

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันปัญหาความต้องการด้านการการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ 2) เพื่อสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน 3) เพื่อทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน 4) เพื่อประเมินผลการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานและเผยแพร่ผลงาน โดยเริ่มดำเนินการในปีการศึกษา 2560 - 2562 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

วิธีการดำเนินการวิจัยนี้โดยเริ่มจากกระบวนการวิจัยเชิงสำรวจเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความจำเป็น ความต้องการ ด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ แล้วนำผลการศึกษานี้ มาใช้ในการพัฒนารูปแบบเพื่อสร้างนวัตกรรม (Innovation) เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน หลังจากนั้นดำเนินการสร้างพัฒนา นวัตกรรมและหาประสิทธิภาพนวัตกรรม แล้วนำนวัตกรรมนั้นมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลองในระหว่างทำการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินผล (Evaluation) เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน โดยประเมินก่อนการดำเนินการ ประเมินระหว่างดำเนินการ และการประเมินเมื่อสิ้นสุดกระบวนการ โดยสามารถสรุปได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

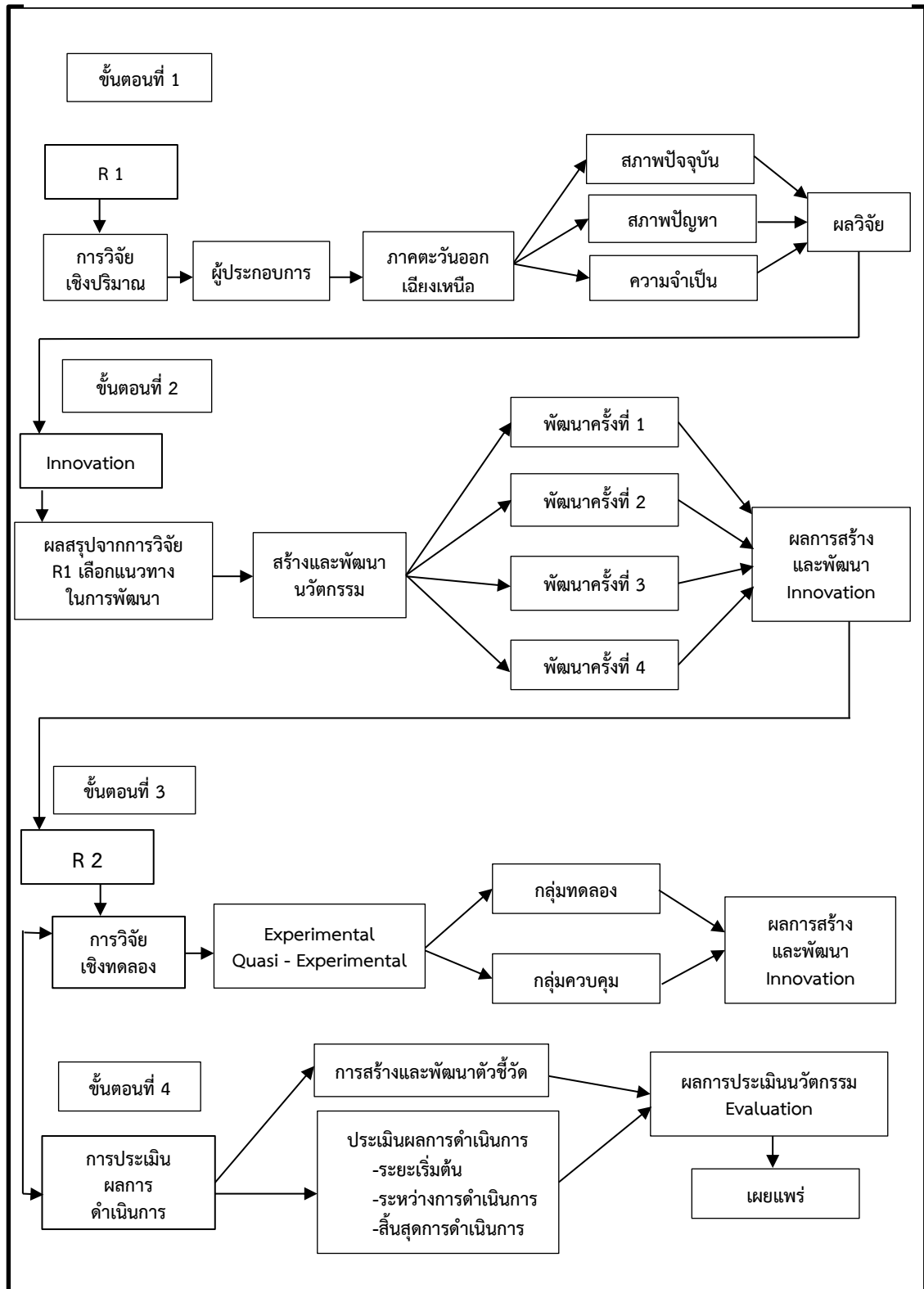
วิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ

วิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 การสร้างและพัฒนา นวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน

วิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน

วิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน และทำการเผยแพร่ผลงาน

รายละเอียดขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development)



แผนภูมิที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

วิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 1

การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดลำดับการนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- 1.1 ประชากร
- 1.2 กลุ่มตัวอย่าง
- 1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล
- 1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 1.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 3-1 การดำเนินการขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ	
วัตถุประสงค์	เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ
ขั้นตอนการดำเนินการ	สำรวจสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการด้วยระเบียบวิธีการวิจัยเชิงสำรวจ
ผลการดำเนินการ	ทราบผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ

จากตารางที่ 3-1 การดำเนินการขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ โดยดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ใช้การศึกษาเชิงสำรวจได้ดำเนินการ ดังนี้

การศึกษาเชิงสำรวจโดยใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจสภาพปัจจุบัน ปัญหาความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

1.1 ประชากร คือ ผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 17 แห่ง รวมจำนวน 150 คน (ที่มา : <http://www.Thaitambon.com>, สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม 2561)

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายซึ่งได้มาจากการกำหนดตัวอย่างใช้วิธีการแบบชั้นภูมิ (Stratified Random sampling) โดยเป็นผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายเป็นผู้ให้ข้อมูล รวมจำนวน 108 คน ที่มีเกณฑ์ในการคัดเลือกตามวิธีของ อติศักดิ์ พงษ์กุลผลศักดิ์ (2538 : 56-90) ดังนี้

$$n_{Ney} = \frac{Z^2(\alpha/2) [\sum_{h=1}^L \sqrt{p_h q_h}]^2}{N^2 e^2 + Z^2 \alpha/2 \sum_{h=1}^L N_h p_h q_h}$$

เมื่อ		
n	คือ	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
N	คือ	ขนาดจำนวนของประชากรทั้งหมด
N_h	คือ	จำนวนประชากรแต่ละประเภทของผู้ตอบแบบสอบถาม
$Z^2(\alpha/2)$	คือ	ค่าที่ได้จากตาราง Z กำหนดความเชื่อมั่น 95 %
α	คือ	0.05 จะได้ค่า $Z = 1.96$
e	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้เท่ากับ 0.05
p_h	คือ	สัดส่วนความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ
q_h	คือ	$(1 - p_h)$

ถ้าต้องการขนาดตัวอย่างสูงสุดจะกำหนดให้ $p_h q_h = 0.25$ ในแต่ละชั้นภูมิคำนวณหาได้จากสูตร ดังนี้

$$n = \frac{(1.96)^2 ((150)(\sqrt{0.25}))^2}{(150)^2(0.05)^2 + (1.96)^2 ((150)(0.25))}$$

$$n \ 107.87 \approx 108 \text{ คน}$$

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จะได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 108 คน

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสำหรับใช้ในการรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบสอบถามผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเครื่องมือที่ใช้จะต้องมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวิจัย ดังนี้

1.3.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

1.3.2 การกำหนดกรอบเนื้อหา ทำได้โดยการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาทัศนคติต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม ในการตั้งคำถามที่เหมาะสมและครอบคลุมในหัวข้อต่าง ๆ ได้สาระตรงประเด็นกับสิ่งที่ต้องการสำรวจความคิดเห็น ดังนี้

1.3.2.1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วย สถานภาพการทำงาน ตำแหน่ง ประกอบด้วยเพศ อายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์ทำงานของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.3.2.2 สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.3.2.3 กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม จากประเด็นที่ได้วิเคราะห์ออกมาเป็นแบบสอบถามฉบับร่าง ซึ่งได้แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วย สถานภาพการทำงาน ตำแหน่ง เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม ช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามวุฒิการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม และระยะเวลาในการทำงานเกี่ยวกับการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหา และความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย โดยประเมินค่าตามแนวทางของลิเคอร์ท (Likert Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ (Mclver and Camines 1981 : 24)

ระดับคะแนน	การแปลความหมาย
5	หมายถึง มากที่สุด
4	หมายถึง มาก
3	หมายถึง ปานกลาง
2	หมายถึง น้อย
1	หมายถึง น้อยที่สุด

การตรวจนับคะแนนจากการประเมิน และนำข้อมูลมาแปรผลค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นที่มีต่อความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการ โดยกำหนดเกณฑ์เป็นช่วงคะแนนและแปลผลตามเกณฑ์การประเมิน โดยยึดหลักแนวคิดของ Best (1981 : 164) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	มีระดับความคิดเห็นมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	มีระดับความคิดเห็นมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	มีระดับความคิดเห็นปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	มีระดับความคิดเห็นน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	มีระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด

1.3.3 การหาคุณภาพของเครื่องมือในการทดสอบและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.3.3.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยได้นำแบบสอบถามฉบับร่าง ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้น ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และสมมติฐานของการวิจัย รวมทั้งตรวจสอบเนื้อหาของแบบสอบถาม ให้สามารถเป็นเครื่องมือในการวัดระดับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหาของแบบสอบถาม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.3.3.2 ตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม ระหว่างเนื้อหา กับวัตถุประสงค์ ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี 2546 : 220)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ดังนี้

- +1 ผู้เชี่ยวชาญ เห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น
- 0 ผู้เชี่ยวชาญ ไม่แน่ใจหรือไม่มั่นใจกับข้อคำถามนั้น
- 1 ผู้เชี่ยวชาญ ไม่เห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น

เมื่อได้รับแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตาม คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาในแต่ละข้อคำถามของผู้เชี่ยวชาญมา คำนวณ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยความเห็นที่สอดคล้องกันเป็นรายข้อคำถามมีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.5 ถือว่าข้อคำถามนั้นใช้ได้ และข้อคำถามทุกข้อมีค่าระหว่าง 0.80-1.00 อยู่ในเกณฑ์ความ เทียบตรงเชิงเนื้อหา

1.3.3.3 นำแบบสอบถามที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มประชากรที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทอผ้าไหมบ้านลาดสมมติ อำเภอตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 15 คน และศูนย์ทอผ้าเขมราฐ อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 15 คน โดยแบบสอบถามตอนที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .96 แบบสอบถามตอนที่ 3 มีค่า ความเชื่อมั่นเท่ากับ .94 และแบบสอบถามตอนที่ 4 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .87

1.3.3.4 นำแบบสอบถามที่ได้นำไปทดลองใช้มาตรวจให้คะแนน และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม ซึ่งแบบสอบถามที่ใช้ได้นั้น ต้องมีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามไม่น้อย กว่า 0.8 จึงจะนำไปใช้ได้ โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach's 1990 : 202-205)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ α = ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n = จำนวนข้อของแบบสอบถาม
 s_i^2 = ค่าความแปรปรวนเป็นรายข้อ
 s_t^2 = ค่าความแปรปรวนของแบบสอบถามทั้งฉบับ

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 ขออนุญาตจากวิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี

1.4.2 ลงพื้นที่เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ดังตารางที่ 3-2 แสดงจำนวนแบบสอบถามที่นำไปใช้สอบถามและแบบสอบถามที่ได้รับคืน

ตารางที่ 3-2 แสดงจำนวนแบบสอบถามที่นำไปใช้สอบถามและแบบสอบถามที่ได้รับคืน

รายชื่อผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย (คน)	จำนวนที่ส่งไปเก็บข้อมูล (ฉบับ)	จำนวนที่ได้รับคืน (ฉบับ)	คิดเป็นร้อยละ
1. กลุ่มทอผ้าไหมชุมชนบ้านจะโปะ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา	6	6	6	100
2. กลุ่มทอผ้าไหมหมู่บ้านสวนนอก ต.สวนอ. ห้วยราช จ.บุรีรัมย์	6	6	6	100
3. กลุ่มทอผ้าชุมชนบ้านเจริญสุข อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์	6	6	6	100
4. กลุ่มทอผ้าบ้านท่าสว่าง อ.เมือง จ.สุรินทร์	6	6	6	100
5. กลุ่มทอผ้าบ้านเมืองหลวง อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ	6	6	6	100
6. กลุ่มทอผ้าไหมแท้แม่ทอ บ้านนา คำ ต.บ้านเม็ง อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	6	6	6	100
7. ศาลาไหมไทย วิทยาลัยการอาชีพขอนแก่น อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	6	6	6	100
8. กลุ่มทอผ้าบ้านโจด ต.ชนบท อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	6	6	6	100
9. กลุ่มทอผ้าไหมและฝ้ายด้วยการย้อมสีธรรมชาติ คุ้มวัดโพธิ์ อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	6	6	6	100
10. กลุ่มทอผ้าไหมมัดหมี่บ้านชนบท ต.ศรีบุญเรือง อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	6	6	6	100
11. กลุ่มทอผ้าไหมและผ้าฝ้าย				

ตารางที่ 3-2 แสดงจำนวนแบบสอบถามที่นำไปใช้สอบถามและแบบสอบถามที่ได้รับคืน (ต่อ)

รายชื่อผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย (คน)	จำนวนที่ส่งไปเก็บข้อมูล (ฉบับ)	จำนวนที่ได้รับคืน (ฉบับ)	คิดเป็นร้อยละ
ต.เปือยใหญ่ อ.โนนศิลา จ.ขอนแก่น	6	6	6	100
12. กลุ่มแม่บ้านทอผ้าไหมและผ้าฝ้าย อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น	7	7	7	100
13. กลุ่มหัตถกรรมคุ้มสุขโข บ้านดอนข่า อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น	7	7	7	100
14. กลุ่มทอผ้าไหม ต.บ้านเขว้า อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	7	7	7	100
15. กลุ่มทอผ้าบ้านคำขวาง ต.คำขวาง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี	7	7	7	100
16. กลุ่มทอผ้าฝ้ายบ้านโนนสำราญ ต.นิคม อ.สิรินธร จ.อุบลราชธานี	7	7	7	100
17. กลุ่มทอผ้าไหมบ้านปะอาว ต.ปะอาว อ.เมือง จ.อุบลราชธานี	7	7	7	100
รวม	108	108	108	100

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากได้เก็บข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการทางสถิติ โดยวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.5.1 แบบสอบถามตอนที่ 1 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยหาค่าร้อยละ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของตารางประกอบความเรียง

1.5.2 แบบสอบถามตอนที่ 2 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหา อุปสรรคและความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย แล้วนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบถามเป็นรายชื่อและโดยรวม

1.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.6.1 ค่าร้อยละ (Percentage) มีสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด 2545 : 104)

$$P = \left(\frac{f}{n}\right) \times 100$$

เมื่อ P = ร้อยละ
 f = ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
 n = จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.6.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด 2545 : 102)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร
 $\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n = จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

1.6.3 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีสูตรดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์ 2546 : 96)

$$S = \frac{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มยกกำลังสอง
 n = คะแนนแต่ละตัวจำนวนคะแนนในกลุ่ม

วิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนนี้ได้นำผลจากการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา ความต้องการด้านการย้อมสีเส้นไหม และเส้นฝ้ายของผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย เพื่อทำการสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน (Innovation) ซึ่งมีการสร้างและพัฒนา โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1.1 ประชากร
- 1.2 กลุ่มตัวอย่าง
- 1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล
- 1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 3-3 การสร้างและพัฒนานวัตกรรมการเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและพัฒนานวัตกรรมการเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน	
วัตถุประสงค์	เพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน
ขั้นตอนการดำเนินการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในการสร้างและพัฒนานวัตกรรมการ 2. การพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน 3. สร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน 4. ปรับปรุงแก้ไข เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน 5. จัดทำคู่มือเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน 6. ตรวจสอบคุณภาพด้านสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
ผลการดำเนินการ	ได้รูปแบบการสร้างและพัฒนานวัตกรรมการเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 3-3 พบว่าในขั้นตอนที่ 2 เป็นการสร้างและพัฒนานวัตกรรมการเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน โดยมีรายละเอียดการดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.1 ประชากร คือผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและด้านการสร้างและพัฒนานวัตกรรมการและสิ่งประดิษฐ์ รวมจำนวน 5 ท่าน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างและพัฒนานวัตกรรมการและสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินผลการทำงานด้านสมรรถนะและประสิทธิภาพนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ รวมจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้ให้ข้อมูล

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

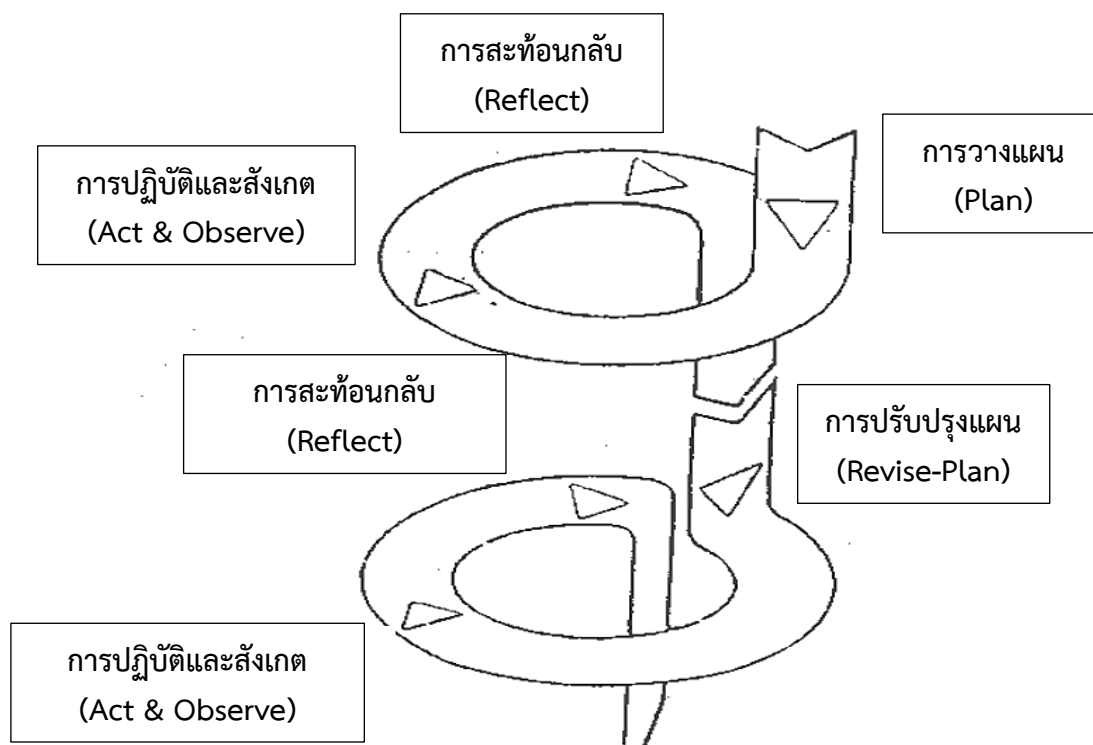
1.3.1 สร้างแบบประเมินในการสร้างและพัฒนานวัตกรรมการสิ่งประดิษฐ์เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน โดยได้นำข้อกำหนด กติกาและเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนผลงานประเภทที่ 2 สิ่งประดิษฐ์ด้านการประกอบอาชีพ ประจำปี 2562 ที่ได้รับการประกาศใช้จากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มาปรับให้สอดคล้องกับบริบท การพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดที่ 1 ด้านการสร้างและพัฒนานวัตกรรมการสิ่งประดิษฐ์จำนวน 5 ท่าน คือ นายเสกสันต์ บุญสุวรรณ, ดร.ชลอ พลนิล, ดร.อาคม ปาลีโล, นายกิติภพ ปานคินินทร์ และนายสมภพ สมประสงค์ พิจารณาตรวจสอบความตรง

เชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการนำแบบประเมินการสร้างและพัฒนานวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ฉบับร่างตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขในเบื้องต้น ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย รวมทั้งตรวจสอบเนื้อหาของแบบประเมินให้สามารถเป็นเครื่องมือในการวัดระดับคะแนนได้อย่างถูกต้อง

1.3.2 นำแบบประเมินที่ปรับแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดที่ 2 มีจำนวน 5 ท่าน คือ นายพูนพงศ์ สวาสดิพันธ์, นายศักดิ์รินทร์ ผิวเหลือง, นายสิทธิไชย สิงห์มหาไชย, นายวุฒิไกร ชัยนการ และธวัชชัย ลิ้มสุวรรณ โดยได้ดำเนินการตามแผนภูมิที่ 3-3 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 1-5

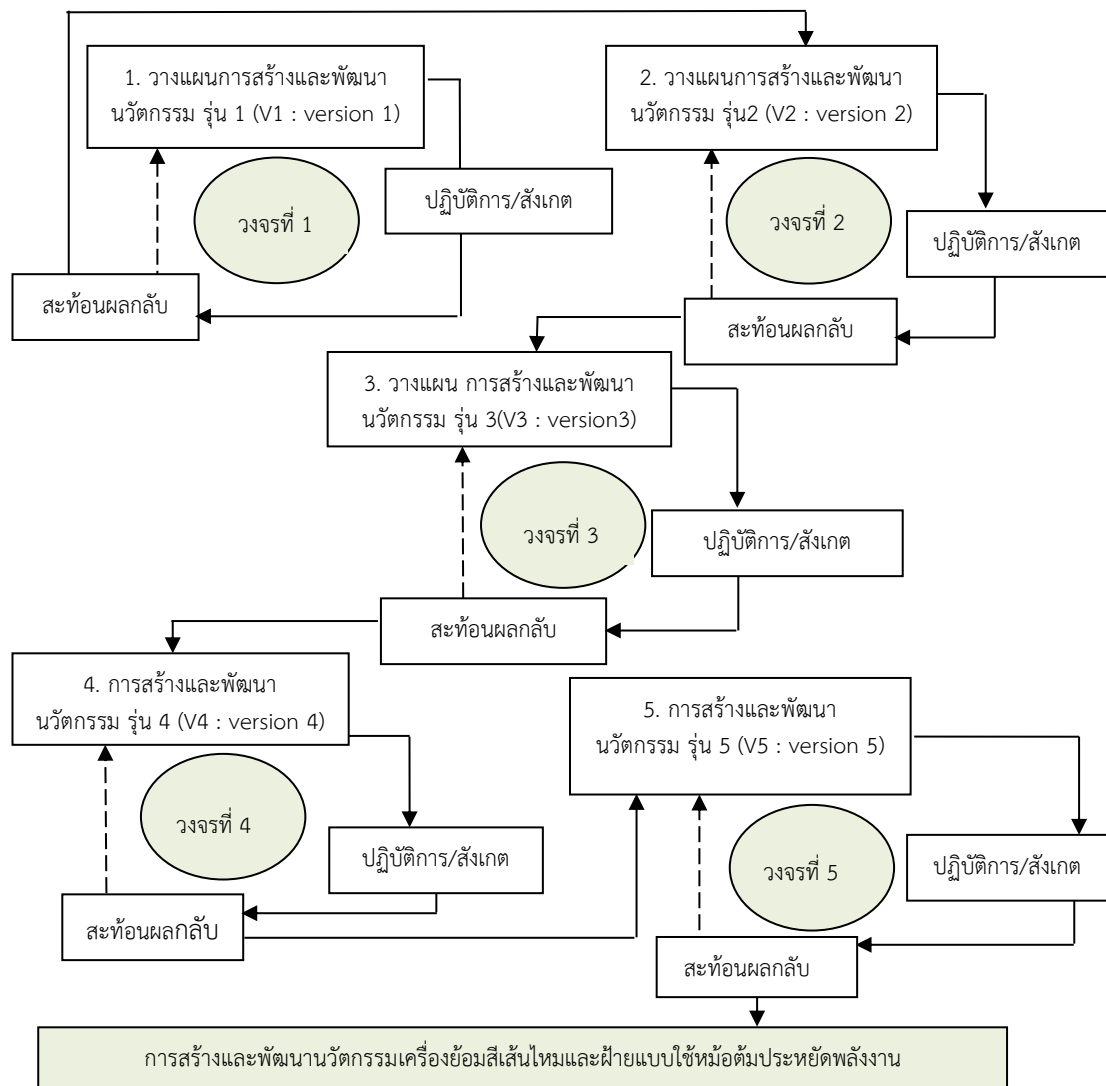
1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การสร้างและพัฒนานวัตกรรม (Innovation) ได้นำผลจากการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey study) มาสร้างรูปแบบเพื่อพัฒนานวัตกรรม เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน โดยการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนานวัตกรรมขึ้นมาใหม่ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (1990 : 8-9, อ้างถึงใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2546 : 34 - 44) เป็นแนวทางในการการสร้างและพัฒนานวัตกรรม (Innovation) ดังแผนภูมิที่ 3-2



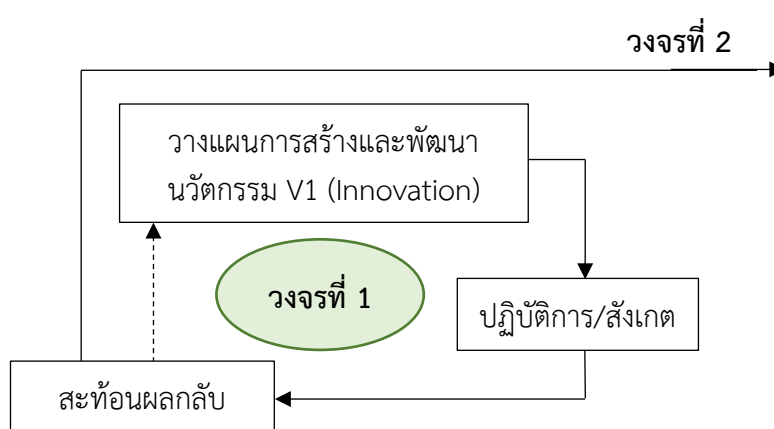
แผนภูมิที่ 3-2 แสดงรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (ที่มา : ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2546 : 36)

จากรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart ผู้วิจัยได้แบ่งรูปแบบในการสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานออกเป็น 5 วงจร สำหรับการสร้างและพัฒนาผลงาน ดังนี้คือ วงจรที่ 1 การสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1 (V1 : version 1) วงจรที่ 2 การสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2 (V2 : version 2) วงจรที่ 3 การสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 (V3 : version 3) วงจรที่ 4 การสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4 (V4 : version 4) วงจรที่ 5 การสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 (V5 : version 5) ดังภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างและพัฒนานวัตกรรมในภาพรวมของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในแต่ละรุ่น



แผนภูมิที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 1-5 (ที่มา : วทีญญู บุตรศรี, 2560)

จากแผนภูมิที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานในแต่ละรุ่น ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติการอย่างมีระบบ ซึ่งผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ การดำเนินการอย่างต่อเนื่องไปสู่การปรับแผนเข้าสู่วงจรใหม่ จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวงจรของ Kemmis and Mc Taggart (1990 : 8-9, อ้างถึงใน ธีรภูมิ เอกะกุล, 2546 : 34 - 44) ดังแผนภูมิที่ 3-4 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรที่ 1 (การสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1 (v1))



แผนภูมิที่ 3-4 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรที่ 1
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)

ขั้นวางแผนการสร้างและพัฒนานวัตกรรม จากแผนภูมิที่ 3-4 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรที่ 1 ผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย มีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง จนได้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1 แสดงดัง ภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

จากภาพที่ 3-5 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1 มีรายการจัดเตรียมวัสดุในการดำเนินการ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1 มี ดังนี้

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	ราคาต่อ หน่วย	รวมราคา
1	แผ่นสแตนเลส SUS 304 หนา 4 มิลลิเมตร 122×244 เซนติเมตร	3 แผ่น	1,250	3,750
2	สวิตซ์ชิงเพาเวอร์ซัพพลาย ขนาด 12 โวลต์ 20 แอมแปร์	1 ตัว	750	750
3	อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า ขนาด 20 แอมแปร์ 220 โวลต์	1 ตัว	150	150
4	สายไฟ VSF ขนาด 1×1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	900	900
5	ชุดจอแสดงผลอุณหภูมิ 0-200 องศาเซลเซียส เอาท์พุท 15 แอมแปร์	1 ชุด	1,100	1,100
6	หัวแก๊สแบบแรงดันสูง พร้อมวาล์วทองเหลือง ขนาด Ø 26 ซม.	1 ชุด	1,300	1,300
7	ดอกสว่านเจาะสแตนเลส ขนาด 2.0-14 มิลลิเมตร	1 กล่อง	1,200	1,200
8	ถังแก๊ส ขนาด 16.5 กิโลกรัม พร้อมสายแก๊ส	1 ถัง	3,150	3,150
9	ล้อยางหมุนแบบล็อกได้เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 4 นิ้ว	4 ล้อ	275	1,100
10	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์	1 ตัว	1,200	1,200
11	แผ่นโฟมฉนวนกันความร้อน ขนาด 3 นิ้ว	1 กล่อง	2,700	2,700
12	สายไฟชนิด VCT ขนาด 2×1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	1,350	1,350
13	ท่อกลมสแตนเลส SUS 304 เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 1/2 นิ้ว	4 เส้น	300	1,200
14	ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบ PWM ขนาด 12 โวลต์ 20 แอมแปร์	2 ชุด	650	1,300
15	สายวัดอุณหภูมิชนิดเค พร้อมสายยาว 1 เมตร 0-200 องศาเซลเซียส	1 ชุด	1,500	1,500
16	เส้นไหมดิบที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่อง แบบบั้ง 6	1 กิโลกรัม	2,350	2,350
	รวมราคา			25,000 บาท

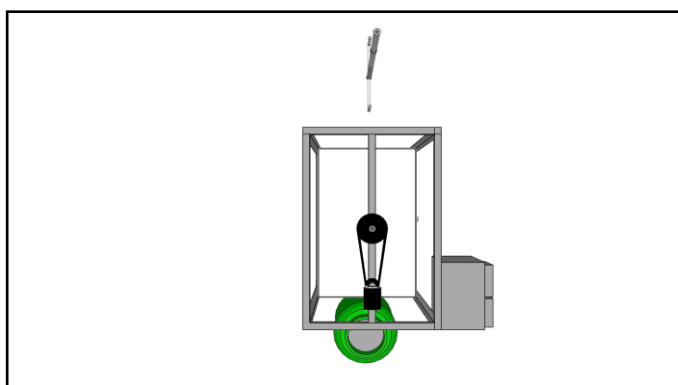
จากตารางที่ 3-4 ได้จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องดังกล่าว ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1 ดังภาพต่อไปนี้

Front view



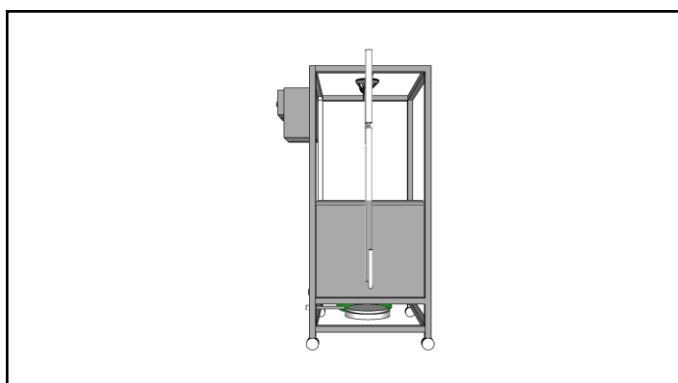
ภาพที่ 3-2 แสดงแบบร่างด้านหน้าเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 1 (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2560)

Top view



ภาพที่ 3-3 แสดงแบบร่างด้านบนเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 1 (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2560)

