

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนจากชุดการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย และเพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อคุณภาพชุดการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้ (1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 59 คน

##### 1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาปีที่ 2 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียน 3/2550 จำนวน 43 คน ใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

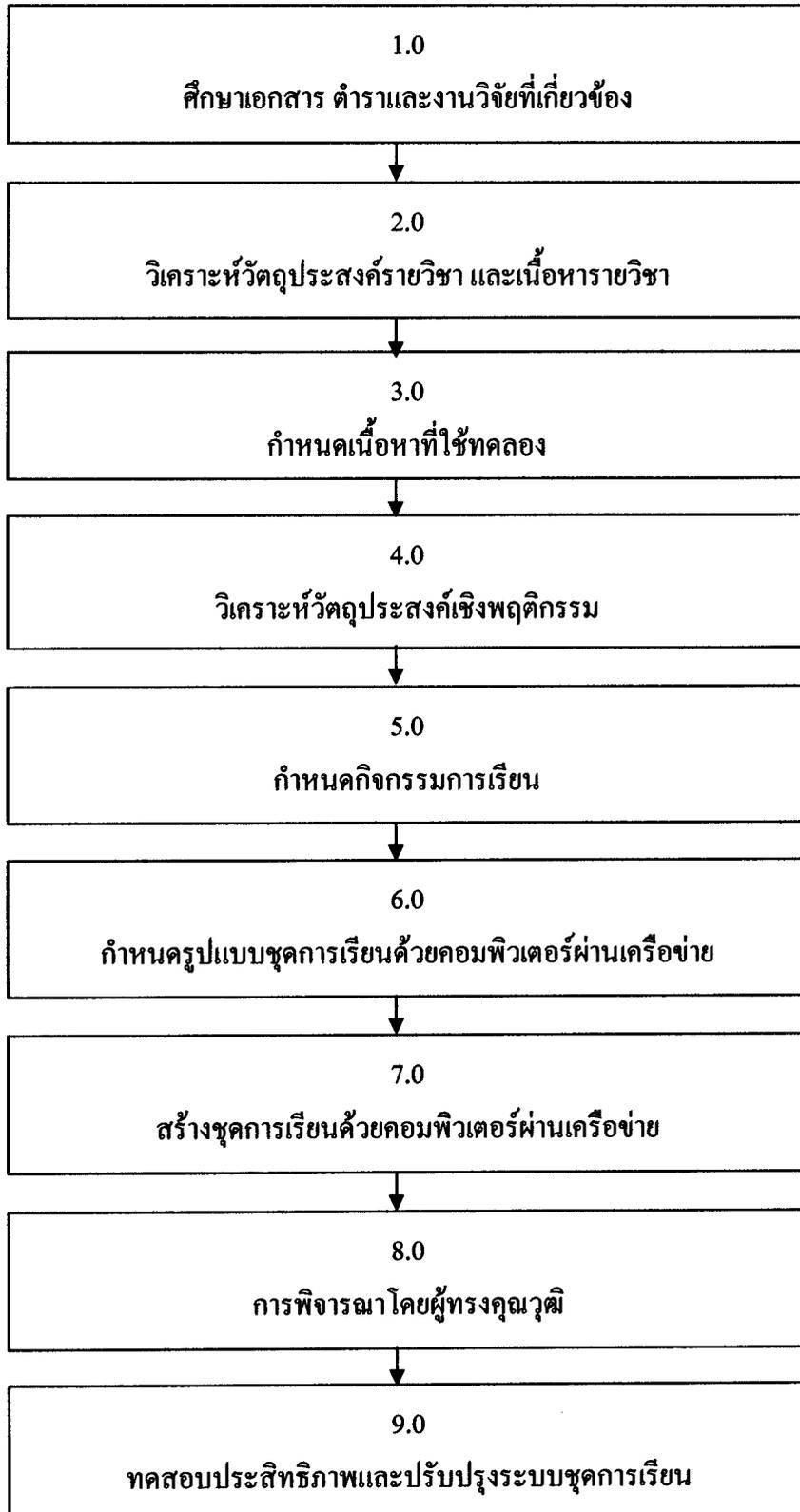
ผู้วิจัยได้นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย โดยพิจารณาจากนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษาในภาคเรียนที่ 3/2550 เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย 3 ขั้นตอน คือ ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวจำนวน 3 คน ทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มจำนวน 10 คน และทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจำนวน 30 คน

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) เครื่องมือที่เป็นต้นแบบชิ้นงานวิจัย ได้แก่ ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชา เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเชียงราย (2) เครื่องมือวัดผลลัพธ์และ (3) เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

### 2.1 เครื่องมือที่เป็นต้นแบบชิ้นงาน

เครื่องมือที่เป็นต้นแบบชิ้นงานในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ (1) เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา (2) การผลิตแผ่นภาพโปร่งใส และ (3) การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนการสร้าง 9 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

**ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับระบบการผลิตชุดการเรียน ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เพื่อใช้เป็นกรอบความคิดในการสร้างชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**ขั้นตอนที่ 2** วิเคราะห์วัตถุประสงค์รายวิชา และเนื้อหาวิชา โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชา วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาวิชา วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เพื่อแบ่งหน่วย การสอน โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็น 15 หน่วยการเรียน ดังนี้

