

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งเป็นการวิจัยซึ่งมุ่งหวังได้รูปแบบงานประติมากรรม ภาพนูนต่ำจากน้ำยางธรรมชาติ เพื่อนำไปพัฒนาหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง ในรายวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 ดังนั้น เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 วิจัยการพัฒนารูปแบบงานประติมากรรมภาพนูนต่ำจากน้ำยางธรรมชาติ

ตอนที่ 2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง ในรายวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 ดังรายละเอียดตามกระบวนการวิจัยดังต่อไปนี้

#### 3.1 วิจัยการพัฒนารูปแบบงานประติมากรรมภาพนูนต่ำจากน้ำยางธรรมชาติ

3.1.1 การพัฒนารูปแบบงานประติมากรรมภาพนูนต่ำจากน้ำยางธรรมชาติ ในการวิจัย ได้เตรียมเครื่องมือวัสดุ อุปกรณ์ในการทดลองและขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

##### 3.1.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) น้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียสูง (High Ammonia Concentrated Natural Latex) มีปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, DRC) ประมาณ 60.01% ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid Content, TSC) ในน้ำยาง 61.5% และเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 0.7% ได้มาจากบริษัทศรีตรัง จำกัด (มหาชน)

2) สารละลายโพแทสเซียมโอเลต (Potassium Olate Solution) เตรียมอยู่ในรูปสารละลายเข้มข้น 10% (w/v) โดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดโอเลอิก ได้สารละลายสบู่ที่มีลักษณะใส หนืด ได้มาจากบริษัทล็กกี้ไฟร์ จำกัด

3) ซิงค์ออกไซด์ (Zinc Oxide, ZnO) ลักษณะเป็นผงสีขาวครีมขุ่น ใช้ในรูปของสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 50% ได้มาจากบริษัทล็กกี้ไฟร์ จำกัด

4) กำมะถัน (Sulphur, S) เป็นเกรดที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาง มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง ขุ่น ใช้ในรูปของสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 50% ได้มาจากบริษัทล็กกี้ไฟร์ จำกัด

- 5) ซิงค์ไดเอทิลไดไธโอคาร์บาเมต (Zinc - N - Diethyl Dithio Carbamate, ZDEC) มีลักษณะเป็นผงสีขาวเทา ชุ่่น ใช้ในรูปของสารแขวนลอย 50% ได้มาจากบริษัทล็กกี้ไฟร์ จำกัด
- 6) ซิงค์เบอแคปโตเบนโซไทอาโซล (Zinc - 2 - Mercapto Benzo Thiazole, ZMBT) มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง ชุ่่น ใช้ในรูปของสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 50% ได้มาจากบริษัทล็กกี้ไฟร์ จำกัด
- 7) โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ (Sodium Silicon Fluoride, SSF) มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว ชุ่่น ใช้ในรูปของสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 10% ได้มาจากบริษัทล็กกี้ไฟร์ จำกัด
- 8) ไดฟีนิลกัวนินีน (Diphenyl Guanidine, DPG) ลักษณะเป็นผงสีขาวหยาบ ชุ่่น ได้ในรูปของสารแขวนลอย 30% ทำหน้าที่เป็นสารก่อเจลเสริมได้มาจากบริษัทล็กกี้ไฟร์ จำกัด
- 9) เบนโทไนท์เคลย์ (Bentonite Clay) เป็นชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาง มีลักษณะเป็นผงสีเทา ใช้เป็นสารป้องกันการตกตะกอนของสารเคมีที่บด เมื่อเตรียมให้อยู่ในรูปของสารแขวนลอย
- 10) แอลซี (LC) เป็นสารป้องกันการเสื่อม มีลักษณะเป็นผงสีขาวเทา ชุ่่น ใช้ในรูปของสารแขวนลอย 50% ได้มาจากบริษัทล็กกี้ไฟร์ จำกัด
- 11) เครื่องตีฟอง มีลักษณะเหมือนเครื่องทำขนมเค้ก ซึ่งมีหม้อกวนและชุดตีปั่น เป็นซีลวดความเร็วในการตีปั่น สามารถปรับได้ตั้งแต่ 60 - 360 รอบต่อนาที ผลิตโดย บริษัท Kitchen Aid Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะของเครื่องดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เครื่องตีฟองในการผลิตฟองยาง

12) เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง ชั่งน้ำหนักสูงสุดสูง 1,000 กรัม ผลิตจากประเทศจีน มีลักษณะดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 เครื่องชั่งสารเคมี

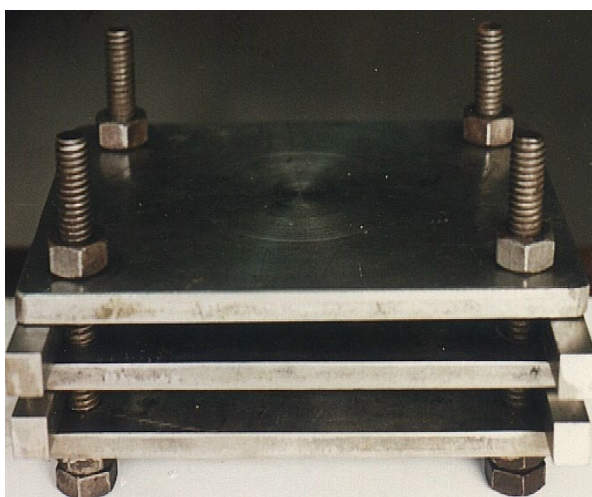
13) ตู้อบ (Universal Oven) มีขนาดภายนอก 110 x 110 เซนติเมตร และขนาดช่องอบภายใน 100 x 100 x 100 เซนติเมตร มีระบบควบคุมความสม่ำเสมอของอุณหภูมิ สามารถปรับอุณหภูมิถึง 250 °C ตั้งเวลาเปิดปิดได้นาน 24 ชั่วโมง ผลิตโดยบริษัทหงส์ยาวไทยประเทศจีน

14) เครื่องกวนน้ำยาง สามารถปั่นได้ 50 – 2,000 รอบต่อนาที ปริมาตรในการกวนผสมสูงสุด 20 ลิตร ลักษณะของเครื่อง ดังภาพที่ 3.3