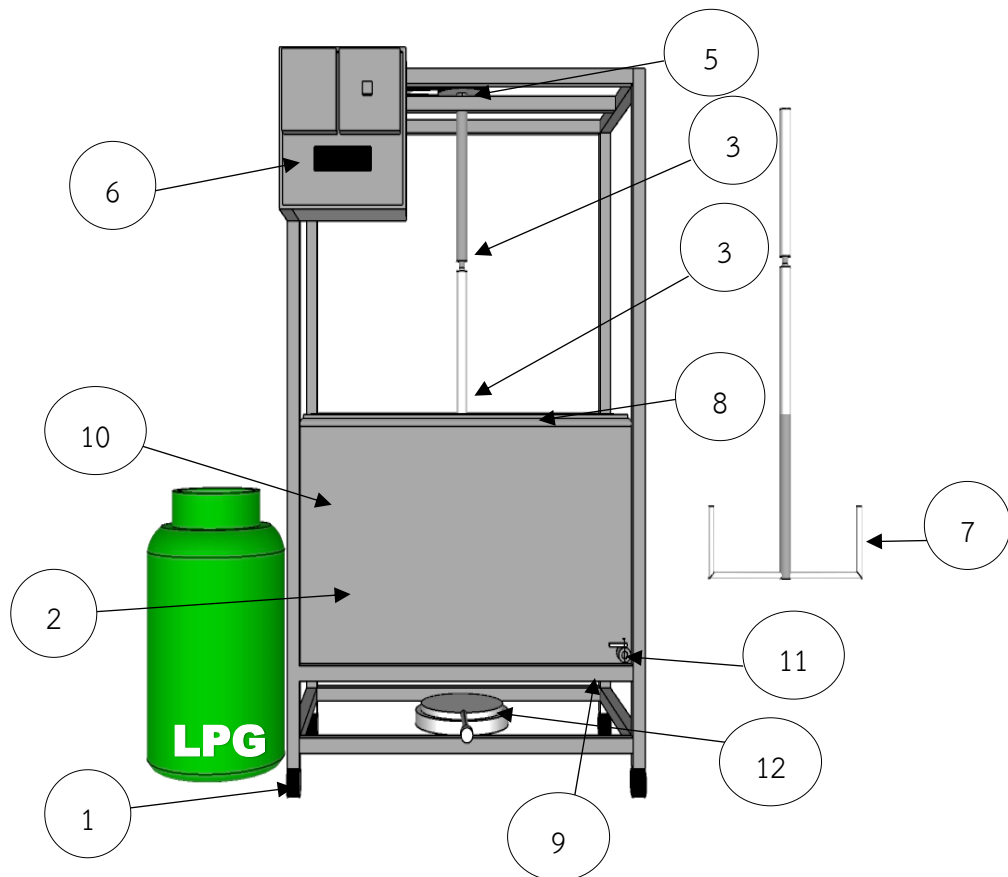
Side view



ภาพที่ 3-4 แสดงแบบร่างด้านข้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 1 (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2560)

โดยเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานในรุ่นที่ 1 ที่ออกแบบไว้มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

- หมายเลข 1 คือ ชุดรองฐานเครื่อง
- หมายเลข 2 คือ ถังย้อมสีแบบสีเหลี่ยม
- หมายเลข 3 คือ ชุดแกนเพลลาเครื่อง
- หมายเลข 4 คือ ชุดแกนยกเส้นไหมและเส้นฝ้าย
- หมายเลข 5 คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- หมายเลข 6 คือ ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง
- หมายเลข 7 คือ ชุดตะแกรงรองรับรับน้ำหนักเส้นไหม
- หมายเลข 8 คือ ฝาปิดหม้อย้อมสี
- หมายเลข 9 คือ ชุดโครงสร้างรองรับน้ำหนักเครื่องย้อมสี
- หมายเลข 10 คือ ชุดตรวจสอบอุณหภูมิ
- หมายเลข 11 คือ วาล์วระบายน้ำจากการย้อมสี
- หมายเลข 12 คือ ที่วางหัวแก๊สแรงดันสูง



ภาพที่ 3-5 แสดงแบบร่างด้านข้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 1 (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2560)

ขั้นการปฏิบัติ การสังเกต จากภาพที่ 3-5 แสดงแบบร่างและส่วนประกอบเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานนำไปสู่การสร้างและพัฒนาเครื่องในรุ่นที่ 1 โดยภายในตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าได้ทำการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าขนาด 10 A และได้ทำการติดตั้งสวิตช์ควบคุมที่บริเวณด้านหน้าของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง นอกจากนี้ภายในตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่องยังประกอบด้วยหน้าจอแสดงผลอุณหภูมิ ชุดปรับควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ในการยกเส้นไหมตามความเร็วรอบของผู้ใช้งานได้ โดยมีภาพประกอบในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1 ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3-6 แสดงการประกอบโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-7 แสดงการประกอบโครงสร้างเครื่อง และชุดฐานรองเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-8 แสดงการประกอบถังรูปทรงสี่เหลี่ยม สำหรับทำเป็นหม้อต้มย้อมสี
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-9 แสดงฝาปิดหม้อต้มย้อมสีแบบสี่เหลี่ยมและที่จับบริเวณด้านข้าง
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)



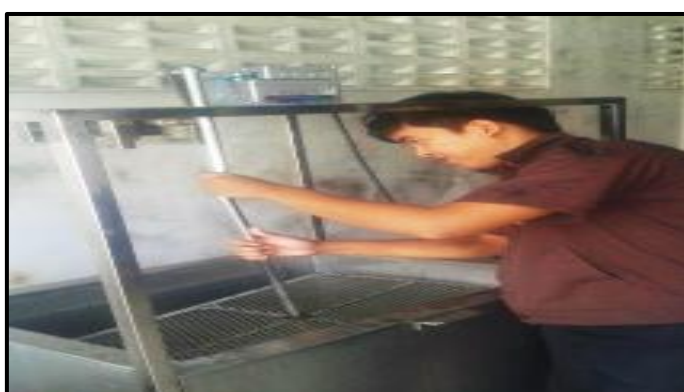
ภาพที่ 3-10 แสดงการติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้งของเครื่อง
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-11 แสดงการติดตั้งหม้อย้อมสีแบบสี่เหลี่ยมเข้ากับชุดโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-12 แสดงการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ เพื่อเป็นกำลังที่ช่วยยกตะแกรงเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-13 แสดงการประกอบชุดตะแกรงใส่เส้นไหมเข้ากับแกนเพลลาเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-14 แสดงการประกอบชุดแกนเพลลาเครื่อง
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)



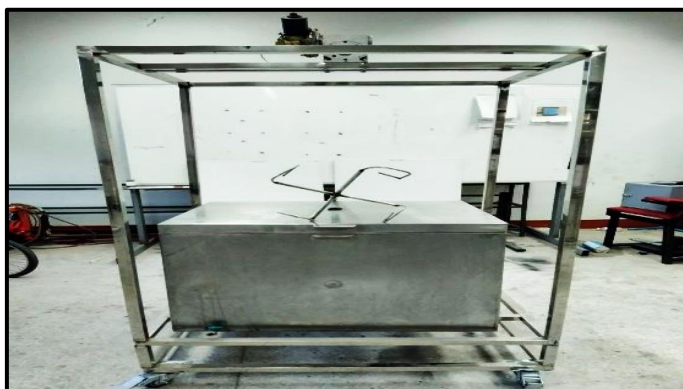
ภาพที่ 3-15 แสดงการติดตั้งตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าในการทำงานของเครื่อง
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-16 แสดงการติดตั้งฉนวนกันความร้อนรอบหม้อย้อมสี
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-17 แสดงการทดสอบชุดควบคุมระบบไฟฟ้า
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-18 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานในรุ่นที่ 1
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-19 แสดงการเตรียมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย ฯ รุ่นที่ 1 เพื่อจะนำไปทดสอบใช้งานจริง
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)

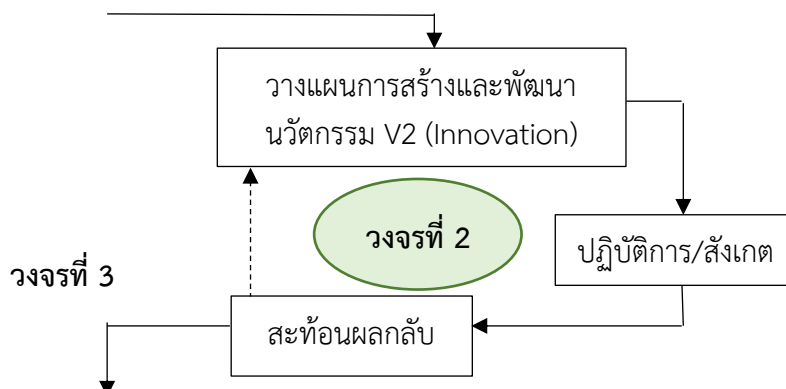


ภาพที่ 3-20 แสดงการนำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย ฯ รุ่นที่ 1 ไปทดสอบใช้งานจริง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-21 แสดงการนำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย ฯ รุ่นที่ 1 ไปทดสอบใช้งานจริง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

การสะท้อนผลการปฏิบัติ จากการสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน วงจรที่ 1 ที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติการอย่างมีระบบ ผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติและการสะท้อนผลการปฏิบัติ การดำเนินการอย่างต่อเนื่องไปสู่การปรับแผนเข้าสู่วงจรใหม่ จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวงจรของ Kemmis and Mc Taggart (1990 : 8-9, อ้างถึงใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2546 : 34 – 44) ดังแผนภูมิที่ 3-5 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรที่ 2 การสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2



แผนภูมิที่ 3-5 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรที่ 2
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)

ขั้นวางแผนการสร้างและพัฒนา นวัตกรรม จากแผนภูมิที่ 3-5 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม ในวงจรที่ 2 ผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย มีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง จนได้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2 แสดงดังภาพที่ 3-22



ภาพที่ 3-22 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)

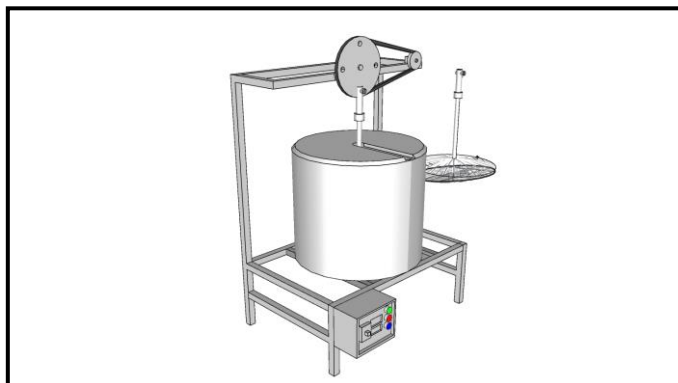
จากภาพที่ 3-22 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 2 มีรายการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ในการดำเนินการ ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2 มีดังนี้

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	ราคาต่อ หน่วย	รวมราคา
1	แผ่นสแตนเลส SUS 304 หนา 4 มิลลิเมตร 122×244 เซนติเมตร	3 แผ่น	1,250	3,750
2	สวิตซ์ชิงเพาเวอร์ซัพพลาย ขนาด 12 โวลต์ 20 แอมแปร์	1 ตัว	750	750
3	อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า ขนาด 20 แอมแปร์ 220 โวลต์	1 ตัว	150	150
4	สายไฟ VSF ขนาด 1×1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	900	900
5	ชุดจอแสดงผลอุณหภูมิ 0-200 องศาเซลเซียส เอาท์พุท 15 แอมแปร์	1 ชุด	1,100	1,100
6	ดอกสว่านเจาะสแตนเลส ขนาด 2.0-14 มิลลิเมตร	1 กล่อง	1,200	1,200
7	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์	2 ตัว	1,200	2,400
8	แผ่นโฟมฉนวนกันความร้อน ขนาด 3 นิ้ว	1 กล่อง	2,700	2,700
9	สายไฟชนิด VCT ขนาด 2×1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	1,350	1,350
10	ท่อกลมสแตนเลส SUS 304 เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 1/2 นิ้ว	4 เส้น	300	1,200
11	ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบ PWM ขนาด 12 โวลต์ 20 แอมแปร์	2 ชุด	650	1,300
12	สายวัดอุณหภูมิชนิดเค พร้อมสายยาว 1 เมตร 0-200 องศาเซลเซียส	2 ชุด	1,500	3,000
13	ฮีตเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 3,500 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 15 แอมแปร์	1 ชุด	3,485	3,485
14	สแตนเลสกล่องขนาด 1X2 นิ้ว ยาว 90 เซนติเมตร หนา 1.2 มิลลิเมตร	3 เส้น	455	1,365
15	เส้นไหมดิบที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่อง แบบรัง 6	1 กิโลกรัม	2,350	2,350
16	เส้นฝ้ายเส้นมือสีขาว เบอร์ 10	5 กิโลกรัม	400	2,000
	รวมราคา			29,000 บาท

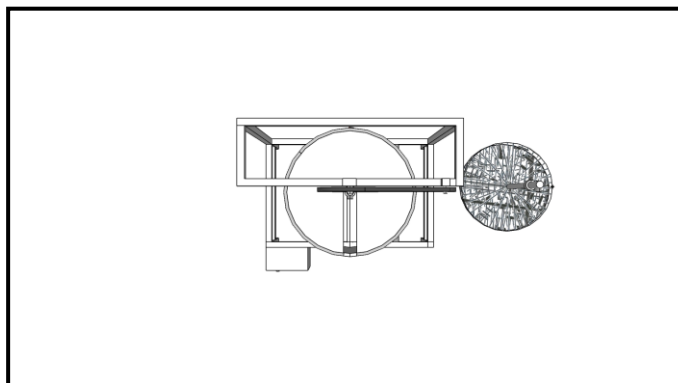
จากตารางที่ 3-5 เป็นการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในรุ่นที่ 2 ดังต่อไปนี้

Front view



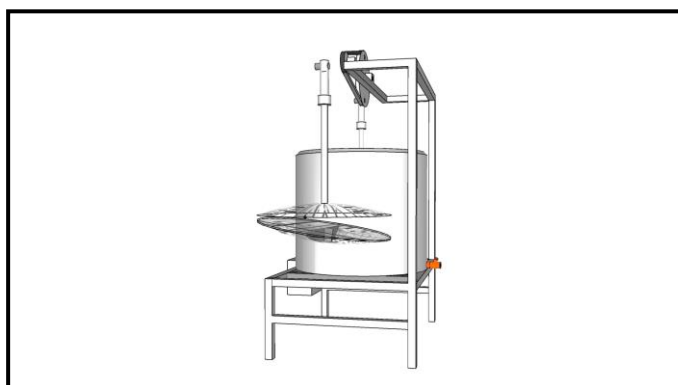
ภาพที่ 3-23 แสดงแบบร่างด้านหน้าเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 1 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

Top view



ภาพที่ 3-24 แสดงแบบร่างด้านบนเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 1 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

Side view

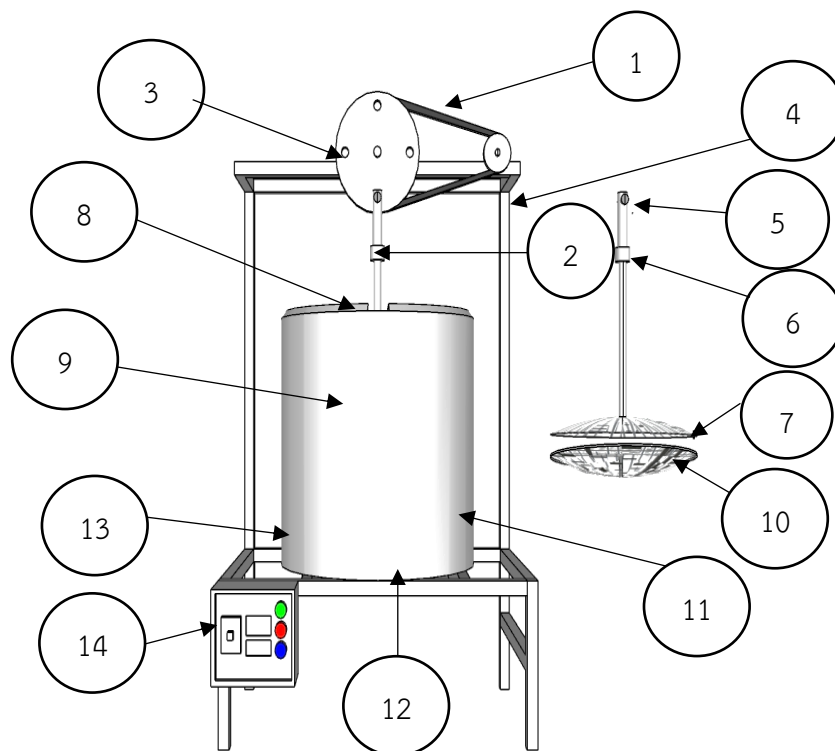


ภาพที่ 3-25 แสดงแบบร่างด้านข้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 1 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

โดยเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2 ที่ออกแบบไว้มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

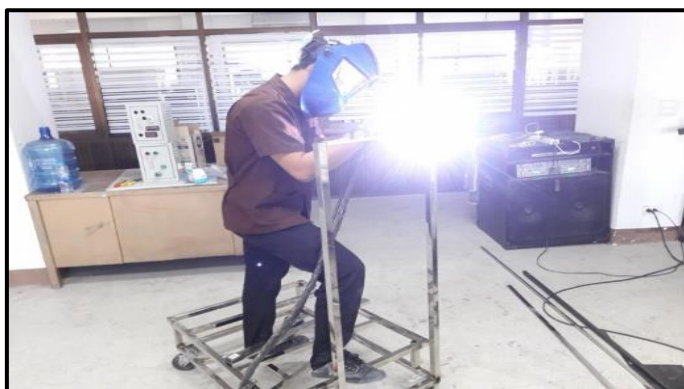
- หมายเลข 1 คือ โข่ช่วยส่งกำลัง
- หมายเลข 2 คือ แกนเพลลาช่วยส่งกำลัง
- หมายเลข 3 คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์
- หมายเลข 4 คือ โครงเครื่องใช้รองรับระบบส่งกำลัง
- หมายเลข 5 คือ ชุดแกนยกเส้นไหม
- หมายเลข 6 คือ ข้อต่อช่วยส่งกำลัง
- หมายเลข 7 คือ ก้านรับน้ำหนักรองรับเส้นไหม
- หมายเลข 8 คือ ฝาปิดหม้อย้อมสี
- หมายเลข 9 คือ หม้อย้อมสีทำจากสแตนเลส
- หมายเลข 10 คือ ตะแกรงรองรับเส้นไหม
- หมายเลข 11 คือ ชุดตรวจสอบอุณหภูมิ
- หมายเลข 12 คือ วาล์วระบายน้ำจากการย้อมสี
- หมายเลข 13 คือ ฮีตเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3,500 วัตต์
- หมายเลข 14 คือ ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง

ส่วนประกอบของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2



ภาพที่ 3-26 แสดงแบบร่างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

ขั้นการปฏิบัติ การสังเกต จากภาพที่ 3-26 แสดงแบบร่างและส่วนประกอบเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2 ซึ่งเป็นการออกแบบในการให้ความร้อนโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3,000 วัตต์ โดยภายในตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าได้ทำการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า และได้ทำการติดตั้งสวิตช์ควบคุมที่บริเวณด้านหน้าของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง นอกจากนี้ภายในตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่องยังติดตั้งหน้าจอแสดงผลอุณหภูมิ ขณะที่เครื่องทำงาน และได้ทำการติดตั้งชุดปรับควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ในการยกเส้นไหมตามความเร็วรอบของผู้ใช้งานได้ โดยมีภาพประกอบในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในรุ่นที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 3-27 แสดงการเชื่อมและประกอบโครงสร้างของเครื่องในรุ่นที่ 2
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-28 แสดงการประกอบโครงสร้างด้านบนของเครื่องในรุ่นที่ 2
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-29 แสดงการเชื่อมและประกอบหม้อย้อมสีของเครื่องในรุ่นที่ 2
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-30 แสดงการติดตั้งไส้ฉนวนกันความร้อนรอบหม้อย้อมสี
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-31 แสดงการติดตั้งไส้ฉนวนกันความร้อนรอบหม้อย้อมสี และใช้ไม้กดลงให้แน่น
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-32 แสดงการติดตั้งระบบโซ่ช่วยส่งกำลังชุดแกนยกเส้นไหมเข้ากับโครงสร้างของเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-33 แสดงการติดตั้งและทดสอบระบบช่วยส่งกำลังชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-34 แสดงการประกอบติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-35 แสดงการประกอบและติดตั้งโซ่ช่วยส่งกำลังเข้ากับแกนเพลาคู่มือ
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



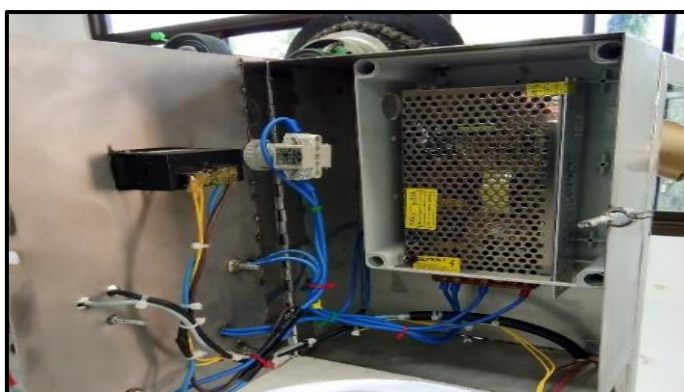
ภาพที่ 3-36 แสดงการประกอบและติดตั้งระบบช่วยส่งกำลังของชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-37 แสดงการประกอบและติดตั้งข้อต่อช่วยส่งกำลังของชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



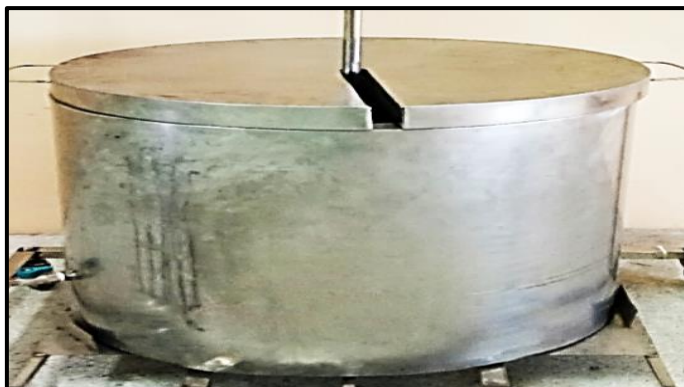
ภาพที่ 3-38 แสดงการประกอบและติดตั้งการเจาะปรับระดับของชุดแกนยกเส้นไหมเข้ากับแกนเพลลา
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-39 แสดงการทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้าเข้ากับโครงสร้างของเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-40 แสดงการทดสอบระบบส่งกำลังชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-41 แสดงการประกอบหม้อย้อมสีเข้ากับชุดโครงสร้างของเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-42 แสดงการทดสอบชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-43 แสดงการติดตั้งตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

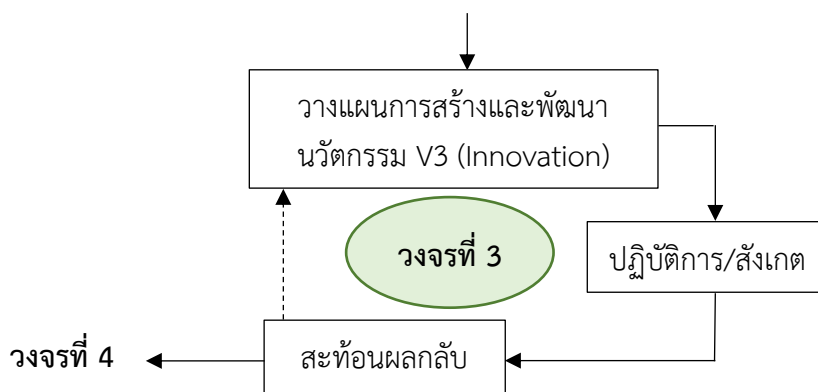


ภาพที่ 3-44 แสดงการทดสอบระบบในการทำงานของเครื่องโดยนำไปย้อมสีเส้นไหม
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 3-45 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 2
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)

การสะท้อนผลการปฏิบัติ จากการสร้างและพัฒนา นวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน วงจรที่ 2 ที่ผ่านมาผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติการอย่างมีระบบ ผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ การดำเนินการอย่างต่อเนื่องไปสู่การปรับเปลี่ยนเข้าสู่วงจรใหม่ จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวงจรของ Kemmis and Mc Taggart (1990 : 8-9, อ้างถึงใน อีรุฒิ เอกะกุล, 2546 : 34 - 44) ดังแผนภูมิที่ 3-6 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรมวงจรที่ 3 การสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่น 2



แผนภูมิที่ 3-6 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรถูก 3
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

ขั้นวางแผนการสร้างและพัฒนา นวัตกรรม จากแผนภูมิที่ 3-6 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม ในวงจรถูก 3 ผู้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรถูก 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง จนได้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 แสดงดังภาพที่ 3-46



ภาพที่ 3-46 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)

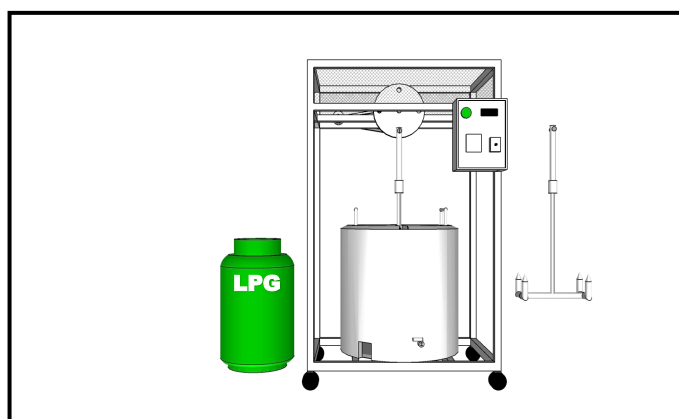
จากภาพที่ 3-46 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 มีรายการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 มี ดังนี้

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	ราคาต่อ หน่วย	รวมราคา
1	แผ่นสแตนเลส SUS 304 หนา 4 มิลลิเมตร 122x244 เซนติเมตร	5 แผ่น	1,250	6,250
2	สวิตซ์ชิงเพาเวอร์ซัพพลาย ขนาด 12 โวลต์ 20 แอมแปร์	1 ตัว	750	750
3	อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า ขนาด 20 แอมแปร์ 220 โวลต์	1 ตัว	150	150
4	สายไฟ VSF ขนาด 1x1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	900	900
5	ชุดจอแสดงผลอุณหภูมิ 0-200 องศาเซลเซียส เอาท์พุท 15 แอมแปร์	1 ชุด	1,100	1,100
6	หัวแก๊สแบบแรงดันสูง พร้อมวาล์วทองเหลือง ขนาด Ø 26 เซนติเมตร	1 ชุด	1,300	1,300
7	ดอกสว่านเจาะสแตนเลส ขนาด 2.0-14 มิลลิเมตร	1 กล่อง	1,200	1,200
8	ถังแก๊ส ขนาด 16.5 กิโลกรัม พร้อมสายแก๊ส	1 ถัง	3,150	3,150
9	ล้อยางหมุนแบบล็อกได้เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 4 นิ้ว	4 ล้อ	205	820
10	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 8 แอมแปร์	1 ตัว	1,200	1,200
11	แผ่นโพนฉนวนกันความร้อน ขนาด 3 นิ้ว	1 กล่อง	2,700	2,700
12	สายไฟชนิด VCT ขนาด 2x1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	1,200	1,200
13	ท่อกลมสแตนเลส SUS 304 เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 1/2 นิ้ว	4 เส้น	407.50	1,630
14	ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบ PWM ขนาด 24 โวลต์ 20 แอมแปร์	1 ชุด	800	800
15	สายวัดอุณหภูมิชนิดเค พร้อมสายยาว 1 เมตร 0-200 องศาเซลเซียส	1 ชุด	1,500	1,500
16	เส้นไหมดิบที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่อง แบบรัง 6	1 กิโลกรัม	2,350	2,350
รวมราคา				27,000 บาท

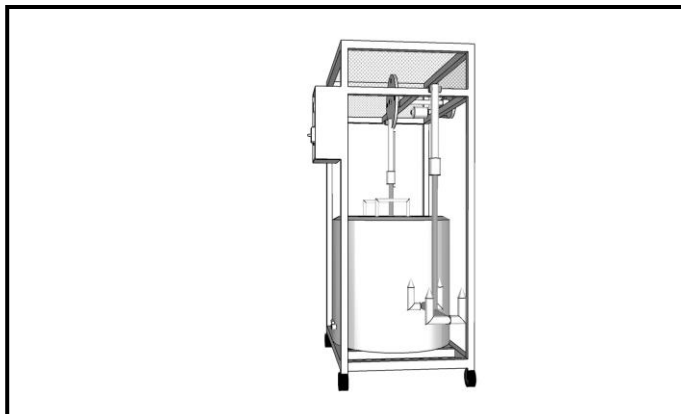
จากตารางการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 ดังนี้

Front View



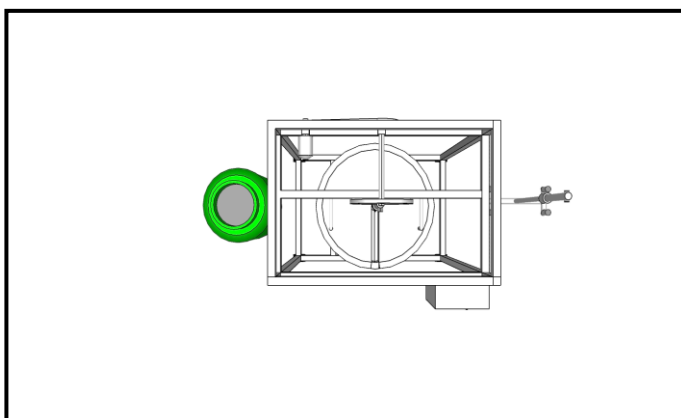
ภาพที่ 3-47 แสดงแบบร่างด้านหน้าของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 (ที่มา : วทิญญ บุตรศรี, 2561)

Side View

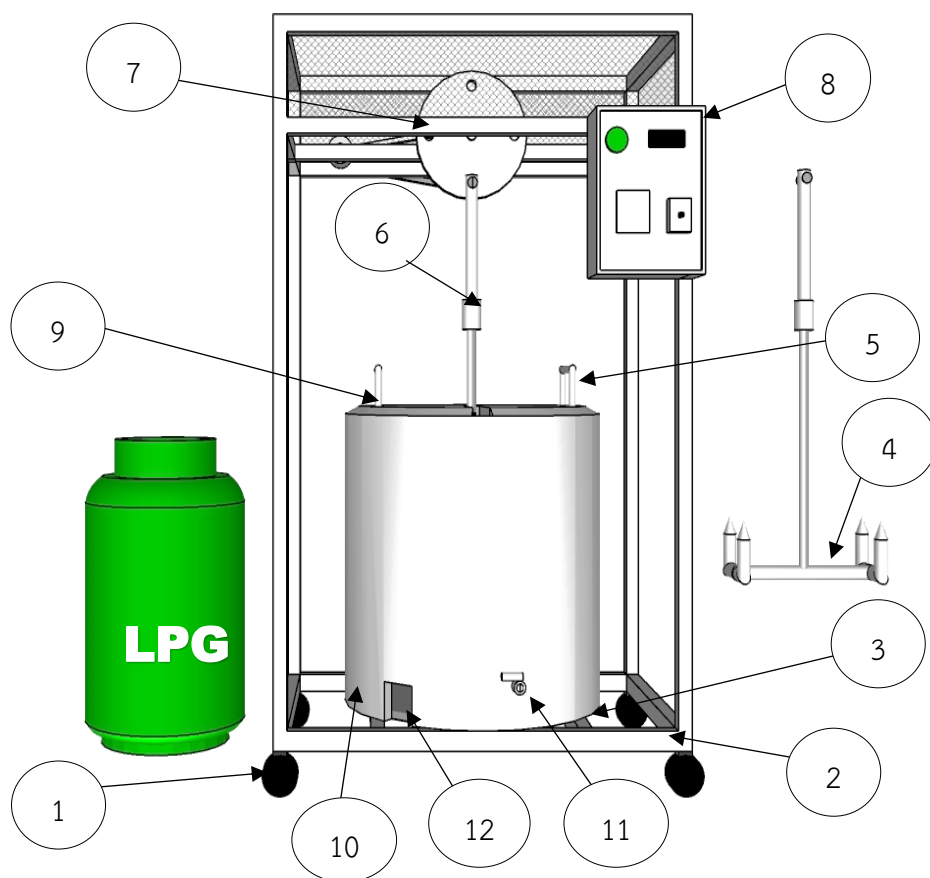


ภาพที่ 3-48 แสดงแบบร่างด้านข้างของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)

Top View



ภาพที่ 3-49 แสดงแบบร่างด้านบนของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-50 แสดงแบบร่างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน
รุ่นที่ 3 ที่ได้ดำเนินการสร้างและพัฒนา (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)

โดยเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 ที่ออกแบบไว้มี
ส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

- หมายเลข 1 ล้อรองฐานเครื่อง
- หมายเลข 2 ชุดโครงสร้างรองรับหม้อย้อมสี
- หมายเลข 3 ที่รองหม้อย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย
- หมายเลข 4 ตะแกรงรองรับเส้นไหม
- หมายเลข 5 ที่จับฝาหม้อย้อมสี
- หมายเลข 6 ข้อต่อช่วยส่งกำลัง
- หมายเลข 7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์
- หมายเลข 8 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง
- หมายเลข 9 ฝาหม้อย้อมสี
- หมายเลข 10 ชุดตรวจสอบอุณหภูมิ
- หมายเลข 11 วาล์วระบายน้ำจากการย้อมสี
- หมายเลข 12 ช่องระบายอากาศ

ขั้นการปฏิบัติ การสังเกต จากภาพที่ 3-50 แสดงแบบร่างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 โดยในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 3 มีภาพประกอบในการสร้าง ดังนี้



ภาพที่ 3-51 แสดงการเชื่อมและประกอบหม้อย้อมสี
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-52 แสดงการประกอบขึ้นรูปและขัดฝาหม้อย้อมสี
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-53 แสดงการขัดหม้อย้อมสี เพื่อที่จะเตรียมประกอบเข้ากับชุดโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-54 แสดงการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและระบบส่งกำลังชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



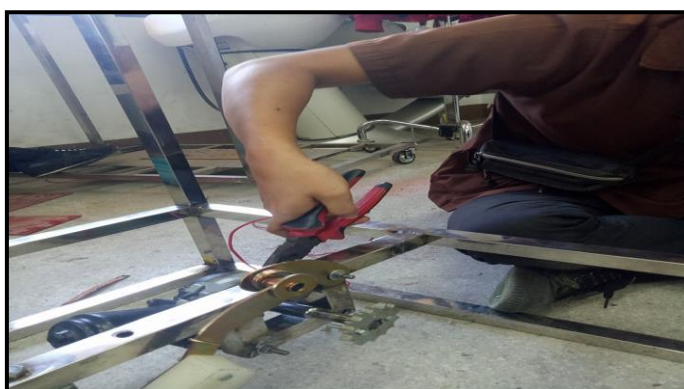
ภาพที่ 3-55 แสดงการติดตั้งตะแกรงครอบชุดระบบส่งกำลังเข้ากับโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-56 แสดงการติดตั้งตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าเข้ากับโครงสร้างของเครื่อง
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-57 แสดงการประกอบหม้อย้อมสีเข้ากับโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-58 แสดงการประกอบชุดแกนยกเส้นไหมและเส้นฝ้าย
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-59 แสดงการเชื่อมประกอบระบบชุดโซ่ส่งกำลังเข้ากับแกนเพลลาของมอเตอร์ไฟฟ้า
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-60 แสดงการติดตั้งงานเพลลาส่งกำลังเข้ากับชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-61 แสดงการประกอบฝาปิดหม้อย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-62 แสดงการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและเฟลาส่งกำลังเพื่อใช้ในการช่วยยกเส้นไหมแทนมือชาวบ้าน (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-63 แสดงโครงสร้างของชุดเฟลาส่งกำลังเพื่อใช้ในการช่วยยกเส้นไหมแทนมือชาวบ้าน (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-64 แสดงการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและเฟลาส่งกำลังเพื่อใช้ในการช่วยยกเส้นไหมแทนมือชาวบ้าน (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-65 แสดงการประกอบหม้อย้อมสีเข้ากับโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



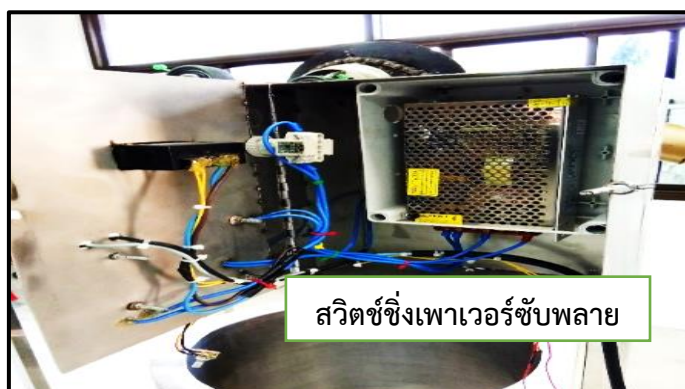
ภาพที่ 3-66 แสดงด้านข้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายในรุ่นที่ 3
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



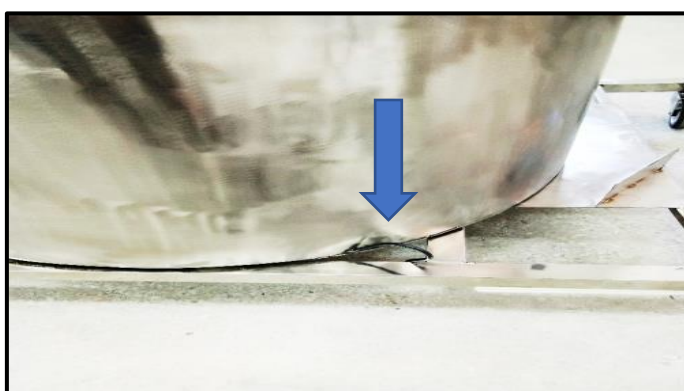
ภาพที่ 3-67 แสดงชุดต้นกำลังประกอบเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
ขนาด 24 โวลต์ (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-68 แสดงอุปกรณ์ควบคุมหน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-69 แสดงอุปกรณ์ควบคุมภายในตู้ควบคุมไฟฟ้าและสวิตช์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-70 แสดงการติดตั้งสายวัดอุณหภูมิบริเวณด้านล่างของหม้อย้อมสี
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-71 แสดงการทดสอบเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายในรุ่นที่ 3
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-72 แสดงการทดสอบใส่เส้นไหมประกอบเข้ากับชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-73 แสดงการทดสอบใส่เส้นฝ้ายประกอบเข้ากับชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-74 แสดงหน้าจอแสดงผลและตู้ควบคุมไฟฟ้าขณะเครื่องทำงาน
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2561)

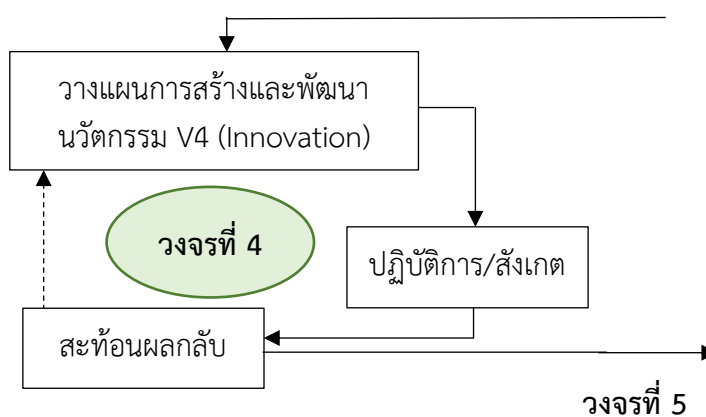


ภาพที่ 3-75 แสดงเส้นฝ้ายที่ได้จากการทดสอบ
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-76 แสดงเส้นไหมที่ได้จากการทดสอบ
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2561)

การสะท้อนผลการปฏิบัติ จากการสร้างและพัฒนา นวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน วงจรที่ 3 ที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างมีระบบ ผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ การดำเนินการอย่างต่อเนื่องไปสู่การปรับเปลี่ยนเข้าสู่วงจรใหม่จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวงจรของ Kemmis and Mc Taggart (1990 : 8-9, อ้างถึงใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2546 : 34 – 44) ดังแผนภูมิที่ 3-7 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรที่ 4 การสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน วงจรที่ 4



แผนภูมิที่ 3-7 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรที่ 4
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2560)

ขั้นวางแผนการสร้างและพัฒนา นวัตกรรม จากแผนภูมิที่ 3-7 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม ในวงจรที่ 4 ผู้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องจนได้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4 แสดงดังภาพที่ 3-77



ภาพที่ 3-77 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2561)

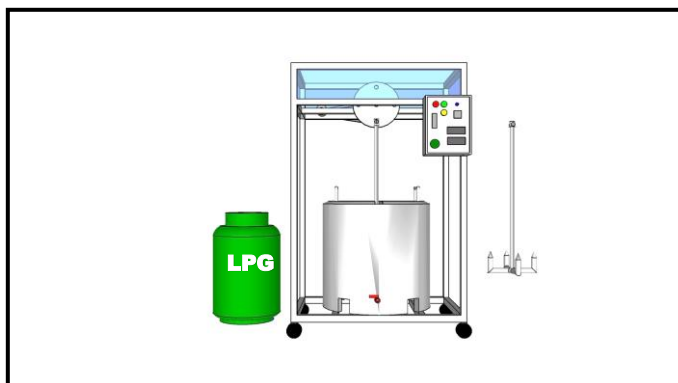
จากภาพที่ 3-77 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4
มีรายการจัดเตรียมวัสดุในการดำเนินการดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัด
พลังงาน รุ่นที่ 4 มีรายละเอียด ดังนี้

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	ราคาต่อ หน่วย	รวมราคา
1	แผ่นสแตนเลส SUS 304 หนา 4 มิลลิเมตร 122x244 เซนติเมตร	3 แผ่น	1,250	3,750
2	สวิตซ์ชิงเพาเวอร์ซัพพลาย ขนาด 12 โวลต์ 20 แอมแปร์	1 ตัว	750	750
3	อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า ขนาด 15 แอมแปร์ 220 โวลต์	1 ตัว	150	150
4	สายไฟ VSF ขนาด 1x1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	900	900
5	ชุดจอแสดงผลอุณหภูมิ 0-200 องศาเซลเซียส เอาร์ทพุท 15 แอมแปร์	1 ชุด	1,100	1,100
6	หัวแก๊สแบบแรงดันสูง พร้อมวาล์วทองเหลือง ขนาด Ø 26 เซนติเมตร	1 ชุด	1,600	1,600
7	ดอกสว่านเจาะสแตนเลส ขนาด 2.0-14 มิลลิเมตร	1 ก่อ่ง	1,200	1,200
8	ถังแก๊ส ขนาด 16.5 กิโลกรัม พร้อมสายแก๊ส	1 ถัง	3,150	3,150
9	ล้อขบวนแบบบล็อกได้เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 4 นิ้ว	4 ล้อ	205	820
10	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 8 แอมแปร์	2 ตัว	1,200	2,400
11	แผ่นโฟมฉนวนกันความร้อน ขนาด 3 นิ้ว	1 ก่อ่ง	2,700	2,700
12	สายไฟชนิด VCT ขนาด 2x1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	1,350	1,350
13	ท่อกลมสแตนเลส SUS 304 เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 1/2 นิ้ว	4 เส้น	345	1,380
14	ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบ PWM ขนาด 24 โวลต์ 20 แอมแปร์	2 ชุด	800	1,600
15	สายวัดอุณหภูมิชนิดเค พร้อมสายยาว 1 เมตร 0-200 องศาเซลเซียส	1 ชุด	1,500	1,500
16	เส้นไหมดิบที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่อง แบบรัง 6	1 ชุด	2,350	2,350
17	ตู้ควบคุมไฟฟ้าเบอร์ศูนย์	1 ตู้	300	300
	รวมราคา			27,000 บาท

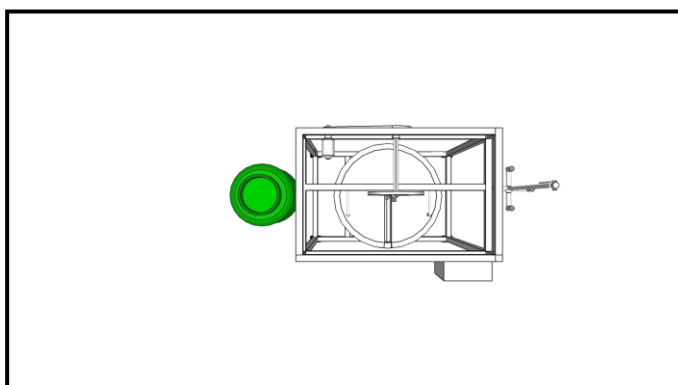
ขั้นการปฏิบัติ การสังเกต จากภาพที่ 3-77 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4 โดยมีภาพประกอบในการสร้าง ดังนี้

Front view



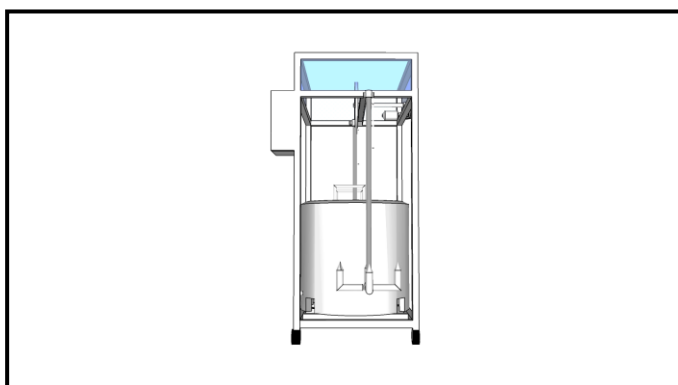
ภาพที่ 3-78 แสดงแบบร่างด้านหน้าเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 4 (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)

Top view



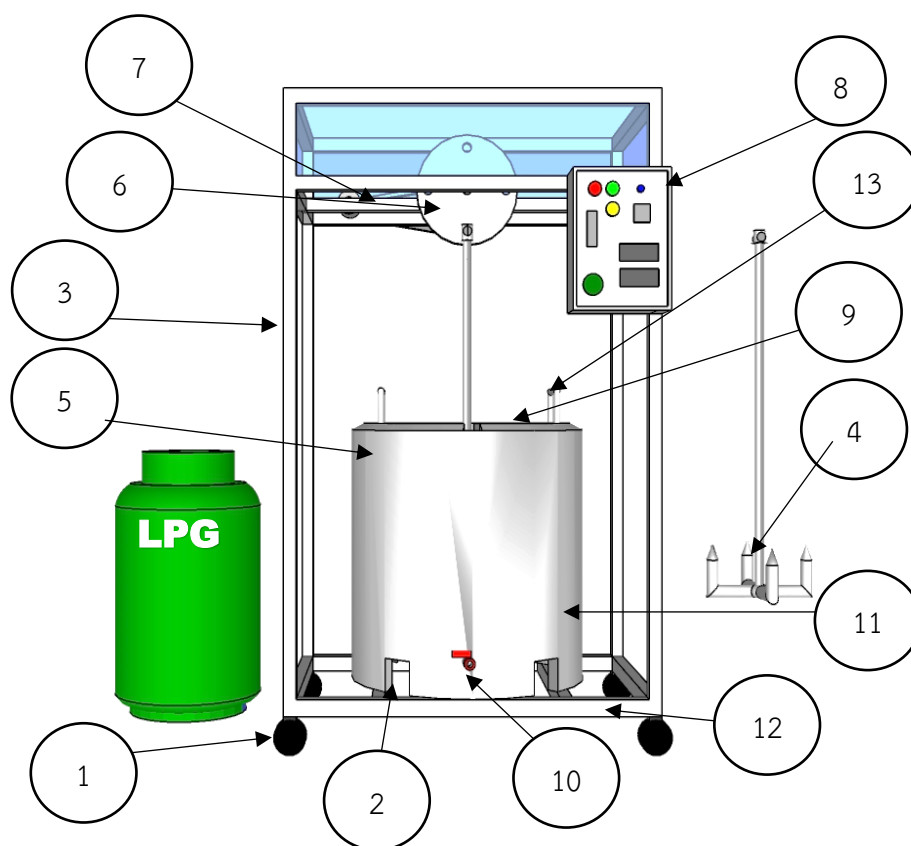
ภาพที่ 3-79 แสดงแบบร่างด้านบนเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 4 (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)

Side view



ภาพที่ 3-80 แสดงแบบร่างด้านข้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 4 (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)

ส่วนประกอบของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4



ภาพที่ 3-81 แสดงแบบร่างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)

โดยเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4 ที่ออกแบบไว้มี ส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

- หมายเลข 1 ล้อรองฐานเครื่อง
- หมายเลข 2 ชุดโครงสร้างรองรับหม้อย้อมสี
- หมายเลข 3 ชุดโครงสร้างเครื่อง
- หมายเลข 4 ตะขอรองรับเส้นไหม
- หมายเลข 5 หม้อย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย
- หมายเลข 6 ข้อต่อช่วยส่งกำลัง
- หมายเลข 7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์
- หมายเลข 8 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง
- หมายเลข 9 ฝาปิดหม้อย้อมสี
- หมายเลข 10 วาล์วระบายน้ำที่เกิดจากการย้อมสี
- หมายเลข 11 ชุดตรวจสอบอุณหภูมิ

หมายเลข 12 ช่องระบายอากาศ

หมายเลข 13 ที่จับฝาหม้อย้อมสี

ตารางที่ 3-8 วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4 มี ดังนี้

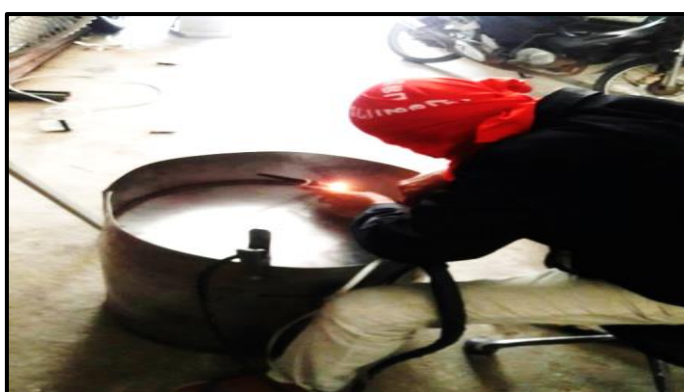
ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	ราคาต่อ หน่วย	รวมราคา
1	แผ่นสแตนเลส SUS 304 หนา 4 มิลลิเมตร 122×244 เซนติเมตร	3 แผ่น	1,250	3,750
2	สวิตซ์ชิงเพาเวอร์ซัพพลาย ขนาด 12 โวลต์ 20 แอมแปร์	1 ตัว	750	750
3	อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า ขนาด 15 แอมแปร์ 220 โวลต์	1 ตัว	150	150
4	สายไฟ VSF ขนาด 1×1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	900	900
5	ชุดจอแสดงผลอุณหภูมิ 0-200 องศาเซลเซียส เอาท์พุท 15 แอมแปร์	1 ชุด	1,100	1,100
6	หัวแก๊สแบบแรงดันสูง พร้อมวาล์วทองเหลือง ขนาด Ø 26 เซนติเมตร	1 ชุด	1,600	1,600
7	ดอกสว่านเจาะสแตนเลส ขนาด 2.0-14 มิลลิเมตร	1 กล่อง	1,200	1,200
8	ถังแก๊ส ขนาด 16.5 กิโลกรัม พร้อมสายแก๊ส	1 ถัง	3,150	3,150
9	ล้อยางหมุนแบบล็อกได้เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 4 นิ้ว	4 ล้อ	205	820
10	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 8 แอมแปร์	2 ตัว	1,200	2,400
11	แผ่นโพนฉนวนกันความร้อน ขนาด 3 นิ้ว	1 กล่อง	2,700	2,700
12	สายไฟชนิด VCT ขนาด 2×1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	1,350	1,350
13	ท่อกลมสแตนเลส SUS 304 เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 1/2 นิ้ว	4 เส้น	345	1,380
14	ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบ PWM ขนาด 24 โวลต์ 20 แอมแปร์	2 ชุด	800	1,600
15	สายวัดอุณหภูมิชนิดเค พร้อมสายยาว 1 เมตร 0-200 องศาเซลเซียส	1 ชุด	1,500	1,500
16	เส้นไหมดิบที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่อง แบบรัง 6	1 ชุด	2,350	2,350
17	ตู้ควบคุมไฟฟ้าเบอร์ศูนย์	1 ตู้	300	300
	รวมราคา			27,000 บาท



ภาพที่ 3-82 แสดงการเชื่อมและประกอบหม้อย้อมสีชั้นในและชั้นนอก
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-83 แสดงการตัดแผ่นสแตนเลสเพื่อจัดทำฝาปิดหม้อย้อมสี
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-84 แสดงการเชื่อมฝาปิดใต้หม้อย้อมสี
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-85 แสดงการใส่ฉนวนกันความร้อนรอบหม้อย้อมสี
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-86 แสดงการใส่ฉนวนกันความร้อนรอบหม้อย้อมสี
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-87 แสดงการเชื่อมประกอบใต้หม้อย้อมสี
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-88 แสดงการเชื่อมประกอบระบบโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



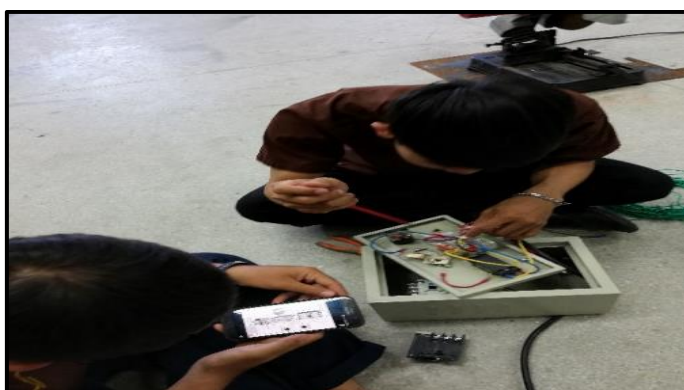
ภาพที่ 3-89 แสดงการประกอบโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-90 แสดงฉนวนกันความร้อนและหม้อแก๊ส
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-91 แสดงการติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้งของเครื่อง
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-92 แสดงการติดตั้งชุดควบคุมระบบไฟฟ้า
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-93 แสดงการประกอบโครงสร้างเครื่องและทดสอบระบบการทำงาน
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-94 แสดงการทดสอบระบบการทำงานของชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-95 แสดงชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-96 แสดงด้านหน้าตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-97 แสดงด้านหน้าของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่องในรุ่นที่ 4
(ที่มา : วทิญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-98 แสดงการทดสอบระบบของชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทิญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-99 แสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง
(ที่มา : วทิญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-100 แสดงด้านหลังเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายในรุ่นที่ 4
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-101 แสดงด้านหน้าเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายในรุ่นที่ 4
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-102 แสดงการทดสอบระบบการทำงานของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายในรุ่นที่ 4
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-103 แสดงการทดสอบระบบในการทำงานของเครื่องข้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-104 แสดงตัวแทนชุมชนบ้านคำขวางได้นำเครื่องข้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4 ไปใช้งานจริง (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-105 แสดงตัวแทนชุมชนบ้านคำขวางได้นำเครื่องข้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4 ไปใช้งานจริง (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-106 แสดงผู้ใช้งานจริงกำลังให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาและการปรับปรุงเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-107 แสดงตัวแทนชุมชนทดลองใช้งานปรับชุดควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-108 แสดงตัวแทนบ้านคำขวางได้ทดสอบการใช้งานจริง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-109 แสดงวิธีการสาธิตการนำเส้นไหมใส่เข้ากับชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-110 แสดงตัวแทนชุมชนบ้านคำขวางกำลังทดสอบประกอบชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-111 แสดงตัวแทนชุมชนบ้านคำขวางกำลังทดลองใส่เส้นไหมเข้ากับแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-112 แสดงตัวแทนชุมชนบ้านคำขวางกำลังประกอบชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-113 แสดงตัวแทนชุมชนบ้านคำขวางได้ให้คำแนะนำในการพัฒนาเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-114 แสดงตัวแทนชุมชนบ้านคำขวางทดลองปรับระยะของชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-115 แสดงตัวแทนชุมชนบ้านคำขวาง
ได้ทดลองใช้งานจริงก่อนการส่งมอบเครื่อง (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)

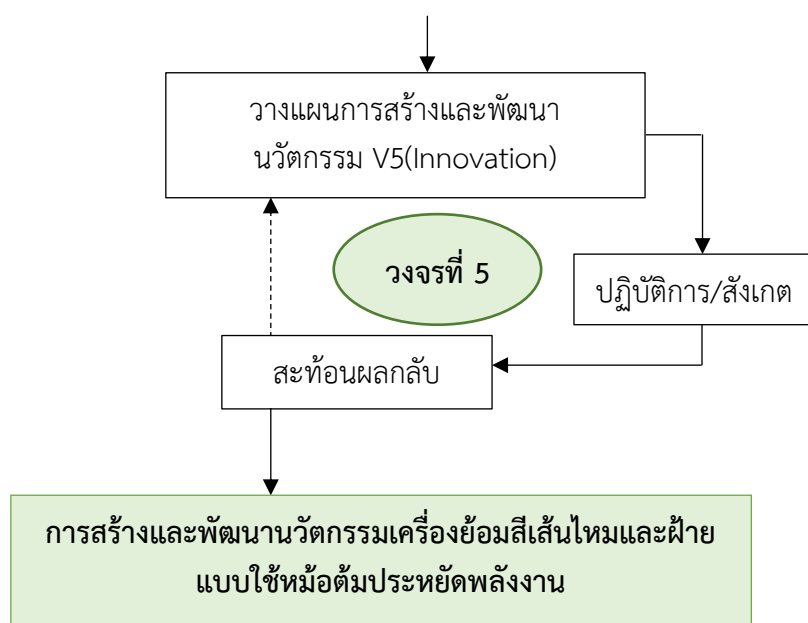


ภาพที่ 3-116 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 4
ที่ได้ส่งมอบให้กับชุมชนบ้านโนนสำราญ (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)



ภาพที่ 3-117 แสดงการได้ส่งมอบเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายในรุ่นที่ 4 ให้กับชุมชน โดยได้รับทุน
สนับสนุนการวิจัยจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)

การสะท้อนผลการปฏิบัติ จากการสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน วงจรที่ 4 ที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติการอย่างมีระบบ ผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ การดำเนินการอย่างต่อเนื่องไปสู่การปรับเปลี่ยนเข้าสู่วงจรใหม่จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวงจรของ Kemmis and Mc Taggart (1990 : 8-9, อ้างถึงใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2546 : 34 - 44) ดังแผนภูมิที่ 3-8 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรที่ 5 การสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5



แผนภูมิที่ 3-8 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม วงจรที่ 5
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

ขั้นวางแผนการสร้างและพัฒนานวัตกรรม จากแผนภูมิที่ 3-8 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม ในวงจรที่ 5 ผู้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องจนได้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 แสดงดังภาพที่ 3-118



ภาพที่ 3-118 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5
(ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2562)

จากภาพที่ 3-118 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 มีรายการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการดำเนินการดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-9 วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 มีรายละเอียด ดังนี้

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	ราคา ต่อ หน่วย	รวมราคา
1	แผ่นสแตนเลส SUS 304 หนา 4 มิลลิเมตร 122x244 เซนติเมตร	4 แผ่น	1,250	5,000
2	สวิตซ์ชิงเงาเวอร์ซิปหลาย ขนาด 24 โวลต์ 20 แอมแปร์	1 ตัว	1,200	1,200
3	อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า ขนาด 20 แอมแปร์ 220 โวลต์	1 ตัว	150	150
4	สายไฟ VSF ขนาด 1x1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	900	900
5	ชุดจอแสดงผลอุณหภูมิ 0-200 องศาเซลเซียส เอาท์พุท 15 แอมแปร์	1 ชุด	1,100	1,100
6	หัวแก๊สแบบแรงดันสูง พร้อมวาล์วทองเหลือง ขนาด Ø 26 เซนติเมตร	1 ชุด	1,300	1,300
7	ดอกสว่านเจาะสแตนเลส ขนาด 2.0-14 มิลลิเมตร	1 ก่อ่ง	1,200	1,200
8	ถังแก๊ส ขนาด 16.5 กิโลกรัม พร้อมสายแก๊ส	1 ถัง	3,150	3,150
9	ล้อยางหมุนแบบล็อกได้เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 4 นิ้ว	4 ล้อ	205	820
10	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 8 แอมแปร์	2 ตัว	1,200	2,400
11	แผ่นโฟมฉนวนกันความร้อน ขนาด 3 นิ้ว	1 ก่อ่ง	2,700	2,700
12	สายไฟชนิด VCT ขนาด 2x1.5 ตารางมิลลิเมตร	1 ม้วน	1,350	1,350
13	ท่อกลมสแตนเลส SUS 304 เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 1/2 นิ้ว	2 เส้น	300	600
14	ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบ PWM ขนาด 24 โวลต์ 20 แอมแปร์	1 ชุด	800	800
15	สายวัดอุณหภูมิชนิดเค พร้อมสายยาว 1 เมตร 0-200 องศาเซลเซียส	1 ชุด	1,500	1,500
16	ชุดป้องกันแก๊สรั่ว CG Gas Detector 8.0 x 8.0 x 12.50 เซนติเมตร	1 ชุด	2,350	2,350
17	เส้นฝ้ายเข็นมือสีขาว เบอร์ 10	2 กก.	450	900
18	ตู้เหล็กควบคุมไฟฟ้าเบอร์ 0 ขนาด 250x350x150 มิลลิเมตร	1 ตู้	450	450
19	ชุดควบคุมอุณหภูมิ ระบบแก๊ส 1 หัวเตา ใช้กับไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์	1 ชุด	2,700	2,700
20	หลอดไฟแสดงการทำงานแบบชั้น 24 โวลต์ ขนาด 7x3.2x29 เซนติเมตร	1 ชุด	950	950
21	ลูกล้อโพลียูรีเทนบังคับทิศทางแกนยกเส้นไหม ขนาด 4 นิ้ว	4 ล้อ	85	340
22	มุเลย์ขนาด 4 นิ้ว ร่องเดี่ยว ขนาดรูเพลลา ½ นิ้ว	2 ตัว	250	500
23	ชุดแกนยกเส้นไหม ขนาดรูเพลลา ½ นิ้ว	1 ชุด	1,350	1,350
24	เส้นไหมดิบที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่อง แบบรัง 4	1/2 กิโลกรัม	1,290	1,290
รวมราคา				35,000 บาท

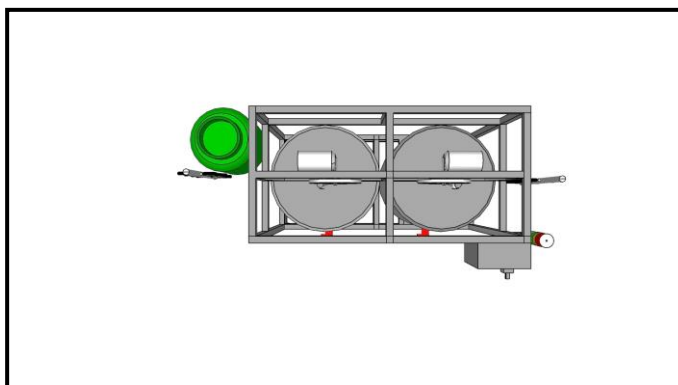
จากตารางที่ 3-9 เป็นการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 ตามแบบร่าง ดังต่อไปนี้

Front view



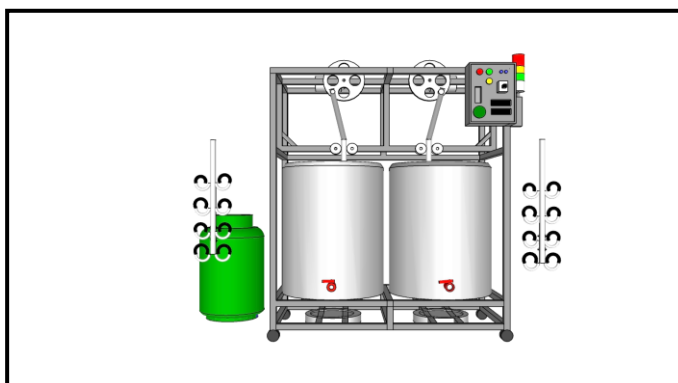
ภาพที่ 3-119 แสดงแบบร่างด้านข้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 5 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)

Top view



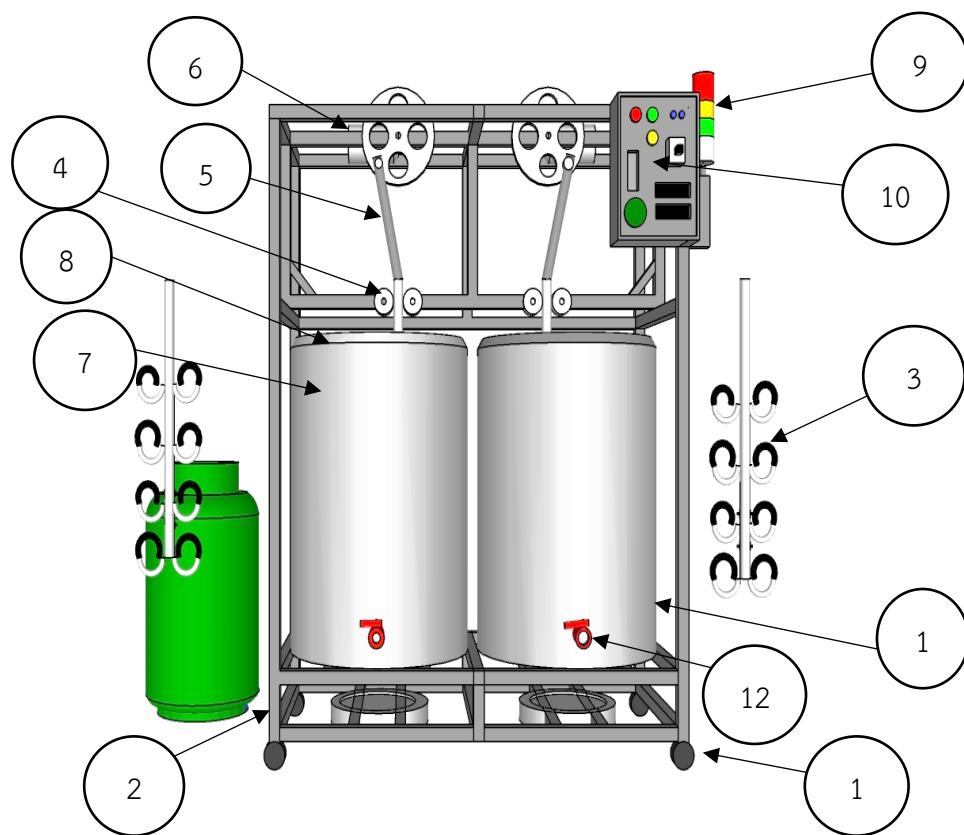
ภาพที่ 3-120 แสดงแบบร่างด้านบนเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 5 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)

Side view



ภาพที่ 3-121 แสดงแบบร่างด้านหน้าเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย
แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานรุ่นที่ 5 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)

ส่วนประกอบของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5



ภาพที่ 3-122 แสดงแบบร่างที่แยกชิ้นส่วนของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)

โดยเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 ที่ออกแบบไว้มี ส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

- หมายเลข 1 ล้อรองฐานเครื่อง
- หมายเลข 2 ชุดโครงสร้างเครื่องรองรับหม้อย้อมสี
- หมายเลข 3 ชุดใส่เส้นไหมและเส้นฝ้าย
- หมายเลข 4 ล้อประคองช่วยยกแกนใส่เส้นไหม
- หมายเลข 5 ชุดแกนยกเส้นไหม
- หมายเลข 6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์
- หมายเลข 7 หม้อย้อมสี
- หมายเลข 8 ฝาปิดหม้อย้อมสี
- หมายเลข 9 หลอดไฟแสดงสัญญาณแบบขึ้น
- หมายเลข 10 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า
- หมายเลข 11 สายตรวจสอบอุณหภูมิ
- หมายเลข 12 วาล์วระบายน้ำทิ้ง

โดยเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 ที่ได้ดำเนินการสร้างและพัฒนามีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

ขั้นการปฏิบัติ การสังเกต จากภาพที่ 3-122 แสดงส่วนประกอบของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสร้างและพัฒนาเครื่อง โดยมีภาพประกอบในการสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-123 แสดงการเชื่อมประกอบและขึ้นรูปฝาปิดเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



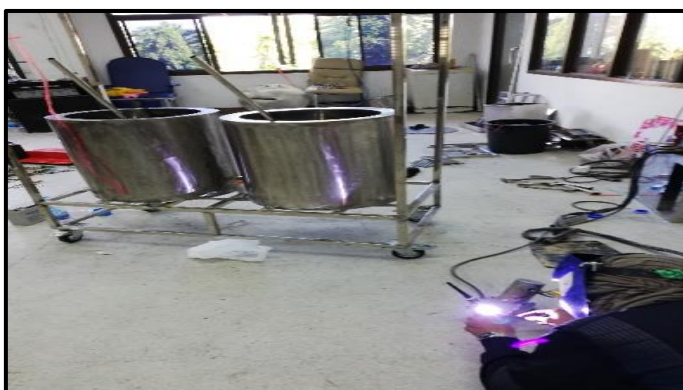
ภาพที่ 3-124 แสดงการเชื่อมประกอบเพื่อจัดทำหม้อย้อมสี
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-125 แสดงการตัดแผ่นสแตนเลสเพื่อจัดทำฝามือย้อมสี
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



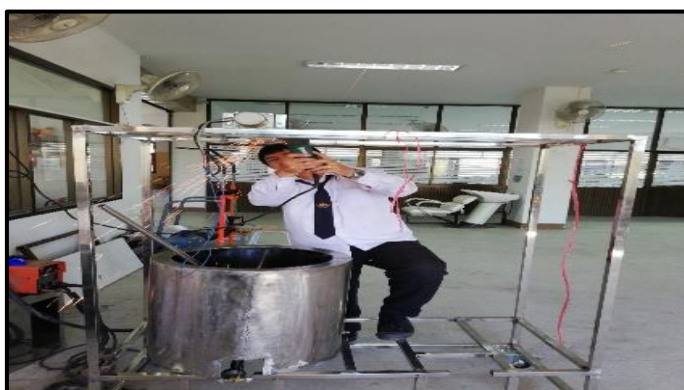
ภาพที่ 3-126 แสดงการติดตั้งพูลเลย์ส่งกำลัง
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-127 แสดงโครงสร้างของหม้อย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-128 แสดงการตัดแผ่นสแตนเลสเพื่อจัดทำฝามือย้อมสี
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-129 แสดงการประกอบมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ากับชุดเพลาส่งกำลัง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-130 แสดงการติดตั้งชุดเพลาส่งกำลังเข้ากับมอเตอร์เกียร์ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-131 แสดงการทดสอบชุดเฟลาส่งกำลังเข้ากับมอเตอร์เกียร์ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-132 แสดงการทดสอบชุดเฟลาส่งกำลังเข้ากับมอเตอร์เกียร์ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



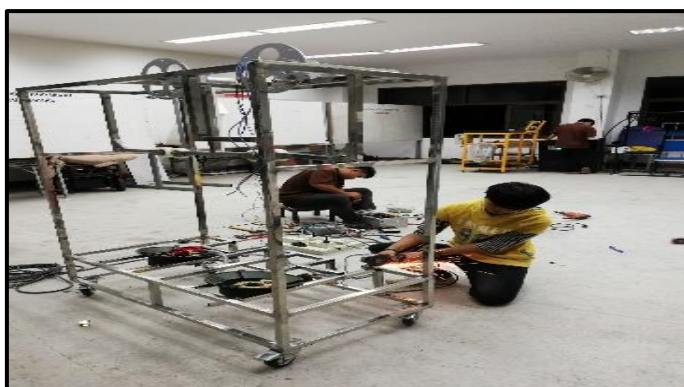
ภาพที่ 3-133 แสดงการเชื่อมประกอบเพื่อจัดทำชุดแกนยกเส้นไหม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



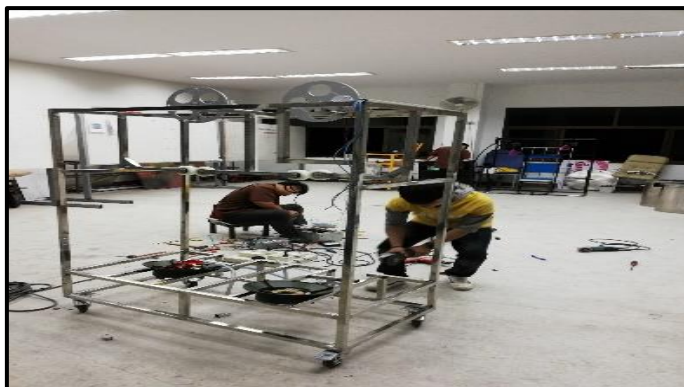
ภาพที่ 3-134 แสดงตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งเข้ากับโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



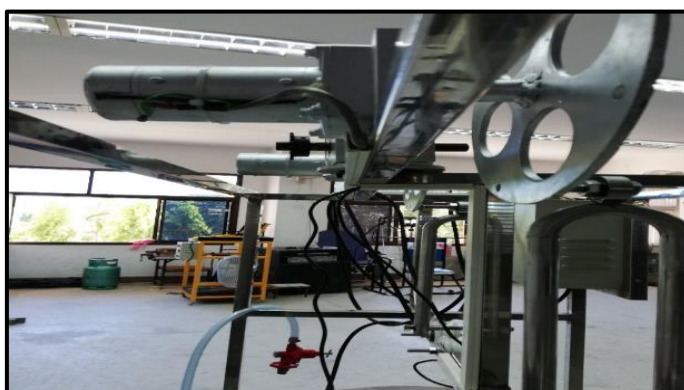
ภาพที่ 3-135 แสดงการประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-136 แสดงการเชื่อมประกอบระบบโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-137 แสดงการเจียรและเชื่อมประกอบระบบโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-138 แสดงการทดสอบชุดเพลาส่งกำลังเข้ากับมอเตอร์เกียร์ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



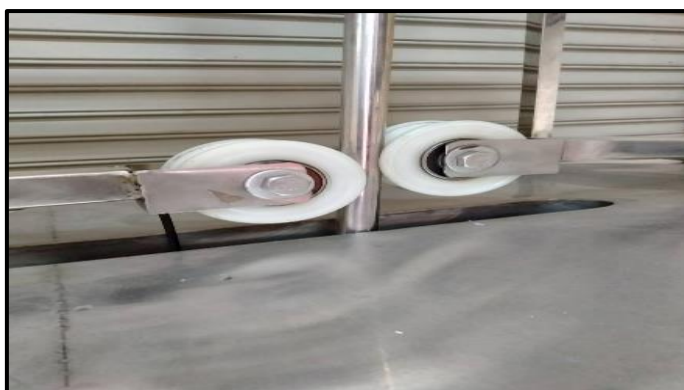
ภาพที่ 3-139 แสดงการติดตั้งพลูเลย์เพลาส่งกำลังเข้ากับมอเตอร์เกียร์ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



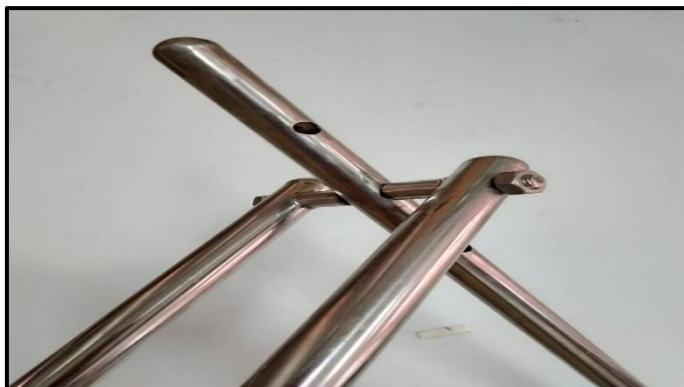
ภาพที่ 3-140 แสดงการติดตั้งพลูเลย์เข้ากับมอเตอร์เกียร์ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-141 แสดงการทดสอบชุดเพลาส่งกำลังเข้ากับมอเตอร์เกียร์ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-142 แสดงการติดตั้งล้อประกอบชุดแกนยกเส้นไหมเข้ากับโครงสร้างเครื่อง
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



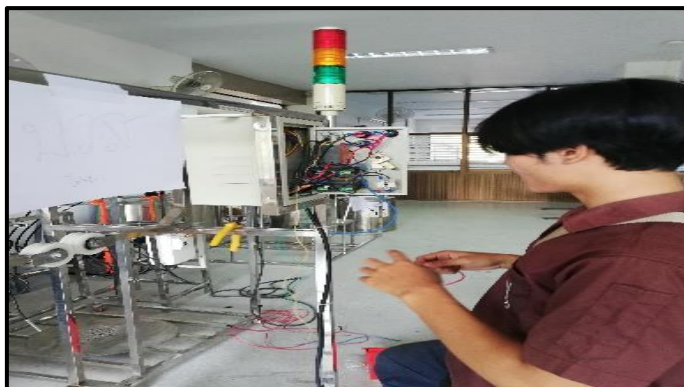
ภาพที่ 3-143 แสดงการประกอบชุดแกนยกเส้นไหมและเส้นฝ้ายให้สามารถ
รับน้ำหนักได้มากขึ้น (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-144 แสดงชุดแกนยกเส้นไหมและเส้นฝ้าย
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-145 แสดงโครงสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายในรุ่นที่ 5
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-146 แสดงการต่อวงจรภายในตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-147 แสดงการประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-148 แสดงการประกอบและติดตั้งไฟสัญญาณเตือนแบบชั้น
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)

ส่วนประกอบด้านหน้าของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า



ภาพที่ 3-149 แสดงด้านหน้าของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-150 แสดงด้านหน้าของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายในรุ่นที่ 5
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-151 แสดงด้านหน้าของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายในรุ่นที่ 5
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-152 แสดงการนำเครื่องไปทดสอบใช้งานจริง
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-153 แสดงการนำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5
ไปทดสอบใช้งานจริง (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-154 แสดงการทดสอบใช้งานจริงโดยกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพการทำผ้าไหมและผ้าฝ้าย
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-155 แสดงการนำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5
ไปทดสอบใช้งานจริง (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-156 แสดงการนำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5
ไปร่วมประกวดจัดแสดงในงานเกษตรอีสานใต้ (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-157 แสดงการนำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 ไปร่วมจัดแสดงในงานวันนักประดิษฐ์ (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-158 แสดงการนำเครื่องไปร่วมจัดแสดงในการรับรางวัลการประกวดสิ่งประดิษฐ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)



ภาพที่ 3-159 แสดงการนำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 ไปร่วมจัดแสดงในการประกวดโครงการวิชาชีพ (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2562)

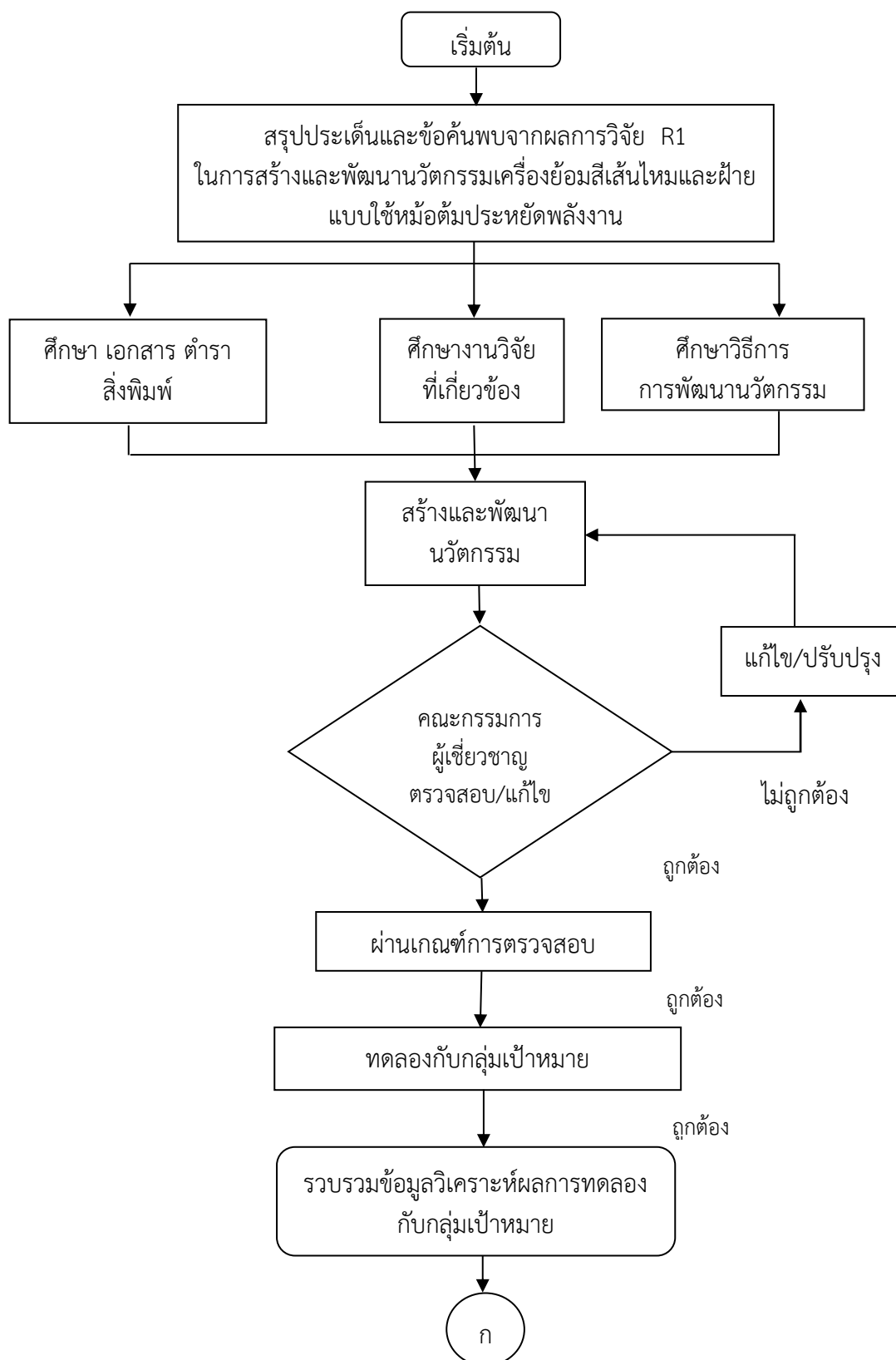


ภาพที่ 3-160 แสดงการนำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 ไปร่วมประกวดในระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ณ วิทยาลัยเทคนิคชุมแพ จังหวัดขอนแก่น (ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2562)



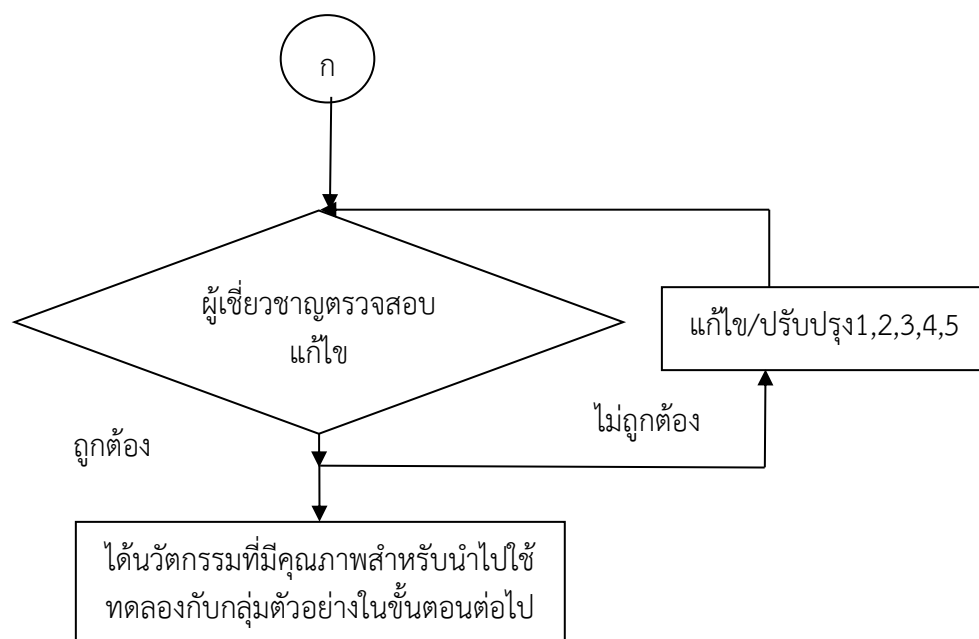
ภาพที่ 3-161 แสดงผู้ทรงคุณวุฒิจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้ให้คำแนะนำในการพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 5 ก่อนนำไปร่วมประกวดสิ่งประดิษฐ์ในงานเกษตรอีสานใต้ (ที่มา : วัทัญญ บุตรศรี, 2562)

การสะท้อนผลการปฏิบัติ กล่าวได้ว่าการวิจัยปฏิบัติการ เป็นการวิจัยประเภทหนึ่งซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างมีระบบ ซึ่งผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ การดำเนินการอย่างต่อเนื่องไปสู่การปรับเปลี่ยนเข้าสู่วงจรใหม่จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวงจรของ Kemmis and Mc Taggart (1990 : 8-9, อ้างถึงใน อีรุฒิ เอกะกุล, 2546 : 34 - 44) ดังแผนภูมิที่ 3-9 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม



แผนภูมิที่ 3-9 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการดำเนินการสร้างและพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน (ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2561)

แผนภูมิที่ 3-9 (ต่อ)



แผนภูมิที่ 3-9 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการดำเนินการสร้างและพัฒนา นวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหม และฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน (ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561) (ต่อ)

จากแผนภูมิที่ 3-9 สรุปได้ว่าขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม ในประเด็นและข้อค้นพบ จากผลการวิจัย R1 นำมาสู่การสร้างและพัฒนา นวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้ม ประหยัดพลังงาน (Innovation) โดยมีการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาอย่างมีคุณภาพ

1. ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการประเมินผลตรวจสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงาน ตามวงจรที่ 1,2,3,4,5 ดังภาพที่ 3-1 ถึงภาพที่ 3-161

เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 1



ภาพที่ 3-162 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 1
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 2



ภาพที่ 3-163 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 2
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 3



ภาพที่ 3-164 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 3
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)

เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 4



ภาพที่ 3-165 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 4
(ที่มา : วทีญญ บุตรศรี, 2561)

เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 5



ภาพที่ 3-166 แสดงเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในวงจรที่ 5
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2562)

จากภาพที่ 3-1 ถึงภาพที่ 3-161 จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการดำเนินการสร้างนวัตกรรมในประเด็นและข้อค้นพบจากผลการวิจัย R1 นำมาสู่การสร้างและพัฒนาวัตกรรรมจากการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายแบบเดิมของชาวบ้าน ได้มีการพัฒนาเป็นเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน (Innovation) ในแต่ละรุ่น โดยมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างมีคุณภาพจนสามารถใช้งานตามวัตถุประสงค์ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานจริง

2. ค่าความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนกับหลังการพัฒนาวัตกรรรมด้วยวิธีของ Wilcoxon Signed Ranks Test (บุญชม ศรีสะอาด, 2551 : 145) และสมมติฐานการวิจัย ผลต่างของคะแนนจากการประเมินตรวจสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงาน หลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนาวัตกรรรม

3. นำผลการประเมินตรวจสอบที่ได้แล้วมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำเสนอแบบความเรียง ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณทำการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ค่าร้อยละ (Percentage) มีสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 104)

$$P = \left(\frac{f}{n} \right) \times 100$$

เมื่อ	P	=	ร้อยละ
	f	=	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	=	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 102)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	\bar{X}	=	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร
	$\sum X$	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	=	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

3. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีสูตร ดังนี้ (วาโร พึงสวัสดิ์, 2546 : 96)

$$S = \frac{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ	S	=	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	=	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มยกกำลังสอง
	n	=	คะแนนแต่ละตัวจำนวนคะแนนในกลุ่ม

4. วิเคราะห์สถิติอ้างอิงโดยการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนกับหลัง การพัฒนานวัตกรรมด้วยวิธีของ Wilcoxon Signed Ranks Test (บุญชม ศรีสะอาด, 2551 : 145) โดยผลต่างของคะแนนประเมินตรวจสอบสมรรถนะ และประสิทธิภาพการทำงานหลังการพัฒนาสูงกว่า ก่อนการพัฒนานวัตกรรม

วิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 3

ในขั้นตอนที่ 3 นี้ ผู้วิจัยได้นำผลจากการพัฒนานวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ที่ได้มาจากการสร้างและพัฒนานวัตกรรมในวงจรที่ 5 มาใช้ในการทดลอง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดลำดับการนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- 1.1 ประชากร
- 1.2 กลุ่มตัวอย่าง
- 1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล
- 1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 1.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 3-9 การดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 เป็นการทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้าย แบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน	
วัตถุประสงค์	เพื่อทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน
ขั้นตอนการดำเนินการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำการประเมินสมรรถนะและประสิทธิภาพก่อนการทดลอง 2. ทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน 3. ทำการประเมินสมรรถนะและประสิทธิภาพหลังการทดลอง 4. สอบถามความพึงพอใจ
ผลการดำเนินการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผลการทดลองเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 2. เผยแพร่ผลงานนวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในการเข้าร่วมประกวดรวมถึงการนำเสนอผลงานกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัย

จากตารางที่ 3-9 การดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ด้วยกระบวนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental)

1.1 ประชากร คือผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายในจังหวัดอุบลราชธานี

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายในจังหวัดอุบลราชธานี รวมจำนวน 30 คน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเป็นผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย เป็นผู้ให้ข้อมูล

กระบวนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental)

1. กลุ่มทดลอง ได้แก่ ผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ได้นำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจริง

2. กลุ่มควบคุม ได้แก่ ผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย โดยใช้วิธีการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายแบบเดิม

ในการคัดเลือกผู้ประกอบการเข้าสู่หน่วยทดลอง โดยใช้วิธีการเลือกผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ดังแสดงในตารางที่ 3-10 ดังนี้

ตารางที่ 3-10 จำนวนผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มทดลอง (คน)	กลุ่มควบคุม (คน)	รวม (คน)
15	15	30

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือรูปแบบการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย
2. ตัวแปรตาม ได้จากคะแนนการทดสอบการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายทั้งสองวิธี และความคิดเห็นที่มีต่อวิธีการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานที่ได้พัฒนาขึ้น
3. สมมติฐานการวิจัย คือผลต่างของการวัดตัวแปร หลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่า ผลต่างของผลการวัดตัวแปรหลังการทดลองกับก่อนทดลอง ของกลุ่มควบคุมทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจจากการที่ได้ทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในระดับมาก

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เป็นเครื่องมือที่ผ่านการหาคุณภาพแล้วจากกระบวนการสร้างและพัฒนาวัตกรรม เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย จำนวนรวม 30 คน ตามแบบประเมินการให้คะแนนก่อนและหลังการทดลองใช้งาน การรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1.3.1 ผู้วิจัยได้นำหนังสือราชการจากวิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี ไปขอความอนุเคราะห์ไปให้กับผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย ประเมินความพึงพอใจในการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน

1.3.2 ผู้ประกอบการด้านการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้าย ประเมินความพึงพอใจในการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ ดังนี้ (McIver and Camines 1981 : 24)

ระดับคะแนน การแปลความหมาย

- 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายถึง พึงพอใจมาก
- 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย
- 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

การตรวจนับคะแนนจากการประเมิน และนำข้อมูลมาแปลผลค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นที่มีต่อการประเมินความพึงพอใจ ในการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน โดยกำหนดเกณฑ์เป็นช่วงคะแนนและแปลผลตามเกณฑ์การประเมิน โดยยึดหลักแนวคิดของเบสท์ (Best 1981 : 164) ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยมีวิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1.4.1 ผู้วิจัยกำหนดกิจกรรมและวิธีในการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายทั้ง 2 แบบ

1.4.2 ให้กลุ่มทดลองทำแบบประเมินก่อนการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย (Pretest) และหลังการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย (Posttest)

1.4.3 หลังกระบวนการทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน

1.4.4 ตรวจสอบผลการประเมินที่ได้แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ แผนการทดลองใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experiment) เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองไม่ได้ดำเนินการสุ่มแบบสมบูรณ์ โดยมีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม มีการวัดผลก่อนการทดลองเพื่อใช้ตรวจสอบความเท่าเทียมกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Pre-test Post-test control Group Design) อีรวุฒิ เอกะกุล (2555:59) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

EO ₁	X	O ₂
C O ₃		O ₄

E คือ กลุ่มทดลอง

C คือ กลุ่มควบคุม

O₁ คือ การทดสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง

O₂ คือ การทดสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

O₃ คือ การทดสอบก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม

O₄ คือ การทดสอบหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

X คือ เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน

1.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำเสนอแบบความเรียง ส่วนการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

1.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติพื้นฐาน

1.5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคะแนนการทดลองก่อนและหลังที่แตกต่างกัน โดยใช้การวิเคราะห์ค่าคะแนนที่

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าร้อยละ (Percentage) มีสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 104)

$$P = \left(\frac{f}{n} \right) \times 100$$

เมื่อ	P	=	ร้อยละ
	f	=	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	=	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 102)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	\bar{X}	=	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร
	$\sum X$	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	=	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

3. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีสูตร ดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2546 : 96)

$$S = \frac{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ	S	=	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	=	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มยกกำลังสอง
	n	=	คะแนนแต่ละตัวจำนวนคะแนนในกลุ่ม

4. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยการทดสอบค่าที ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

5. ทำการเผยแพร่ผลงาน เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน โดยการนำนวัตกรรม (Innovation) เข้าร่วมจัดนิทรรศการและเข้าร่วมการประกวดกับหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้ การแข่งขันสุดยอดนวัตกรรมและการประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.), การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การเข้าร่วมในการประกวดสิ่งประดิษฐ์ในระดับนานาชาติงาน “The 8th International Engineering Invention & Innovation 2018” (i-ENVEX 2018) ณ รัฐเปอร์ลิส สหพันธรัฐมาเลเซีย โดยการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

(วช.) การได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(กฟผ.) และการได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) รวมถึงการได้รับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอนุสิทธิบัตรการประดิษฐ์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

วิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 4

เพื่อทดลองใช้นวัตกรรมเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในการดำเนินงานครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดลำดับการนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- 1.1 กลุ่มเป้าหมายในการพัฒนาตัวชี้วัด
- 1.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน แสดงในตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 การดำเนินการในขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน	
วัตถุประสงค์	เพื่อประเมินผลการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน
ขั้นตอนการดำเนินการ	1. พัฒนาตัวชี้วัดความสำเร็จของการพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานตามที่คณะของผู้เชี่ยวชาญ 2. ขั้นตอนการประเมินระบบเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน แบ่งเป็นสามระยะคือ ระยะเริ่มต้น ระหว่างดำเนินการ และระยะสิ้นสุดการดำเนินการ
ผลการดำเนินการ	ผลการประเมินผลเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน บรรลุตามสมมติฐานการประเมินและการเผยแพร่ผลงาน

จากตารางที่ 3-11 การประเมินผลการใช้เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ในการตรวจสอบผลการดำเนินการว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของกระบวนการสามารถตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ต้องประเมินวัตถุประสงค์ของการประเมินคือ การตัดสินคุณค่าของเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ทราบได้จากผลการประเมิน (ศิริชัย กาญจนวาศรี, 2550 : 57)

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตงานวิจัยเป็นขอบเขตด้านเนื้อหา ประชากรและตัวแปร ที่ศึกษาโดยมีรายละเอียด ดังนี้ ขอบเขตของเนื้อหาการวิจัยในครั้งนี้มุ่งพัฒนาตัวชี้วัดความสำเร็จของการ พัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ตามทัศนะของผู้เชี่ยวชาญและ ผู้ประกอบการ โดยประเมินจากกระบวนการวิจัย การวิจัยเชิงทดลอง ในภาพรวมก่อนการดำเนินการ วิจัยเชิงทดลอง ประเมินระหว่างดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง และทำการประเมินผลการดำเนินงานเมื่อ สิ้นสุดโครงการ ตามกรอบแนวคิดการประเมิน (Context-Input-Process-Output Approach) ศิริชัย กาญจนวาศรี (2550:115-116) โดยวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 4 มี ดังนี้

1.1 กลุ่มเป้าหมายในการพัฒนาตัวชี้วัด ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ในการ พัฒนาตัวชี้วัดประกอบด้วยบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับ การพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบ ใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา และผู้ประเมินที่มีความเชี่ยวชาญด้านการ ประเมินและการพัฒนานวัตกรรม จำนวน 5 ท่าน

1.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ดังนี้

1.2.1 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการประเมิน การพัฒนาตัวชี้วัดจากตำราและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง

1.2.2 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำใช้เป็นข้อมูลประกอบการร่าง ตัวชี้วัดตามกรอบและประเด็นการประเมิน

1.2.3 นำตัวอย่างมาจัดทำเป็นแบบประเมินความสอดคล้องและกำหนดเกณฑ์ การประเมิน

1.2.4 นำแบบประเมินตัวชี้วัดไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความ สอดคล้องระหว่างกรอบและประเด็นการประเมินกับตัวชี้วัดจากค่า (IOC) แล้วนำตัวชี้วัดที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาทำเป็นแบบประเมิน

1.2.5 ทำการเผยแพร่ผลงาน เครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัด พลังงาน โดยการนำนวัตกรรม (Innovation) เข้าร่วมจัดนิทรรศการและเข้าร่วมการประกวดกับหน่วยงาน ต่าง ๆ ดังนี้ การแข่งขันสุดยอดนวัตกรรมและการประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ สำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.), กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ,กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การเข้าร่วมในการประกวดสิ่งประดิษฐ์ในระดับนานาชาติในงาน “The 8th International Engineering Invention & Innovation 2018” (i-ENVEX 2018) ณ รัฐเปอร์ลิส สหพันธรัฐมาเลเซียโดยการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) การได้รับทุนสนับสนุน การวิจัยจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และการได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) รวมถึงการได้รับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอนุสิทธิบัตร การประดิษฐ์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

1.3 การรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1.3.1 ผู้วิจัยนำหนังสือราชการ จากวิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี ไปขอความอนุเคราะห์ให้กับผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน

1.3.2 ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินผลเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน จำนวน 5 ท่าน พิจารณาเก็บข้อมูลโดยทำการประเมินระยะเริ่มต้น ระยะการดำเนินงาน และระยะสิ้นสุดของการดำเนินงาน ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ (McIver and Camines 1981 : 24)

ระดับคะแนน	การแปลความหมาย
5	หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
4	หมายถึง พึงพอใจมาก
3	หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
2	หมายถึง พึงพอใจน้อย
1	หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

การตรวจนับคะแนนจากการประเมิน และนำข้อมูลมาแปลผลค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นที่มีต่อเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน โดยกำหนดเกณฑ์เป็นช่วงคะแนนและแปลผลตามเกณฑ์การประเมิน โดยยึดหลักแนวคิดของเบสท์ (Best 1981 : 164) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง มีระดับความคิดเห็นมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง มีระดับความคิดเห็นมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง มีระดับความคิดเห็นปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง มีระดับความคิดเห็นน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง มีระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ค่าร้อยละ (Percentage) มีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 104)

$$P = \left(\frac{f}{n} \right) \times 100$$

เมื่อ	P	=	ร้อยละ
	f	=	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	=	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 102)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร
 $\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n = จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

3. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีสูตร ดังนี้
 (วาโร เฟ็งส์วีสดี, 2546 : 96)

$$S = \frac{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มยกกำลังสอง
 n = คะแนนแต่ละตัวจำนวนคะแนนในกลุ่ม