หน่วยที่ 1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

หน่วยที่ 2 หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

หน่วยที่ 3 ระบบการสื่อสารทางการศึกษา

หน่วยที่ 4 การวิเคราะห์ระบบการสอนวิชาชีพ

หน่วยที่ 5 การจัดประสบการณ์การเรียนการสอนวิชาชีพ

หน่วยที่ 6 สื่อการเรียนการสอนวิชาชีพ

หน่วยที่ 7 สื่อประสม

หน่วยที่ 8 วิธีการผลิตสื่อเทคนิคศึกษา

หน่วยที่ 9 การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา

หน่วยที่ 10 การผลิตวัสดุกราฟิก

หน่วยที่ 11 การผลิตแผ่นภาพโปร่งใส

หน่วยที่ 12 การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์

หน่วยที่ 13 การผลิตสื่อวีดิทัศน์

หน่วยที่ 14 การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หน่วยที่ 15 การใช้และบำรุงรักษาซอฟต์แวร์อุปกรณ์

ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกเนื้อหาเพื่อพัฒนาชุดการเรียนในหน่วยที่ 9 การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา หน่วยที่ 11 การผลิตสื่อแผ่นภาพโปร่งใสและหน่วยที่ 12 การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ มาเป็นเนื้อหาในการสร้างชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เนื่องจากทั้ง 3 หน่วยการเรียน มีเนื้อหาวิชาครอบคลุมทักษะการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย ซึ่งต้องการให้นักศึกษาได้มีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานการถ่ายภาพเพื่อนำไปผลิตสื่อเทคนิคศึกษา และได้เรียนรู้การใช้อุปกรณ์การถ่ายภาพได้ชำนาญขึ้น อีกทั้งนักศึกษาสามารถทบทวนบทเรียนได้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต

**ขั้นตอนที่ 3 กำหนดเนื้อหาที่ใช้ทดลอง** กำหนดหัวเรื่องย่อยในแต่ละหน่วยโดยผู้วิจัย ได้นำเนื้อหาหน่วยที่ 9 หน่วยที่ 11 และหน่วยที่ 12 ของวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษาที่ใช้ในการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย มากำหนดหัวเรื่องโดยแบ่งเนื้อหาในแต่ละหน่วยออกเป็นตอน ๆ และเรื่องดังนี้

#### **หน่วยที่ 9 การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา**

##### **ตอนที่ 9.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการถ่ายภาพ**

เรื่องที่ 9.1.1 ความหมายของรูปภาพ

เรื่องที่ 9.1.2 ประโยชน์ของรูปภาพในการศึกษา

เรื่องที่ 9.1.3 หลักการพื้นฐานของกล้องถ่ายภาพ

##### **ตอนที่ 9.2 ส่วนประกอบของกล้องถ่ายภาพ**

เรื่องที่ 9.2.1 ตัวกล้อง

เรื่องที่ 9.2.2 ช่องมองภาพ

เรื่องที่ 9.2.3 เลนส์

เรื่องที่ 9.2.4 ส่วนประกอบอื่น ๆ

##### **ตอนที่ 9.3 ประเภทของกล้องถ่ายภาพ**

เรื่องที่ 9.3.1 กล้องถ่ายภาพแบบง่าย

เรื่องที่ 9.3.2 กล้องถ่ายภาพสำหรับมืออาชีพ

เรื่องที่ 9.3.3 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

เรื่องที่ 9.3.4 กล้องถ่ายภาพแบบพิเศษ

##### **ตอนที่ 9.4 फिल्मถ่ายภาพ**

เรื่องที่ 9.4.1 โครงสร้างของฟิล์ม

เรื่องที่ 9.4.2 ประเภทของฟิล์ม

เรื่องที่ 9.4.3 ความไวแสงของฟิล์ม

##### **ตอนที่ 9.5 หลักการถ่ายภาพ**

เรื่องที่ 9.5.1 การจัดองค์ประกอบภาพ

เรื่องที่ 9.5.2 ประเภทของการถ่ายภาพ

เรื่องที่ 9.5.3 เทคนิคการถ่ายภาพ

## หน่วยที่ 11 การผลิตแผ่นภาพโปรงใส

### ตอนที่ 11.1 แผ่นภาพโปรงใสกับการเรียนการสอน

เรื่องที่ 11.1.1 คุณลักษณะที่ดีของแผ่นภาพโปรงใส

เรื่องที่ 11.1.2 การเลือกใช้แผ่นภาพโปรงใส

เรื่องที่ 11.1.3 เทคนิคการใช้แผ่นภาพโปรงใส

### ตอนที่ 11.2 การออกแบบแผ่นภาพโปรงใส

เรื่องที่ 11.2.1 องค์ประกอบการออกแบบแผ่นภาพโปรงใส

เรื่องที่ 11.2.2 หลักการออกแบบแผ่นภาพโปรงใส

เรื่องที่ 11.2.3 เทคนิคการฉีกแผ่นภาพโปรงใส

### ตอนที่ 11.3 การผลิตแผ่นภาพโปรงใส

เรื่องที่ 11.3.1 ชนิดของแผ่นภาพโปรงใส

เรื่องที่ 11.3.2 วัสดุในการผลิตแผ่นภาพโปรงใส

เรื่องที่ 11.3.3 การผลิตแผ่นภาพโปรงใสโดยวิธีเขียน

เรื่องที่ 11.3.4 การผลิตแผ่นภาพโปรงใสภาพลอก

เรื่องที่ 11.3.5 การผลิตแผ่นภาพโปรงใสด้วยคอมพิวเตอร์

## หน่วยที่ 12 การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์

### ตอนที่ 12.1 การสร้างสไลด์นำเสนองาน

เรื่องที่ 12.1.1 วิธีการสร้างสไลด์นำเสนองาน

เรื่องที่ 12.1.2 ลักษณะโครงสร้างของเค้าร่างสไลด์

เรื่องที่ 12.1.3 การสร้างข้อความในการนำเสนอ

เรื่องที่ 12.1.4 การสร้างงานนำเสนออย่างง่าย

### ตอนที่ 12.2 การสร้างภาพและกราฟิกในสไลด์

เรื่องที่ 12.2.1 การสร้างภาพและแก้ไขภาพ

เรื่องที่ 12.2.2 การสร้างพื้นหลังและสี

เรื่องที่ 12.2.3 การสร้างแผนภูมิและตาราง

### ตอนที่ 12.3 การสร้างแอนิเมชันและมัลติมีเดีย

เรื่องที่ 12.3.1 การสร้างแอนิเมชันประกอบสไลด์

เรื่องที่ 12.3.2 การสร้างภาพยนตร์และวีดีโอคลิปประกอบสไลด์

เรื่องที่ 12.3.3 การนำเสนองานสไลด์คอมพิวเตอร์

**ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม** การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยเป็นพฤติกรรมที่ต้องการ โดยเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับหัวเรื่องในแต่ละตอนตามทักษะการเรียนรู้ ตามแนวคิดของบลูม ดังแสดงในภาคผนวก ข

**ขั้นตอนที่ 5 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้** ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยโดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด มีขั้นตอน คือ

- 5.1 ทดสอบก่อนเรียน
- 5.2 นำเสนอเนื้อหา
- 5.3 ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
- 5.4 ทดสอบหลังเรียน

**ขั้นตอนที่ 6 กำหนดรูปแบบชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย** โดยกำหนดเว็บไซต์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เพื่อเป็นการศึกษาค้นคว้าความรู้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อเพิ่มพูนความรู้ตามหลักสูตร โดยกำหนดหลักการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย ซึ่งประกอบด้วยกัน 2 ส่วนคือ

**6.1 เว็บเพจการจัดการเว็บไซต์** เป็นส่วนที่ผู้ดูแลเว็บไซต์ใช้ในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนผ่านเครือข่ายและมีการเชื่อมโยงไปสู่การจัดการ 3 ส่วนคือ

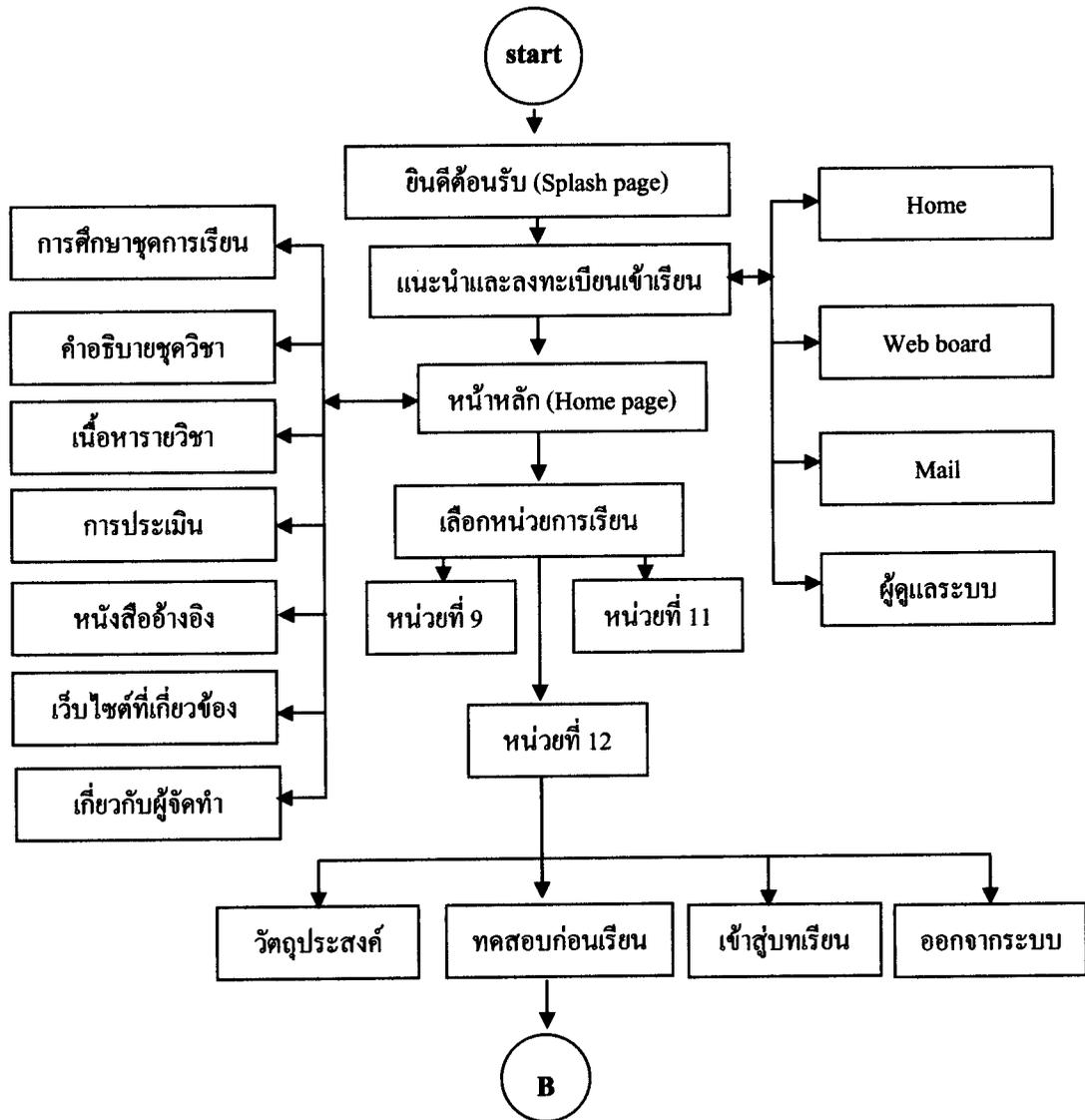
- (1) การจัดการเว็บเพจของผู้เรียน เป็นส่วนที่แสดงเว็บเพจของผู้เรียนเพื่อสร้างความสะดวกต่อการตรวจสอบความถูกต้องของการแสดงผล
- (2) การจัดการลงทะเบียน เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดการข้อมูลทะเบียนทั้งหมดของผู้เรียนที่เข้ามาเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย
- (3) การจัดการผลการเรียน เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดการข้อมูลของคะแนนทั้งหมดของผู้เรียนทุกคนที่ได้บันทึกไว้ในฐานข้อมูล

**6.2 เว็บเพจของผู้เรียน** เป็นส่วนที่ผู้เรียนใช้ในการเรียนและการจัดการข้อมูลส่วนต่าง ๆ ของตนเอง โดยมีการเชื่อมโยงไปสู่ 10 ส่วน คือ

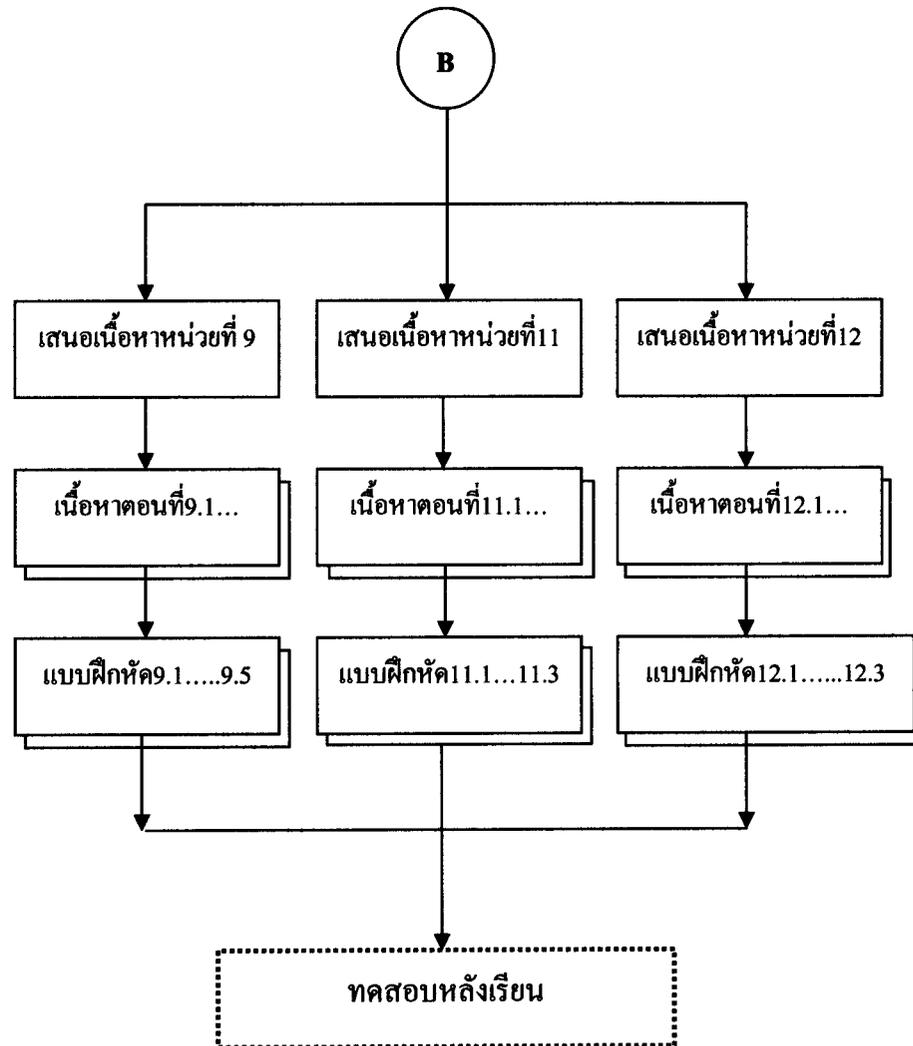
- (1) ลงทะเบียน ผู้เรียนใหม่ใช้ลงทะเบียนใส่ รหัสนักศึกษา ชื่อ สกุล ชั้นปีที่ และใส่รหัสผ่านของตนเองเพื่อใช้ในการเข้าสู่บทเรียนต่อไป
- (2) ศึกษาชุดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ผู้เรียนต้องศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนเพื่อเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา

- (3) คำอธิบายรายวิชา บอกลักษณะคำอธิบายรายวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา
- (4) วัตถุประสงค์ บอกลักษณะวัตถุประสงค์ของชุดการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษาในแต่ละหน่วยแต่ละตอน
- (5) เนื้อหารายวิชา บอกลักษณะเนื้อหาทั้งหมดของวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา 15 หน่วย และเลือกมาทำชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย 3 หน่วย
- (6) การประเมิน แนะนำการประเมินผลการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายโดยการประเมินผลก่อนเรียน ประเมินผลระหว่างเรียน และประเมินผลหลังเรียน
- (7) หนังสืออ้างอิง แนะนำหนังสือที่ใช้ประกอบในการทำชุดการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการผลิตสื่อเทคนิคศึกษา
- (8) เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง แนะนำเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการผลิตสื่อเทคนิคศึกษา
- (9) กระดานข่าว (Web board) เป็นหน้าการเขียนกระทู้ เพื่อแนะนำและติชมชุดการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการผลิตสื่อเทคนิคศึกษา
- (10) Mail หน้าเพื่อให้ผู้เรียนส่งคำถามและ ส่งการบ้าน กับผู้สอน

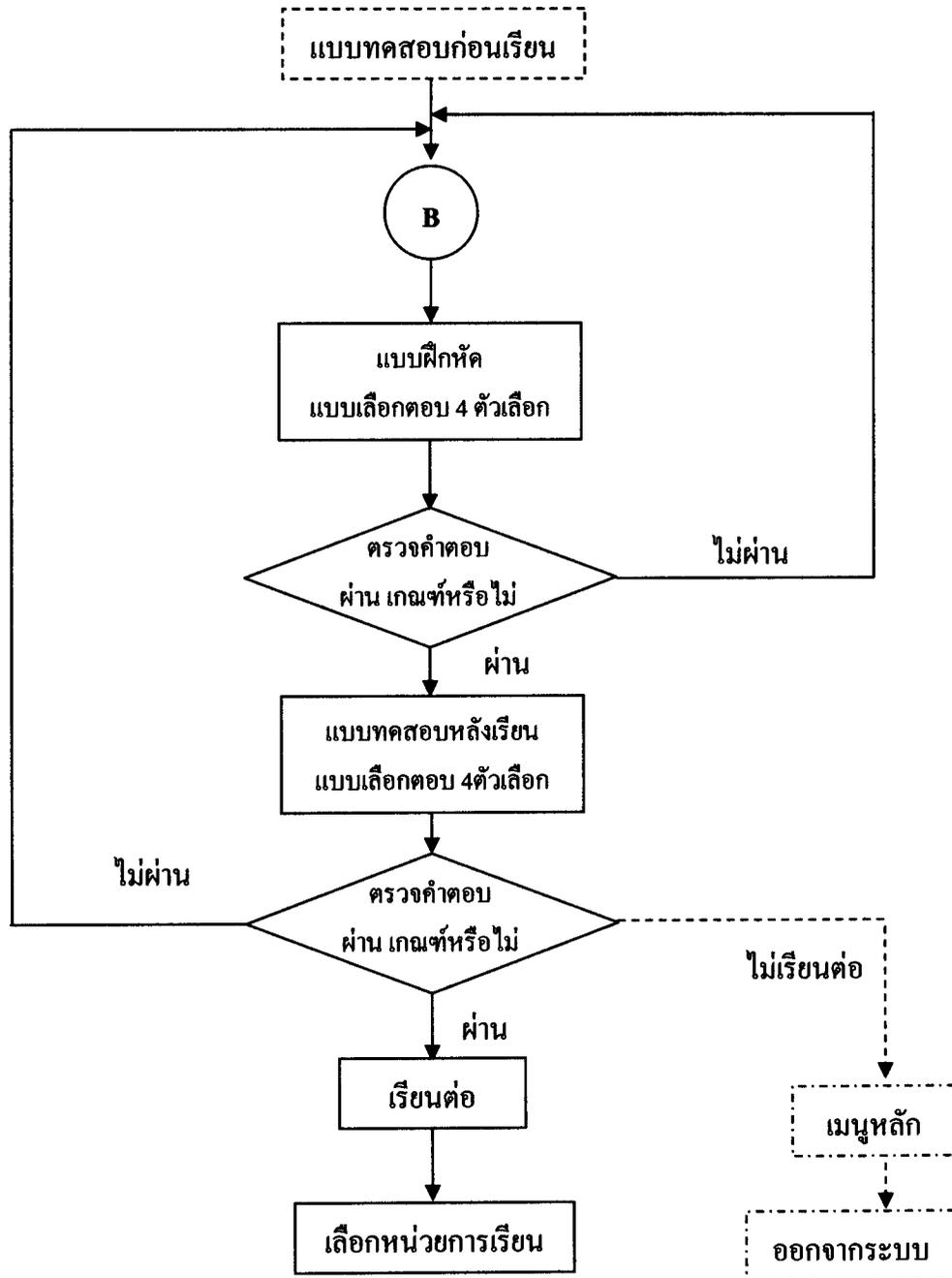
การเขียนผังงานบทเรียน (Flowchart Lesson) แสดงการทำงานของชุดการเรียน  
เป็นแผนงานของต้นแบบชิ้นงานนำเสนอส่วนที่สำคัญซึ่งประกอบด้วย (1) โครงสร้าง  
แผนงานเว็บไซต์ (2) โครงสร้างเว็บไซต์บทเรียน (3) โครงสร้างเว็บไซต์แบบทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างแผนผังเว็บไซต์



ภาพที่ 3.3 โครงสร้างแผนผังเว็บไซต์บทเรียน



ภาพที่ 3.4 โครงสร้างแผนผังเว็บไซต์แบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน

**เขียนสตอรี่บอร์ด ( Story Board)** เป็นกระบวนการในการเตรียมข้อความและภาพที่จะปรากฏให้เห็นบนจอคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นเนื้อหาบทเรียน และวิธีการนำเสนอบทเรียน โดยในขั้นตอนนี้จะต้องร่าง (Draft) ทุกสิ่งทุกอย่างที่ใช้ในการสอนที่จะปรากฏที่หน้าจอทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มโปรแกรมไปจนกระทั่งสิ้นสุดโปรแกรม โดยการร่างลงโปรแกรม Power Point เป็นเฟรมให้คล้ายกับการออกแบบลงเว็บ หลังจากนั้นนำไปให้ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาตรวจสอบ

#### **ขั้นตอนที่ 7 สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย**

สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายตาม Storyboard โดยใช้โปรแกรมที่สร้างเครื่องมือ คือ เครื่องมือสร้างภาพกราฟิก เครื่องมือสร้างภาพเคลื่อนไหว เครื่องมือตัดต่อภาพและเสียง เครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

#### **ขั้นตอนที่ 8 การพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

นำชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเบื้องต้นในการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายมีข้อเสนอแนะดังนี้

8.1 ด้านเนื้อหา ควรปรับเนื้อหาให้มีความชัดเจน โดยสรุปเฉพาะส่วนสำคัญ ๆ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

8.2 ด้านการออกแบบ หัวข้อหลักควรใช้ตัวอักษรและสีที่เด่นชัด ใช้สีรูปให้ตรงกับเนื้อหา รูปภาพควรมีคำบรรยายได้ภาพ และให้แสดงหัวข้อของหน่วยการเรียนรู้เพื่อบอกให้ทราบว่าศึกษาอยู่ ณ ตำแหน่งใด

8.3 ด้านการนำเสนอบริเวณที่สามารถคลิกเมาส์ได้ควรใช้สัญลักษณ์แสดงสถานะให้เหมือน

#### **ขั้นตอนที่ 9 ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงระบบชุดการเรียนรู้**

ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนรู้ไปทดลองโดยนำชุดการเรียนรู้เก็บไว้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ชื่อ [www.edtech-online.com](http://www.edtech-online.com) หลังจากทดสอบแต่ละขั้นจะมีการประเมินผลและนำมาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด การทดลองแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

9.1 ขั้นตอนการทดลองแบบเดี่ยว ทำการทดลองกับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยการทดสอบแบบเดี่ยวได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาใน วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสและการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ มีค่า  $E_1/E_2$  เท่ากับ 66.67/70.00, 68.52/66.67 และ 68.89/66.67 ตามลำดับ หลังนักศึกษาเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วย

คอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายแล้ว ผู้วิจัยได้ซักถามปัญหาข้อสงสัยเพื่อพิจารณาความสมบูรณ์ของเนื้อหา การออกแบบชุดการเรียน จากผลการทดลองได้พิจารณาข้อดี ข้อผิดพลาดและทำการปรับปรุง คือ การใช้ภาษาในเนื้อหาไม่ชัดเจน เนื้อหาบางตอนขาดความต่อเนื่องขาดภาพประกอบ เทคนิคการออกแบบ รูปภาพที่ใช้ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาทำให้เข้าใจผิด การเชื่อมโยงข้อมูลยังเว็บไซต์อื่นไม่ตรงกับเมนู การคำนวณคะแนนแบบฝึกหัดมีข้อผิดพลาด

**9.2 ขั้นตอนการทดลองแบบกลุ่ม** ทำการทดลองกับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยการทดสอบแบบกลุ่ม ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา การผลิตแผ่นภาพโปรงใสและการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ มีค่า  $E_1/E_2$  เท่ากับ 77.20/76.00, 78.89/76.00 และ 75.33/76.00 ตามลำดับ หลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ผู้วิจัยได้ซักถามปัญหาข้อสงสัยและความเข้าใจในบทเรียน และนำข้อบกพร่องของบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไขในเรื่อง เมนูที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงที่อยู่ในส่วนของเนื้อหา ควรทำให้เห็นชัดเจนโดยการใช้สี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคลิกเชื่อมโยงไปยังส่วนอื่นได้โดยไม่เข้าใจผิดคิดว่าเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหา ส่วนรูปภาพประกอบควรมีการบรรยายได้ภาพ และสอดคล้องกับเนื้อหา

**9.3 ขั้นตอนการทดลองแบบภาคสนาม** ทำการทดลองกับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ชั้นปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยการทดสอบแบบภาคสนาม ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา การผลิตแผ่นภาพโปรงใสและการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ พบว่าชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา การผลิตแผ่นภาพโปรงใสและการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนจากชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

## 2.2 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์

เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้แก่แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (2) แบบสอบถามความคิดเห็น

**2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อใช้ทดสอบนักศึกษาที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายเพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสและการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ การเขียนและการ วิเคราะห์ข้อสอบ

(2) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม โดยอิงตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเบนจามิน บลูม และให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ เพื่อใช้เป็นแม่แบบในการสร้างแบบทดสอบให้ตรงตามตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์ที่ได้สร้างไว้ โดยมีการแบ่งวัตถุประสงค์ด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า

(3) สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาโดยใช้ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ในแต่ละหน่วย โดยสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ดังนี้ หน่วยที่ 9 แบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 38 ข้อ แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 31 ข้อ หน่วยที่ 11 แบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 22 ข้อ แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 21 ข้อ หน่วยที่ 12 แบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 25 ข้อ แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 25 ข้อ

(4) นำแบบทดสอบที่ได้้นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง พบว่าแบบทดสอบทุกข้อมีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์มากกว่าร้อยละ 50 แต่มีสิ่งที่ต้องปรับปรุงดังนี้ (1) การเรียงข้อคำตอบให้เรียงจากสั้นไปยาวเพื่อป้องกันการเดาคำตอบของผู้เรียน (2) คำปฏิเสธให้ใช้ตัวหนาหรือขีดเส้นใต้ (3) พิจารณาคำถามแต่ละข้อด้วยว่าเป็นการแนะนำคำตอบข้ออื่น ๆ หรือไม่

(5) ปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำของที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ

(6) นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักศึกษา ที่เคยผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสและการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ มาแล้วเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

(7) นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 25 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อของชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายในวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา ทั้ง 3 หน่วยมีรายละเอียดการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้วิธีดังนี้

**หาค่าระดับความยากของแบบทดสอบ (p) โดยใช้สูตร**

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ  $p$  = ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ  
 $R$  = จำนวนนักศึกษาที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก  
 $N$  = จำนวนนักศึกษาที่เข้าสอบทั้งหมด  
 แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์มีค่า  $p$  ตั้งแต่ 0.20 - 0.80

**หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r) โดยใช้สูตร**

$$r = \frac{H - L}{nH} \quad \text{หรือ} \quad \frac{H - L}{nL}$$

เมื่อ  $r$  = เป็นค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ  
 $H$  = เป็นจำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มสูง  
 $L$  = เป็นจำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ  
 $nH$  = เป็นจำนวนนักศึกษาทั้งหมดในกลุ่มสูง  
 $nL$  = เป็นจำนวนนักศึกษาทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

(8) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นข้อสอบชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย จำนวน 60 ข้อ โดยแยกเป็นข้อสอบแต่ละหน่วยดังนี้

หน่วยที่ 9 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ และหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ โดยแบบทดสอบก่อนเรียนมี ค่า  $p$  ระหว่าง 0.56 - 0.75 ค่า  $r$  อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.75 แบบทดสอบหลังเรียนมี ค่า  $p$  ระหว่าง 0.50 - 0.81 ค่า  $r$  อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.63 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 ดังแสดงในภาคผนวก ค และ ง

หน่วยที่ 11 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ และหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ โดยแบบทดสอบก่อนเรียนมี ค่า p ระหว่าง 0.56 – 0.75 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.63 แบบทดสอบหลังเรียนมี ค่า p ระหว่าง 0.25 – 0.75 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.75 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ดังแสดงในภาคผนวก ก และ ง

หน่วยที่ 12 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ และหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ โดยแบบทดสอบก่อนเรียนมี ค่า p ระหว่าง 0.56 - 0.81 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.50 แบบทดสอบหลังเรียนมี ค่า p ระหว่าง 0.69 – 0.81 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.75 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.66 ดังแสดงในภาคผนวก ก และ ง

### 2.2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์

**ผ่านเครือข่าย** ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามวิธีของ ลิเคิร์ต (Likert's scale) โดยเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านเนื้อหาสาระของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ด้านการนำเสนอ ด้านการปฏิสัมพันธ์การให้ผลย้อนกลับ ด้านการประเมินผล และด้านประโยชน์จากการเรียน โดยมีการสร้างแบบสอบถามดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามจากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยในสาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

(2) สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านเนื้อหาสาระของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ด้านการนำเสนอ ด้านการปฏิสัมพันธ์ การให้ผลย้อนกลับ ด้านการประเมินผล และด้านประโยชน์จากการเรียน

(3) นำแบบสอบถามความคิดเห็นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และทดลองใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง โดยแจกแจงคำถามออกเป็นหมวดหมู่ด้านเนื้อหาสาระของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ด้านการนำเสนอ ด้านการปฏิสัมพันธ์การให้ผลย้อนกลับ ด้านการประเมินผลและด้านประโยชน์จากการเรียน

### 2.3 เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย โดยวัดความก้าวหน้าของนักศึกษา และความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ดังต่อไปนี้

2.3.1 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย คือ สถิติที่แสดงค่า  $E_1/E_2$

2.3.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ คือ การหาค่าความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ )

2.3.3 สถิติที่ใช้ในการวัดความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา คือ ความถี่ ร้อยละ และการทดสอบค่าที ( $t$ -test)

2.3.4 สถิติที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษา ที่มีต่อชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย คือ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D (Standard Deviation)

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายด้วยตนเอง โดยดำเนินการตามขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 เตรียมสถานที่ การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายในการวิจัยครั้งนี้ ใช้สถานที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล เชียงราย ซึ่งใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจำนวน 30 เครื่อง

3.2 เตรียมกลุ่มทดลองและระยะเวลาในการทดลอง ผู้วิจัยนำชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสและการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ไปทดลองหาประสิทธิภาพกับกลุ่มก่อนการทดลองผู้วิจัยได้ทำการจัดสภาพแวดล้อมในห้องทดลอง ได้แก่เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

3.3 การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ ชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชา เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสและการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ อธิบายขั้นตอนการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย พร้อมทั้งแนะนำวิธีเรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายที่อยู่บน [www.edtech-online.com](http://www.edtech-online.com) แล้วให้นักศึกษาลงทะเบียนเรียน โดยกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านและเข้าบทเรียน

3.3.2 ให้นักศึกษาเลือกบทเรียนตามต้องการตามหน่วยที่จัดไว้พร้อมทำแบบทดสอบก่อนเรียนบนเว็บไซต์

3.3.3 ให้นักศึกษาเรียนเนื้อหาย่อยในแต่ละตอน พร้อมทั้งศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้บนเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องที่ได้เชื่อมโยงไว้ หลังจากนั้นให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในตอนนั้นๆบนเว็บไซต์

3.3.4 ให้นักศึกษาอภิปรายความรู้บนกระดานสนทนา

3.3.5 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนทันทีที่เสร็จสิ้นการเรียนในแต่ละตอน

**3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล** โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบฝึกหัดและแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อ ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชา เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษาทั้ง 3 หน่วย โดยให้นักศึกษาทำในเว็บไซต์ในแต่ละหน่วยการเรียน ส่วนการเก็บแบบสอบถามให้นักศึกษาเลือกแสดงความคิดเห็นใน 5 ระดับจำนวน 20 ข้อและเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชา เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา การผลิตแผ่นภาพโปรงใสและการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ เพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียนของนักศึกษา และศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) จากคะแนนแบบฝึกหัดกับ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) จากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ของชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์  $E_1/ E_2$  ตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 โดยยอมรับความคลาดเคลื่อน  $\pm$  ที่ 2.5 โดยใช้สูตรการหา ประสิทธิภาพดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2525 : 335)

$$E_1 = \frac{\left( \frac{\sum x}{N} \right)}{A} \times 100$$

- $E_1$  = ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum x$  = คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน  
 $A$  = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดรวมกัน  
 $N$  = จำนวนผู้เข้ารับการอบรม

$$E_2 = \frac{\left( \frac{\sum F}{N} \right)}{B} \times 100$$

- $E_2$  = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์  
 $\sum F$  = คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน  
 $B$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน  
 $N$  = จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม

4.2 วิเคราะห์หาความก้าวหน้าของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย โดยทดสอบค่าที (t-test) ตามสูตรดังนี้

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

d = ผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและ คะแนนทดสอบหลังเรียน

n = จำนวนของผู้ทดลอง

$\sum d^2$  = ผลรวมของผลต่างคะแนนยกกำลัง 2

$\sum d$  = ผลรวมของผลต่างคะแนน

df(V) = ชั้นความเป็นอิสระ

df = n-1

4.3 วิเคราะห์ความคิดเห็นจากแบบสอบถาม โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

#### 4.3.1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )

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

$\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ย

$\sum X$  = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

#### 4.3.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

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

$\sum f$  = ผลรวมของความถี่

$n$  = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$X$  = ข้อมูลแต่ละจำนวน

#### 4.3.3 การกำหนดมาตรฐานค่า (Rating Scale) 5 ระดับของความ คิดเห็น และเกณฑ์การแปลความหมายดังต่อไปนี้

มากที่สุด	เท่ากับ	5	คะแนน
มาก	เท่ากับ	4	คะแนน
ปานกลาง	เท่ากับ	3	คะแนน
น้อย	เท่ากับ	2	คะแนน
น้อยที่สุด	เท่ากับ	1	คะแนน

จากนั้นจึงนำค่าเฉลี่ยของแต่ละข้อมาอธิบายความดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด