

๗ 121471

วส 123021



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติ  
เพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุตุรัง จ.มหาสารคาม

The development of dyed cotton machine from the raised system  
to the rotates automatically for development community

Mahasarakham Province

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- ผ้า - ทราย - ไม้ - ๖๖

สรารุณี ดาแก้ว

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วันรับ.....
วันลงทะเบียน..... - 9 มี.ย. 2560
เลขทะเบียน..... ๗. 250906
เลขเรียกหนังสือ..... 7Ab.62 ส172ก

2559

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

๑.๒

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และได้สำเร็จด้วยดี ต้องขอขอบคุณผู้ที่ให้ความร่วมมือทุกท่านขอขอบคุณอาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กลุ่มชาวบ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุตุรัง จ.มหาสารคาม ที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดจนช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ในการปฏิบัติงานและเครื่องมือต่างๆ

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่สนับสนุนด้านทุนวิจัย งานวิจัยนี้ดำเนินการโดยสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

สรารุณี ดาแก้ว

2559



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

<b>หัวข้อวิจัย</b>	การพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุฉีกรัง จ.มหาสารคาม
<b>ผู้ดำเนินการวิจัย</b>	ว่าที่ ร.ต.สรารุณี ดาแก้ว
<b>หน่วยงาน</b>	คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
<b>ปี พ.ศ.</b>	2559

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบจากระบบการทำงานแบบยกขึ้นลง เป็นแบบหมุนกลับไปมาซ้ายขวาและเปลี่ยนทิศทางการหมุน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้เครื่องย้อมผ้าแบบเดิมกับเครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้ว และเป็นยกระดับชีวิตความเป็นอยู่ของกลุ่มชาวบ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุฉีกรัง จ.มหาสารคาม ผลการวิจัยมีดังนี้

ผลจากการศึกษาพบว่า วิธีการย้อมผ้าฝ้ายโดยเครื่องที่ทำการพัฒนาแล้ว ผลที่ได้ ปรากฏว่าระยะเวลาในการทำงานไม่เท่ากัน โดยเริ่มจากการย้อมผ้าครั้งแรก 5 กิโลกรัม จากนั้นทำการเพิ่มครั้งละ 5 กิโลกรัม โดยทำการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 25 กิโลกรัม พบว่า เครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้วนั้น สามารถใช้เวลาในการย้อมต่อครั้งน้อยกว่า จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในการทดลองถึงแม้ว่าระยะเวลาที่ใช้ทั้ง 2 เครื่องนั้นเวลาจะไม่แตกต่างกันมาก แต่ประสิทธิภาพของเครื่องที่สามารถย้อมได้ดีกว่า มีการกินสีที่ได้เยอะมากกว่าและประหยัดเวลา สามารถช่วยเหลือกลุ่มเกษตรกรผู้ที่สนใจเกี่ยวข้องกับงานในลักษณะแบบนี้

ผลการทดลองเครื่องย้อมผ้า พบว่าเมื่อเทียบกับการย้อมแบบเดิมโดยการใช้แรงงานคน สามารถที่จะให้ประสิทธิภาพในการย้อมที่ดีกว่า รวมทั้งประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ทำให้สามารถทำกิจกรรมหรืองานอย่างอื่นควบคู่ไปด้วยได้ และยังเป็นการเพิ่มคุณภาพให้กับสินค้า

**Research Title** The development of dyed cotton machine from the raised system to the rotates automatically for development community Mahasarakham Province

**Researcher** Acting Sub Lt. Sarawut Dakaew  
**Organization** Faculty of Agricultural Technology  
Rajabhat Maha Sarakham University  
**Year** 2016

### ABSTRACT

This research aims to develop a prototype system to dye cotton, Up, Down. A swivel back and forth, left and right to change the direction of rotation. To compare the use of conventional dyeing with dye developed. for the improvement and quality of citizen of Ban Prasat, Kudrang District, Maha Sarakham Province The results are as follows.

The study found that How to dye cotton by the development and the results have shown that the duration of the work as well. Start by dyeing first 5 kg and then in increments of 5 kg to 25 kg, up until the dyeing machine developed that can be used in the dyeing times less. Noting the researchers found. Although the trial period for the second time and it will not be much different. However, the performance of the machine can be dyed better. Eating a lot more colors and save time. Those interested can help the farmers involved in this way.

Overall, the machine dyeing The structure consists of a frame made of stainless steel. Which can weigh more than 50 kilograms, is equipped with a  $\frac{1}{4}$  horsepower motor with a height of 60 cm, width 55 cm in length and 80 cm.

The results . Found that, compared to conventional dyeing by labor. Able to give a better performance in dyeing. As well as saving time and costs. And can work in conjunction with, or otherwise. It adds quality to the product.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ .....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง .....	ฉ
สารบัญภาพ .....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
ความเป็นมาและความสำคัญ .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
ขอบเขตการวิจัย .....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
<b>บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>3</b>
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	4
ทฤษฎีการย้อมผ้าฝ้าย .....	4
การออกแบบเครื่องย้อมผ้า .....	5
การคำนวณหาค่าลึงมอเตอร์ .....	5
ทฤษฎีเกี่ยวกับสายพาน .....	6
ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบเพลลา .....	9
การหาประสิทธิภาพผลโดยรวมของเครื่องย้อมผ้าฝ้าย .....	13
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	<b>14</b>
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	14
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	14
เครื่องมือในการวิจัย .....	14
อุปกรณ์ส่วนประกอบโครงสร้าง .....	16
วิธีการใช้งานเครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯ .....	16
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย</b> .....	<b>18</b>
ผลการทดลอง .....	18
การสร้างแบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา .....	19
แบบประเมินเครื่องมือเครื่องมือ .....	20
การนำเครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯไปใช้งาน .....	20

	หน้า
บทที่ 5	
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	21
สรุปผลการวิจัย .....	21
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป .....	21
บรรณานุกรม .....	22
บรรณานุกรมภาษาไทย .....	22
ภาคผนวก .....	23
ภาคผนวก ก รูปแสดงขั้นตอนการทดลองเครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯ .....	24
ภาคผนวก ข รูปแสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องย้อมผ้า แบบเดิมและแบบที่พัฒนาแล้ว .....	26
ภาคผนวก ค ตารางประเมินความเห็นของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร .....	28
ประวัติผู้วิจัย .....	30



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงตัวประกอบผิว R .....	11
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบโดยใช้เครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ .....	18
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ทำงานระหว่างเครื่องย้อมผ้า แบบเดิมและแบบที่พัฒนาแล้ว .....	18



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 เครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ .....	1
รูปที่ 1.2 ลักษณะของแกนหมุนเพลลาข้อเหวี่ยง .....	1
รูปที่ 2.1 การทดลองกับกลุ่มชาวบ้าน บ้านปราสาท ตำบลเลิงแฝก อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม .....	3
รูปที่ 2.2 เครื่องย้อมผ้าที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ .....	5
รูปที่ 2.3 ลักษณะของเพลลา .....	9
รูปที่ 2.4 ส่วนต่าง ๆ ของบอลแบริง .....	12
รูปที่ 2.5 แบริงชนิดต่าง ๆ .....	12
รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของเครื่องย้อมผ้าฯ .....	17



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากผู้วิจัยได้รับทุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม งบประมาณ ปี 2556 โครงการวิจัย การออกแบบและพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ จากภูมิปัญญาชาวบ้านเพื่อใช้ในการพัฒนาสู่ชุมชน โดยภายหลังจากที่ได้ออกแบบและสร้างเครื่องย้อมผ้าฝ้ายขึ้นมาแล้ว ได้ทดลองนำไปใช้กับกลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุฉินชัย จ.มหาสารคาม เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องโดยมีหลักการทำงานคือ มอเตอร์ส่งกำลังต่อไปที่เพลาซึ่งได้ทำการทดรอบเพลาแล้ว โดยนำผ้าที่ต้องการย้อม แขนงไว้ที่แกนของเพลา (รูป 1.1 ) ซึ่งแกนของเพลาจะหมุนยกขึ้นลงด้วยความเร็วประมาณ 30 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการทดลองประมาณ 30 นาที พบว่าในการทำงานลักษณะการจุ่ม เส้นขึ้นลง ซ้ำๆ ได้พบปัญหาคือจากการหมุนของแกนเพลาทำให้เกิดแรงเหวี่ยงของแกนที่หมุนขึ้นลงทำให้ ผ้าที่อยู่ด้านบนย้อมไม่ทั่วถึง จะต้องมีการใช้คนมาช่วยกลับด้านของผ้าฝ้าย (รูป 1.2 ) และอีกปัญหาหนึ่งคือตัวแกนย้อมของเครื่องผู้วิจัยได้ทำให้แกนสามารถปรับขึ้นลงได้ และพบว่ายิ่งปรับระดับของแกนขึ้นสูงมากเท่าไรแรงเหวี่ยงจะมากขึ้นเท่านั้น และทำให้ผ้าฝ้ายที่ใช้ย้อมที่อยู่บนแกนนั้นสีย้อมยังไม่ทั่วถึงสม่ำเสมอ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาและแก้ไขปัญหานี้ โดยได้เปลี่ยนจากระบบการทำงานแบบเดิม มาใช้หลักการทำงานแบบหมุนกลับไปมาซ้ายขวาและเปลี่ยนทิศทางของการหมุนเพื่อลดปัญหาการเหวี่ยงของผ้าย้อมเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของการย้อม เพื่อต้องการที่จะแก้ปัญหาจากวิธีการย้อมแบบเดิม เพื่อเพิ่มจำนวนของผ้าที่ย้อมและแก้ปัญหาข้อผิดพลาดในกรณีใช้เครื่องย้อมแบบเดิม และเพิ่มจำนวนผลิตผลจากการย้อมมากขึ้น



รูป 1.1 เครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ



รูป 1.2 ลักษณะของแกนหมุนเพลาข้อเหวี่ยง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบจากระบบการทำงานแบบยกขึ้นลง เป็นแบบหมุนกลับไปมาซ้ายขวาและเปลี่ยนทิศทางของการหมุน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้เครื่องย้อมผ้าแบบเดิมกับเครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้ว
- 1.2.3 เพื่อแก้ปัญหาการย้อมผ้าแบบเดิมที่มีความล่าช้าและไม่สม่ำเสมอ ของกลุ่มชาวบ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุฉีรัง จ.มหาสารคาม

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ฝ้ายที่ใช้ในการทดลอง เป็นผลิตภัณฑ์ ภายในชุมชน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุฉีรัง จ.มหาสารคาม
- 1.3.2 ก่อนการย้อมต้องทำการต้ม และล้างคราบสกปรกพร้อมไขมัน
- 1.3.3 ทำการย้อมแบบเย็น

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้วิธีการย้อมผ้าแบบสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ร่วมกับชุมชน
- 1.4.2 สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมกลุ่มย้อมผ้าได้มากขึ้น
- 1.4.3 ได้แก้ปัญหาการย้อมผ้าแบบเดิมที่มีความล่าช้าและไม่สม่ำเสมอ ของกลุ่มชาวบ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุฉีรัง จ.มหาสารคาม

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

เครื่องย้อมผ้า, ฝ้าย

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบที่ต้องการพัฒนา

จากงานวิจัย การออกแบบและพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ จากภูมิปัญญาชาวบ้าน เพื่อใช้ในการพัฒนาสู่ชุมชน มีขั้นตอนดังนี้

- 1.) โครงสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วยตัวโครงที่ทำจากเหล็ก ss 400 โครงสร้างรับน้ำหนักได้มากกว่า 50 กิโลกรัม พร้อมติดตั้งมอเตอร์ขนาด ¼ แรงม้า โดยมีความสูง 155 เซนติเมตร ความกว้าง 55 เซนติเมตร และมีความยาว 120 เซนติเมตร
- 2.) พลูเลย์ที่ใช้ในการทดลองใช้ 2 ตัวเพื่อทำการลดรอบการทำงานไม่ให้มีแรงหมุนที่เร็วจนเกินไปประกอบด้วย พลูเลย์ตัวที่ 1 มีขนาด 18 นิ้ว โดยรับกำลังมาจากมอเตอร์และส่งต่อไปยังพลูเลย์ ตัวที่ 2 ซึ่งมีขนาด 14 นิ้ว
- 3.) สายพานที่ใช้ส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังพลูเลย์เป็นสายพานแบบร่องตัววีขนาดเบอร์ 67
- 4.) ชุดใบกววนทำจาก Stainless Steel 304 เพื่อป้องกันการเกิดสนิมซึ่งจะส่งผลต่อสีของผ้าฝ้ายที่ทำการย้อมได้มีขนาดยาว 100 เซนติเมตร ความโตของแกนเพลลา ขนาด 1 นิ้ว
- 5.) ถังที่ใช้สำหรับการย้อมทำจาก Stainless Steel 304 เพื่อป้องกันการเกิดสนิม
6. ขนาดของสายไฟใช้เบอร์ 2x2.5 SQ.MM เพื่อป้องกันความร้อนที่จะเกิดขึ้นเวลามอเตอร์ทำงาน พร้อมติดตั้งชุด Breaker ระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน ขนาด 30 แอมป์

พบว่า การใช้งานเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบนั้น กลุ่มเกษตรกรผู้ที่มีความชำนาญได้ทำการทดลอง ด้วยวิธีการปกติ สิ่งที่สังเกตเห็นได้ว่าการทดลองกลุ่มเกษตรกร เมื่อทำการจับเวลาจะใช้เวลาได้ดีขึ้นแต่ก็เกิดการเมื่อยล้า ในขณะที่เครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบจะใช้เวลาจะคงที่ เพราะฉะนั้นการทำงานของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบมีประสิทธิภาพในการย้อมผ้ารวดเร็ว และประหยัดเวลา สามารถช่วยเหลือกลุ่มเกษตรกรผู้สนใจเกี่ยวข้องกับการทำงานในลักษณะแบบนี้ได้ แต่ควรจะมีการปรับปรุง ลักษณะการหมุนของเครื่องย้อมเนื่องจากมีแค่การยกขึ้นลงเท่านั้น ควรจะมีการเพิ่มให้ตัวเครื่องสามารถหมุน จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการย้อมผ้าฝ้ายให้ได้ดียิ่งขึ้น



รูป 2.1 การทดลองกับกลุ่มชาวบ้าน บ้านปราสาท ตำบลเลิงแฝก อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์ (2540)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การประดิษฐ์เครื่องย้อมสีสไลด์อัตโนมัติ พบว่า เครื่องย้อมสีสไลด์ต้นแบบมีคุณภาพในการย้อมสีเท่าๆ กับการย้อมด้วยมือแต่มีคุณภาพในการย้อมสีสม่ำเสมอกว่า ประหยัดเวลา ประหยัดสี ลดอันตราย ลดมลพิษ และลดความแปรอะเปื้อน ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาเครื่องต้นแบบให้มีความสมบูรณ์

**ชูชาติ พะยอม และคณะ (2553)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การวิจัยเพื่อพัฒนาเส้นไหมพิเศษเชิงพานิชย์ พบว่า การสาวไหมด้วยเครื่องสาวไหมต้นแบบสามารถสาวได้ปริมาณเส้นไหมทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 121.9 กรัม/ชั่วโมง ส่วนการสาวไหมแบบพื้นบ้านสามารถสาวได้ปริมาณเส้นไหมทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 15.87 กรัม/ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าการสาวไหมโดยใช้เครื่องสาวไหมต้นแบบซึ่งใช้ความเร็วรอบ และ อุณหภูมิที่เหมาะสมและคงที่นั้นจะทำให้ปริมาณเส้นไหมมากกว่าการสาวแบบพื้นบ้านถึง 8 เท่า / ชั่วโมง

**สุณิสรา กุมกวมกุล (2554)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก. 3 พบว่า สีของเส้นไหมมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) อยู่ระหว่าง 43.41 – 43.58 ค่าความเป็นสีเขียว ( $a^*$ ) อยู่ระหว่าง 12.54 – 12.51 ค่าความเป็นสีน้ำเงิน ( $b^*$ ) อยู่ระหว่าง 15.63 – 16.21 ค่าความสดใ ( $C^*$ ) อยู่ระหว่าง 20.24 – 20.53 และค่าสี ( $h^*$ ) อยู่ระหว่าง 230.91 – 231.32 แสดงว่าสีที่ได้เป็นสีน้ำเงินออกเขียวค่อนข้างเข้มและสดใปานกลาง ปริมาณไหมที่ใช้ย้อมไม่มีผลต่อค่าสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สีของเส้นไหมมีความสม่ำเสมอ มีค่าความแตกต่างของสีโดยรวมระหว่างใจด้ายตัวอย่างในแต่ละการทดลองต่ำมาก การศึกษาความคงทนของสีต่อการซักของเส้นไหมที่ย้อมได้ พบว่า ปริมาณของไหมที่ย้อมไม่มีผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงสี และค่าการเปื้อนสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระดับความคงทนของสีอยู่ที่ระดับดีเลิศ – ดียอดเยี่ยม ผลการศึกษาแสดงว่าเครื่องย้อมใจด้าย มก.3 มีประสิทธิภาพดี สามารถย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟได้ทุกปริมาณ ตั้งแต่ 0.5 – 2.0 กิโลกรัม โดยให้สีที่ไม่แตกต่างกัน มีความสม่ำเสมอ และความคงทนของสีอยู่ในระดับดีเลิศ จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้ในชุมชน เพื่อพัฒนาคุณภาพการย้อมของกลุ่มผู้ผลิตสิ่งทอพื้นเมืองต่อไป

## 2.3 ทฤษฎีการย้อมผ้าฝ้าย

กรรมวิธีการย้อมผ้าและเส้นด้ายสามารถแบ่งอย่างกว้างๆออกได้เป็น 3 วิธีดังนี้

**1) การย้อมแบบดูดซึม (Exhaustion Method)** การย้อมด้วยวิธีนี้จะใช้เวลานาน และใช้ปริมาณน้ำค่อนข้างสูง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักผ้าต่อน้ำที่ใช้ย้อม มีตั้งแต่ 1:6 ไปจนถึง 1:12 เครื่องย้อมที่ใช้กันมาก เช่น เครื่องจิกเกอร์ (Jigger dyeing machine) เครื่องเจ็ท (Jet dyeing machine) เครื่องวินช์ (Winch dyeing machine) การย้อมแบบนี้จะเป็นการย้อมระบบปิด โดยผ้าจะอยู่ในเครื่องแล้วจะหมุนหรือแช่อยู่ในเครื่อง ซึ่งมีหลายแบบ เช่น การย้อมด้วยเครื่องเจ็ทน้ำย้อม และผ้าจะเคลื่อนที่หมุนเวียนด้วยความเร็วสูง ส่วนเครื่องจิกเกอร์น้ำย้อมจะอยู่นิ่งส่วนผ้าจะเคลื่อนที่ผ่านน้ำด้วยลูกกลิ้งสลับไปมาจนจบกระบวนการย้อม เป็นต้น

**2) การย้อมด้วยวิธีต่อเนื่อง (Continuous Method)** ในวิธีนี้ จะใช้ลูกกลิ้งที่มีน้ำหนักอัดน้ำสีเข้าไปในเนื้อผ้า (Paddle) ด้วยแรงดันลม โดยผ้าขาวที่นำมาย้อมจะเคลื่อนที่ไปตามขั้นตอนการย้อมต่างๆอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่อ่างน้ำย้อม ตู้อบไอน้ำ อ่างน้ำล้าง อ่างสารตกแต่ง

สำเร็จ จนกระทั่งออกมาเป็นผ้าย้อมสำเร็จ วิธีนี้จึงเป็นวิธีการย้อมที่เร็ว และเหมาะกับการย้อมที่ละ  
 มากๆ การย้อมแบบนี้จะใช้น้ำย้อมน้อยกว่าการย้อมแบบดัดซิม แต่จะใช้น้ำในขั้นตอนการล้างมากกว่า  
 แต่เมื่อเปรียบเทียบแล้วการย้อมแบบต่อเนื่องนี้ก็ยิ่งใช้น้ำน้อยกว่า อัตราส่วนระหว่างผ้ากับน้ำจะคิด  
 เป็น % Pick up (**หมายเหตุ** % Pick up คือ % ของน้ำหรือสารเคมีที่เหลืออยู่บนผ้าเมื่อเทียบกับ  
 น้ำหนักผ้า) ตั้งแต่ 80-100% นี้ข้อเสียของการย้อมแบบต่อเนื่องคือ ถ้าเกิดมีการผิดพลาดขึ้นใน  
 ระหว่างการย้อม กว่าที่ข้อผิดพลาดนั้นจะถูกค้นพบและได้รับการแก้ไข ผ้าก็อาจจะผ่านการย้อมไป  
 เป็นจำนวนมาก เพราะฉะนั้นก่อนที่จะดำเนินการย้อมด้วยวิธีการจำเป็นจะต้องมีการเตรียมการอย่าง  
 ระมัดระวังที่สุด

**3) การย้อมแบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi – Continuous Method)** เครื่องย้อมที่ใช้จะเหมือนกับกับการ  
 ย้อมแบบต่อเนื่อง คือมี อ่างน้ำย้อม ตู้อบไอน้ำ อ่างน้ำล้าง อ่างสารตกแต่งสำเร็จ แต่การย้อมจะใช้  
 สภาวะที่รุนแรงกว่า เมื่อทำการย้อมสีและได้รับต่างในปริมาณที่เหมาะสมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะนำไป  
 ม้วนเก็บบนลูกกลิ้งเพื่อให้สีซึมเข้าไปในเส้นใย แล้วห่อด้วยพลาสติกใส แล้วนำไปเก็บในช่วงนี้ลูกกลิ้ง  
 จะหมุนไปเรื่อยๆ เพื่อป้องกันการแข็งตัวของสีบริเวณด้านล่าง การเก็บมีตั้งแต่ 2 ชั่วโมง – 2 วัน จากนั้น  
 จึงมากทำการซักล้างในภายหลัง ([http://www.thaitextile.org/tdc/?page\\_id=358](http://www.thaitextile.org/tdc/?page_id=358))



รูป 2.2 แสดงเครื่องย้อมผ้าที่จำเข้าจากต่างประเทศ และมีราคาสูง

## 2.4 การออกแบบเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติ ฯ

### 2.4.1 การคำนวณหาค่ากำลังของมอเตอร์

เมื่อต้องการจะคำนวณหามอเตอร์จะได้ F นิวตัน ที่กระทำสัมผัสกับเพลลาทำให้เพลลาหมุน  
 ด้วยความเร็วรอบ n รอบต่อนาที ขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบสามารถหาค่าต่างๆ ได้ดังนี้การ  
 คำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ ขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบ สามารถคำนวณหาได้ดังแสดงใน  
**สมการที่ 1**

สมการที่ใช้คำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่

$$s = 2\pi r \quad (1)$$

การคำนวณหางานในการหมุนเพลลา 1 รอบ คำนวณหาได้ดังแสดงในสมการที่ 1  
 สมการที่ใช้คำนวณหา

$$W_F = F \times 2\pi r \quad (2)$$

การคำนวณงานในการที่เฟลากระทำต่อวินาที ขณะที่เฟลาหมุน  $n$  รอบต่อวินาที สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ 2

สมการที่ใช้ในการคำนวณงานที่เฟลากระทำต่อวินาที

$$W_F = F \times 2\pi r \times n \quad (3)$$

การคำนวณหาแรงบิด สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ 3

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาแรงบิด

$$T = F \times r \quad (4)$$

เพราะฉะนั้น การคำนวณหากำลังมอเตอร์สามารถคำนวณหาได้ ดังแสดงในสมการที่ 5

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \quad (5)$$

เมื่อ	P	คือ กำลังที่เฟลารับแรงจากมอเตอร์มีหน่วยเป็น วัตต์(w)หรือกิโลวัตต์ (KW)
	T	คือ โมเมนต์แรงบิด มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร
	n	คือ ความเร็วรอบของเฟลา มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที rpm (1 รอบ = 2 เเรเดียน)
	r	คือ รัศมีของเฟลามีหน่วยเป็นเมตร

#### 2.4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับสายพาน

สายพานลิ้มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมาก โดยต้องการแรงดึงขั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เพราะผลจากการเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียกว่าร่องรูปลิ้มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสเล็กน้อย และมีแรงดึงขั้นต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อย ในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่ มีเหตุฉุกเฉินก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นเบรกได้ด้วย การขับด้วยสายพานลิ้ม มีข้อดี คือ เจริญ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ นอกจากนั้นยังมีขนาดกะทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแบ รุงของเฟลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไป จึงมักใช้ในการขับทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งมีสายพานขับ ได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7 : 1 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10 : 1 อัตราส่วนแรงดึงของสายพาน จากสูตร

$$\frac{T1}{T2} = 2.5 \quad (9)$$

$$T1 = 2.5T2$$

แรงที่สายพานกดเฟลา

$$F = T1 + T2 \quad (10)$$

การคำนวณความยาวของสายพานเปิด (Open Belts) อาจประมาณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4C} \quad (11)$$

เมื่อ

- L = ความยาวพิทช์ของสายพาน
- C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของล้อขับและล้อตาม
- $D_1$  = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อขับ
- $D_2$  = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

การกำหนดระยะ C ให้

$C = (D_2 + 3D_1) / 2$  หรือ  $C = D$  เลือกใช้ค่าที่สูงที่สุด แนะนำดังนี้

$$C = P + \sqrt{P^2 - q} \quad (12)$$

เมื่อ

$$P = 0.25L_p - 0.39(D_2 + D_1) \quad (13)$$

$$q = 0.125(D_2 + D_1) \quad (14)$$

และ

$$\begin{aligned} C_{\max} &= 2(D_1 + D_2) \\ C_{\min} &= 0.7(D_2 + D_2) \end{aligned} \quad (15)$$

เลือกใช้ค่าที่อยู่ระหว่าง  $C_{\max}$  กับ  $C_{\min}$

การกำหนดค่า C ควรเพื่อระยะปรับ (ควรเป็นด้านมอเตอร์) ความกว้างของเพลาทิ้งสองด้วย เพื่อให้มีความตึงสายพานเพียงพอ เนื่องจากว่า C อาจเป็นพิกัดจำกัด (Limiting Factor) ได้เพราะมีที่ว่างจำกัด จึงอาจเป็นไปได้ว่าเราต้องลองคำนวณหาขนาดสายพานหลายครั้งทีเดียว การทำให้เกิดแรงตึงชั้นต้นในสายพานลึ้ม

การทำให้เกิดแรงตึงชั้นต้น จะช่วยทำให้การขับด้วยสายพานมีประสิทธิภาพดี และยืดอายุการใช้งานของสายพาน ถ้าออกแรงตึงชั้นต้นไม่เพียงพอจะทำให้ส่งกำลังได้น้อยลง ประสิทธิภาพต่ำลง ทำให้สายพานมีอายุการใช้งานลดลง เนื่องจากสลิป แต่ถ้าออกแรงตึงชั้นต้นมากเกินไป จะทำให้ขอบสายพานยึดตัวมากเกินไป เกิดความเค้นในสายพานมาก แบริ่งที่รองรับสายพานจะรับแรงมากเกินไป ด้วยเหตุนี้จึงต้องออกแรงตึงชั้นต้นให้เหมาะสมกับแรงภายนอกที่กระทำกับสายพานลึ้ม ส่วนโค้งสัมผัส จากสูตร

$$\alpha_1 = \frac{D_p - d_p}{C} \quad (16)$$

มุมสัมผัสของล้อสายพาน จากสูตร

$$\alpha_1 = \pi - 2\sin^{-1} \frac{(D_p - d_p)}{2C} \quad (17)$$

หาความเร็วของสายพาน จากสูตร

$$V = \pi D_p n \quad (18)$$

จากสมการแรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง คือ

$$F = F_1 - F_2 = \frac{W_P}{V} \quad (19)$$

ให้แรงดึงในแนวแกน

$$F_w = F_1 + F_2 = F \frac{e\alpha f + 1}{e\alpha f - 1} \quad (20)$$

แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักสายพาน

$$F_C = \frac{WAV^2}{g} \quad (21)$$

แรงลัพท์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง คือ

$$Fr = 2.Z.F_C \sin \frac{\alpha}{2} \quad (22)$$

โดย  $Z$  = จำนวนสายพาน

ดังนั้น แรงดึงขั้นต้นในสายพานจึงหาได้จากแรงดึงในแนวแกนขณะส่งกำลังกับแรงลัพท์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง นั่นคือ

$$F_1 = FW + Fr \quad (23)$$

ในทางปฏิบัติมักจะใช้วิธีหาค่าประมาณของแรงดึงในแนวแกนจากสมการ

$$F_r = K_1 \cdot F \cdot FC \sin \frac{\alpha}{2} \quad (24)$$

โดยที่  $K_1$  เป็นตัวประกอบใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงาน แล้วใช้ค่านี้เป็นแรงดึงขั้นต่ำในกรณีที่ขับโดยมีระยะระหว่างศูนย์กลางคงที่ หรือไม่มีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายพานตลอดเวลาจำเป็นต้องนำเอาแรงหนีศูนย์กลางมาติดด้วย จากสมการ 24

$$\begin{aligned} F_r &= 2.Z.F_C \sin \frac{\alpha}{2} \\ &= 2.Z \cdot \frac{WAV^2}{g} \sin \frac{\alpha}{2} \end{aligned} \quad (25)$$

ซึ่งเขียนได้ใหม่เป็น

$$F_r = 2.K_2.V^2 \sin \frac{\alpha}{2} \quad (26)$$

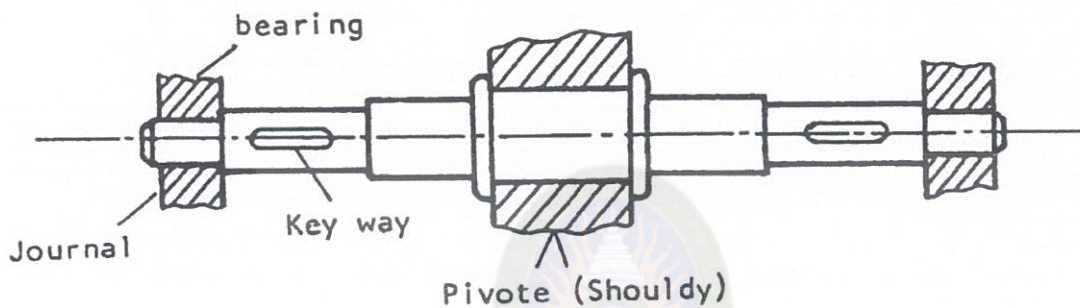


ค่า  $k_2$  หาได้จากตาราง ดังนั้นแรงดึงขึ้นต้นในสายพานจึงเท่ากัน

$$F_r = (K_1 F + 2K_2 \cdot V^2) \sin \frac{\alpha}{2} \quad (27)$$

### 2.4.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบเพลลา

เพลลาเป็นส่วนเครื่องมือกล ที่มีความสำคัญของระบบส่งผ่านกำลัง กำลังที่ส่งผ่านเพลลาอยู่ในรูปของ โมเมนต์แรงบิด (Torque) ในการส่งกำลังผ่านระหว่างเพลลาหนึ่งไปยังอีกเพลลาหนึ่ง จำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง เช่น เฟือง โช้ สายพาน ฯลฯ ดังนั้นจึงเกิดแรงซึ่งเกิดจากการขบกันของเฟือง แรงเนื่องจากการฉุดของโช้ หรือแรงดึงของสายพานมากระทำต่อเพลลาอันเป็นผลให้เกิดโมเมนต์ดัด (Bending moments) ขึ้นบนเพลลาด้วย ดังนั้นขณะที่เพลลาทำหน้าที่ส่งผ่านกำลังเพลลาจะรับทั้งโมเมนต์บิดและโมเมนต์ดัดพร้อมๆกัน



รูป 2.3 ลักษณะของเพลลา

เนื่องจากว่าเพลลาเป็นส่วนที่มีอยู่ในเครื่องจักรกลเกือบทุกชนิด ดังนั้นจึงสมควรที่จะได้พิจารณาถึงการออกแบบเพลลา โดยเฉพาะเพลลาอาจมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะของการใช้งานดังต่อไปนี้ คือ

- 1.) เพลลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่มีการหมุนและใช้ในการส่งกำลัง
- 2.) แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลลาแต่ไม่มีการหมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นงานที่หมุน เช่น ล้อ ล้อสายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลลา และแกนที่นิยมเรียกรวมกันว่า “เพลลา” ไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรือหยุดนิ่งก็ตาม
- 3.) สปินเดิล (Spindle) เป็นขนาดสั้นที่ไม่หมุน เช่น เพลลาที่แทนหัวกลึง (Head-Shock Spindle) เป็นต้น
- 4.) สต๊ับชาฟต์ (Stub Shaft) หรือบางครั้งเรียกว่า เฮดชาฟต์ (Head-Shaft) เป็นเพลลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่น ๆ มีขนาดรูปร่างและส่วนที่ยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลลาอื่น ๆ
- 5.) เพลลาแนว (Line Shaft) หรือเพลลาส่งกำลัง (Power Transmission Shaft) หรือเพลลาเมน (Main Shaft) เป็นเพลลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง และใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่น ๆ โดยเฉพาะ
- 6.) แจ็คชาฟต์ (Jack Shaft) หรือเพลลาเคาน์เตอร์ชาฟต์ (Counter Shaft) เป็นเพลลาขนาดสั้นที่อยู่ระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลลาเมน หรือเครื่องจักรกล

7.) เพลาอ่อน (Flexible Shaft) เป็นเพลที่สามารถอ่อนตัวหรือโค้งให้ เพลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเกลียว (Wire Rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้ แต่ส่งกำลังได้น้อย

8.) เพลาอาจจะรับแรงดึง แรงกด แรงบิด หรือแรงดัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้ยังอาจมีการเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลา ทำให้เพลเสียหายเพราะความล้าได้ ฉะนั้นจึงต้องออกแบบเพลให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนั้นเพละยังจะต้องมีความแข็งแรง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลให้อยู่ในขีดจำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดของเพลเช่นเดียวกัน เพราะถ้าเพลามีระยะโก่งมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุน ทำให้ความเร็ววิกฤต (Critical Speed) ของเพลาลดลง ซึ่งอาจทำให้เพลมีการสั่นอย่างรุนแรงในขณะที่ความเร็วของเพลเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ได้ ระยะโก่งนี้ยังมีผลต่อการเลือกชนิดของที่รองรับเพล เช่น บอลแบร์ริง (Ball Bearing) ก็ต้องมีการเยื้องแนว (Misalignment) ในการใช้งานที่พอเหมาะ กับเพลด้วย

การพิจารณาในการออกแบบเพล

การคำนวณหาขนาดเพลที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานในบางครั้งการหาขนาดเพลเพื่อให้เพลทนต่อแรงที่มากระทำอย่างเดียวนั้นเป็นการเพียงพอ เช่น ในกรณีเพลาลูกเบี้ยว ในเครื่องยนต์สันดาปภายในต้องการให้มีตำแหน่งที่เที่ยงตรง ดังนั้นมุมบิดของเพลที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ เป็นต้น นั่นคือเพลจะต้องมีความแข็งแรงอยู่ในพิสัยที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้วยังอาจก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนซึ่งมีผลทำให้เฟืองหรือแบร์ริงที่รองรับเพลอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายถึงแม้ว่า ไม่มีมาตรฐานสำหรับพิสัยมุมบิดของเพลไว้ก็ตามในทางปฏิบัติแล้วมักจะให้มุมบิดของเพลในเครื่องจักรกลส่งกำลังทั่วไปอาจจะให้มีมุมบิดได้ถึง  $1^\circ$  ต่อความยาวเพล 20 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพล ในกรณีของเพลาลูกเบี้ยวสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในแล้วจะให้มุมบิดได้ไม่เกิน  $0.5^\circ$  ตลอดความยาวของเพลไม่เกิน  $0.3^\circ$  ต่อความยาวเพล 1 เมตร สำหรับเพลส่งกำลังทั่วไปอาจจะใช้มุมบิดได้ถึง  $1^\circ$  ต่อความยาว 20 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพล

ความแข็งแรงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแรงทางด้านระยะโก่ง เพราะต้องใช้ระยะโก่งของเพลที่อยู่ภายใต้แรงภายนอกเป็นสำคัญ ในการกำหนดระยะเบียด (Clearance) ระหว่างล้อยาสายพาน เฟือง โครงของเครื่องจักร ตลอดจนการเลือกชนิดของแบร์ริงสำหรับรองรับเพลให้เหมาะสม ถ้าเพลามีระยะโก่งมากเกินไปจะทำให้ความยาวของฟันเฟืองส่วนที่สัมผัสหรือขบกันลดลงเป็นผลทำให้อัตรการขบของเฟืองลดลง ทำให้อัตรการส่งกำลังของเฟืองไม่ราบเรียบเท่าที่ควร การเลือกแบร์ริงมารองรับเพลาก็เช่นกัน จำเป็นต้องเลือกแบร์ริงชนิดที่อนุญาตให้มีการเยื้องแนวสำหรับการใช้งานได้พอเหมาะ กับระยะโก่งของเพลที่จะเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นแบร์ริงแบบธรรมดา หรือแบร์ริงแบบปรับแนวได้เอง (Self Aligning Bearing) ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับค่าระยะโก่งเป็นสำคัญ

การออกแบบเพลสำหรับภาระคงที่ (Static Load)

ในการคำนวณกำลังงานและภาระของเพล สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$ก. สูตรหากำลัง \quad P = \frac{2 \cdot \pi \cdot T \cdot n}{60 \times 1000}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } P &= \text{กำลัง (kw)} \\ n &= \text{ความเร็วรอบ (rpm)} \\ T &= \text{โมเมนต์บิด (Nm)} \end{aligned}$$

ข. สูตรสำหรับออกแบบเพลงาน

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M \cdot \alpha_b}{\pi \cdot \alpha_d}} \quad (\text{สำหรับเพลรับความเค้นดัด})$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T \cdot \alpha_t}{\pi \cdot \tau_d}} \quad (\text{สำหรับเพลรับความเค้นเฉือน})$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi \cdot \tau_d} \cdot [(M \cdot \alpha_b)^2 + (T \cdot \alpha_t)^2]^{1/2}} \quad (\text{สำหรับเพลความเค้นดัด}$$

และเฉือน)

$\alpha_b$  = แฟคเตอร์แก้ไขโมเมนต์ดัด

$\alpha_t$  = แฟคเตอร์แก้ไขโมเมนต์บิด

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวประกอบผิว R

ความละเอียดของผิวงาน	R
งานขัด	1
งานเจียรระไน	1.1-1.3
งานกลึง	1.2-1.5
งานอัดขึ้นรูป	1.3-2.2

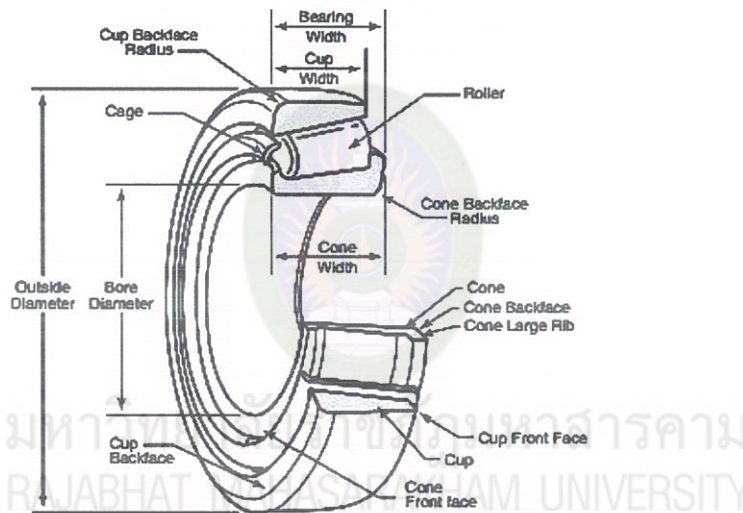
#### 2.4.4 การรับแรงของแบริ่ง

AFBMA (Anti-Friction Bearing Manufacturers Association) ได้มีมาตรฐานเกี่ยวกับความสามารถรับแรงของแบริ่ง โดยไม่คำนึงถึงความเร็ว ซึ่งเรียกว่า ความสามารถในการรับแรงพื้นฐาน (Basic load rating) ความสามารถในการรับแรงพื้นฐาน  $C_R$  มีความนิยามว่าเป็นความสามารถของแบริ่งที่รับแรงคงที่ทาง radial ได้ โดยหมุนวงแหวนวงในหนึ่งล้านครั้ง ค่าหนึ่งล้านรอบเลือกใช้เพื่อให้คำนวณง่าย โรลลิ่งแบริ่ง (Rolling bearings) หมายถึง แบริ่งที่รับแรงโดยอาศัยชิ้นส่วนของแบริ่งที่มีลักษณะเป็นผิวสัมผัสแบบกลิ้ง (Rolling contact) แทนที่จะเป็นผิวสัมผัสแบบเลื่อน (Sliding contact) เนื่องจากแบริ่งชนิดนี้มีค่าความเสียหายน้อยมาก ซึ่งประกอบด้วยวงแหวนเหล็กกล้า 2 วง ที่แยกออกจากกัน ด้วยลูกกลิ้งทรงกลม ลูกกลิ้งเหล่านี้รับแรงมาจากวงแหวนวงหนึ่ง แล้วส่งแรงนี้ไปยังวงแหวนอีกวงหนึ่ง โดยการกลิ้งไปบนวงแหวน

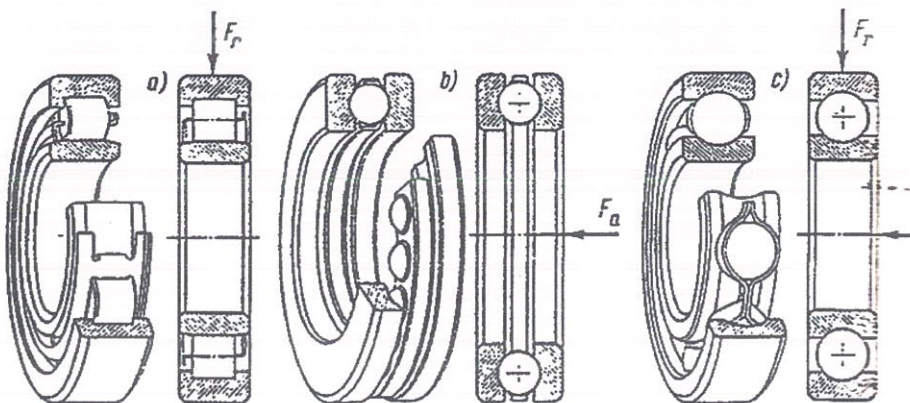
$$C_R = F \frac{\left[ \left( \frac{L_D}{L_R} \right) \left( \frac{n_D}{n_R} \right) \left( \frac{1}{6.84} \right) \right]^{\frac{1}{\alpha}}}{\left[ \ln \left( \frac{1}{R} \right) \right]^{\frac{1}{1.17\alpha}}} \quad (28)$$

โดยที่

$L_R n_R$	คือ	$10^6$ (รอบ)
$L_D$	คือ	จำนวนชั่วโมงที่ใช้ออกแบบ (ชั่วโมง)
$N_D$	คือ	จำนวนรอบที่ใช้ในการออกแบบ (รอบต่อชั่วโมง)
$F$	คือ	แรงที่แบร์ริงรับ (นิวตัน)
$R$	คือ	ความไว้วางใจได้
$A$	คือ	3 สำหรับแบร์ริงกลุ่มหรือ 10/3 สำหรับแบร์ริงลูกกลิ้งตรง



รูปที่ 2.4 ส่วนต่าง ๆ ของบอลแบร์ริง



รูปที่ 2.5 แบร์ริงชนิดต่าง ๆ

ที่มา : อนันต์ วงศ์กระจ่าง. 2533.

### 3. การหาประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องย้อมผ้าฝ้าย

การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เป็นวิธีการที่นอกจากทำให้รู้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรแล้วยังรู้ถึงสาเหตุของ Loss ที่เกิดขึ้นทั้งในระบบ คือ สามารถแยกการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุงแก้ไข ลด Loss ที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง เครื่องจักรที่ดีไม่ใช่เป็นเพียงแค่เครื่องจักรที่ไม่เสีย เปิดสวิตซ์เมื่อใดทำงานได้เมื่อนั้น หากแต่ต้องเป็นเครื่องจักรที่เปิดขึ้นมาแล้วทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพคือ เดินเครื่องได้เต็มกำลังความสามารถ แต่ถ้าเครื่องจักรใช้งานได้ตลอดเวลาและเดินเครื่องได้เต็มกำลัง แต่ชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่มีคุณภาพ ก็คงไม่มีประโยชน์อะไร ดังนั้นเรื่องคุณภาพของงานที่ออกมาจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะใช้ในการพิจารณาเครื่องจักร และที่สำคัญเครื่องจักรที่ดีต้องใช้งานได้อย่างปลอดภัย

#### OEE= Availability x Performance x Quality

Availability คือ อัตราการเดินเครื่อง ยกตัวอย่างการหยุดที่ทำให้ Availability ลดลงเช่น การหยุดเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผน การเสียของเครื่องจักร การเสียจากการติดตั้งเครื่องจักร ความผิดพลาดจากการเดินเครื่อง เป็นต้น

**สูตรการคำนวณ Availability** = (Loading time - Downtime)/Loading time x 100

Performance คือ ประสิทธิภาพการเดินเครื่องประสิทธิภาพการผลิต ลดลงได้ เนื่องจาก Speed loss คือเดินเครื่องที่ความเร็วต่ำกว่ามาตรฐาน เนื่องจากพนักงานเดินเครื่องขาดทักษะในการทำงาน สภาพร่างกายไม่พร้อม หรือ สินค้าที่เดินมีความซับซ้อนสูงไปจึงเดินได้ช้าลง

**สูตรการคำนวณ Performance** = Cycle time x Actual outout / Net Operation Time x100

Quality คือ อัตราคุณภาพ คุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตได้

**สูตรการคำนวณ Quality** = (Actual output - Defect)/Actual outout

OEE เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่มาจากการคูณกันระหว่าง Availability, Performance Efficiency และ Quality Rate

ดังนั้นการปรับปรุงค่า OEE ก็คือการปรับปรุงค่าทั้งสามเหล่านี้ตัวใดตัวหนึ่ง หรือสองตัว หรือทั้งสามตัว ขึ้นอยู่กับความจำเป็นหรือนโยบายขององค์กรในขณะนั้น โดยปกติเราจะปรับปรุงค่าที่ต่ำที่สุดก่อน ความรู้พื้นฐานอย่างหนึ่งที่ต้องใช้ในการปรับปรุงค่า OEE คือต้องรู้ว่าค่า Availability จะต่ำหรือสูงขึ้นอยู่กับว่า Shutdown losses มีมากหรือน้อย ค่า Performance Efficiency จะต่ำหรือสูงขึ้นอยู่กับว่า Capacity losses มีมากหรือน้อย และ ค่า Quality Rate จะต่ำหรือสูง ขึ้นอยู่กับว่า Yield losses มีมากหรือน้อย และเมื่อเรามีความรู้พื้นฐานดังกล่าว จะทำให้เราทราบว่าการปรับปรุงค่า Availability เราต้องพยายามลด Shutdown losses เช่น Machine Breakdown, Process Setup, และ เหตุการณ์ต่างๆใดๆก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เครื่องจักรต้องหยุดเดิน หากเราต้องการปรับปรุงค่า Performance Efficiency เราต้องพยายามลด Capacity losses เช่น Machine Idle, Process Startup และ เหตุการณ์ต่างๆใดๆก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เครื่องจักรเสียความเร็วหรือเสียยอดการผลิต และหากต้องการปรับปรุงค่า Quality Rate เราต้องพยายามลด Yield losses เช่น Defect, Rework และ เหตุการณ์ต่างๆใดๆก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วทำให้อัตราการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบต่ำลง (ที่มา <http://www.thaidisplay.com/content-5.html>)

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุตุรง จ.มหาสารคาม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

#### 3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้วิธีศึกษาจากเอกสารและจากการลงพื้นที่โดยมีขั้นตอนดังนี้

วิธีการศึกษาจากเอกสาร

การศึกษาจากการลงพื้นที่

-การสังเกต (Observation)

-การสัมภาษณ์ (Interview)

-การสัมภาษณ์กลุ่ม (Group Interview)

#### 3.3 เครื่องมือในการวิจัย

1.) การสร้างแบบประเมิน หาประสิทธิภาพเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการศึกษาเป็นแบบประเมินความคิดเห็นของกลุ่มแม่บ้านที่ทำการย้อมผ้า โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นดังต่อไปนี้ โดยวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์ของการวิจัย การกำหนดโครงสร้างของแบบประเมินในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งโครงสร้างของแบบประเมินออกเป็น 3 ตอน คือ

**ตอนที่ 1** ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภาพของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็นซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ  
**คำชี้แจง** แบบประเมินความคิดเห็นซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ

1. เพื่อให้ผู้ทำงานวิจัยได้มีโอกาสรับทราบผลการดำเนินงานของตนเอง และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงงานวิจัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ และกรอกข้อความให้สมบูรณ์

#### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ  ชาย  หญิง
2. สถานะ  นักศึกษา  กลุ่มเกษตรกรแม่บ้าน  
 ประชาชนทั่วไป  โปรดระบุ .....
3. สังกัดคณะ/สำนัก /สถาบัน /หน่วยงาน  
.....
4. วุฒิการศึกษา  ต่ำกว่าปริญญาตรี  ปริญญาตรี  สูงกว่าปริญญาตรี
5. อายุ  ต่ำกว่า 20 ปี  20-40 ปี  41 ปีขึ้นไป

## ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่องานวิจัยเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ

ระดับ 5 = มากที่สุดหรือดีมาก 4 = มากหรือดี 3 = ปานกลางหรือพอใช้ 2 = น้อยหรือต่ำกว่ามาตรฐาน 1 = น้อยที่สุดหรือต้องปรับปรุงแก้ไข

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>1. กระบวนการ ขั้นตอนในการใช้เครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ</b>					
1.1 ความรวดเร็วในการใช้งาน					
1.2 ใช้งานสะดวกต่อการใช้งาน					
1.3 การเคลื่อนย้าย					
1.4 ความเหมาะสมของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ					
1.5 การจัดลำดับขั้นตอนของการทำงาน					
1.6 ประโยชน์ในการใช้งานของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ					
<b>2. ความพึงพอใจของท่านต่อภาพรวมของโครงการ</b>					

## ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.1 สิ่งที่ท่านพึงพอใจในงานวิจัยที่ทำการทดลองเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ ครั้งนี้

.....

.....

.....

3.2 สิ่งที่คุณควรเสนอแนะนำไปพัฒนาในงานวิจัยเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ ครั้งต่อไป

.....

.....

.....

**ตอนที่ 2** ข้อมูลแบบประเมินความคิดเห็น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดน้ำหนักคะแนนโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

([http://redclub145.orgfree.com/metamorph\\_orange/index31.html](http://redclub145.orgfree.com/metamorph_orange/index31.html))

- 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
- 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้
- 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับควรปรับปรุง

**ตอนที่ 3** คำถามปลายเปิดสำหรับผู้ตอบแบบประเมินแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ กำหนดรูปแบบของคำถาม โดยศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากตำราหรืองานวิจัยอื่นๆ ที่มีหัวข้อการวิจัยที่ใกล้เคียงกัน เขียนแบบประเมินฉบับร่างตามโครงการสร้างเนื้อหาของแบบประเมิน และตามหลักในการสร้างกำหนดไว้ในขั้นต้น นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเป็นฉบับร่างให้กลุ่มแม่บ้านทำการย้อมผ้า แล้วนำมาแก้ไขให้เหมาะสม นำแบบประเมินที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับผู้ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความชัดเจนของข้อคำถามต่างๆ สร้างแบบประเมินฉบับจริง โดยคำนึงถึงความชัดเจนในการอธิบายจุดประสงค์และวิธีการตอบ ความถูกต้องในเนื้อหาสาระ และการจัดรูปแบบให้เหมาะสมสวยงาม

### 3.4 อุปกรณ์ส่วนประกอบโครงสร้าง

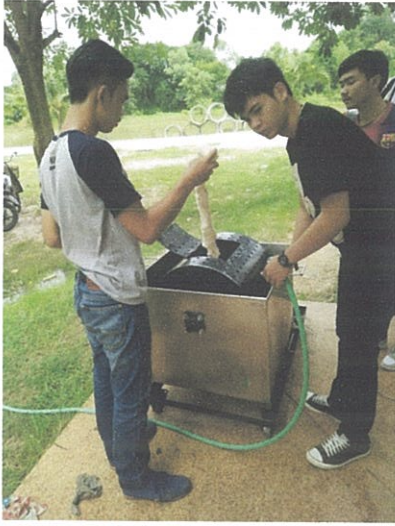
ผู้วิจัยได้สร้างอุปกรณ์ส่วนประกอบโครงสร้างในการศึกษา งานวิจัย การพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุตุรง จ.มหาสารคาม มีขั้นตอนดังนี้

- 1.) โครงสร้างซึ่งประกอบไปด้วยตัวโครงที่ทำจากสแตนเลส โครงสร้างรับน้ำหนักได้มากกว่า 50 กิโลกรัม พร้อมติดตั้งมอเตอร์ขนาด ¼ แรงม้า โดยมีความสูง 60 เซนติเมตร ความกว้าง 55 เซนติเมตร และมีความยาว 80 เซนติเมตร
- 2.) ใช้เฟืองทดเกียร์อัตราทด 14 ต่อ 1 เพื่อทำการลดรอบการทำงานไม่ให้มีแรงหมุนที่เร็วจนเกินไป
- 3.) สายพานที่ใช้ส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังฟลูเลย์เป็นสายพานแบบร่องตัววีขนาดเบอร์ 67
- 4.) ความโตของแกนเพลลา ขนาด 1 นิ้ว
- 5.) ถังที่ใช้สำหรับการย้อมทำจาก Stainless Steel 304 เพื่อป้องกันการเกิดสนิม
- 6.) ขนาดของสายไฟใช้เบอร์ 2x2.5 SQ.MM เพื่อป้องกันความร้อนที่จะเกิดขึ้นเวลามอเตอร์ทำงาน พร้อมติดตั้งชุด Breaker ระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน ขนาด 30 แอมป์

### 3.5 วิธีการใช้งานเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ

1. เปิดสวิตซ์ทำการ โยกปุ่มเปิด/ปิด โดยมีปุ่มอยู่ด้านล่างของตัวเครื่อง เครื่องก็สามารถทำงานได้เลยไม่มีขั้นตอนยุ่งยากในการทำงานของเครื่องย้อมฯ
2. เมื่อต้องการหยุดเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบให้กดสวิตซ์ ปุ่มเปิด/ปิด เครื่องก็หยุดทำงานทันทีโดยไม่มีหมุนรอรอบจังหวะในการเคลื่อนที่





ภาพที่ 3.1 แสดงการทำงานของเครื่องซักผ้า

## บทที่ 4 ผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุตุรง จ.มหาสารคาม ผลการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

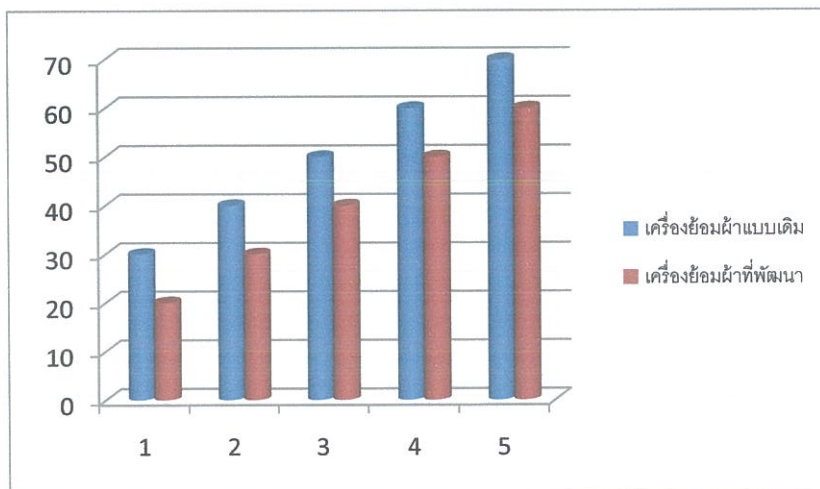
**4.1 การทดลองวิจัยเรื่อง** การพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุตุรง จ.มหาสารคาม

จากการทดสอบโดยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบ ระหว่างเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ ที่ใช้การทำงานแบบยกขึ้นลง กับเครื่องย้อมผ้าฝ้ายที่เปลี่ยนมาเป็นระบบหมุนวน ผลการทดลองดังข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการการย้อมผ้าโดยเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบฯ

ครั้งที่	ผ้าฝ้ายที่ใช้ทดลอง (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ในการย้อมผ้าเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบฯ (นาที)	เวลาที่ใช้ในการย้อมผ้าเครื่องย้อมผ้าฝ้ายระบบหมุนวนฯ (นาที)
1	5	30	20
2	10	40	30
3	15	50	40
4	20	60	50
5	25	70	60

กราฟที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ทำงานระหว่างเครื่องย้อมผ้าแบบเดิมและแบบที่พัฒนาแล้ว



ผลจากการทดลองการพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุตุรง จ.มหาสารคาม ผลปรากฏดังนี้

1.) วิธีการย้อมผ้าฝ้ายโดยเครื่องที่ทำการพัฒนาแล้ว ผลที่ได้จากตารางที่ 4.1 และกราฟที่ 4.2 ปรากฏว่าระยะเวลาในการทำงานไม่เท่ากัน โดยเริ่มจากการย้อมผ้าครั้งแรก 5 กิโลกรัม จากนั้นทำการเพิ่มครั้งละ 5 กิโลกรัม โดยทำการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 25 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบจากตารางจะเห็นได้ว่า เครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้วนั้นสามารถใช้เวลาในการย้อมต่อครั้งน้อยกว่า

2.) จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในการทดลองถึงแม้ว่าระยะเวลาที่ใช้ทั้ง 2 เครื่องนั้นเวลาจะไม่แตกต่างกันมาก แต่ประสิทธิภาพของเครื่องที่สามารถย้อมได้ดีกว่า มีการกินสีที่ได้เยอะมากกว่า และประหยัดเวลา สามารถช่วยเหลือกลุ่มเกษตรกรผู้สนใจเกี่ยวข้องกับงานในลักษณะแบบนี้

#### 4.2 การสร้างแบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1.) การสร้างแบบประเมิน หาประสิทธิภาพการพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุตุรง จ.มหาสารคาม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการศึกษาเป็นแบบประเมินความคิดเห็นของกลุ่มแม่บ้านที่ทำการย้อมผ้า โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นดังต่อไปนี้ โดยวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์ของการวิจัย การกำหนดโครงสร้างของแบบประเมินในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งโครงสร้างของแบบประเมินออกเป็น 3 ตอน

**ตอนที่ 1** ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็นซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ ผลการศึกษาในตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็นซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ มีดังนี้ ส่วนมากจะเป็นกลุ่มเกษตรกรแม่บ้าน วุฒิการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี อายุ 40 ปีขึ้นไป

**ตอนที่ 2** ข้อมูลแบบประเมินความคิดเห็น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดน้ำหนักคะแนนโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
- 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้
- 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับควรปรับปรุง

ผลการศึกษาในตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่องานวิจัยเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ ข้อมูลแบบประเมินความคิดเห็น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

ระดับ 5 = มากที่สุดหรือดีมาก 4 = มากหรือดี 3 = ปานกลางหรือพอใช้ 2 = น้อยหรือต่ำกว่ามาตรฐาน 1 = น้อยที่สุดหรือต้องปรับปรุงแก้ไข

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>กระบวนการ ขั้นตอนในการใช้งานเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ</b>					
1. ความรวดเร็วในการใช้งาน	✓				
2. ใช้งานสะดวกต่อการใช้งาน		✓			
3. การเคลื่อนย้ายสะดวก	✓				
4. ความเหมาะสมของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ	✓				
5. การจัดลำดับขั้นตอนของการทำงาน	✓				
6. ประโยชน์ในการใช้งานของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯ	✓				
7. ความพึงพอใจต่อภาพรวมของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯ	✓				

ค่าเฉลี่ยโดยรวม ความรวดเร็วในการใช้งานอยู่ที่ระดับ 5 ผลการประเมินในระดับดีมาก  
ใช้งานสะดวกต่อการใช้งานอยู่ที่ระดับ 4 ผลการประเมินในระดับดี  
การเคลื่อนย้ายสะดวกอยู่ที่ระดับ 4 ผลการประเมินในระดับดี  
ความเหมาะสมของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ อยู่ที่ระดับ 5 มากที่สุดหรือดีมาก  
การจัดลำดับขั้นตอนของการทำงานอยู่ที่ระดับ 4 ผลการประเมินในระดับดี  
ประโยชน์ในการใช้งานของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ อยู่ที่ระดับ 5 มากที่สุดหรือดีมาก  
ความพึงพอใจต่อภาพรวมของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ อยู่ที่ระดับ 5 มากที่สุดหรือดีมาก

**ตอนที่ 3** คำถามปลายเปิดสำหรับผู้ตอบแบบประเมินแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ กำหนดรูปแบบของคำถาม โดยศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากตำราหรืองานวิจัยอื่นๆ ที่มีหัวข้อการวิจัยที่ใกล้เคียงกัน เขียนแบบประเมินฉบับร่างตามโครงสร้างเนื้อหาของแบบประเมินและตามหลักในการสร้างกำหนดไว้ในขั้นต้น นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเป็นฉบับร่างให้กลุ่มแม่บ้านที่ทำการย้อมผ้า ในด้านการศึกษาและการวัดผลพิจารณาความถูกต้องของข้อคำถามแต่ละข้อ แล้วนำมาแก้ไขให้เหมาะสม นำแบบประเมินที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับผู้ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความชัดเจนของข้อคำถามต่างๆ สร้างแบบประเมินฉบับจริงโดยคำนึงถึงความชัดเจนในการอธิบายจุดประสงค์และวิธีการตอบ ความถูกต้องในเนื้อหาสาระ และการจัดรูปแบบให้เหมาะสมสวยงาม

การศึกษาในตอนที่ 3 คำถามปลายเปิดสำหรับผู้ตอบแบบประเมินแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ กำหนดรูปแบบของคำถามดังนี้

- 3.1 สิ่งที่ท่านพึงพอใจในงานวิจัยที่ทำการทดลองเครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯครั้งนี้
- 3.2 สิ่งที่คุณขอแนะนำไปพัฒนาในงานวิจัยเครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯครั้งต่อไป

#### 4.3 การนำเครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯ ไปใช้งาน

การนำเครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯไปใช้งานนั้น เป็นสิ่งที่ดีและเกิดประโยชน์ต่อกลุ่มเกษตรกร สะดวกสบาย ประหยัดเวลา กลุ่มเกษตรกรสามารถทำงานอื่นได้ในช่วงระยะเวลาที่เครื่องย้อมผ้าฝ้ายฯ ทำงาน สามารถลดเวลาในการย้อมผ้าฝ้าย เพิ่มผลผลิต รวมทั้งเป็นการลดรายจ่ายและเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท อ.กุตุรง จ.มหาสารคาม ต่อไป

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ.กุตุรงค์ จ.มหาสารคาม สามารถสรุปผลและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 ข้อเสนอแนะในการนำเครื่องย้อมผ้าฝ้ายไปทำงานวิจัยในครั้งต่อไป

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยข้อมูลในการทดลองครั้งที่ 1 ใช้ผ้าฝ้ายจำนวน 5 กิโลกรัม การย้อมผ้าฝ้ายโดยใช้เครื่องย้อมผ้าแบบเดิมใช้เวลา 30 นาที ส่วนเครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้วใช้เวลา 20 นาที การทดลองครั้งที่ 2 ใช้ผ้าฝ้ายจำนวน 10 กิโลกรัม การย้อมผ้าฝ้ายโดยใช้เครื่องย้อมผ้าแบบเดิมใช้เวลา 40 นาที ส่วนเครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้วใช้เวลา 30 นาที การทดลองครั้งที่ 3 ใช้ผ้าฝ้ายจำนวน 15 กิโลกรัม การย้อมผ้าฝ้ายโดยใช้เครื่องย้อมผ้าแบบเดิมใช้เวลา 50 นาที ส่วนเครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้วใช้เวลา 40 นาที การทดลองครั้งที่ 4 ใช้ผ้าฝ้ายจำนวน 20 กิโลกรัม การย้อมผ้าฝ้ายโดยใช้เครื่องย้อมผ้าแบบเดิมใช้เวลา 60 นาที ส่วนเครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้วใช้เวลา 50 นาที การทดลองครั้งที่ 5 ใช้ผ้าฝ้ายจำนวน 25 กิโลกรัม การย้อมผ้าฝ้ายโดยใช้เครื่องย้อมผ้าแบบเดิมใช้เวลา 70 นาที ส่วนเครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้วใช้เวลา 60 นาที

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มแม่บ้านที่ทำการย้อมผ้า สำหรับการวิจัยในครั้ง นี้ แบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่

##### 1) ด้านการออกแบบโครงสร้าง

สรุปผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษาคณะผู้วิจัย ได้นำข้อมูลจากแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ การย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการพัฒนา กลุ่มแม่บ้านฯ กรณิ ภาพรวมรายด้าน ความพึงพอใจ ที่มีต่อประสิทธิภาพเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลงเป็นระบบหมุน แบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการพัฒนา กลุ่มแม่บ้านฯ โดยรวมอยู่ในระดับ ดี

##### 2) ด้านการออกแบบอุปกรณ์และชิ้นส่วนและชุดต้นกำลังและชุดควบคุมเครื่อง

สรุปผลความคิดเห็นของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรที่ทำการย้อมผ้าพบว่าด้านการออกแบบ โครงสร้าง, ด้านการออกแบบอุปกรณ์และชิ้นส่วน ด้านการออกแบบชุดต้นกำลังและชุดควบคุม ภาพรวม อยู่ในระดับดี ผลจากการทดสอบความแตกต่างของสีเส้นผ้าฝ้าย 3 ครั้งพบว่าค่าความแตกต่างของสี เมื่อ เปรียบเทียบทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าความแตกต่างของสีที่ไม่แตกต่างกันมากเท่าไร

#### 5.2 ข้อเสนอแนะในการนำเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบไปทำงานวิจัยในครั้งต่อไป

- 5.2.1 ควรมีการเพิ่มอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของน้ำเพื่อบอกอุณหภูมิที่เหมาะสมได้
- 5.2.2 ควรเพิ่มขนาดของถังย้อมให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มปริมาณการย้อม

## บรรณานุกรม

1. ชูชาติ พะยอม และคณะ. 2552. การวิจัยเพื่อพัฒนาเส้นไหมพิเศษเชิงพาณิชย์. รายงานการวิจัย. สุรินทร์: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.
2. ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์ และคณะ. 2540. การประดิษฐ์เครื่องย้อมสีสไลด์อัตโนมัติ. รายงานการวิจัย. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. สุนิสา กมุกะมกุล. 2554. การย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
4. บริษัท ดลอส จำกัด. 2554. เครื่องย้อมสีระบบย้อมเย็นกึ่งอัตโนมัติ. (สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2556) [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.donaustech.cmseed.com/index.php/research-and-development/88-2012-02-28-07-49-19>
5. ลีลาโรส. 2551. ลักษณะบางอย่างของผ้าทอ การย้อมผ้าไทย. (สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2555) [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaitopwedding.com/Misc/Thai-silk-9.html>
6. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. (ม.ป.ป). ภาพรวมเทคโนโลยีฟอกย้อมและตกแต่งสำเร็จตอนที่ 2. (สืบค้นเมื่อ มกราคม 2555) [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก [http://www.thaitextile.org/tdc/?page\\_id?page\\_id=358](http://www.thaitextile.org/tdc/?page_id?page_id=358)
7. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2553. ย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ. (สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2555) [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.nstda.or.th/sciencevillages/udomsomboon/?p=311>  
<http://www.thaidisplay.com/content-5.html>
8. อนันต์ วงศ์กระจ่าง. 2533. เฟืองและเทคนิคการผลิตเฟือง. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา.
9. “การย้อมแบบกึ่งต่อเนื่อง,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก ([http://www.thaitextile.org/tdc/?page\\_id=358](http://www.thaitextile.org/tdc/?page_id=358))
10. “Quality Rate ต้องพยายามลด Yield losses เช่น Defect, Rework,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก(<http://www.thaidisplay.com/content-5.html>)
11. “แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale),” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก ([http://redclub145.orgfree.com/metamorph\\_orange/index31.html](http://redclub145.orgfree.com/metamorph_orange/index31.html))



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

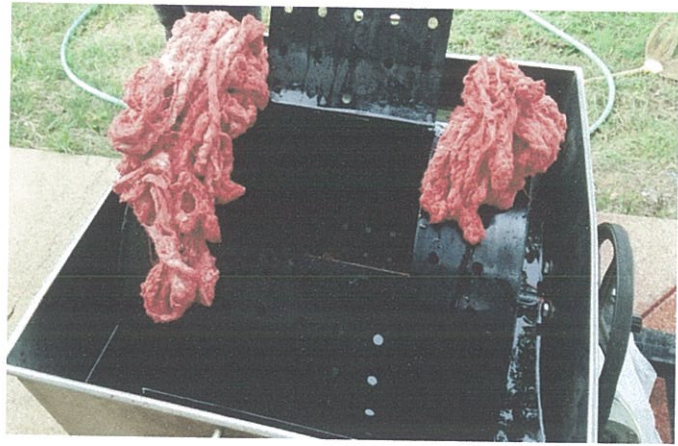
ภาคผนวก ก

รูปขั้นตอนการทดลองเครื่องย้อมผ้าฝ้าย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY





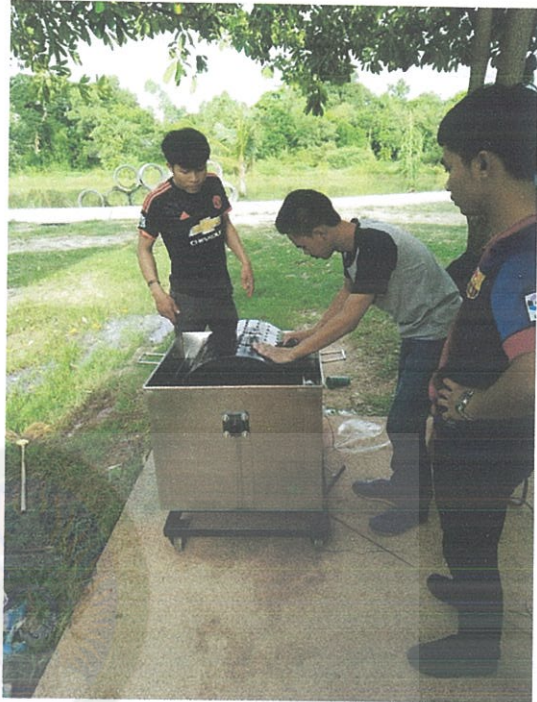
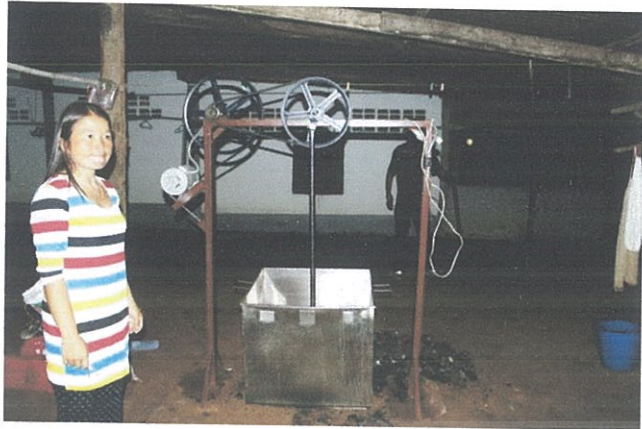
ก. 1 แสดงขั้นตอนการทดลองเครื่องย้อมผ้าที่พัฒนาแล้ว

### ภาคผนวก ข

รูปแสดงขั้นตอนเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องย้อมผ้าแบบเดิมและแบบที่พัฒนาแล้ว



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข. 1 รูปแสดงขั้นตอนเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องย้อมผ้าแบบเดิมและแบบที่พัฒนาแล้ว



ภาคผนวก ค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินความคิดเห็นของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านปราสาท ตำบลเลิงแฝก อำเภอกุดรัง  
จังหวัดมหาสารคาม

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>กระบวนการ ขั้นตอนในการใช้งานเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ</b>					
1. ความรวดเร็วในการใช้งาน					
2. ใช้งานสะดวกต่อการใช้งาน					
3. การเคลื่อนย้ายสะดวก					
4. ความเหมาะสมของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ					
5. การจัดลำดับขั้นตอนของการทำงาน					
6. ประโยชน์ในการใช้งานของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ					
7. ความพึงพอใจต่อภาพรวมของเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ					



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## ประวัติการศึกษา ประสบการณ์การทำงานและผลงานทางวิชาการ

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) : ว่าที่ร.ต.สรารุฒิ ดาแก้ว
2. ตำแหน่งทางวิชาการ : อาจารย์
3. ตำแหน่งทางบริหาร : -
4. สังกัด : คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

### 5. ภาระงานสอน

1. รายวิชาแทรกเตอร์และเครื่องทุ่นแรงฟาร์ม
2. รายวิชาต้นกำลังเครื่องจักรกลในงานฟาร์ม
3. รายวิชาการจัดการเครื่องจักรกลเกษตร
4. รายวิชาระบบไฮดรอลิก-นิวแมติกของเครื่องทุ่นแรงฟาร์ม
5. รายวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร
6. การบำรุงรักษาเครื่องจักรกลเกษตร
7. ระบบไฟฟ้าในงานฟาร์ม

### 6. สถานที่ติดต่อได้ปัจจุบัน

สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

### 7. โทรศัพท์

ที่ทำงาน 043-725-439

มือถือ 080-073-5775

8. E-mail: phentor\_vip@hotmail.com

### 9. ประสบการณ์การทำงาน

- |               |  |
|---------------|--|
| 2555-ปัจจุบัน | อาจารย์ วิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร<br>คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 2550-2555     | วิศวกรฝ่ายซ่อมบำรุง (Service Engineer) บริษัท ไทยโคลอน จำกัด                               |
| 2547-2550     | อาจารย์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ   |

### 10. ความเชี่ยวชาญ

ที่ปรึกษา บริษัทนันทกริการ จำกัด ด้านเครื่องยนต์และอะไหล่

ออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้า เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในเรือ

## 11. ผลงานทางวิชาการ

### งานวิจัยและบทความวิจัย

#### งานวิจัย

- 2556-2557 - หัวหน้าโครงการวิจัย “การพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายจากระบบยกขึ้นลง เป็นระบบหมุนแบบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการพัฒนากลุ่มแม่บ้าน บ้านปราสาท ต.เลิงแฝก อ. กุดรัง จ.มหาสารคาม” ทุนสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- 2556-2557 - ผู้ร่วมโครงการวิจัย “การปรับปรุงและเสริมเทคนิคในการผลิตข้าวแต๋นด้วยแม่พิมพ์กึ่งอัตโนมัติ” ทุนสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- 2555-2556 - หัวหน้าโครงการวิจัย “การออกแบบและพัฒนาเครื่องย้อมผ้าฝ้ายต้นแบบ จากภูมิปัญญาชาวบ้านเพื่อใช้ในการพัฒนาสู่ชุมชน” ทุนสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- 2555-2556 - ผู้ร่วมโครงการวิจัย “บรรจุภัณฑ์ปลาร้าเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์บ้านหนอง ล่าม อ.เชียงยืน จ.มหาสารคาม ” ทุนสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม
- 2556-2557 - ผู้ร่วมโครงการวิจัย “การออกแบบและพัฒนาสร้างยานยนต์ไฟฟ้า อเนกประสงค์ต้นแบบ” ทุน วช. 2557
- 2555 – 2556 - ผู้ร่วมโครงการวิจัย “การออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องอบแห้งแบบถาด เพื่อใช้ในการผลิตชาผักหวานต้นแบบเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ในวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกร ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ ตำบลภูป้อ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์” โดยทุนวิจัยสนับสนุนจาก โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (INDUSTRIAL TECHNOLOGY ASSISTANCE PROGRAM : ITAP) เครือข่ายมหาวิทยาลัยขอนแก่น

## 12 บทความวิจัย ที่นำเสนอในการประชุมวิชาการ (ที่มี proceeding)

Pornpisanu Thammapat, Sarawut Dakaew, Parichat Ratmanee, Sananthorn Pichai and Choothawee Palakawong. Effect of soaking conditions on resistant starch of glutinous rice –A response surface approach. ICSSS 2016. Mahasarakham, September 22-23, 2016.