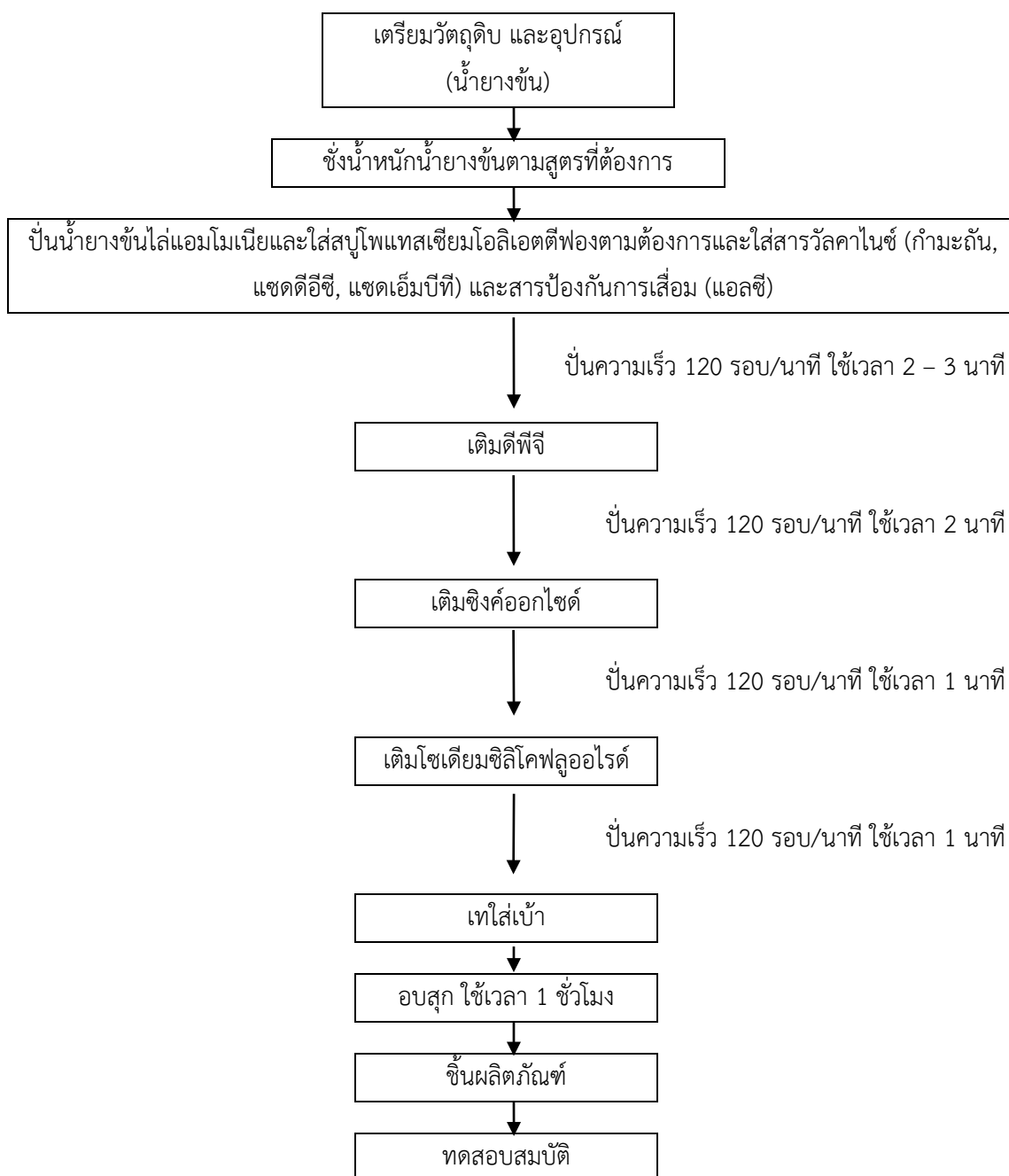
ภาพที่ 3.3 เครื่องกวนน้ำยาง

15) ชุดทดสอบความสามารถในการคืนรูป (Compression Set Test Apparatus) ลักษณะเป็นเหล็กแบนสี่เหลี่ยมมาประกบกัน โดยประกอบด้วย แผ่นเหล็กแบน 3 แผ่น ขนาดแผ่นเหล็กแต่ละชั้น มีขนาด  $200 \times 150 \times 10$  มิลลิเมตร แผ่นเหล็กทั้งหมดยึดด้วยสกรู 4 ตัว มีแท่งเหล็กกั้นระยะ (Spacer) ลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาด  $9.5 \times 150 \times 9.5$  มิลลิเมตร ชุดทดสอบมีลักษณะดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ชุดทดสอบความสามารถในการคืนรูป

3.1.1.2 ขั้นตอนการเตรียมฟองยาง กระบวนการเตรียมฟองยาง ได้มีการประยุกต์จากวิธีการต้นลอปในการทำวิจัยครั้งนี้เลือกการเตรียมฟองยางตามกระบวนการเตรียมแบบไม่บ่มแรงและบ่มแรง ซึ่งสามารถเตรียมได้โดยการผสมน้ำยางธรรมชาติกับสบูโพลีเอทเธมโพลิเอทเธมนำมาตีฟองให้ได้ฟองตามที่ต้องการ หลังจากนั้นใส่สารวัลคาไนซ์ สารก่อเจลเสริม สารกระตุ้นและสารก่อเจลหลักตามลำดับ รายละเอียดของขั้นตอนการเตรียมฟองยาง ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการเตรียมฟองยาง

## 3.1.1.3 วิธีการดำเนินการ

- 1) ออกแบบผลิตภัณฑ์งานประติมากรรมภาพปูนต้ำ เพื่อเป็นของที่ระลึกและเป็นผลิตภัณฑ์
- 2) ผลิตแม่พิมพ์ตามแบบกำหนด โดยใช้ยางซิลิโคนเป็นแม่พิมพ์ของที่ระลึกภาพปูนต้ำ
- 3) ดำเนินการทดลองเตรียมฟองยาง เพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ดังนี้

ก. ศึกษาสูตรฟองยางสำหรับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกภาพปูนต้ำ โดยเตรียมฟองยางโดยใช้สูตรตั้งต้นที่ผลิตฟองยาง (ตามรายงานวิจัยของสุรศักดิ์, 2549) จากนั้นทดลองตามตารางที่ 3.1 โดยศึกษาอิทธิพลของสารเคมีแต่ละชนิดและปริมาณที่เหมาะสม เช่น ปริมาณสบู่ ปริมาณซิงค์ออกไซด์ ปริมาณดีพีจี และปริมาณเอสเอสเอฟ แล้วสังเกตพฤติกรรมการเกิดฟอง ดูการจับตัวหลังจากการเติมสารก่อเจลหลัก ลักษณะของฟองยางหลังจากการวัลคาไนซ์ นำฟองยางที่ได้มาทดสอบสมบัติ และเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 3.1 ศึกษาอิทธิพลของสารเคมีแต่ละชนิดและปริมาณที่ระดับต่าง ๆ

สารเคมี	สูตรที่	น้ำหนักเปียก (กรัม)						
	1	2	3	4	5	6	7	
60% น้ำยาล้างไขมันเนี่ยสูง		167	167	167	167	167	167	167
20% โพลเทสเซียมโอเลต *		2	4	6	8	10	12	14
50% กำมะถัน		5	5	5	5	5	5	5
50% แซตดีอีซี		2	2	2	2	2	2	2
50% แซตเอ็มบีที		2	2	2	2	2	2	2
50% ซีพีแอล		2	2	2	2	2	2	2
50% ซิงค์ออกไซด์ *		2	4	6	8	10	12	14
30% ดีพีจี *		1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
10% เอสเอสเอฟ *		6	7	8	9	10	11	12

\* หมายถึง สารเคมีต้องศึกษาและแปรปริมาณ

เตรียมฟองน้ำยางธรรมชาติตามสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทำฟองยาง มาทดลองรวมสารเคมีให้เป็นชุด เพื่อความสะดวกในการทำฟองยางและเพื่อลดเวลาสำหรับการเตรียมสารเคมีในแต่ละกระบวนการ

ข. ทดลองเตรียมสารเคมีเป็นชุด เช่น เป็นชุดสารวัลคาไนซ์ ชุดสารทำให้เกิดฟอง ชุดสารเจลา เป็นต้น

ค. เมื่อเตรียมสารเป็นชุดได้ตามหัวข้อ ข. สามารถทำฟองยางได้ดีแล้ว ทดลองทำฟองยาง โดยวิธีการบ่มน้ำยางกับสารเคมีในเวลา 24 – 48 ชั่วโมง เพื่อหาเวลาการบ่มและสูตรที่เหมาะสมมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์

4) ผลิตผลิตภัณฑ์จากฟองยางเป็นผลิตภัณฑ์งานประติมากรรมภาพปูนต่ำจากฟองยางธรรมชาติ

5) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ก. พฤติกรรมการเกิดฟองยางใช้แบบบันทึกและสังเกตลักษณะการเกิดฟอง

ข. เวลาการเซตตัวของฟองยางหลังเติมสารเจลาหลัก ใช้แบบบันทึกเวลาการจับตัวของฟอง

ค. หาค่าความหนาแน่นของยางฟองน้ำ ยึดการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 1055 – 90 (1994) โดยตัดชิ้นทดสอบเป็นรูปสี่เหลี่ยม  $3.0 \times 3.0 \times 2.9$  เซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักของชิ้นทดสอบที่ได้ด้วยเครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง ค่าที่ได้ คือ มวล (M) แล้ว คำนวณค่าที่ได้ตามสูตรดังนี้  $D = M/V \text{ (g/cm}^3\text{)}$

$D =$  ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบ ( $\text{g/cm}^3$ )

$M =$  น้ำหนักของชิ้นทดสอบ (g)

$V =$  ปริมาตรของชิ้นทดสอบ ( $\text{cm}^3$ )

ทดสอบความสามารถในการคืนรูป (Compression Set) โดยตัดชิ้นทดสอบเป็นรูปวงกลม มีขนาด  $29 \times 19$  มิลลิเมตร แล้วกดให้ยุบตัว 50% ของความสูงเดิม อบที่อุณหภูมิ  $70^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 22 ชั่วโมง วัดความสูงของชิ้นทดสอบ ได้ค่า (t) แล้วคำนวณตามสูตรดังนี้

$\text{Compression Set (\%)} = (t_0 - t) / t_0 \times 100$

t = ความหนาหลังการทดสอบ (mm)

$t_0 =$  ความหนาเดิม (mm)

6) การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติหาค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

## 3.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จาก น้ำยาง ในรายวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 ดังรายละเอียดตามกระบวนการวิจัย ดังต่อไปนี้

### 3.2.1 ผลการพัฒนารูปแบบงานประติมากรรมนูนต่ำจากน้ำยางธรรมชาติ ดังหัวข้อที่

3.1.1.1 นำไปทดลองใช้ในการหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง ดำเนินการวิจัยดังนี้

#### 3.2.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปวส.ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ วิทยาลัยเทคนิคตรัง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 รายวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง

#### 3.2.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ วิทยาลัยเทคนิคตรัง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 14 คน ทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

#### 3.2.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เอกสารประกอบการเรียนวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ใช้เวลาในการเรียน 6 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง

2) แผนการสอนวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ใช้เวลาในการเรียน 6 ชั่วโมง/สัปดาห์

3) แบบประเมินเอกสารประกอบการเรียนวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ใช้เวลาในการเรียน 6 ชั่วโมง/สัปดาห์

4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น 1 ชุด เป็นแบบทดสอบ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เพื่อใช้ในการวัดความรู้ก่อนเรียน หลังเรียน โดยศึกษาข้อมูลตามหลักการ ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง พร้อมให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุง แล้วนำไปทดลองใช้



### 3.2.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

1) จากการพัฒนารูปแบบงานประติมากรรมภาพปูนต้ำจากน้ำยางธรรมชาติ ในตอนที่ 1 ซึ่งผลของการวิจัย สามารถนำไปใช้งานและผลิตผลิตภัณฑ์ได้จริงตามผลของการวิจัยนั้น ผู้วิจัย จึงได้นำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนรายวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 ในหน่วยที่ 6 เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ วิทยาลัยเทคนิคตรัง จำนวน 14 คน ใช้เวลาในการเรียน 6 ชั่วโมง/สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1/2557 เพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามลำดับขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

2) ทดสอบผู้เรียนกลุ่มทดลองก่อนการเรียนรู้อยู่ โดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 2 ชุด ๆ ละ 10 ข้อ รวมข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ ทำแบบฝึกหัดที่ 1 และ 2 จากนั้นปฏิบัติงานตามใบงานที่ 1 – 4 และเมื่อจบการเรียนรู้อยู่ ได้ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบที่ชุดเดียวกัน นำมาวิเคราะห์ต่อไป

3) หลังจัดการเรียนรู้อยู่ได้ 3 สัปดาห์ ทำการทดสอบผู้เรียนกลุ่มทดลองด้วยแบบทดสอบหลังเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้อยู่ เพื่อหาค่าความคงทนในการเรียนรู้อยู่ของผู้เรียน เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

4) รวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาดำเนินการขั้นต่อไป โดยนำมาประมวลผลทางสถิติ

5) รายงานผลการวิจัยและเผยแพร่ผลงานวิจัย

### 3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการจัดการเรียนรู้อยู่มาประมวลผลตามระเบียบสถิติ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานดังนี้

1) สถิติพื้นฐาน

1.1) ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตรดังนี้ (ระวีวรรณ ชินะตระกูล, 2538)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

$\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

$N$  แทน จำนวนคนในกลุ่ม

1.2) ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (ระวีวรรณ ชินะตระกูล, 2538)

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

P	แทน	ร้อยละ
f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้ (ระวีวรรณ ชินะตระกูล, 2538)

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
$\sum$	แทน	ผลรวม

2) สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1) การหาค่าความเที่ยงตรง โดยความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ใช้สูตรดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จำรูญ, 2552)

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

IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด
N	แทน	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

2.2) อำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบโดยแบ่งจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง กับกลุ่มต่ำ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2547)

$$r = \frac{Ru - Rl}{f}$$

r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
---	-----	---------------

Ru	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้นถูก
Rl	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้นถูก
f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน

2.3) ความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบโดยแบ่งจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง กับกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 50% ของแต่ละกลุ่มโดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2547) มีสูตรดังนี้

$$P = \frac{Ru + Rl}{2f}$$

P	แทน	ค่าความยาก
Ru	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้นถูก
Rl	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้นถูก
f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน

2.4) การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอัตนัยชนิดจำกัดคำตอบ ใช้สูตรของ Lovett (บุญชม ศรีสะอาด, 2547)

$$rcc = 1 - \frac{K \sum X_i - \sum X_i^2}{(K-1) \sum (X_i - c)}$$

rcc	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
k	แทน	จำนวนข้อสอบ
Xi	แทน	คะแนนของแต่ละคน
C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

2.5) การคำนวณหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนรายวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 ในหน่วยที่ 6 เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส) ชั้นปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523) ใช้สูตรดังนี้

การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)

$$E_1 = \frac{X_1}{N \times A} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$X_1$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในบทเรียน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในบทเรียน
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2)

$$E_2 = \frac{X_2}{NxB} \times 100$$

เมื่อ $E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$X_2$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบในบทเรียน
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบในบทเรียน
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

2.6) สำหรับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pre – test) และหลังเรียน (Post – test) โดยใช้ t – test: Dependent (พิชิต ฤทธิ์จำรูญ, 2552) จากสูตร ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในการ แจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
$\sum D$	แทน	ผลรวมค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน
df	แทน	ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ n – 1

หรือ

2.7) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 กลุ่มอิสระ คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการทดสอบค่าที (t – test: independent) จากสูตรดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จำรูญ, 2552)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_1^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}, df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{เมื่อ } S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ z เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\bar{X}_1$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$\bar{X}_2$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุม

$n_1$  แทน จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง

$n_2$  แทน จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุม

df แทน ชั้นแห่งความอิสระ

2.8) หาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index, E.I.) ของเอกสารประกอบการเรียน เพื่อดูการพัฒนาการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน การคำนวณหาค่าดัชนีประสิทธิผลใช้วิธีการของ กูดแมน เฟรทเซอร์ และซินเดอร์ (สังคม ภูมิพันธ์ ม.ป.ป.)

$$E.I. = \frac{P2\% - P1\%}{100 - P1\%}$$

เมื่อ P1% แทน ร้อยละผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

P2% แทน ร้อยละผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

ค่าดัชนีประสิทธิผลที่ดี ควรมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

2.9) วิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับเอกสารประกอบการเรียนรายวิชาผลิตภัณฑ์น้ำยาง 1 ในหน่วยที่ 6 เรื่อง กระบวนการผลิตและการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางประเภทฟองยาง

สูตรการหาค่าเฉลี่ย

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

เมื่อกำหนดให้

$\bar{X}$	คือ	ค่าเฉลี่ย
X	คือ	ข้อมูล
$\sum X$	คือ	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
N	คือ	จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

สูตรการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

หรือหาได้จากสูตร

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N - 1)}}$$

เมื่อกำหนดให้

S.D.	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X$	คือ	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
$\bar{X}$	คือ	ค่าเฉลี่ย
N	คือ	จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

กำหนดระดับความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการเรียน 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ซึ่งเกณฑ์ในการยอมรับระดับความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการเรียน จะพิจารณา รายการประเมินแต่ละข้อแล้วหาค่าเฉลี่ย ซึ่งข้อวิจารณ์ที่ใช้กำหนดผลจากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย เป็นดังนี้คือ(ไชยยศ เรืองสุวรรณ,2533)

คะแนน 1.00-1.49	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยมาก
คะแนน 1.50-2.49	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย
คะแนน 2.50-3.49	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
คะแนน 3.50-4.49	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับดี
คะแนน 4.50-5.00	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก