

2.2 ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่องมีความเหมาะสม หมายถึง ผู้ใช้สามารถใช้สวิทซ์เปิด / ปิดเครื่องได้โดยง่าย และปลอดภัย

2.3 ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่องเหมาะสมกับผู้ใช้งาน หมายถึง ขนาด และสัดส่วนของตัวเครื่องมีขนาดเหมะสม สะดวกสบายต่อผู้ใช้งาน

2.4 น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก หมายถึง ขนาดน้ำหนักของตัวเครื่องที่เล็ก และเบา มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ด้านความปลอดภัย

ด้านความปลอดภัย หมายถึง สิ่งที่อำนวยประโยชน์ได้มากเพียงใดย่อมจะมีโทษเพียงนั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีให้ความสะดวกต่างๆ มักจะเกิดจากเครื่องกล เครื่องผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจน หรือมีคำอธิบายไว้ (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73)

3.1 มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย หมายถึง ตัวเครื่องมีการจัดวางระบบไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

3.2 มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน หมายถึง มีไฟแสดงขณะเครื่องทำงานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถรับรู้ว่าเครื่องกำลังทำงาน

3.3 สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย เหมาะสมกับตัวเครื่อง หมายถึง การเลือกประเภทของสวิทซ์ควบคุมมาใช้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

3.4 ระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร หมายถึง มีระบบตัดตอน และป้องกันอันตราย จากไฟฟ้าลัดวงจร หรือการใช้กระแสไฟเกิน

4. ด้านการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา หมายถึง การออกแบบผลิตภัณฑ์ ต้องออกแบบให้มีการแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เมื่อใช้งานแล้วเกิดชำรุดเสียหายขึ้น การมีอะไหล่เพื่อสามารถเปลี่ยนใหม่อันเกี่ยวพันกับการบริการ (มนตรี ยอดบางเตย. 2538 : 72-73)

4.1 การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว หมายถึง สามารถที่จะประกอบติดตั้งชิ้นส่วน อุปกรณ์ต่างๆ ได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ตามคู่มือคำแนะนำ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ

4.2 การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย หมายถึง สามารถที่จะถอด เปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ออกมาบำรุงรักษา และซ่อมแซมเองได้ง่าย

4.3 ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย หมายถึง สามารถทำความสะอาดชิ้นส่วน อุปกรณ์ และตัวเครื่องได้ง่าย

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน โดยผู้วิจัยได้กำหนดตัวเลขระดับความคิดเห็น ดังนี้

+ 1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

0 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1
ด้านหน้าที่ใช้สอย			
1. เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	.....	.....	.....
2. สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม	.....	.....	.....
3 . จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	.....	.....	.....
4. มีความเร็วเพียงพอในการผลิต	.....	.....	.....
5. ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม	.....	.....	.....
ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน			
1. ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก	.....	.....	.....
2. ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่องมีความเหมาะสม	.....	.....	.....
3. ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน	.....	.....	.....
4. น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก	.....	.....	.....
ด้านความปลอดภัย			
1. มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย	.....	.....	.....
2. มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน	.....	.....	.....
3. สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย เหมาะสมกับตัวเครื่อง	.....	.....	.....
4. มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร	.....	.....	.....
ด้านการบำรุงรักษา			
1. การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว	.....	.....	.....
2. การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย	.....	.....	.....
3. ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจเครื่องมือ

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินรูปแบบ
เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
แบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบสอบถามเพื่อใช้ในการประเมินความคิดเห็น ของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

แบบสอบถามชุดนี้ มี 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทั้ง 3 ด้าน โดยพิจารณาคำถามแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นท้ายคำถามที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

5 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก
4 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี
3 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยมาก

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามลักษณะปลายเปิด เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก นอกเหนือจากที่ระบุไว้

แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น ในพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ซึ่งเป็นการศึกษาโครงการสาระนิพนธ์ในระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ศึกษาโครงการใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินผล ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ดังกล่าวมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย อัจฉริยเมธากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านหน้าที่ใช้สอย					
1. เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	.....	.....	.....	.....	.....
2. สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
3 . จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
4. มีความเร็วเพียงพอในการผลิต	.....	.....	.....	.....	.....
5. ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน					
1. ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก	.....	.....	.....	.....	.....
2. ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่องมีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
3. ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
4. น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก	.....	.....	.....	.....	.....
ด้านความปลอดภัย					
1. มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย	.....	.....	.....	.....	.....
2. มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
3. สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย เหมาะสมกับตัวเครื่อง	.....	.....	.....	.....	.....
4. มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร	.....	.....	.....	.....	.....
ด้านการบำรุงรักษา					
1. การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว	.....	.....	.....	.....	.....
2. การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
3. ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....**ผู้ประเมิน**

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินรูปแบบ
เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
แบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบสอบถามเพื่อใช้ในการประเมินความคิดเห็น ของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม

แบบสอบถามชุดนี้ มี 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกด้านวิศวกรรม โดยพิจารณาคำถามแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นท้ายคำถามที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

5 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก
4 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี
3 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยมาก

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามลักษณะปลายเปิด เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก นอกเหนือจากที่ระบุไว้

แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น ในพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ซึ่งเป็นการศึกษาโครงการสาระนิพนธ์ในระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ศึกษาโครงการใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินผล ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ดังกล่าวมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย อัจฉริยเมธากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ชนิดของมอเตอร์เหมาะสมกับการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
2. ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่นำมาใช้ มีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
3. วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบตัวเครื่อง แข็งแรง ประหยัด และปลอดภัย	.....	.....	.....	.....	.....
4. สวิทซ์ไฟฟ้าที่ใช้มีความเหมาะสม และปลอดภัย	.....	.....	.....	.....	.....
5. มีระบบตัด และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ที่เหมาะสม และปลอดภัย	.....	.....	.....	.....	.....
6. ใช้วงจรปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
7. มีการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องที่ปลอดภัย	.....	.....	.....	.....	.....
8. การซ่อมแซม และบำรุงรักษาทำได้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
9. ความเป็นไปได้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	.....	.....	.....	.....	.....
10. เลือกใช้ระบบส่งกำลังที่เหมาะสมกับการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามการวิจัย
เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่อง

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบสอบถามเพื่อใช้ในการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ทั้ง 4 ด้าน คือ

- ด้านหน้าที่ใช้สอย
- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- ด้านความปลอดภัย
- ด้านการบำรุงรักษา

แบบสอบถามชุดนี้ มี 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของท่าน หลังใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก โดยพิจารณาคำถามแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความพึงพอใจท้ายคำถามที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

5 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก
4 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี
3 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยมาก

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามลักษณะปลายเปิด เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก นอกเหนือจากที่ระบุไว้

แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจ ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ซึ่งเป็นการศึกษาโครงการสาระนิพนธ์ในระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ศึกษาโครงการใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินผล ในการพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก ดังกล่าวมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย อัจฉริยเมธากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้ใช้เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านหน้าที่ใช้สอย					
1. เครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	.....	.....	.....	.....	.....
2. สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
3 . จำนวนของเกลียวเส้นเชือกตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
4. มีความเร็วเพียงพอในการผลิต	.....	.....	.....	.....	.....
5. ขนาดของอักกรอเชือกมีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน					
1. ความสะดวกสบายในการถอด / ใส่ อักกรอเก็บเส้นเชือก	.....	.....	.....	.....	.....
2. ตำแหน่งของสวิทซ์เปิด / ปิดเครื่องมีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
3. ขนาดสัดส่วนของตัวเครื่อง เหมาะสมกับผู้ใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
4. น้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายเครื่องสะดวก	.....	.....	.....	.....	.....
ด้านความปลอดภัย					
1. มีระบบไฟฟ้า และสายดินที่ปลอดภัย	.....	.....	.....	.....	.....
2. มีไฟแสดงการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
3. สวิทซ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย เหมาะสมกับตัวเครื่อง	.....	.....	.....	.....	.....
4. มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร	.....	.....	.....	.....	.....
ด้านการบำรุงรักษา					
1. การประกอบ ติดตั้งชิ้นส่วนเครื่อง สะดวก และรวดเร็ว	.....	.....	.....	.....	.....
2. การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาทำได้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
3. ทำความสะอาดเครื่องได้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ

หนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วันดี มาตสถิตย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังจัดเตรียมทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.02- 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วันชัย อิงปัญจลาภ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังจัดเตรียมทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.02- 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังจัดเตรียมทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.02- 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีระศักดิ์ ว่องปรีชา

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ เพื่องานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สุภาวดี พนัสอำพน

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ เพื่องานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เฉิดลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ เพื่องานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์เกษมชัย บุญเพ็ญ

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่องานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วิโชติ ตระทุมรัตน์

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่องานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สุทธิสาร อนันตรัตนชัย

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่องานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วีนัส ทัดเนียม

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่องานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 3720

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน คุณอนันตชัย ศศิธร

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่องานวิจัยของนายพรชัย อัจฉริยเมธากร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 3968

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

6 กันยายน 2548

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้ากลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านแกใหม่

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" ในการทำวิจัยครั้งนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายพรชัย อัจฉริยเมธากร เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเพื่อการวิจัยภายในสถานประกอบการท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 3968

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

6 กันยายน 2548

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้ากลุ่มสตรีสหกรณ์ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านดอนไชย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" ในการทำวิจัยครั้งนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายพรชัย อัจฉริยเมธากร เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเพื่อการวิจัยภายในสถานประกอบการท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 3968

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

6 กันยายน 2548

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้ากลุ่มสตรีสหกรณ์นิคมบ้านก๊อซาว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย อัจฉริยเมธากร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสาระนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก" ในการทำวิจัยครั้งนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายพรชัย อัจฉริยเมธากร เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเพื่อการวิจัยภายในสถานประกอบการท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

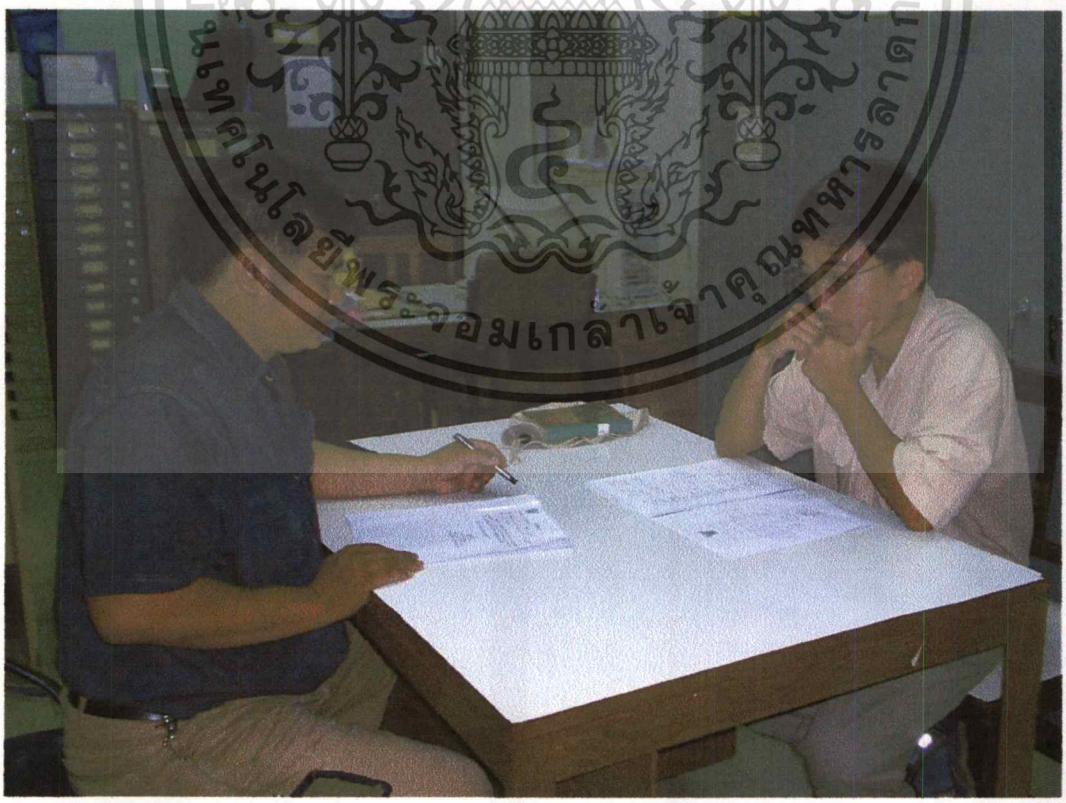
ภาคผนวก ค

ภาพการตรวจเครื่องมือของผู้ทรงคุณวุฒิ และประเมินรูปแบบของผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 อาจารย์วันดี มาตสถิตย์ ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือ

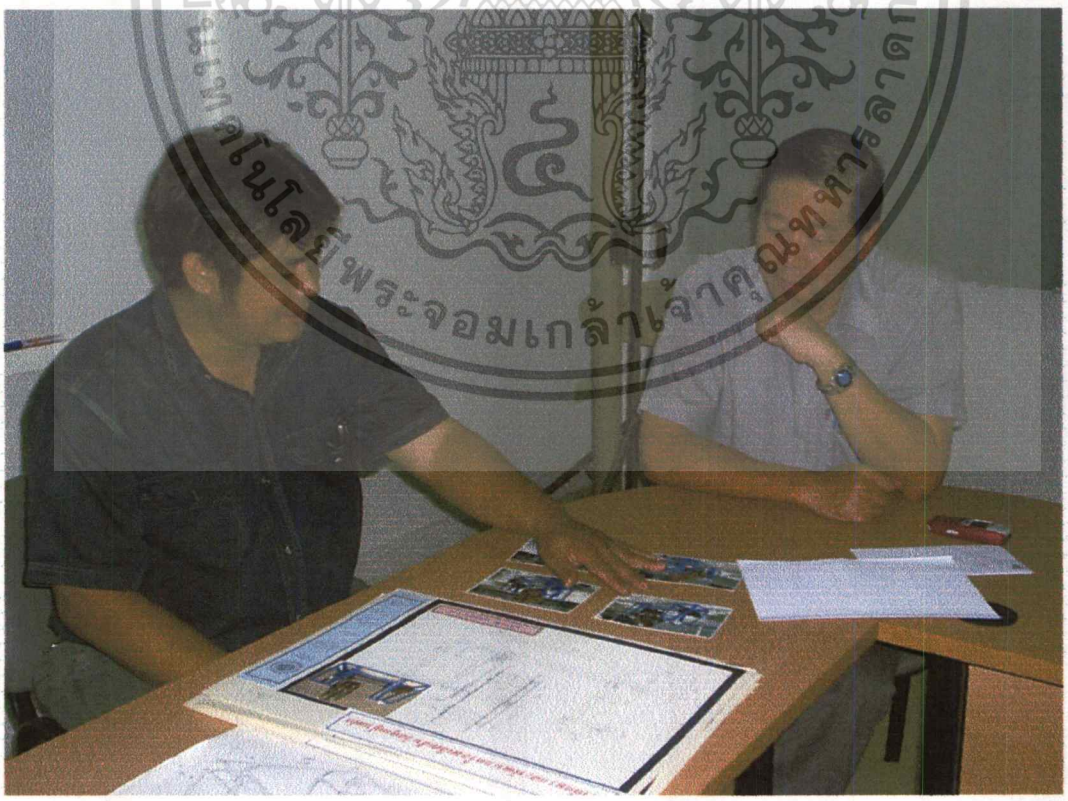


รูปที่ ค.2 อาจารย์วันชัย อิงปัญจลาภ ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

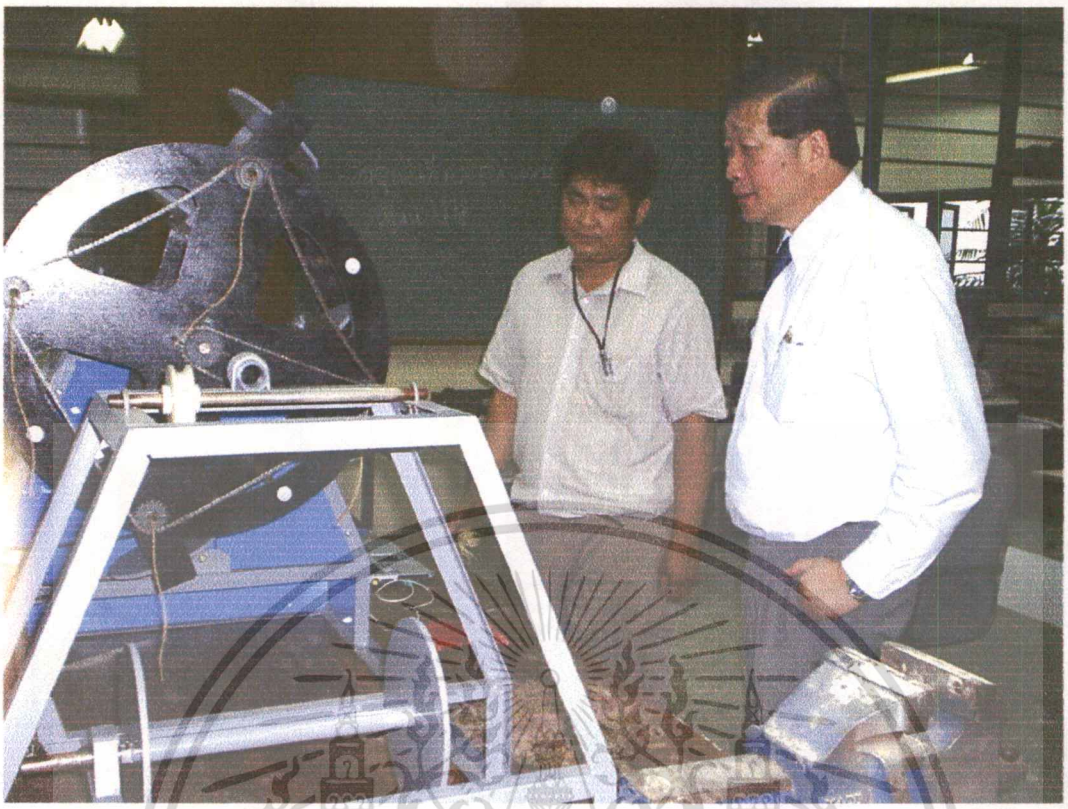


รูปที่ ค.3 อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือ



รูปที่ ค.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระศักดิ์ ว่องปรีชา ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระศักดิ์ ว่องปรีชา ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ



รูปที่ ค.6 อาจารย์สุภาวดี พนัสอำพน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.7 อาจารย์สุภาวดี พนัสอำพน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ



รูปที่ ค.8 อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.9 อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ

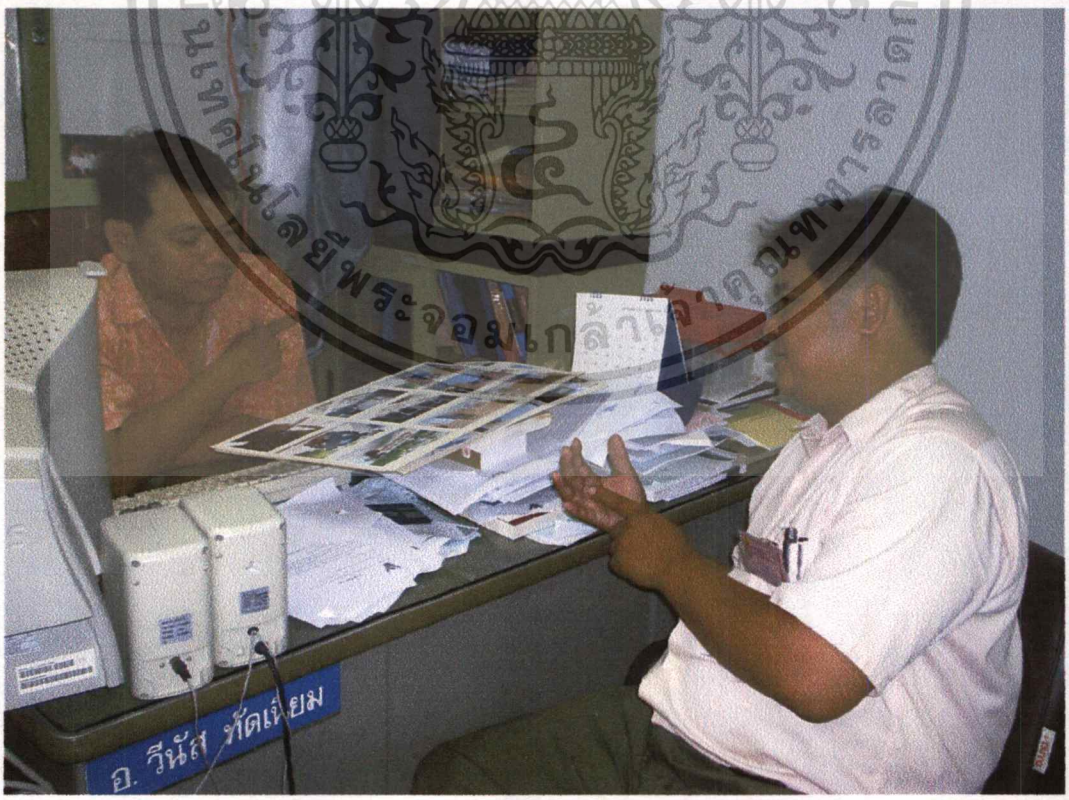


รูปที่ ค.10 อาจารย์เกษมชัย บุญเพ็ญ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.11 อาจารย์วิโชติ ประทุมรัตน์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม



รูปที่ ค.12 อาจารย์วินัส ทัดเนียม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.13 อาจารย์สุทธิสาร อนันตรัตนชัย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม



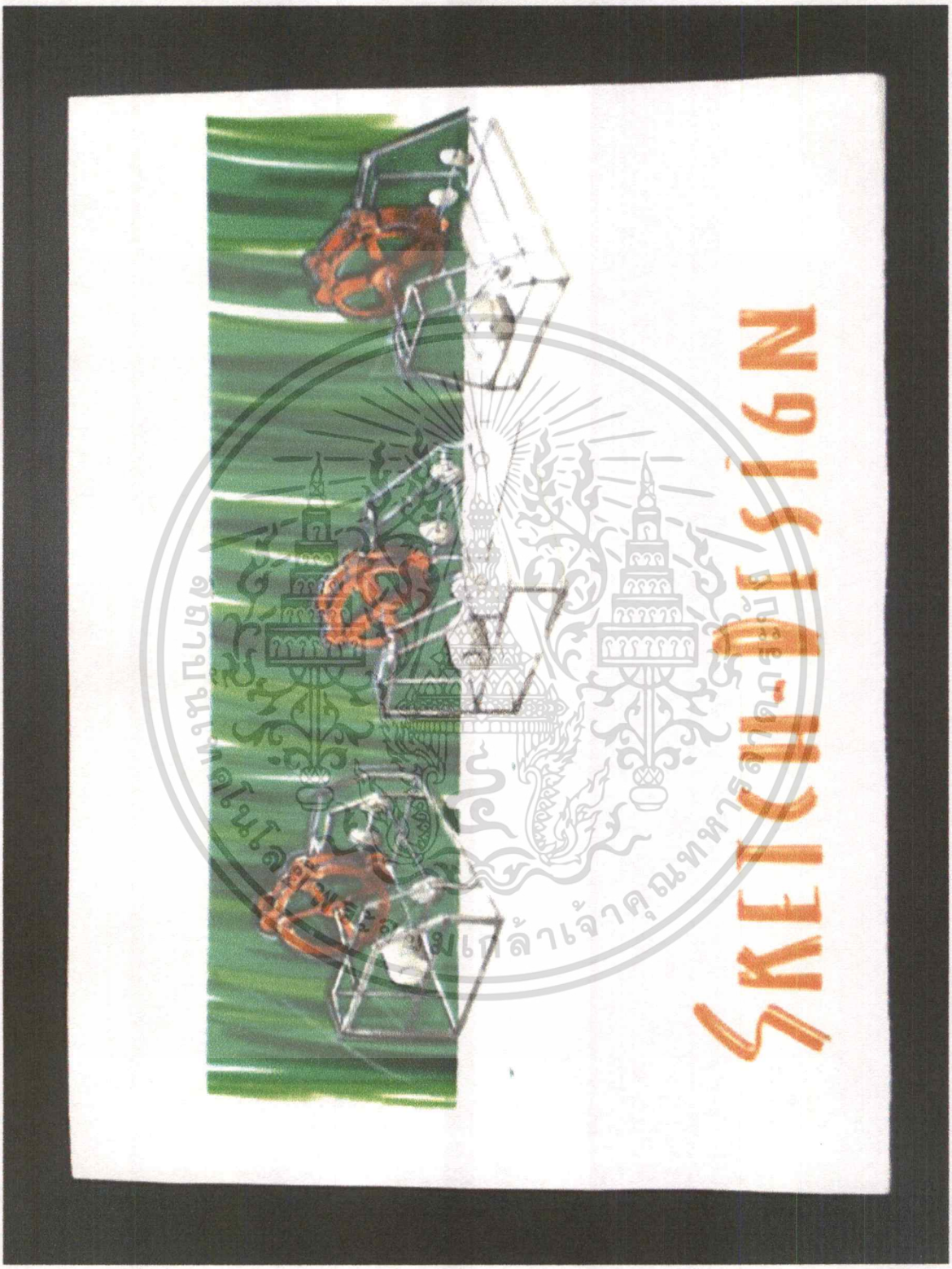
รูปที่ ค.14 คุณอนันตชัย ศศิธร ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

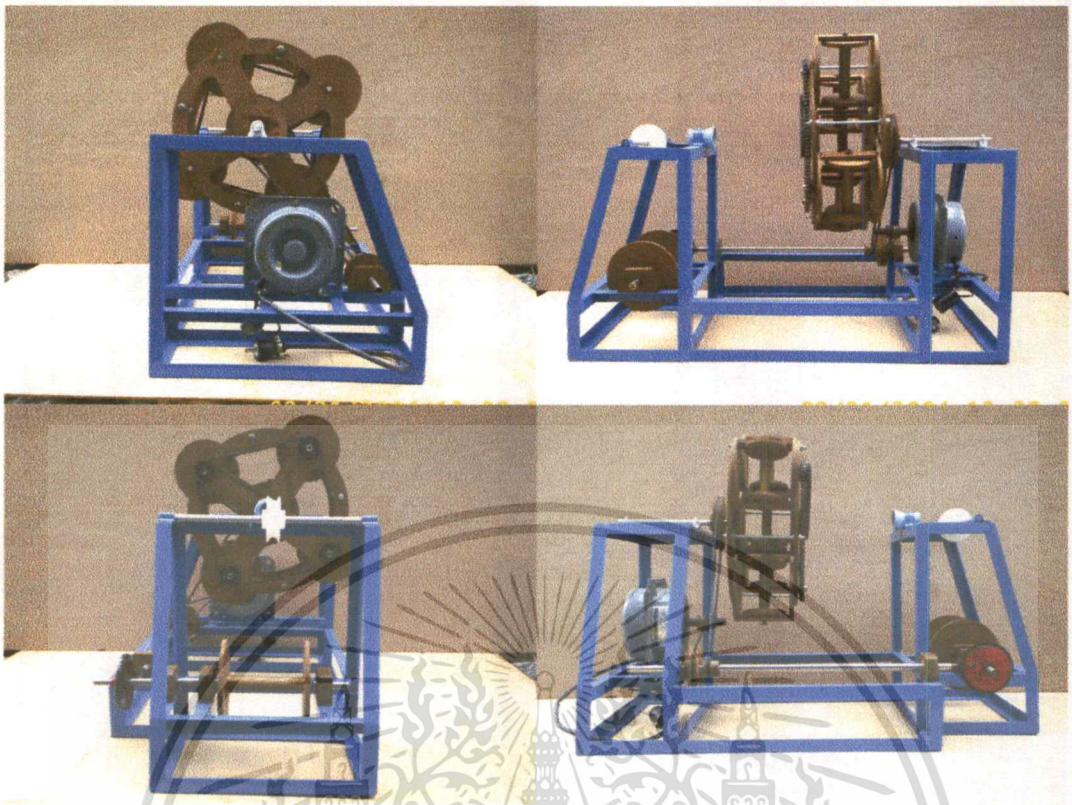
การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 รูปแบบการพัฒนาครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

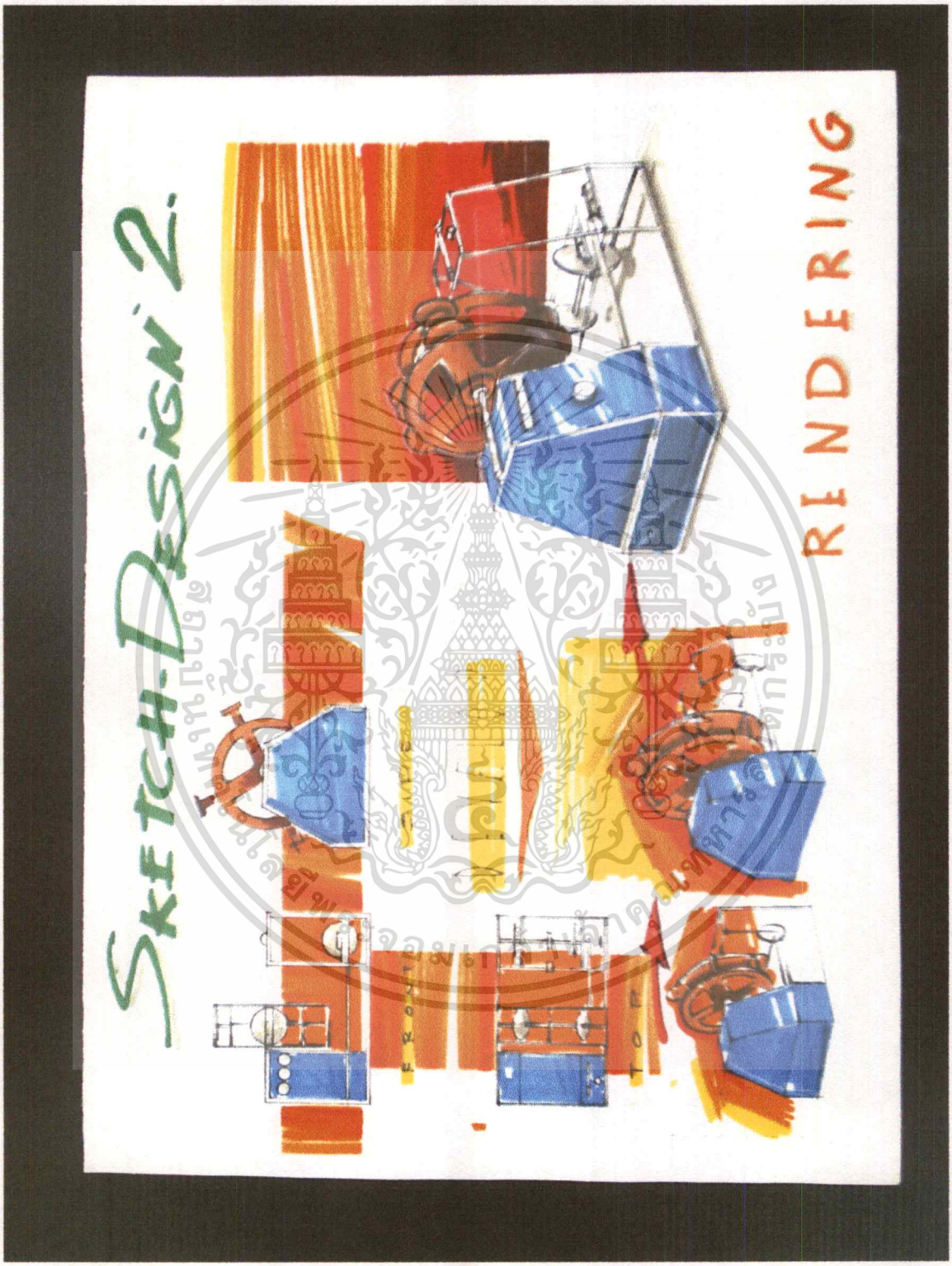


รูปที่ ง.2 รูปด้านต่างๆ ของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ที่ได้พัฒนาครั้งแรก



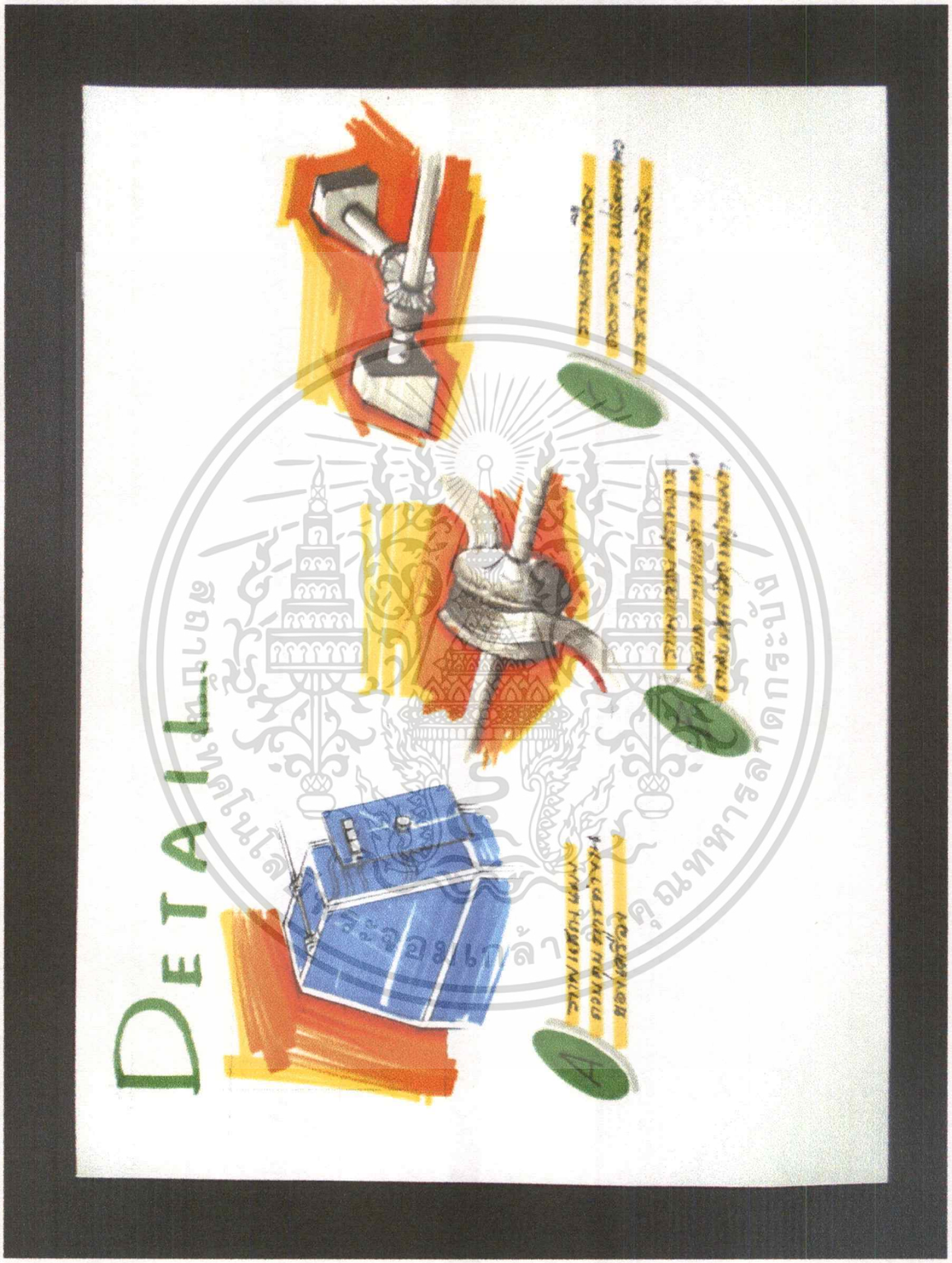
รูปที่ ง.3 เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ที่ได้พัฒนาครั้งแรก มาตราส่วน 1 : 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



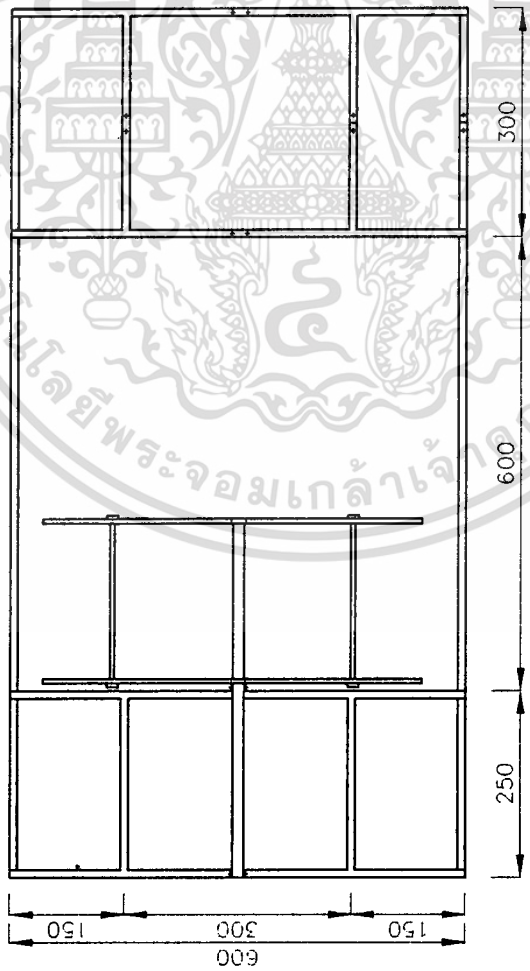
รูปที่ ง.4 แบบร่างการพัฒนาครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.5 แบบขยายรายละเอียดเครื่องฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

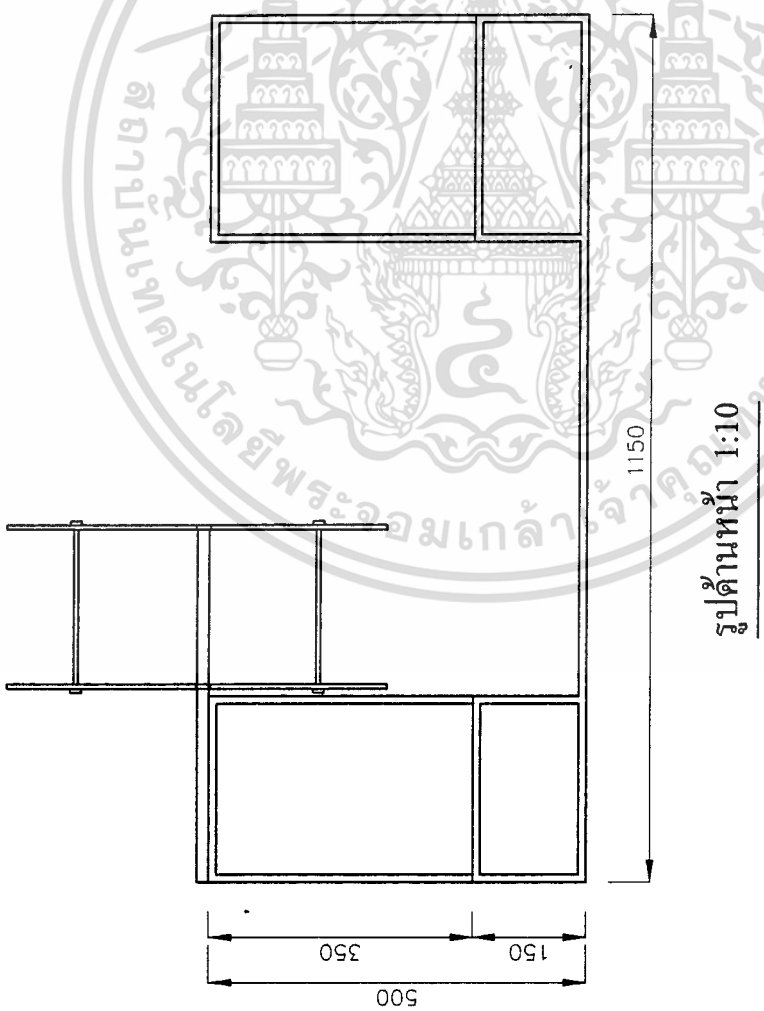


รูปด้านบน 1:10

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
โครงการ การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก	
ผู้ออกแบบ นายพรชัย อัจฉริยมงคล	แผ่นที่ 1
ผู้ควบคุม รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร	

รูปที่ ง.6 แบบด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

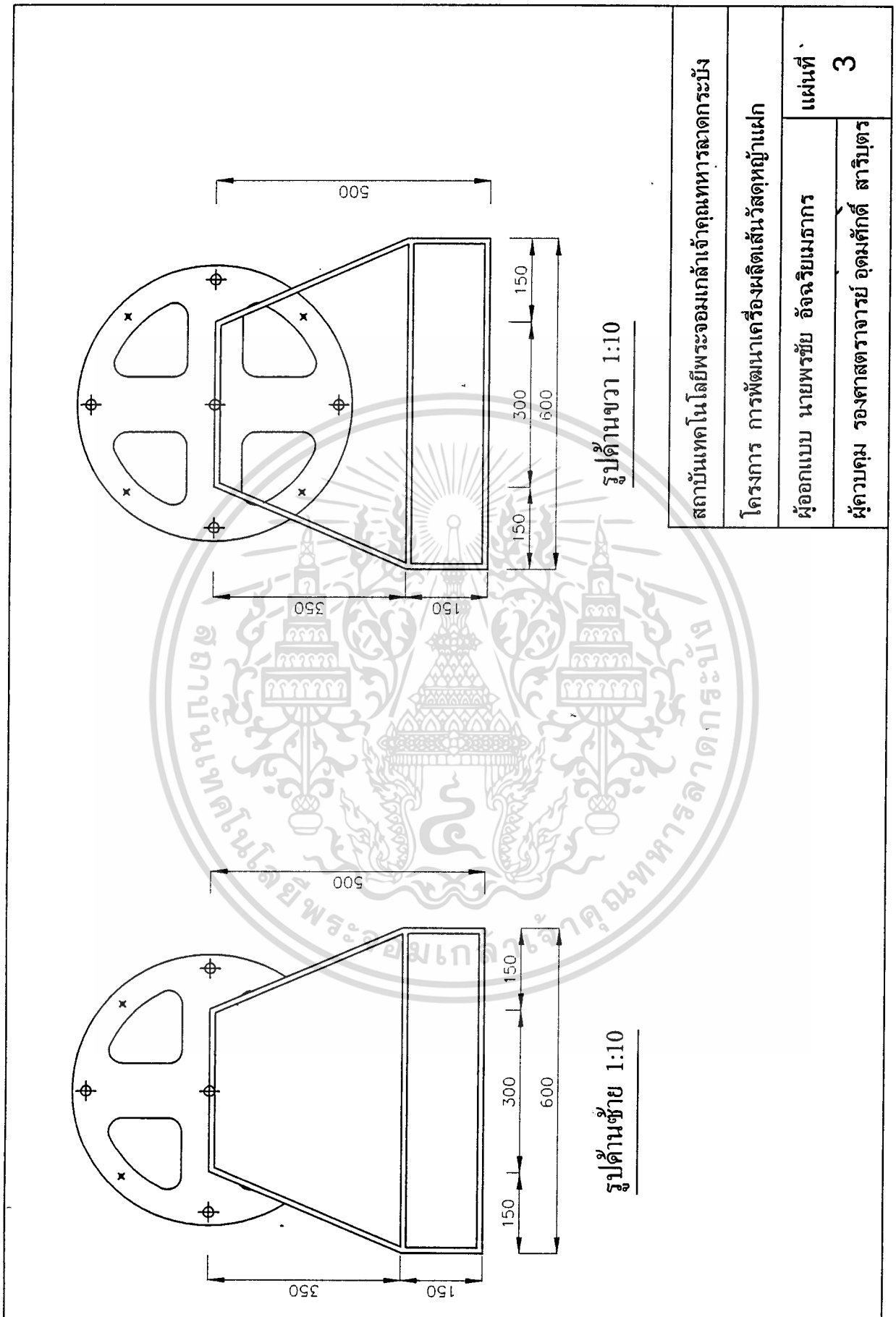


รูปด้านหน้า 1:10

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
โครงการ การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก	
ผู้ออกแบบ นายพรชัย อัจฉริยมธุรการ	แผ่นที่ 2
ผู้ควบคุม รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร	

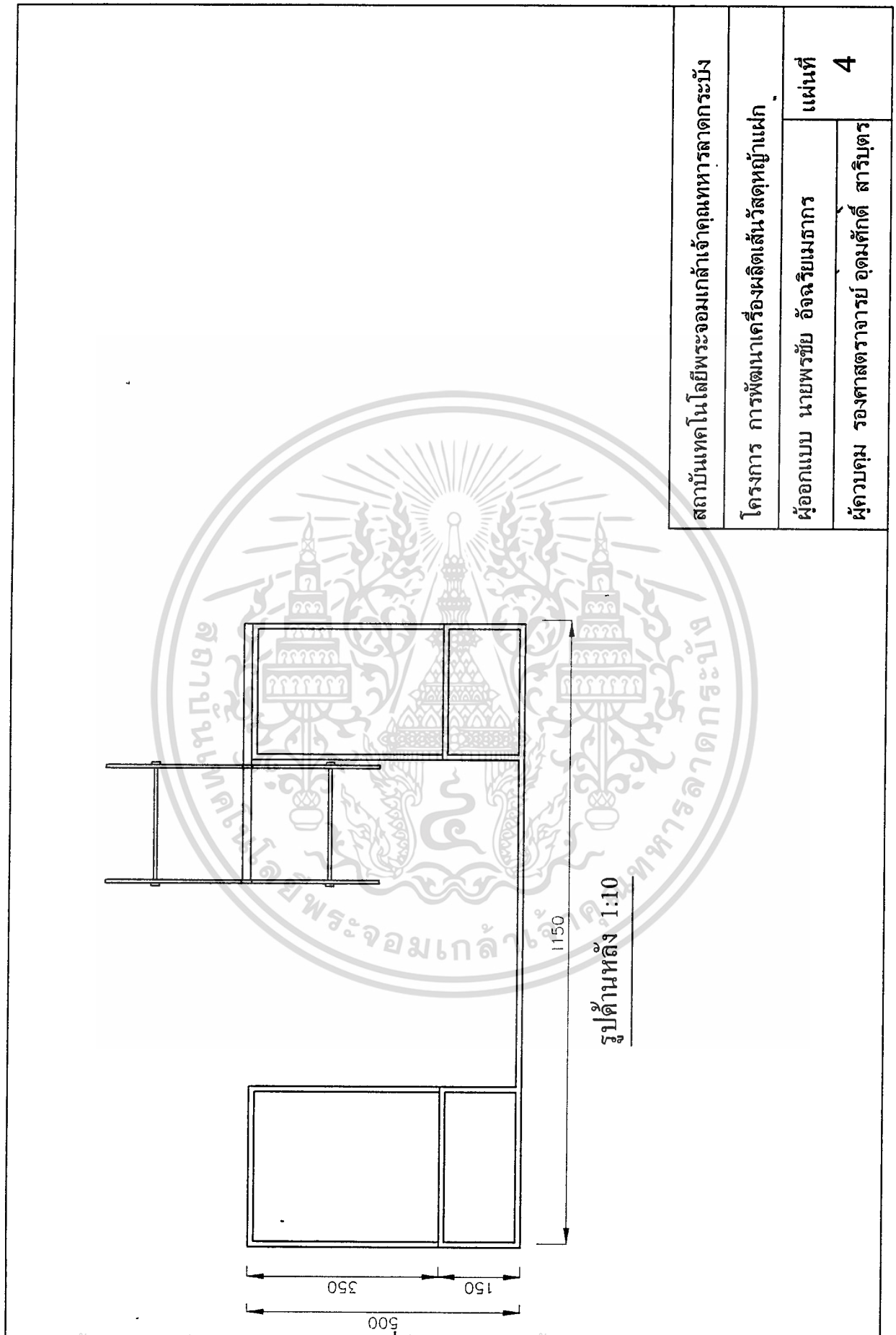
รูปที่ ง.7 แบบด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



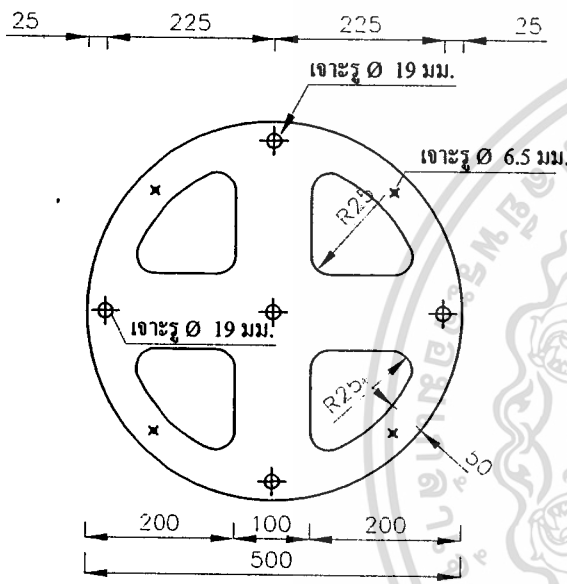
รูปที่ ง.8 แบบด้านซ้าย – ขวา

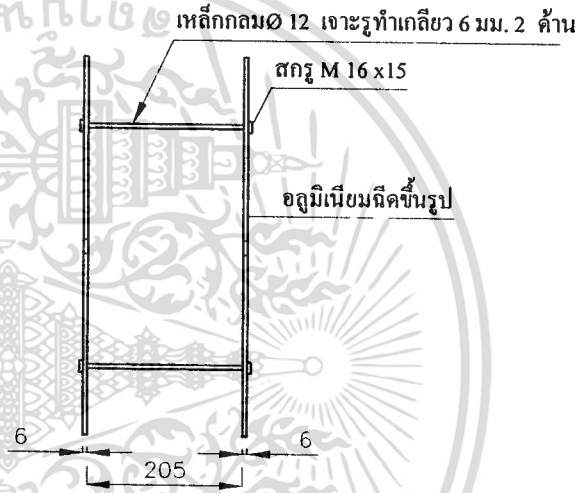
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.9 แบบด้านหลัง

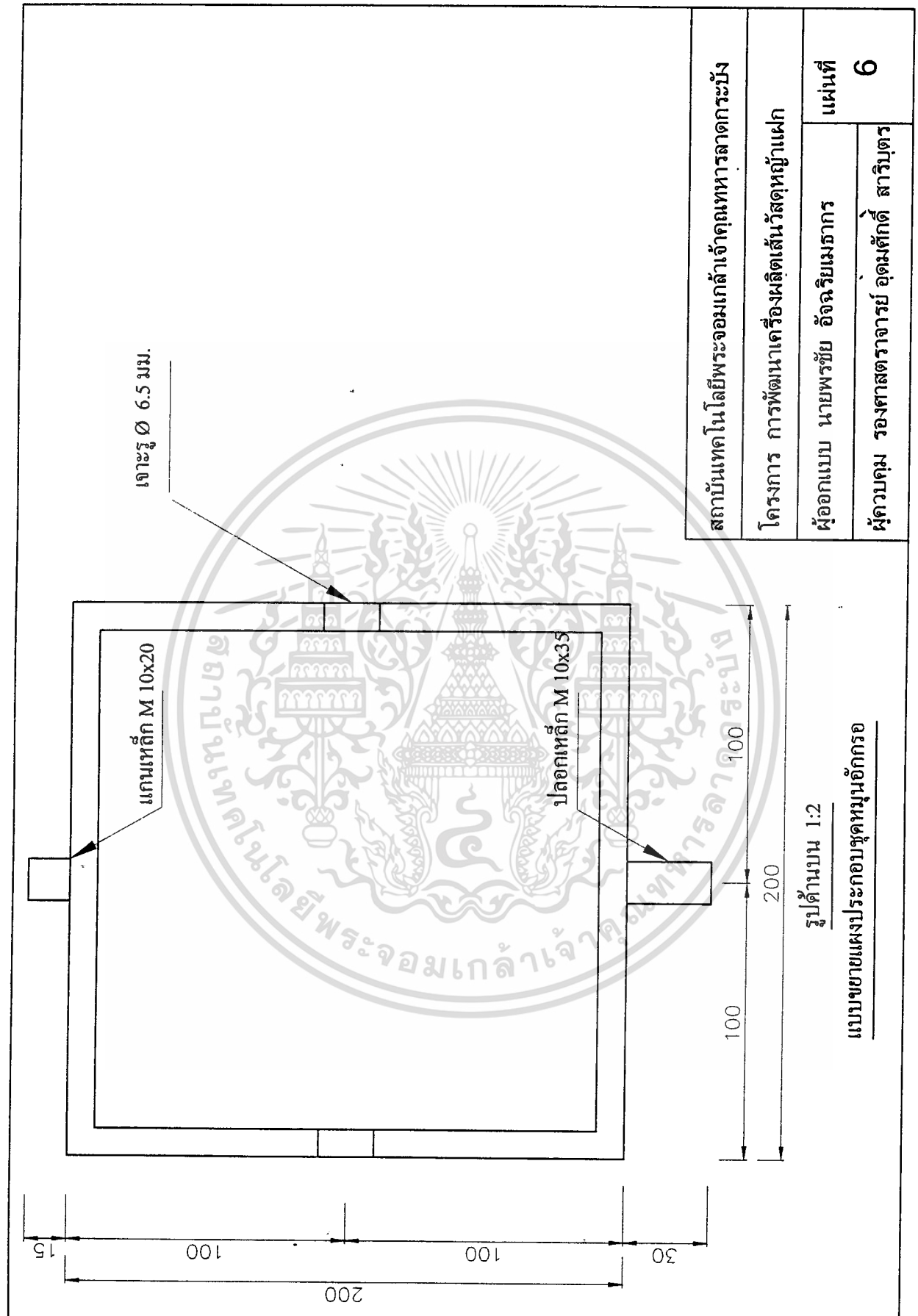
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





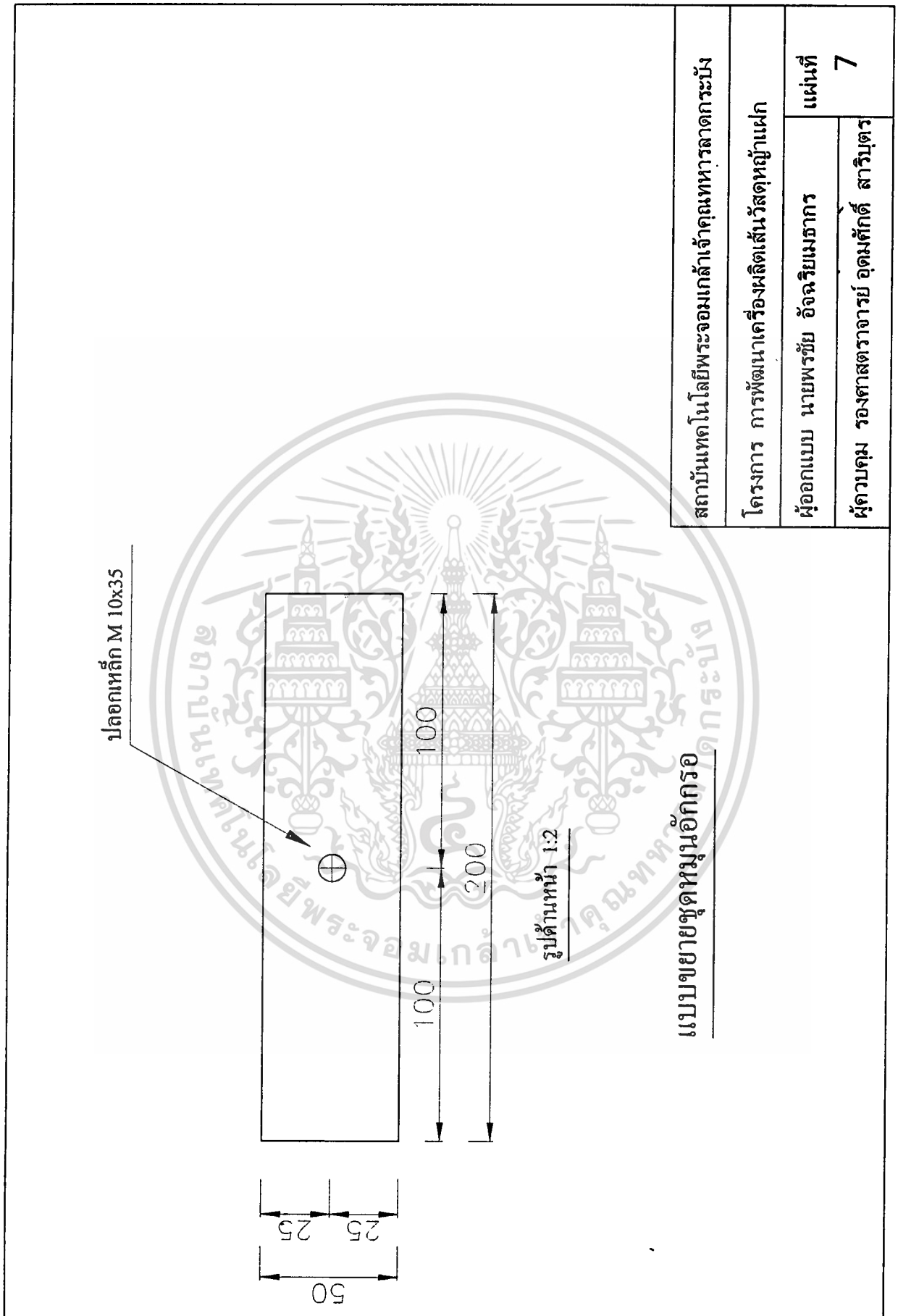
แบบขยายแผงประกอบชุดหมุนอักกรอ 1:10

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
โครงการ การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก	
ผู้ออกแบบ นายพรชัย อัจฉริยเมธากร	แผ่นที่ 5
ผู้ควบคุม รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร	



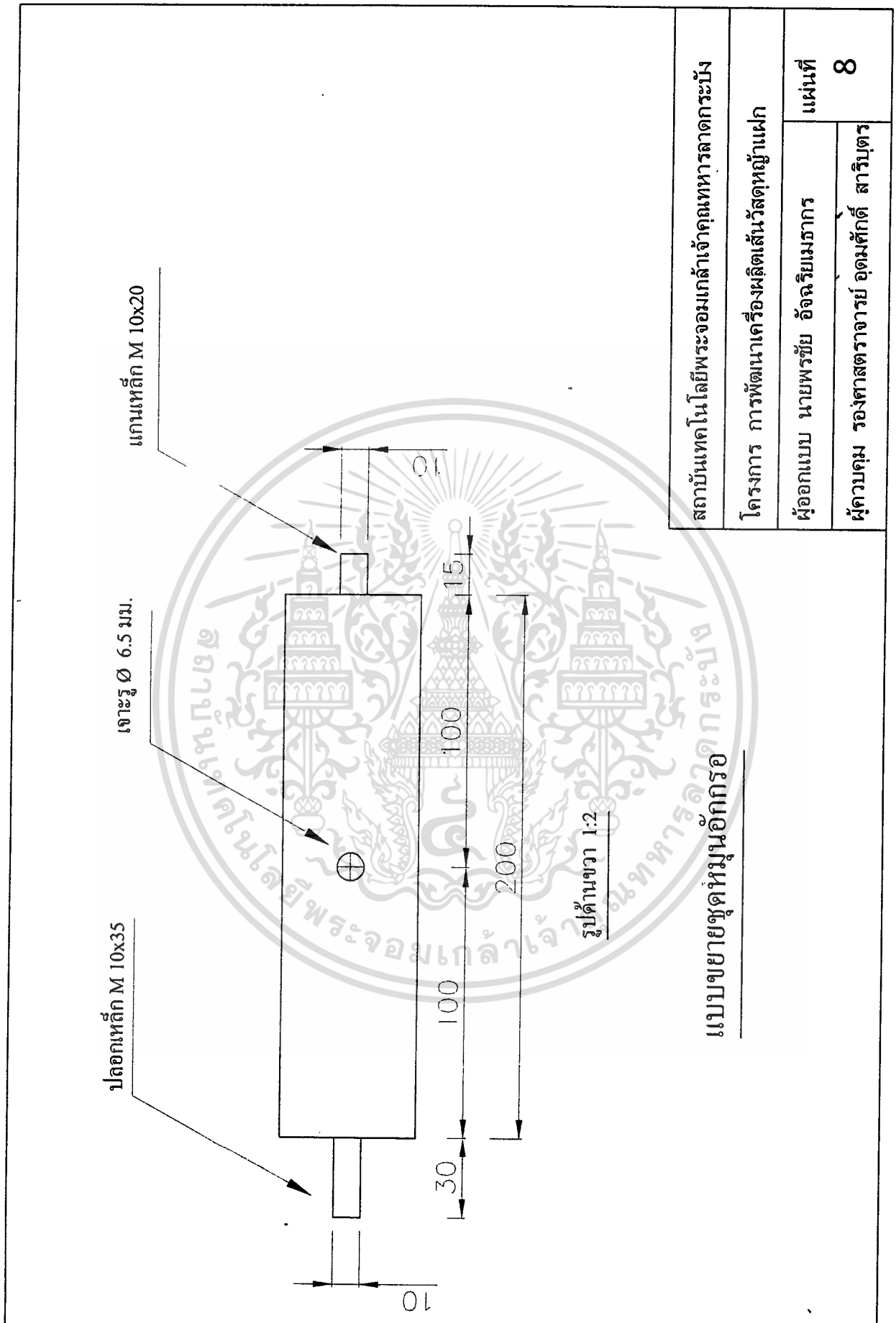
รูปที่ ง.11 แบบขยายชุดหมุนอัดกรอ ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



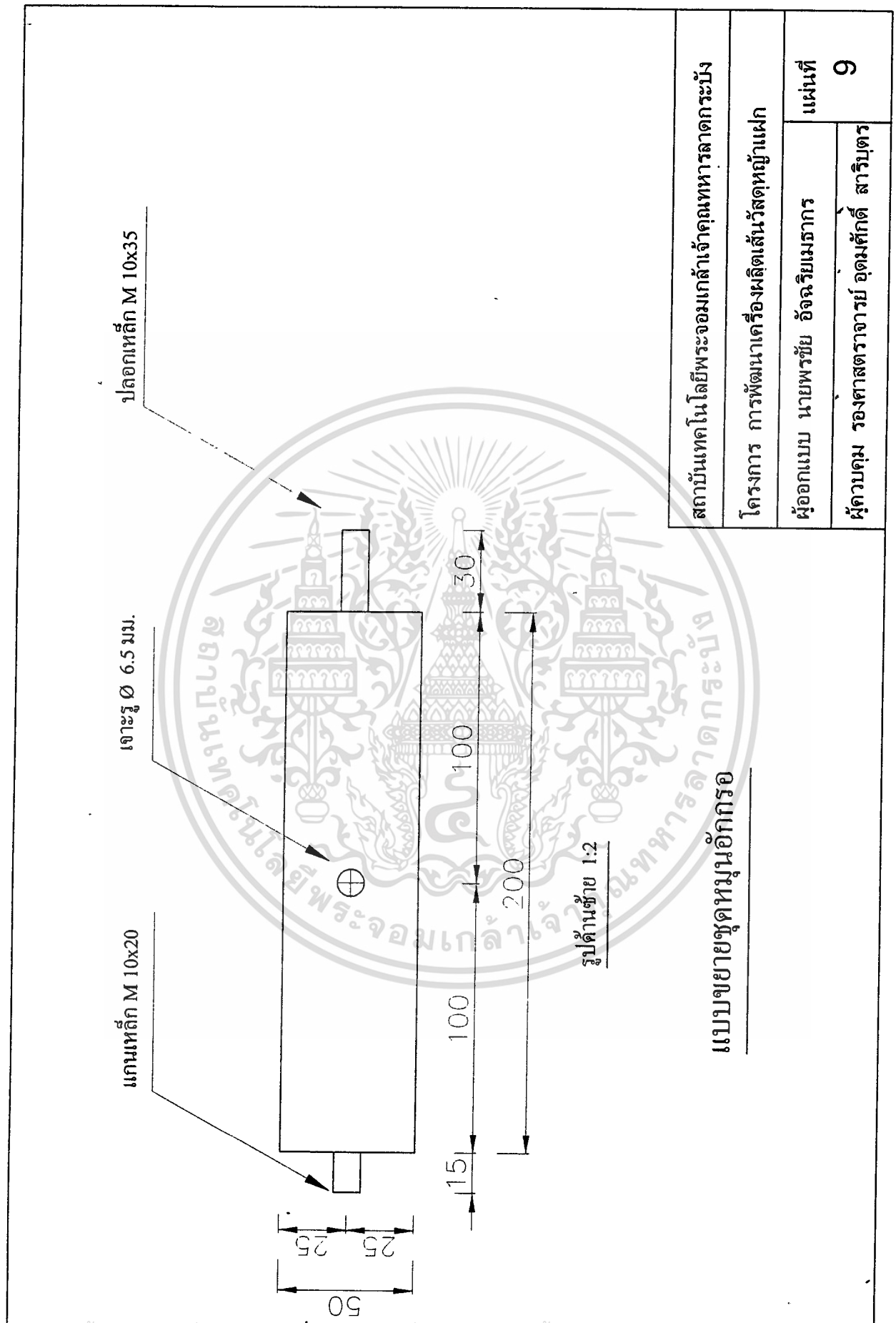
รูปที่ ง.12 แบบขยายชุดหมุนอัดกรอ ด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



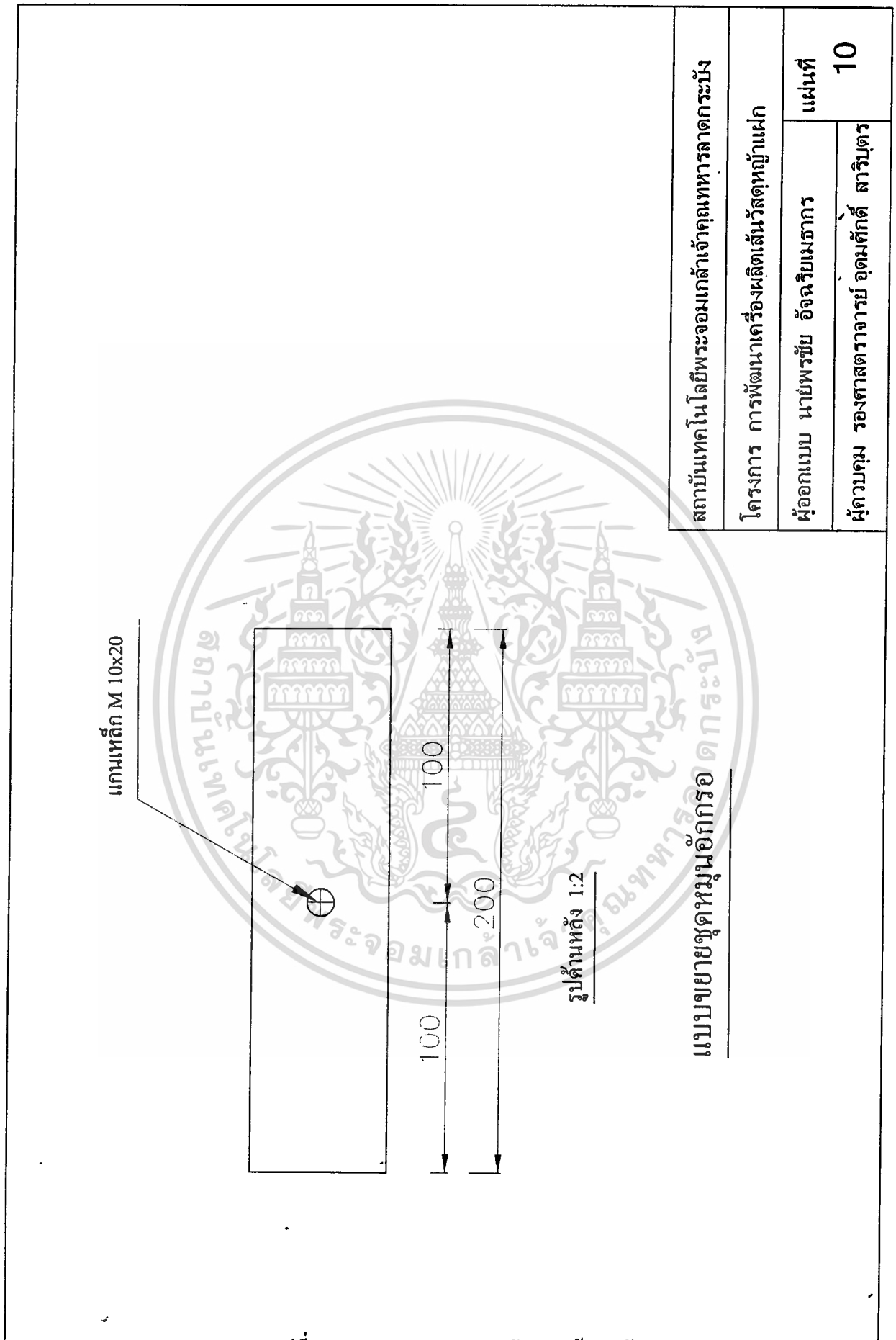
รูปที่ ง.13 แบบขยายชุดหมุนอักกรอ ด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



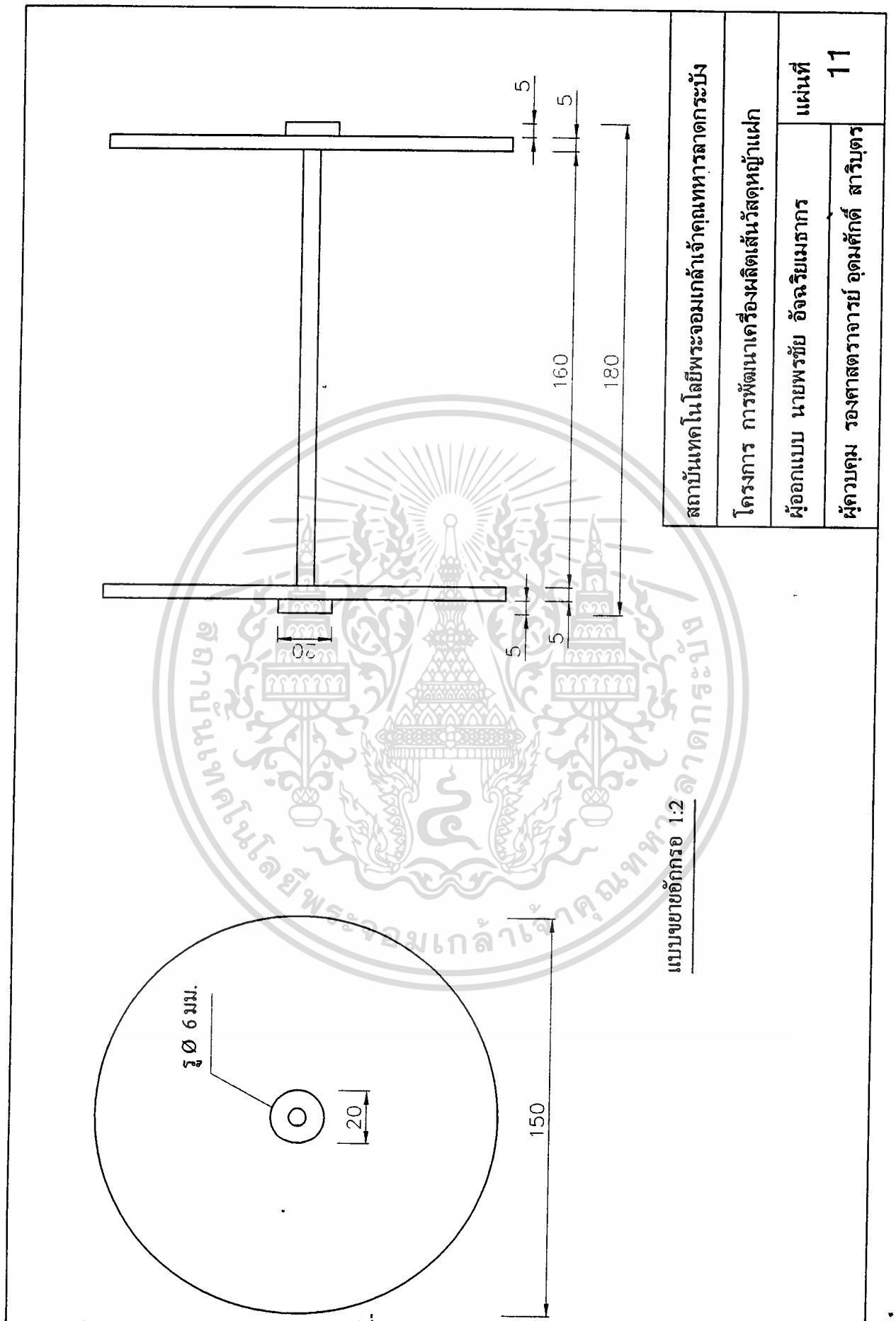
รูปที่ ง.14 แบบขยายชุดหมุนอัดกรอ ด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



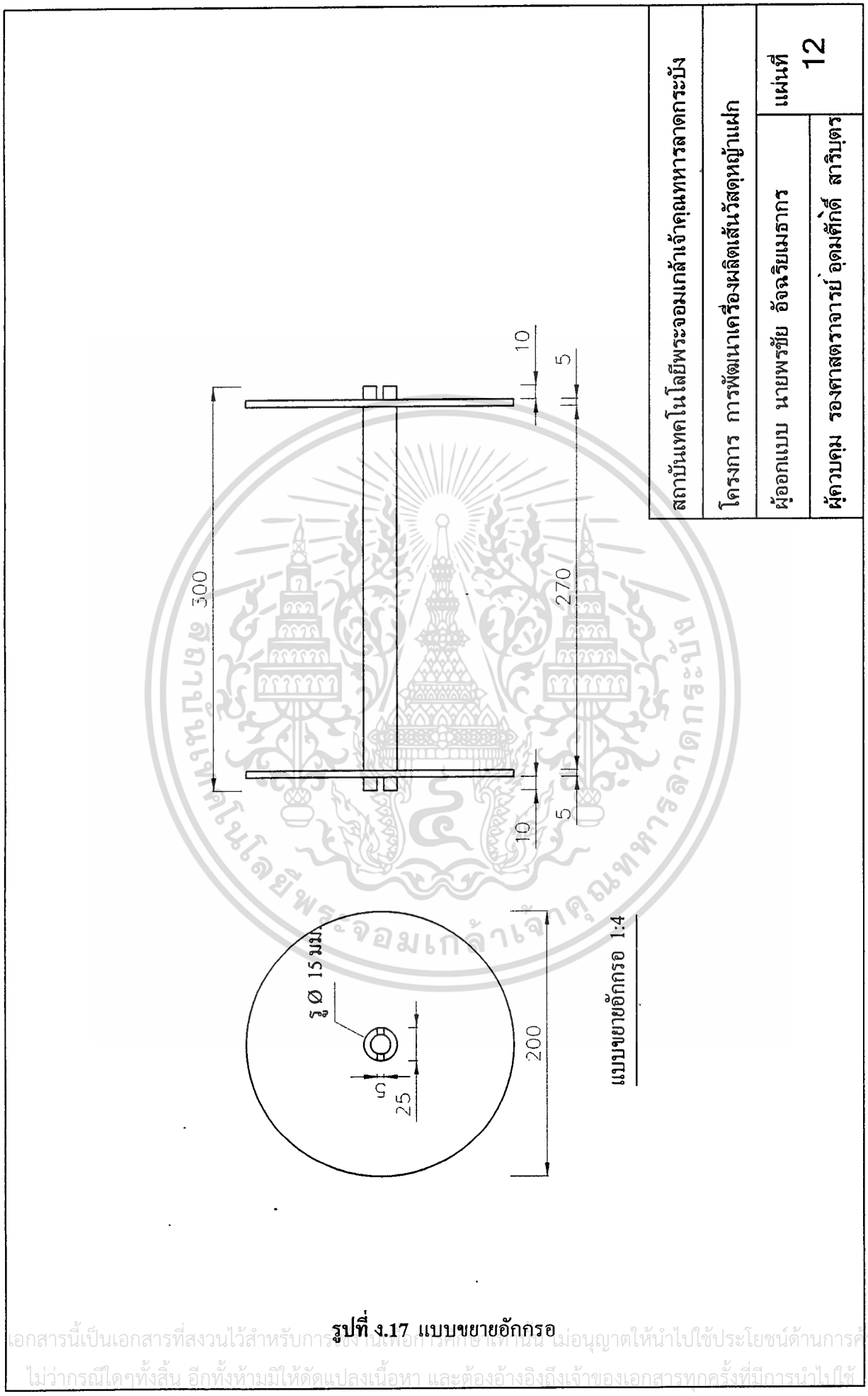
รูปที่ ง.15 แบบขยายชุดหมุนอักกรอ ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



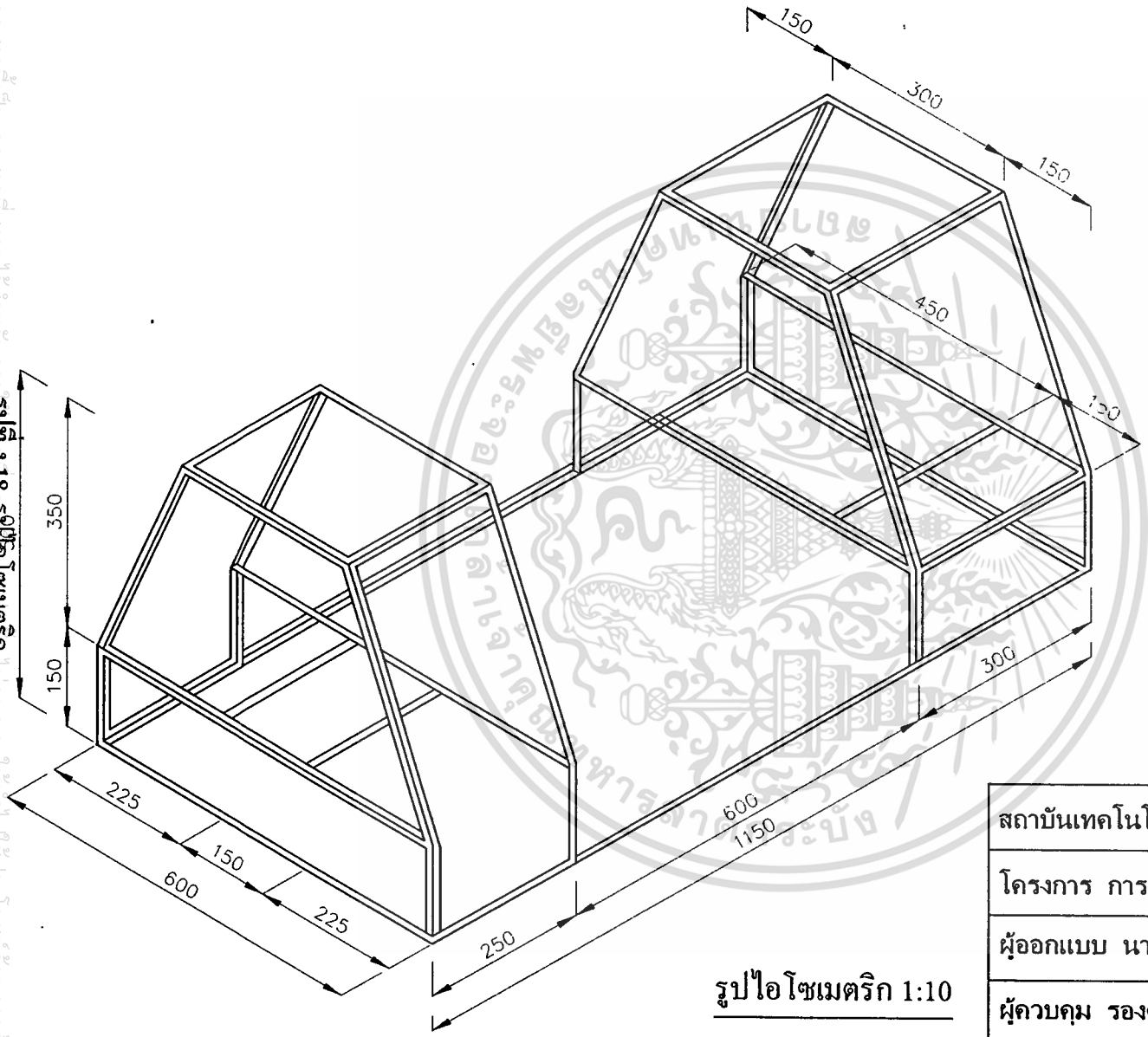
รูปที่ ง.16 แบบขยายอักกรอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.17 แบบขยายอักกรอ

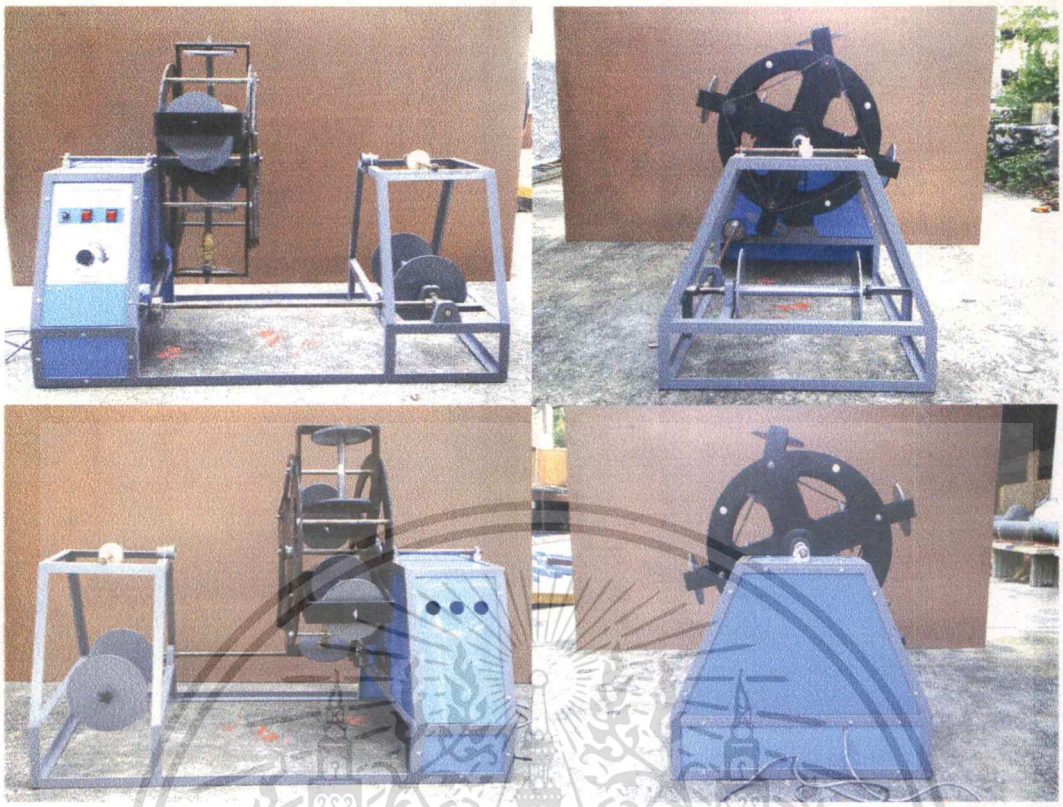
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



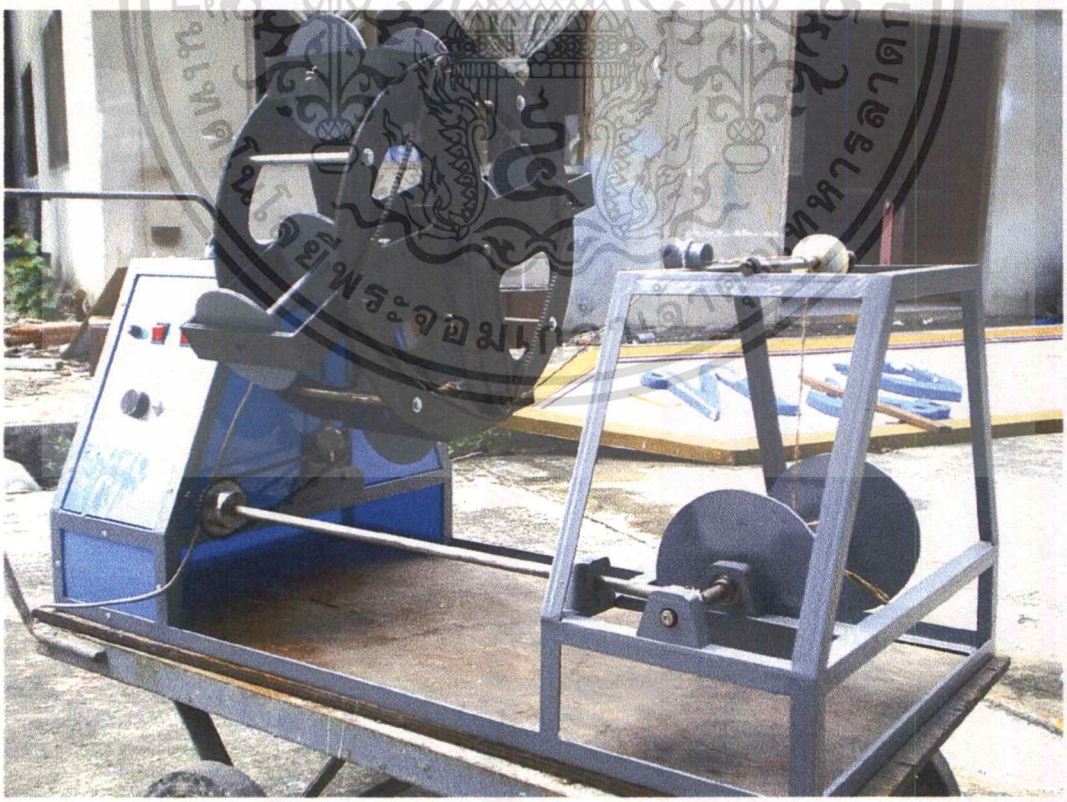
รูปไอโซเมตริก 1:10

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
โครงการ การพัฒนาเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝก	
ผู้ออกแบบ นายพรชัย อัจฉริยเมธากร	แผ่นที่ 13
ผู้ควบคุม รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร	

ภาพที่ 4.18 รูปไอโซเมตริก

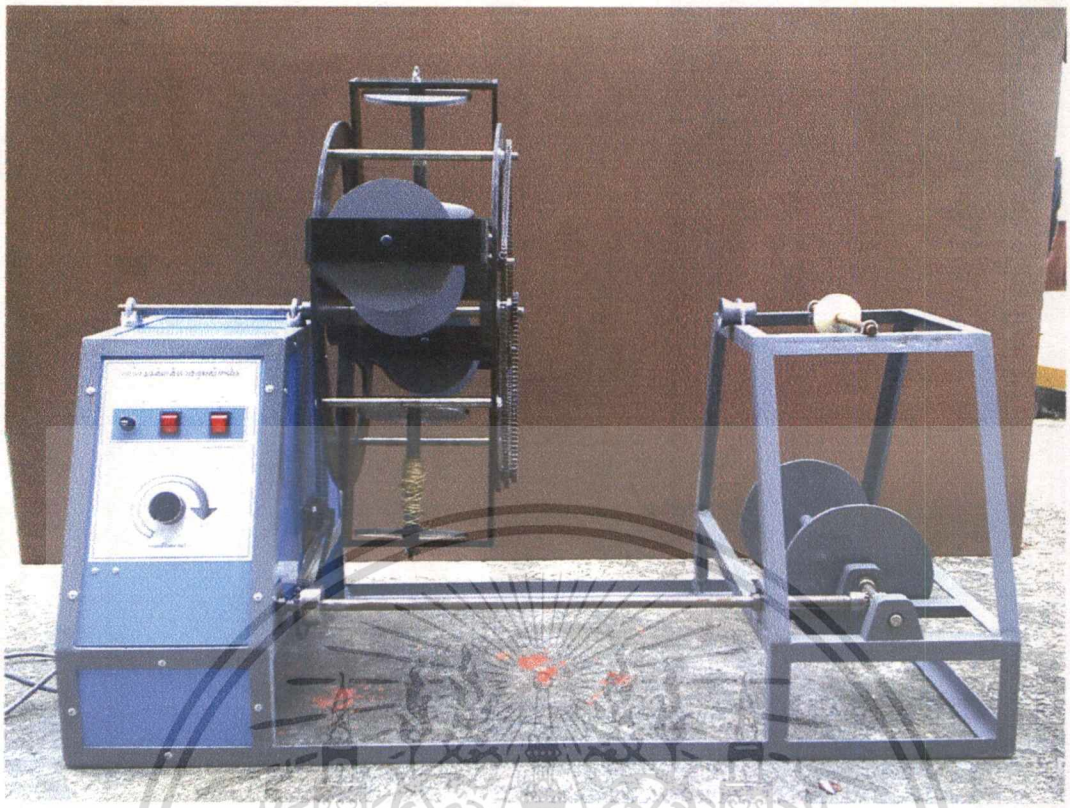


รูปที่ ง.19 รูปด้านต่างๆ ของเครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ที่ได้พัฒนาแล้ว



รูปที่ ง.20 เครื่องผลิตเส้นวัสดุหญ้าแฝกต้นแบบ ที่ได้พัฒนาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

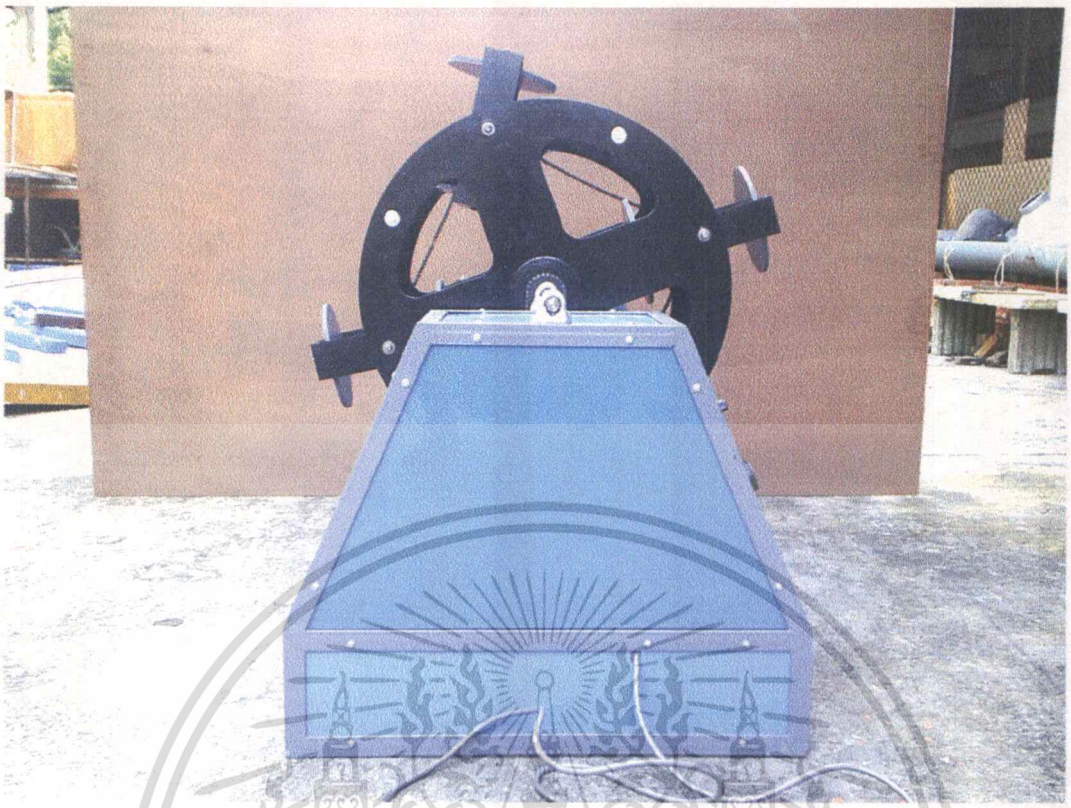


รูปที่ ง.21 ภาพด้านหน้า

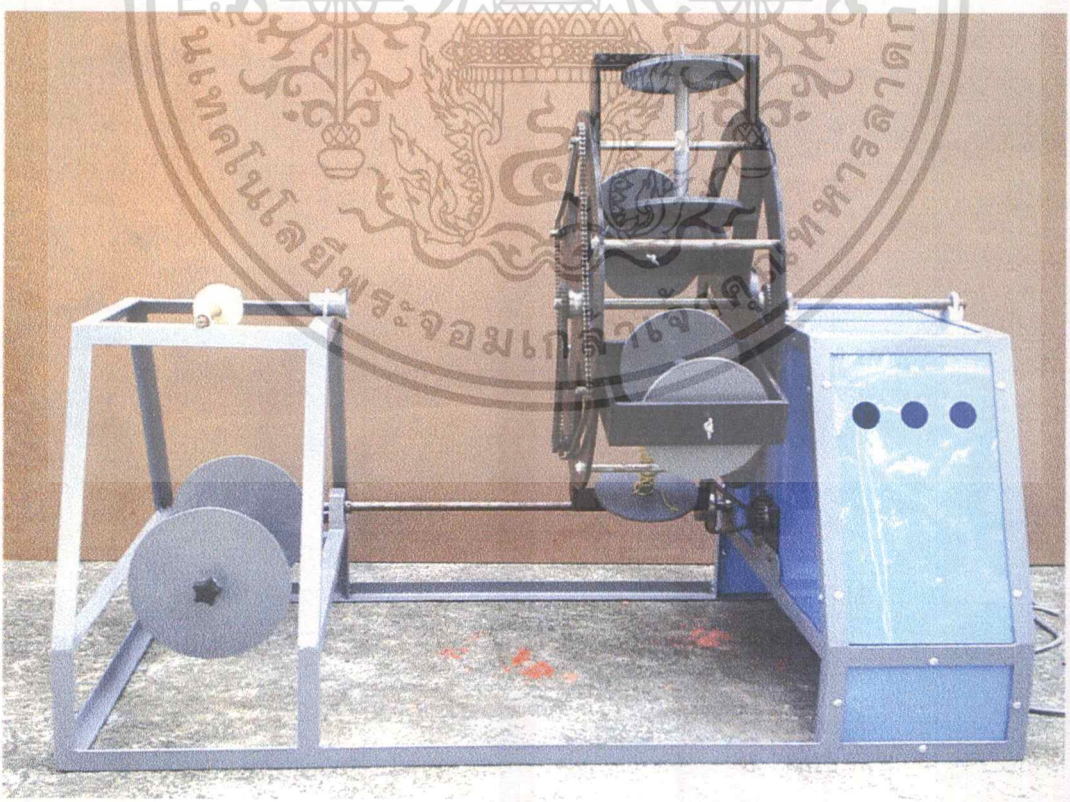


รูปที่ ง.22 ภาพด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

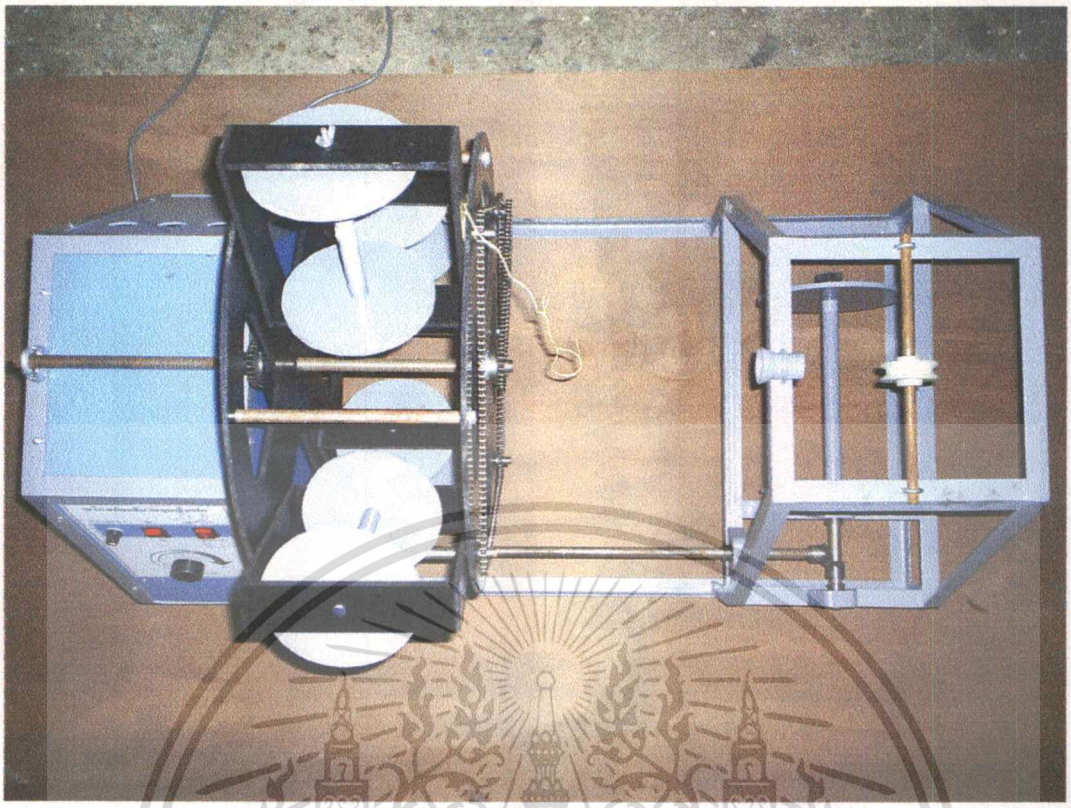


รูปที่ ง.23 ภาพด้านขวา

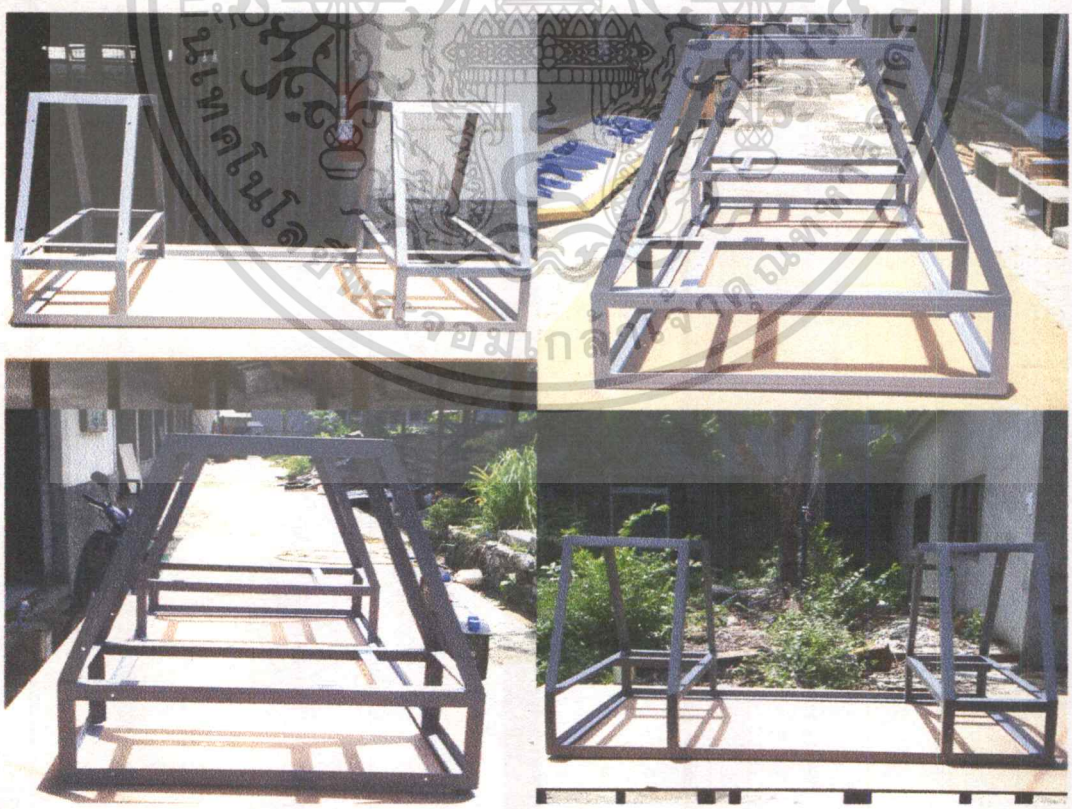


รูปที่ ง.24 ภาพด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

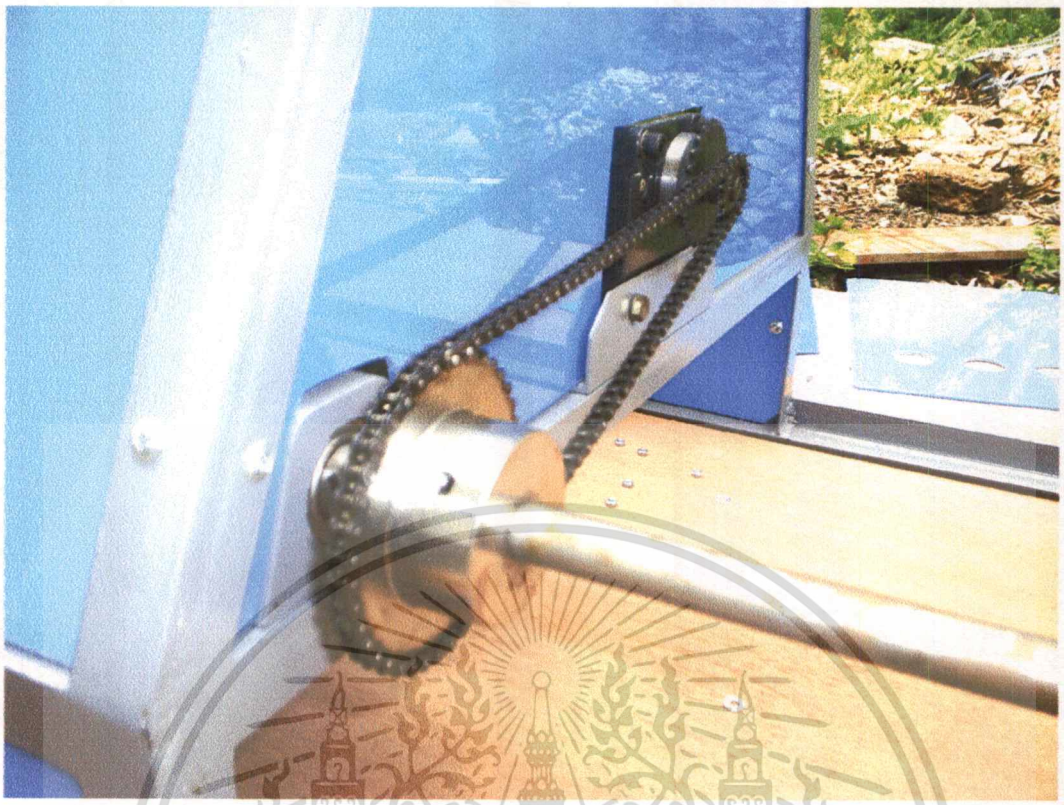


รูปที่ ง.25 ภาพด้านบน

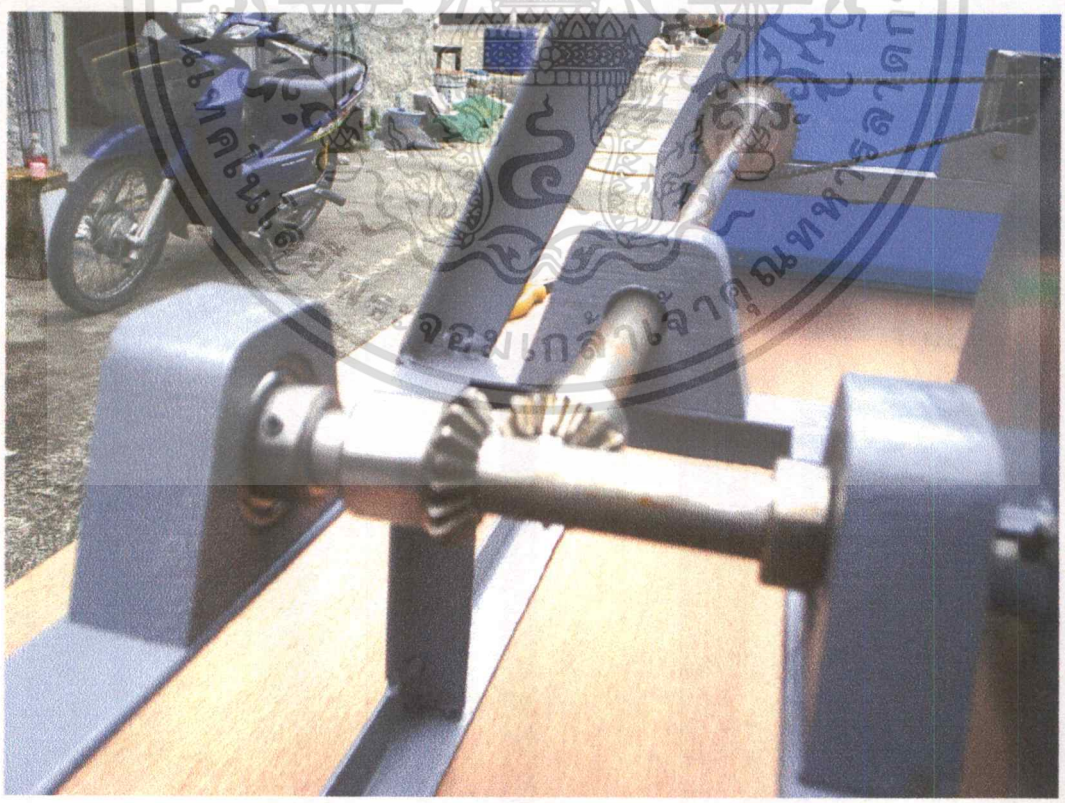


รูปที่ ง.26 โครงสร้างตัวเครื่องด้านต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

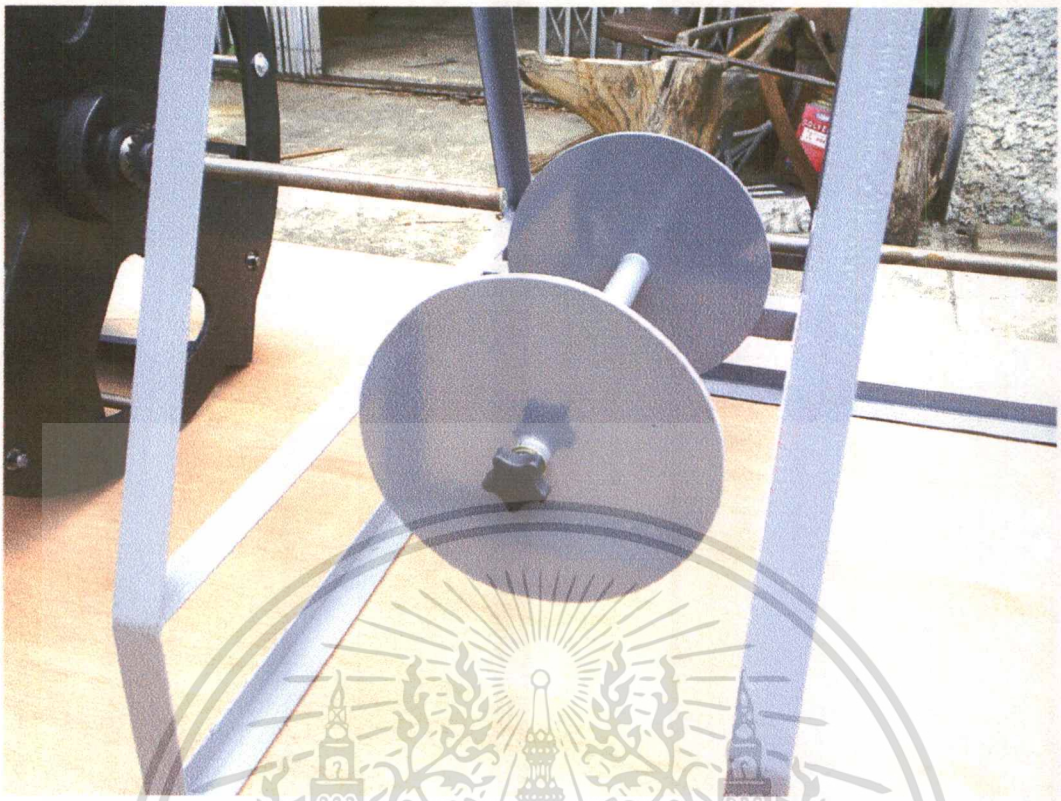


รูปที่ ง.27 ชุดเฟืองโซ่ และโซ่ ขับแกนเหล็กเพลา ขนาด 15 มิลลิเมตร

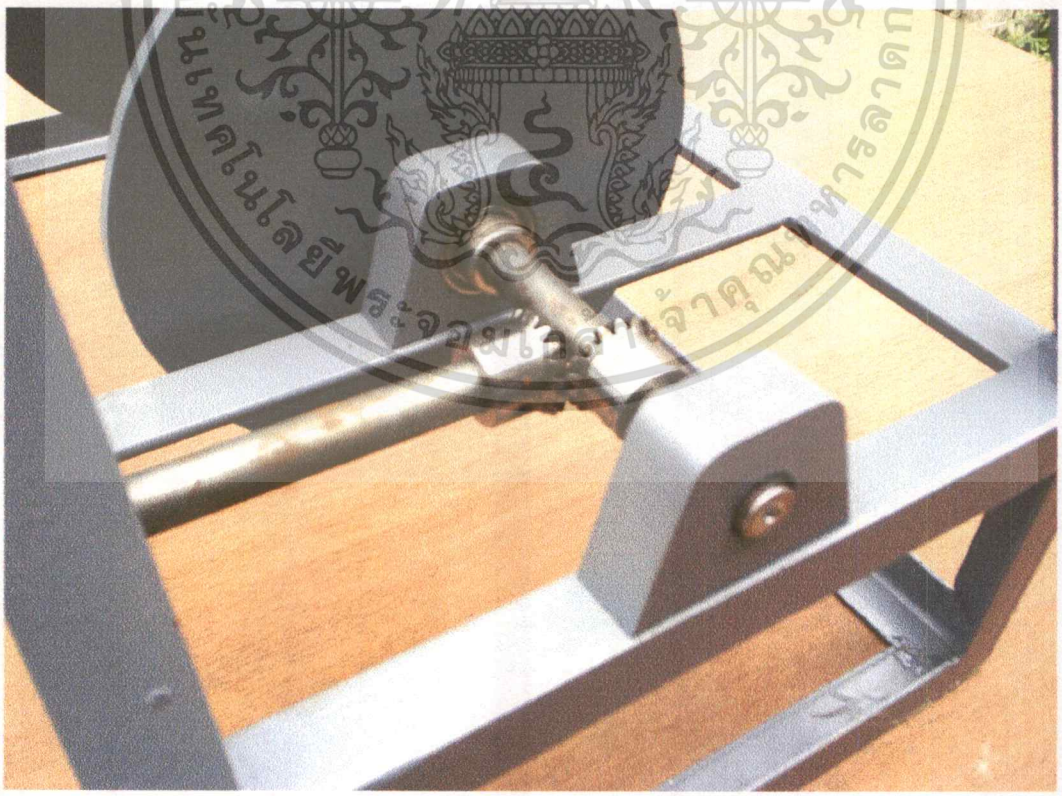


รูปที่ ง.28 แกนเหล็กเพลากับลูกปืน พร้อมชุดเฟืองดอกจอก เปลี่ยนแนวส่งถ่ายกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

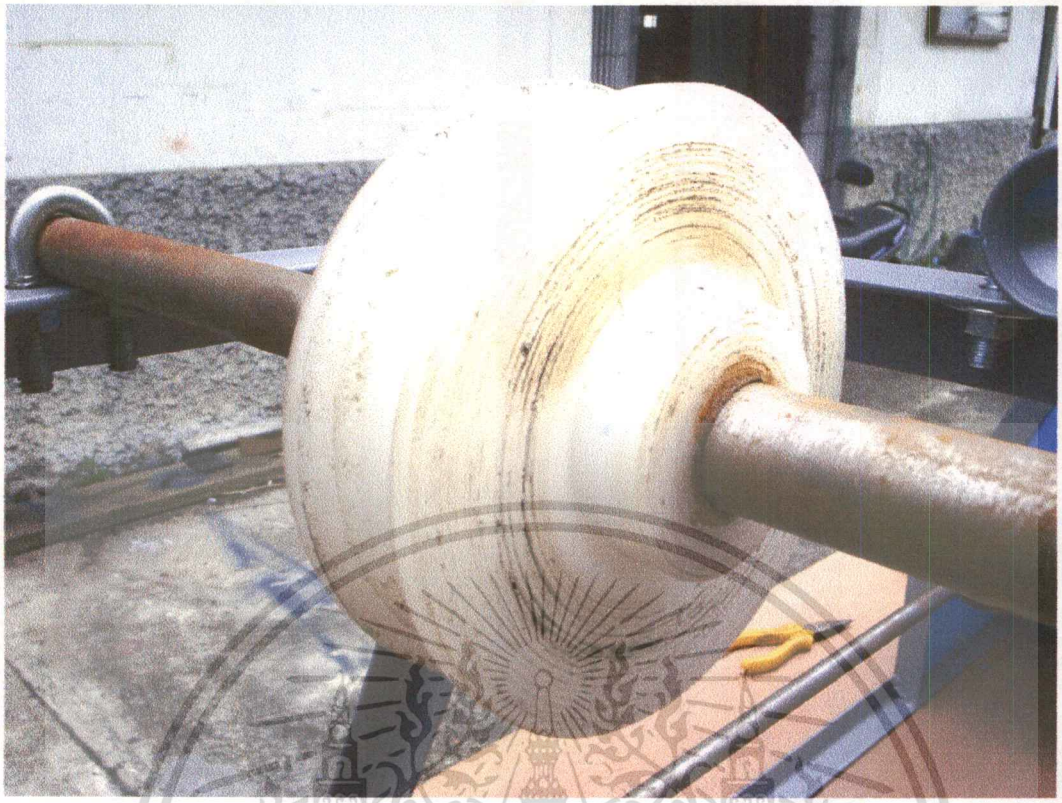


รูปที่ ง.29 อักกรอเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝกที่ฟันเกลียวแล้ว

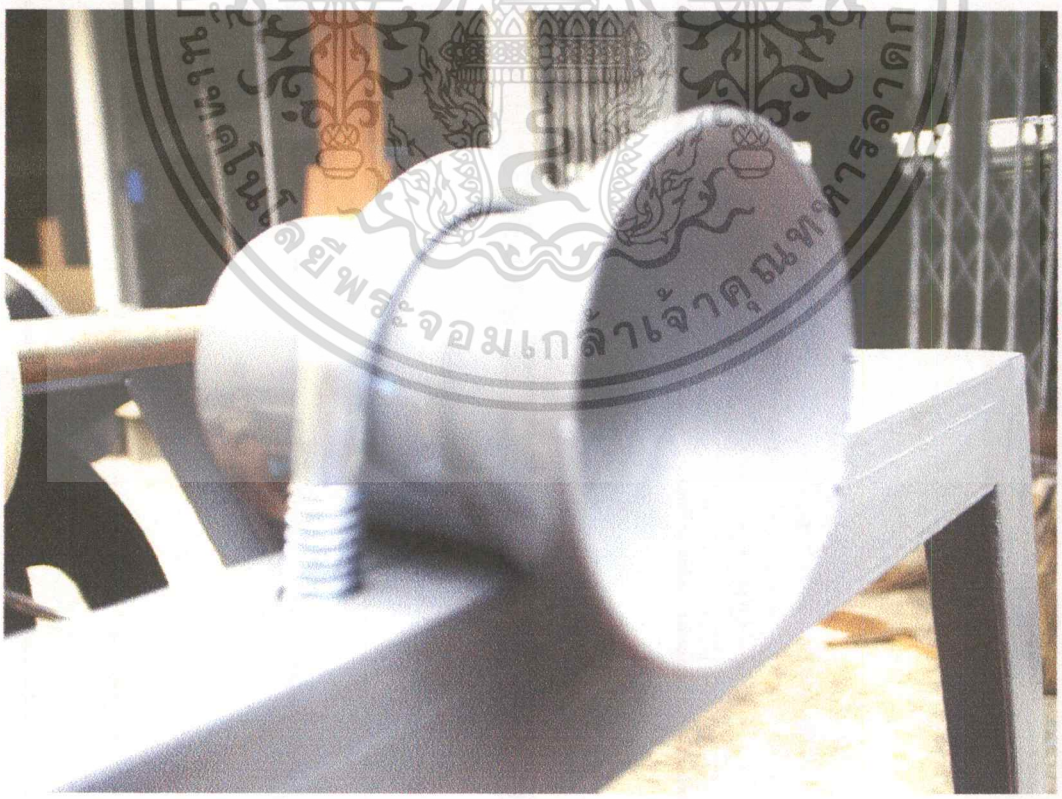


รูปที่ ง.30 ชุดแกนเหล็กเพลา ขับอักกรอเก็บเส้นวัสดุหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.31 ล้อพลาสติก และแกนเหล็กเพลา ขนาด 12 มิลลิเมตร สำหรับเกลี่ยเส้นวัสดุหญ้าแฝก

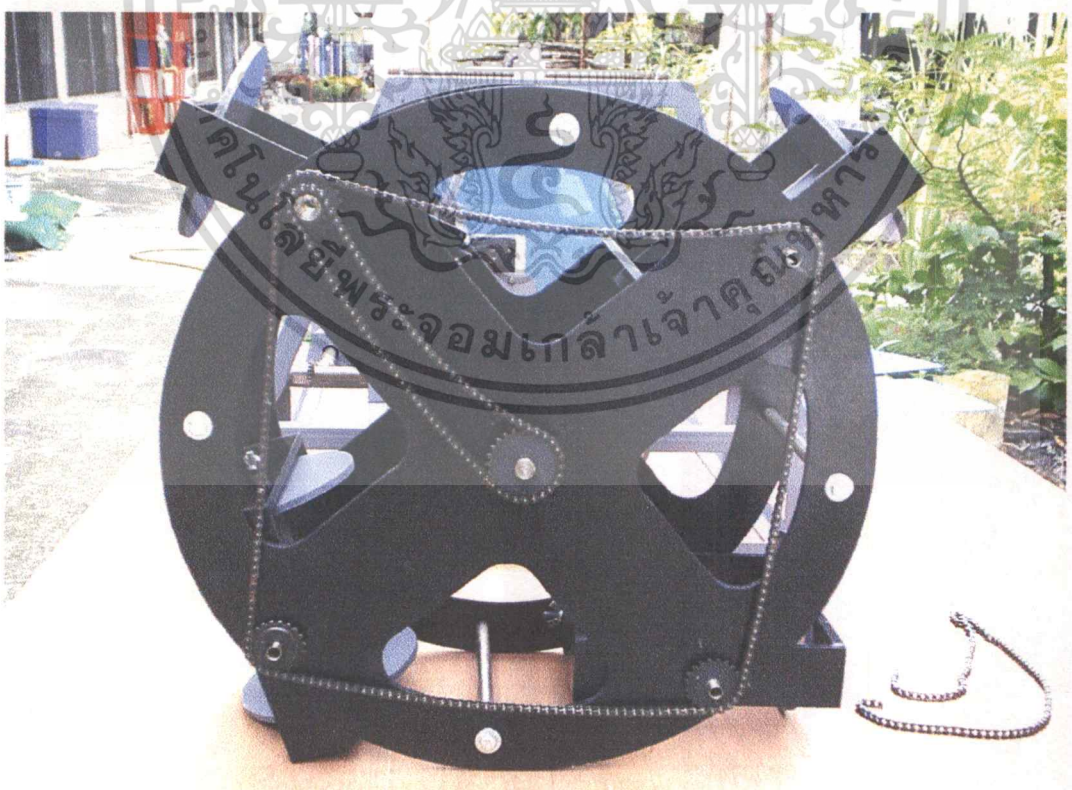


รูปที่ ง.32 ช่องรวมเกลียวเส้นวัสดุหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

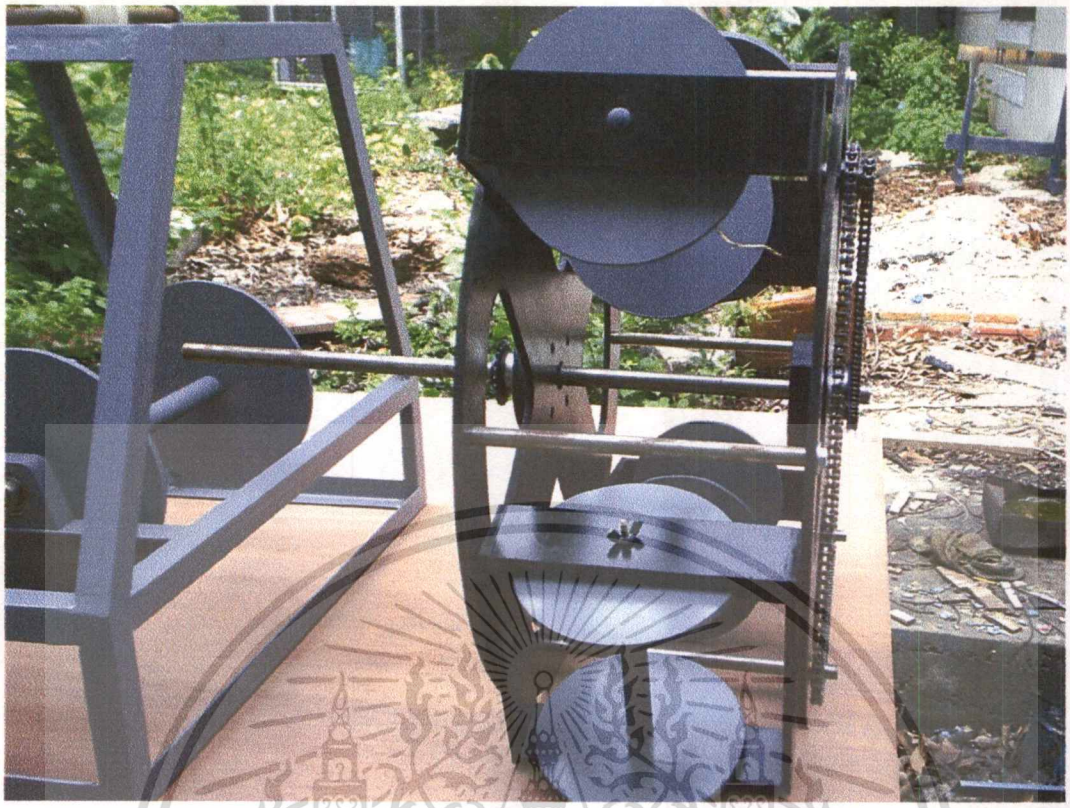


รูปที่ ง.33 ชุดแกนเหล็กเพลา 15 มิลลิเมตรและตลับลูกปืน พร้อมเฟืองโซ่ขับชุดพันเกลียว



รูปที่ ง.34 เฟืองโซ่ และโซ่ ขับชุดพันเกลียวเส้นวัสดุหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.35 อักกรอเก็บเส้นหญ้าแฝก จำนวน 4 ชุด ซึ่งประกอบใส่อยู่ในชุดพันเกลียวเส้นวัสดุหญ้าแฝก

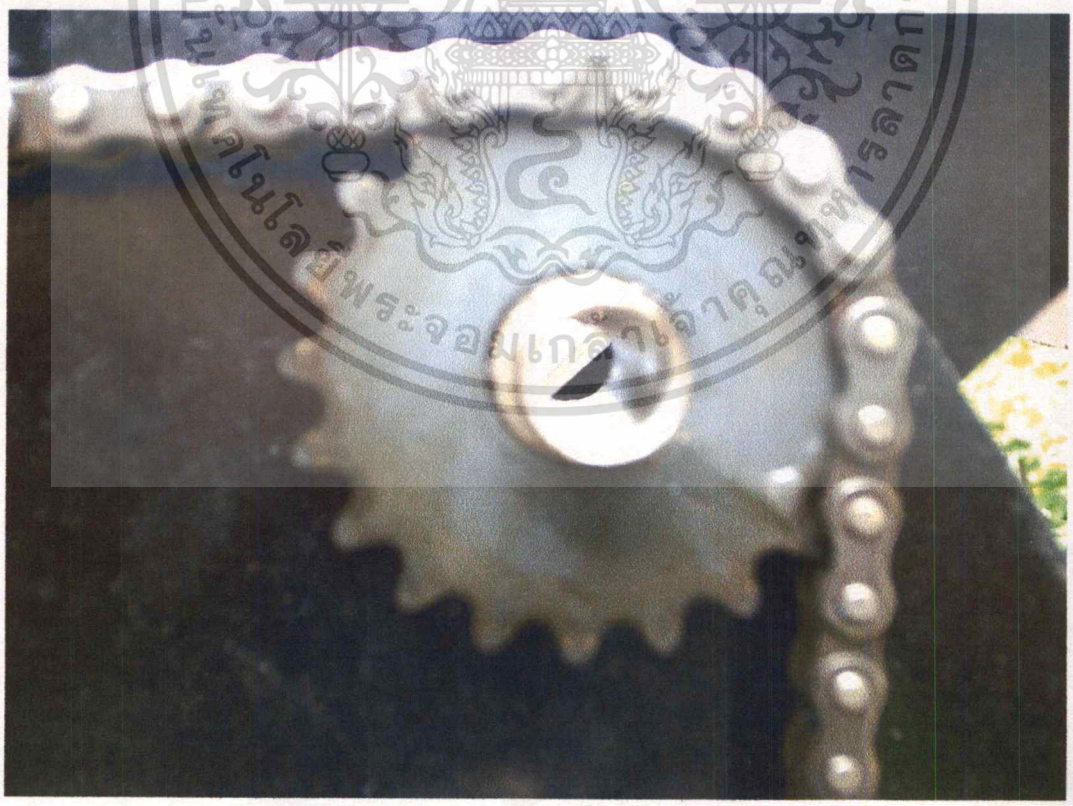


รูปที่ ง.36 อักกรอสำหรับใสเส้นหญ้าแฝก พร้อมแกนเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

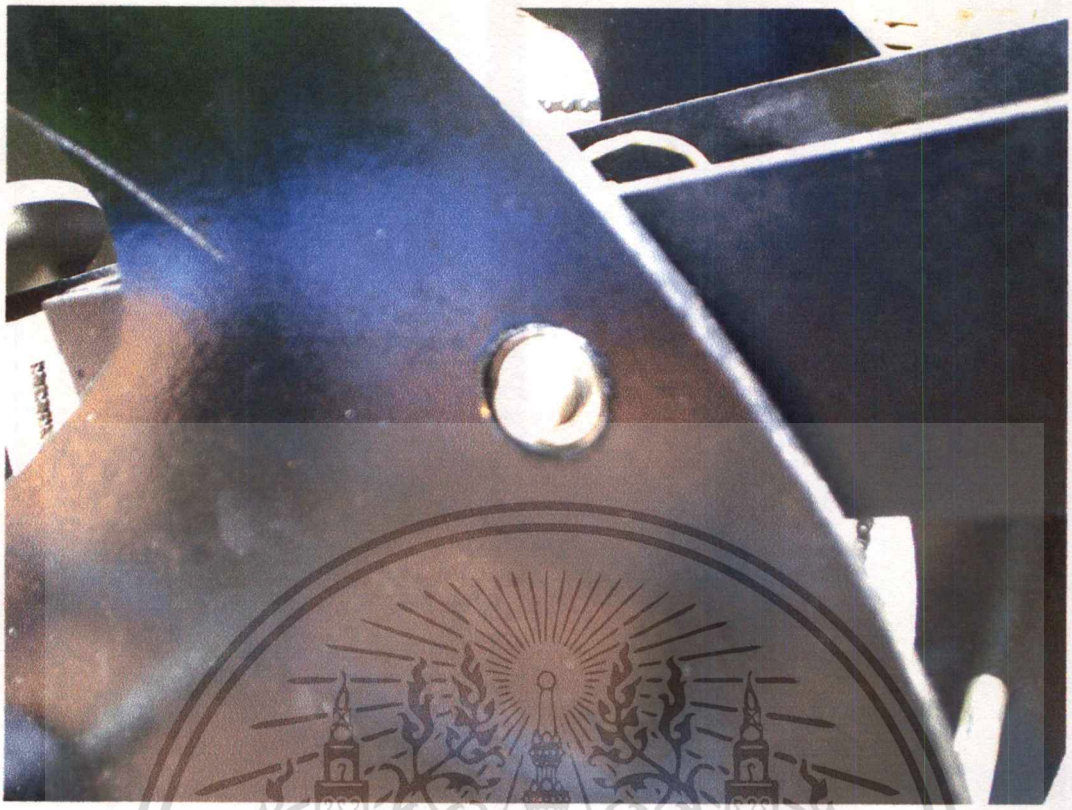


รูปที่ ง.37 ชุดเฟืองโซ่ พร้อมโซ่ขับ และตาม อัตราทด 2 : 1

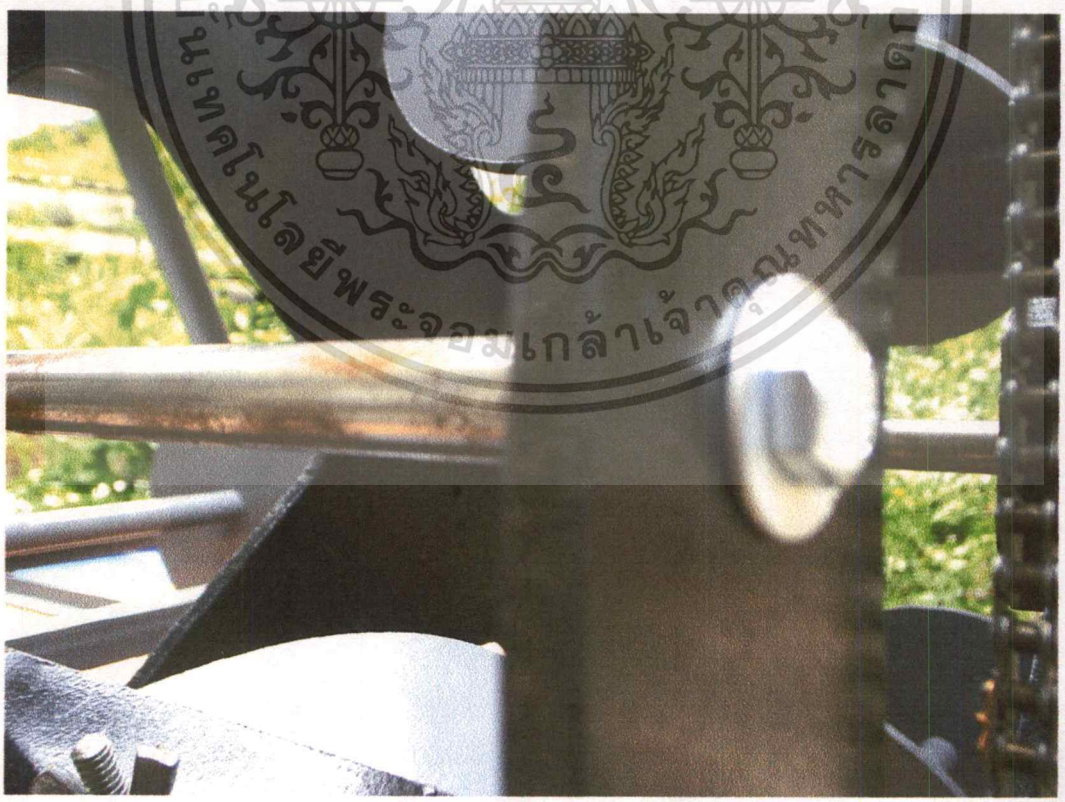


รูปที่ ง.38 เฟืองโซ่ และแกนเหล็ก ขนาด 10 มิลลิเมตร และช่องส่งจ่ายเส้นหญ้าแฝกขนาด 8 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.39 แกนเหล็ก ขนาด 10 มิลลิเมตร ยึดชุดหมุนเส้นหญ้าแฝกพร้อมตลับลูกปืน

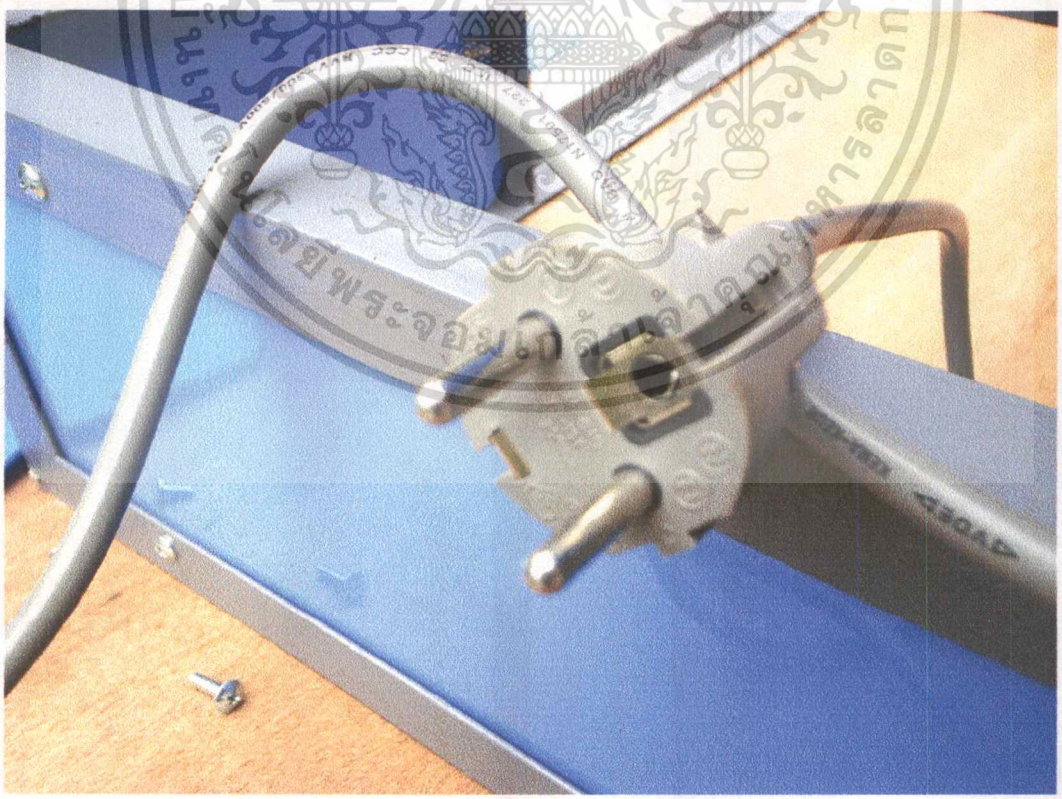


รูปที่ ง.40 แกนเหล็ก ขนาด 12 มิลลิเมตร พร้อมสกรู 6 มิลลิเมตร ประกอบยึดโครงชุดหมุนเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

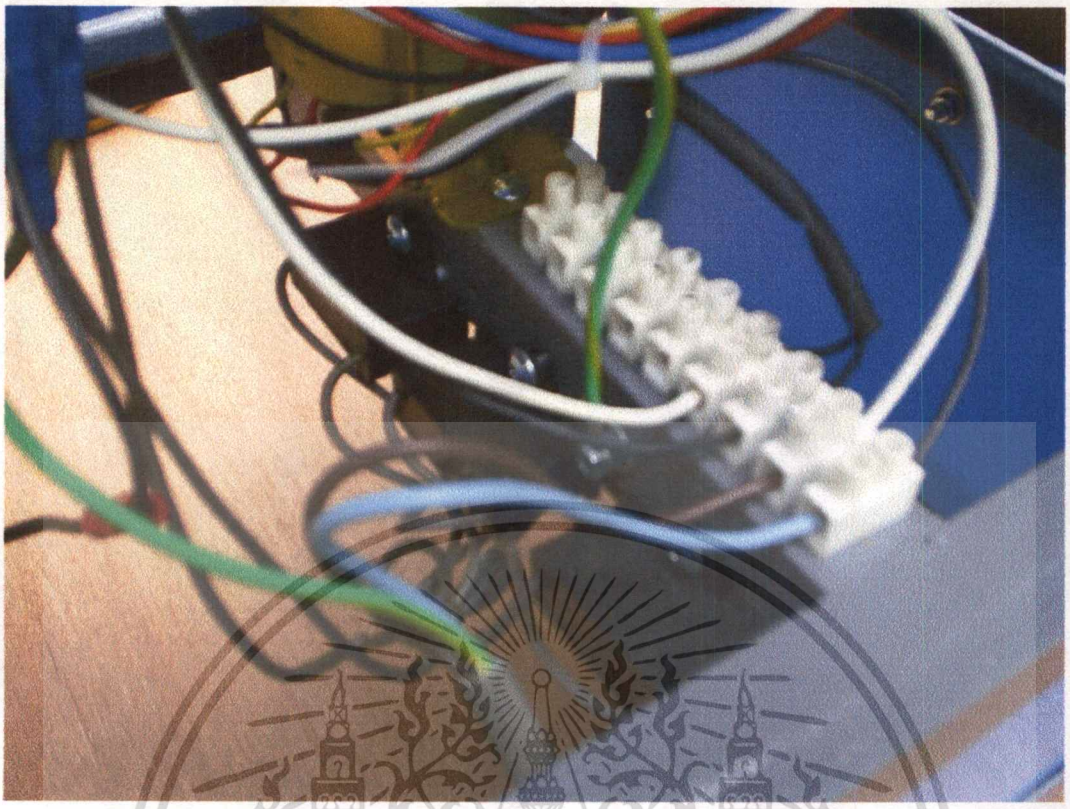


รูปที่ ง.41 ชุดเหล็กยึดรัดแกนเหล็กเพลา 15 มิลลิเมตร



รูปที่ ง.42 เต้าเสียบแบบสามขา และสายไฟฟ้า สำหรับจ่ายไฟเข้าเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

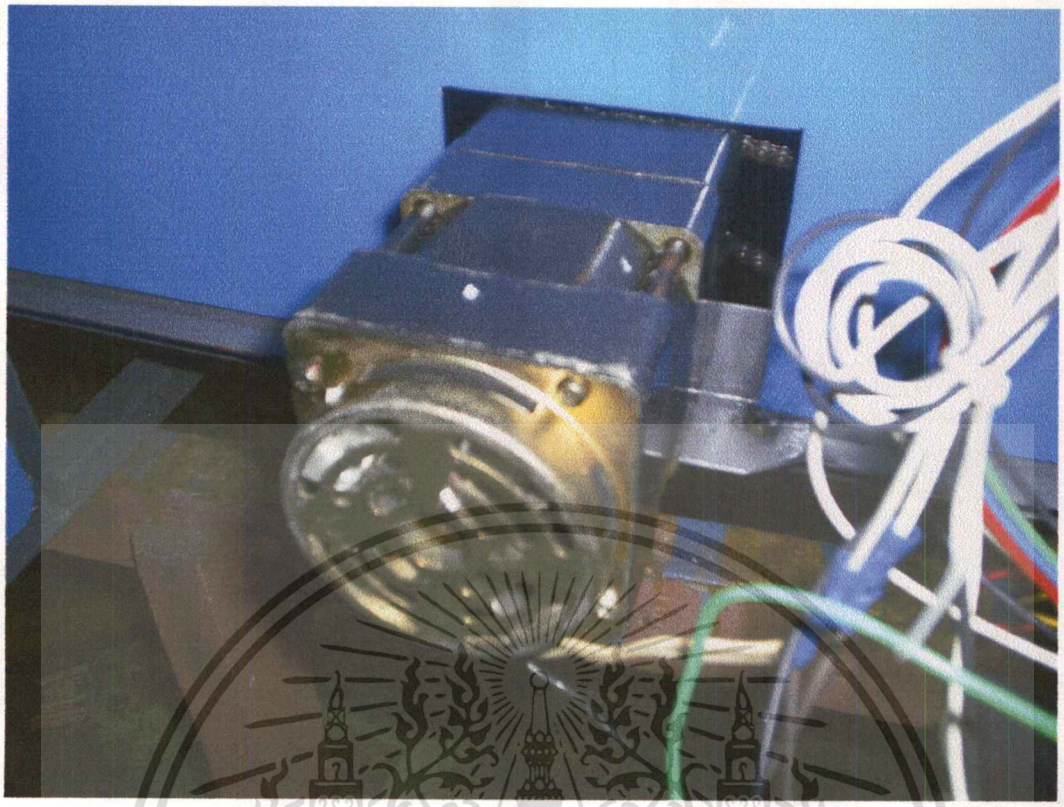


รูปที่ ง.43 ขั้วต่อสายไฟฟ้า พร้อมต่อสายดินเข้ากับโครงเหล็ก



รูปที่ ง.44 หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 100 – 110 โวลต์ 50 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.45 มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน แบบอินดักชั่นมอเตอร์ 100 โวลต์ 26 วัตต์

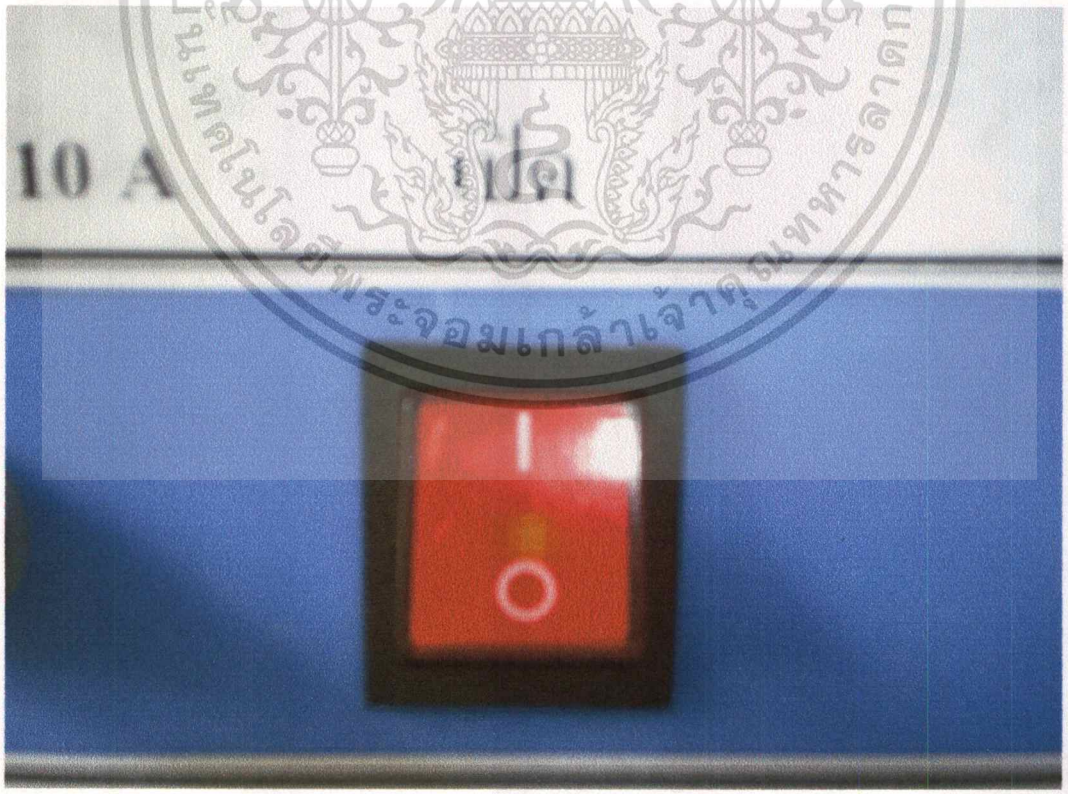


รูปที่ ง.46 แผงสวิทซ์ควบคุมหน้าเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

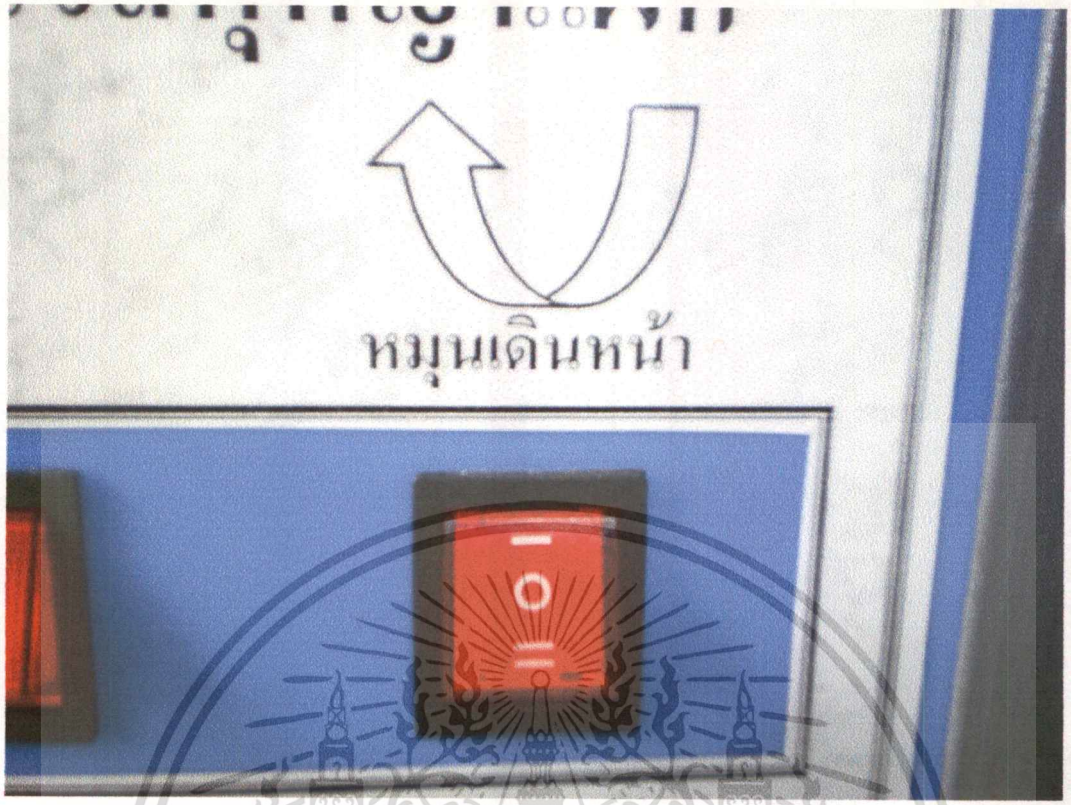


รูปที่ ง.47 กระบอกฟิวส์ตัดไฟ ป้องกันกระแสไฟเกิน หรือไฟฟ้าลัดวงจร



รูปที่ ง.48 สวิทซ์กด ปิด – เปิด พร้อมไฟสัญญาณแสดงขณะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

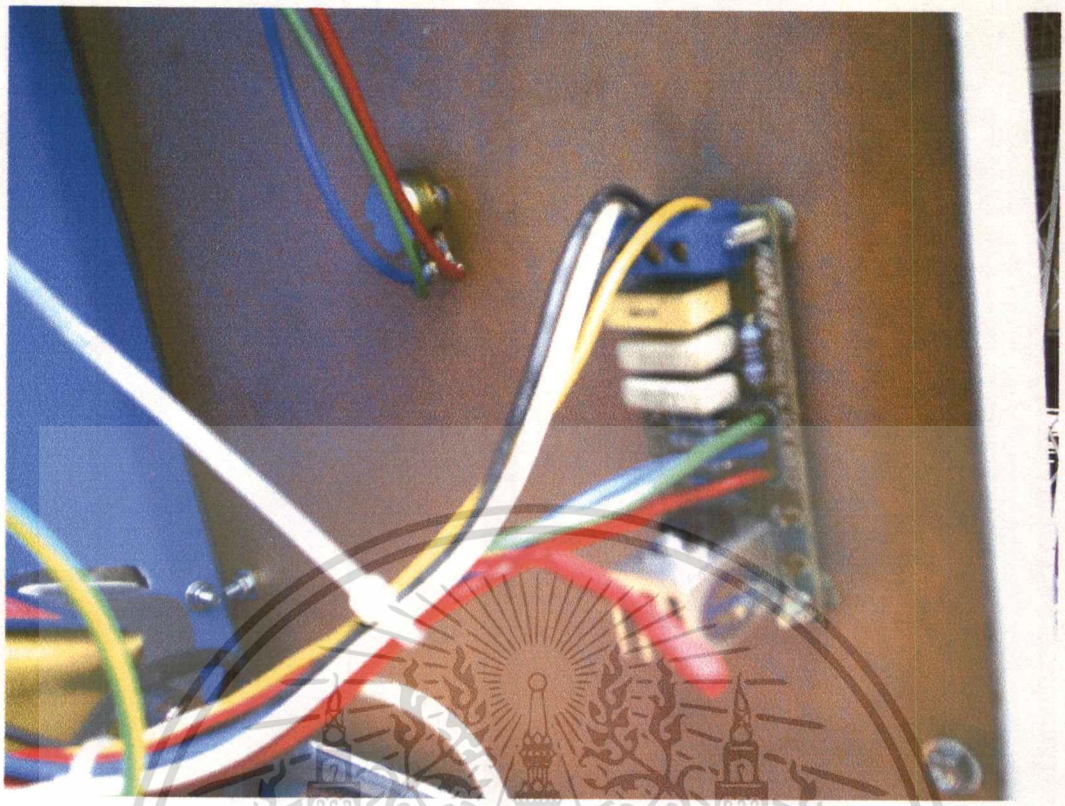


รูปที่ ง.49 สวิทซ์กดเลือกทิศทางการหมุน

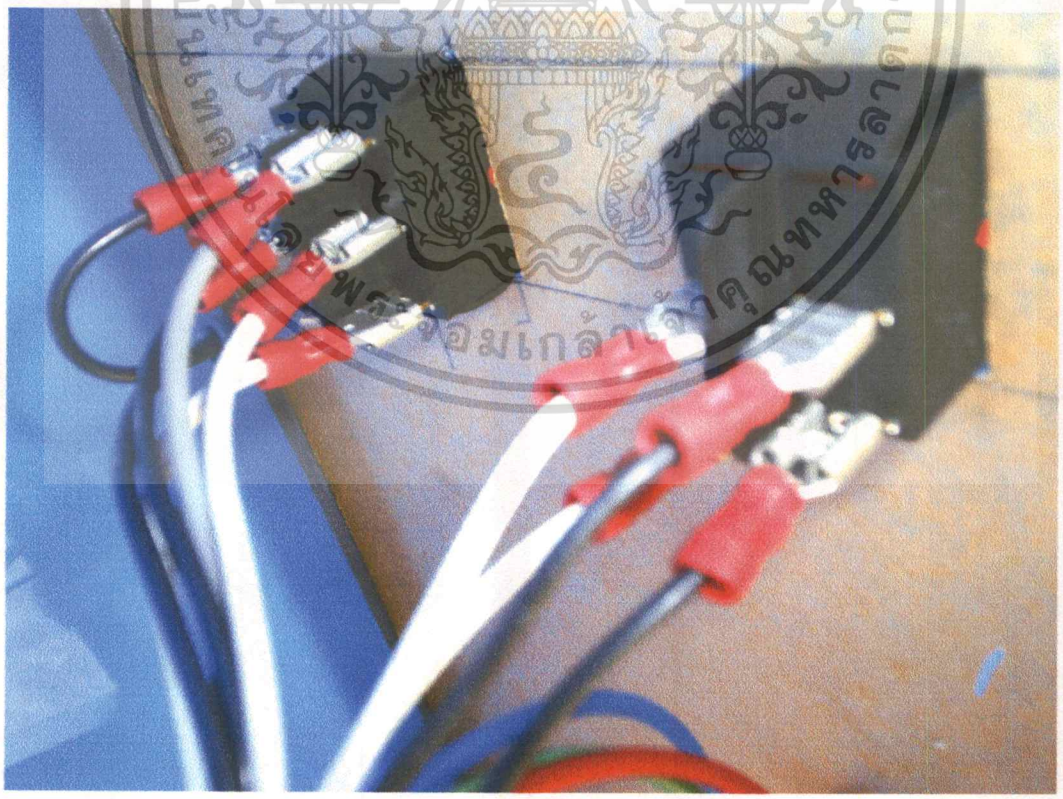


รูปที่ ง.50 ปุ่มหมุนปรับความเร็วรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.51 ชุดวงจรควบคุมปรับความเร็วรอบมอเตอร์



รูปที่ ง.52 สายไฟ และขั้วต่อสวิทซ์ไฟฟ้าแบบขาเสียบ สามารถถอดเปลี่ยนซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ภาพการใช้งานเครื่อง และสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.1 คุณเข็มทอง ค้ำจุน หัวหน้ากลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่ ตำบลป่าสัก



รูปที่ จ.2 การถักเปียหญ้าแฝก แบบ 3 เส้นด้วยมือ ของกลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.3 การอธิบายหลักการทำงานของเครื่อง



รูปที่ จ.4 สมาชิกกลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่ สังเกตเครื่องขณะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.5 ผลงานจากหญ้าแฝก ของกลุ่มผลิตภัณฑ์หญ้าแฝก บ้านแกใหม่ ตำบลป่าสัก

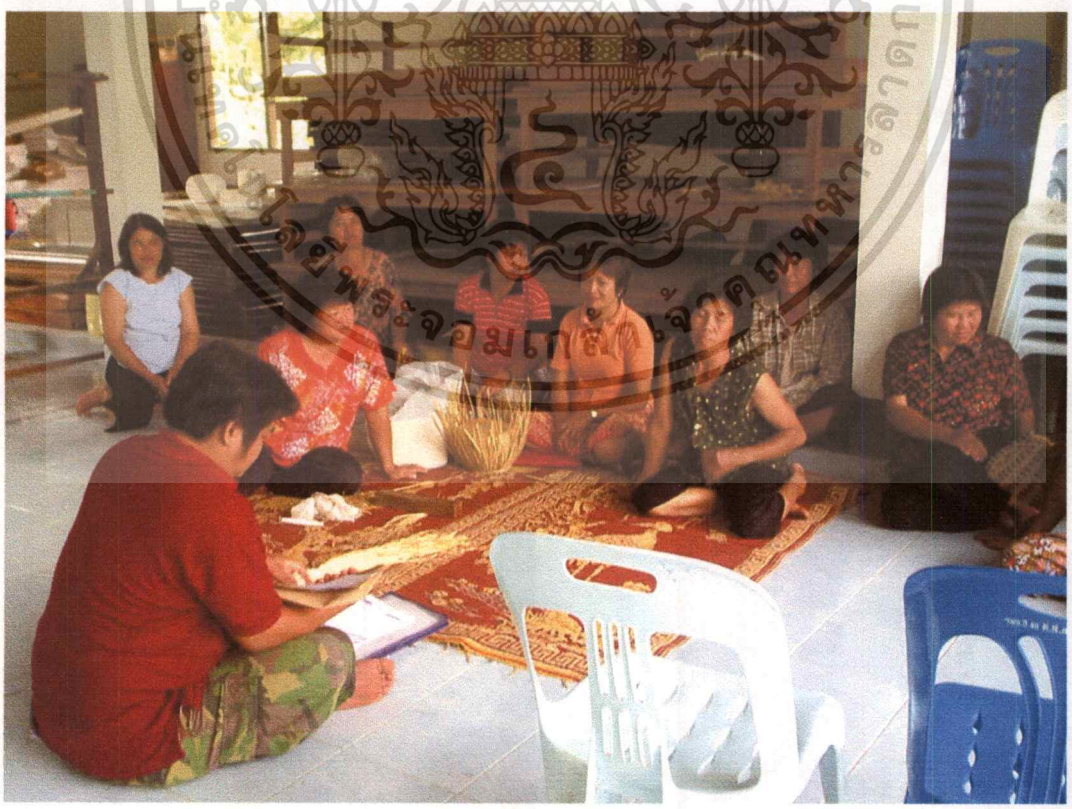


รูปที่ จ.6 การสอบถามความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

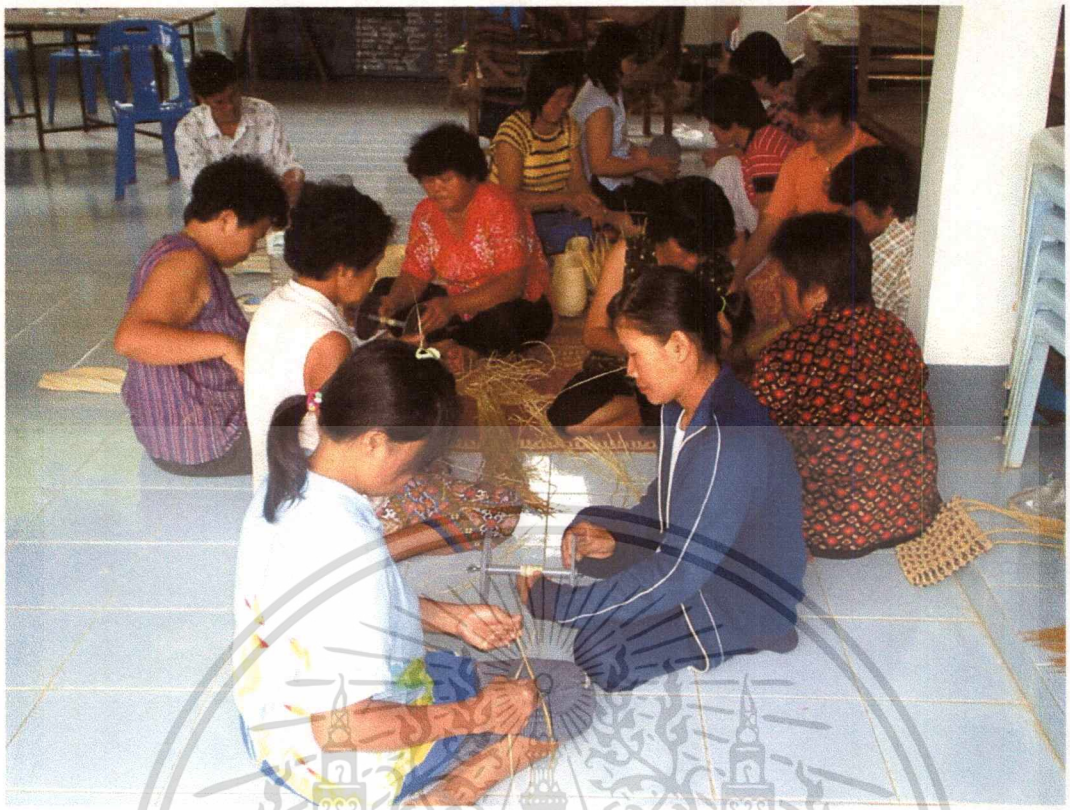


รูปที่ จ.7 การสัมภาษณ์ กลุ่มสตรีสหกรณ์ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านดอนไชย ตำบลเชียงแรง



รูปที่ จ.8 คุณบัวตอม บุญแรง (เสื้อลายสีเขียว) หัวหน้ากลุ่มสตรีฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.9 การเตรียมเส้นใบหญ้าแฝกเข้าม้วนในอักกรอ

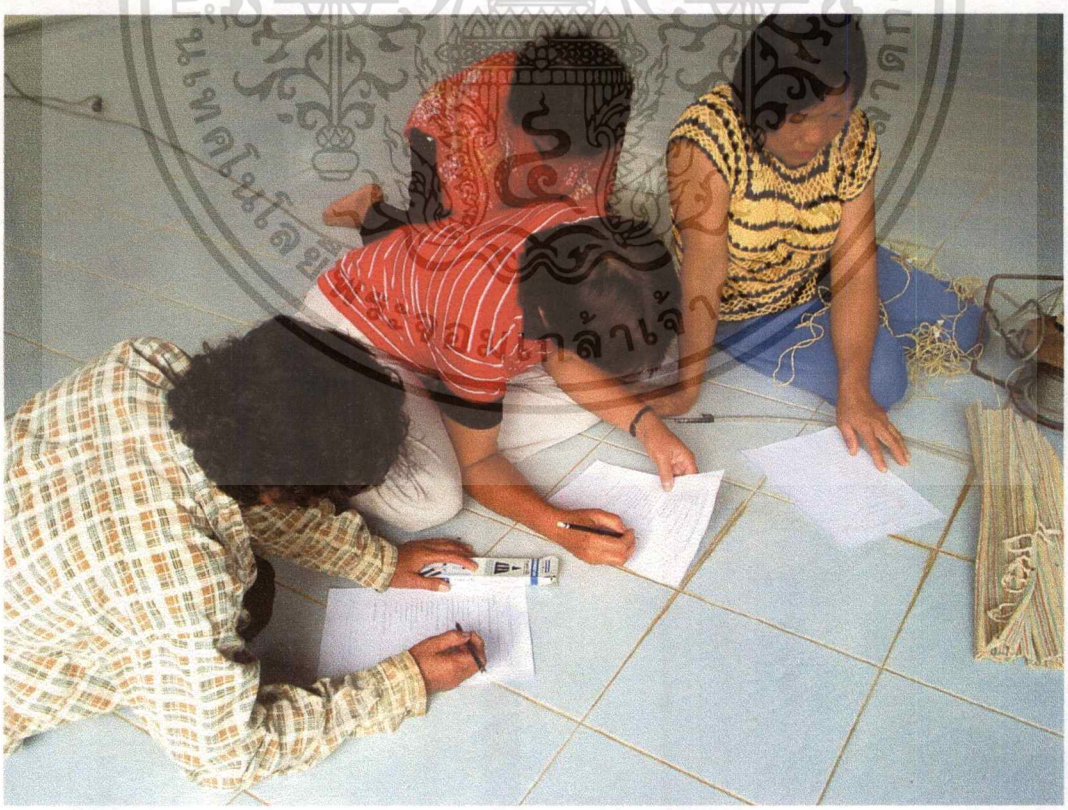


รูปที่ จ.10 อธิบายหลักการทำงานของเครื่อง ให้แก่กลุ่มสตรีสหกรณ์ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านดอนไชย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.11 การพิจารณาเปรียบเทียบ เส้นวัสดุหญ้าแฝกที่จากการทำงานของเครื่องฯ



รูปที่ จ.12 สมาชิกของกลุ่มสตรีสหกรณ์ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกบ้านดอนไชย ตอบแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.13 คุณกองเหรียญ ปาปัดถา วิทยากรจาก สหกรณ์นิคมเชียงคำ จำกัด กิ่งอำเภอภูซาง



รูปที่ จ.14 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องฯ ให้วิทยากร และผู้เข้าฝึกอบรมหญ้าแฝก บ้านแฮะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

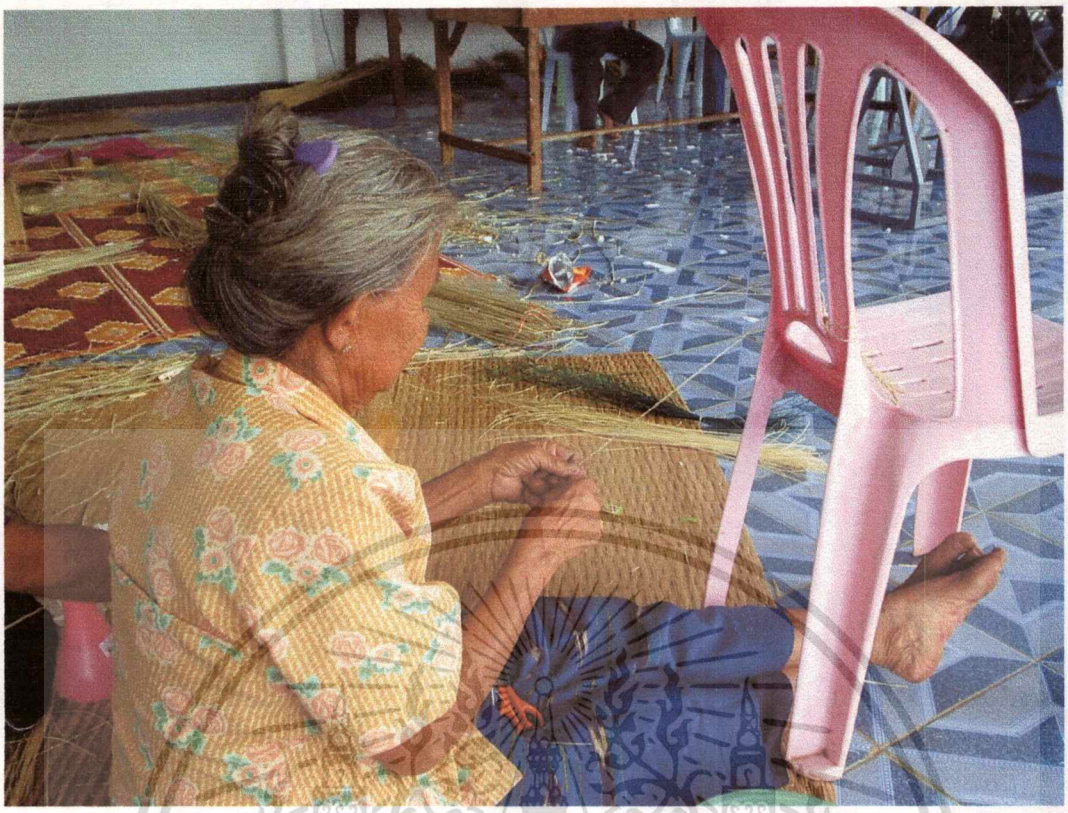


รูปที่ จ.15 ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มบ้านแฮะ ที่ทำจากเส้นวัสดุหญ้าแฝก



รูปที่ จ.16 คุณศรีประภา มีสุข หัวหน้ากลุ่มจักสานหญ้าแฝก บ้านแฮะ ตำบลแม่ลาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.17 การถักเส้นวัสดุหญ้าแฝกด้วยมือ



รูปที่ จ.18 ขณะนำเส้นใบหญ้าแฝกม้วนเข้าอักกรอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.19 กลุ่มสตรีสหกรณ์นิคม บ้านก๊อซาว ตำบลทุ่งกล้วย ร่วมสังเกตการทำงานของเครื่องฯ



รูปที่ จ.20 สมาชิกกลุ่มสตรีสหกรณ์นิคม บ้านก๊อซาว พิจารณาเปรียบเทียบเส้นหญ้าแฝก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายพรชัย อัจฉริยเมธากร
วัน เดือน ปี เกิด	9 สิงหาคม 2510
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	31 / 2466 บ้านพฤกษา 12 หมู่ 2 ถนนรังสิต – นครนายก 67 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย 225 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
ตำแหน่ง	อาจารย์ 2 ระดับ 7 หัวหน้าศูนย์ฝึกปฏิบัติอาชีพงานไม้ ปูน โลหะ
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา (ช่างอุตสาหกรรม) จากสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้