บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 120 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนทรงวิทยาเทพารักษ์ จำนวน 75 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่าง่าย โดยแยกเป็นกลุ่มนักเรียนที่ใช้หาประสิทธิภาพของเครื่องมือจำนวน 25 คน กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติจำนวน 25 คน และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังนี้

3.2.1บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 การสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการการวิจัยครั้งนี้เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamwever MX การนำเสนอเป็นแบบเนื้อหา เพื่อใช้สอนเนื้อหาทฤษฎีเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากเอกสารและงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

3.3.1.2 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนทรงวิทยาเทพารักษ์พุทธศักราช 2547 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี รายวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นเนื้อหาด้านทฤษฎีที่ผู้เรียนจะต้องเรียนเนื้อหาที่บรรจุในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีด้วยกัน 2 หน่วยการเรียน ดังนี้

หน่วยที่ 1 เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.1 ที่มาของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.2 ความหมายของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.3 ประโยชน์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.4 องค์ประกอบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.5 ประเภทระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.6 รูปร่างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.7 สื่อในการส่งข้อมูล

1.8 ความปลอดภัยในเครือข่ายคอมพิวเตอร์

หน่วยที่ 2 เรื่องเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.1 เครือข่ายคอมพิวเตอร์กับอินเทอร์เน็ต

2.2 ความหมาย คำศัพท์ และอินเทอร์เน็ตกับการศึกษา

2.3 ประโยชน์และโทษของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.4 หลักการทำงานของอินเทอร์เน็ต

2.5 อุปกรณ์ในการติดตั้งอินเทอร์เน็ต

2.6 ความปลอดภัยในการใช้อินเทอร์เน็ต

2.7 ข้อพึงปฏิบัติในการใช้อินเทอร์เน็ต

3.3.1.3 สร้างแบบร่างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

3.3.1.4 นำแบบร่างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบแบบร่างของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.3.1.5 นำแบบร่างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาสร้างเป็นบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และนำบทเรียนดังกล่าว Up load ข้อมูลขึ้นเว็บเพื่อทดสอบการแสดงผล ความเร็วในการเรียกใช้งาน และตรวจหาพร้อมทั้งดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

3.3.1.6 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง

3.3.1.7 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินหาคุณภาพของบทเรียน ได้แก่

- รองศาสตราจารย์ ดร.กุลธิดา ธรรมวิภัชน์
  รองคณบดีฝ่ายสารนิเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- รองศาสตราจารย์ จริยา เหนียนเฉลย
  หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสกสรรค์ แย้มพินิจ
  อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
  มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3.3.1.8 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสองด้านแล้วมาปรับปรุงแก้ไข และเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

3.3.1.9 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้ครั้งแรกกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์และบันทึกส่วนที่ต้องแก้ไข เพื่อนำไปปรับปรุงบทเรียนต่อไป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต จากการทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 3 คน

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	**60**	**44.00**	**73.33**	**80**
คะแนนทดสอบหลังเรียน (E_2)	**30**	**23.33**	**77.77**	**80**

จากตารางที่ 3.1 พบว่าผลการทดสอบระหว่างเรียน คะแนนเต็มทั้งหมด 60 คะแนน ได้ค่าเฉลี่ย 44.00 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 73.33 (E_1) และผลการทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 23.33 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 77.77 (E_2) แสดงว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นใช้ในการทดลองนี้มีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80:80

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์เกี่ยวกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ที่ใช้ทดลองกับนักเรียนในครั้งนี้ พบข้อบกพร่องคือ

1) การใช้คำอธิบายเนื้อหาค่อนข้างเข้าใจยาก ส่วนมากจะใช้คำที่เป็นศัพท์เทคนิคซึ่งนักเรียนยังไม่รู้จัก

2) ภาพประกอบค่อนข้างน้อยและไม่ค่อยน่าสนใจ นักเรียนต้องการภาพเคลื่อนไหวเพื่อดูแล้วน่าสนใจและเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องดังต่อไปนี้

1) ปรับลักษณะการใช้คำอธิบายเนื้อหาให้เข้าใจง่าย เน้นการยกตัวอย่างเหตุการณ์เพื่อให้เข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ

2) สร้างภาพประกอบที่เคลื่อนไหวได้ เพื่อนำมาประกอบเนื้อหา และหาภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหวมาตกแต่งให้มีความน่าสนใจเพิ่มมากขึ้น

3.3.1.10 หลังจากทดลองในครั้งแรกและทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ได้นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 คน ที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน โดยผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์และบันทึกส่วนที่ต้องแก้ไขเพื่อนำไปปรับปรุงบทเรียนต่อไป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 3.2

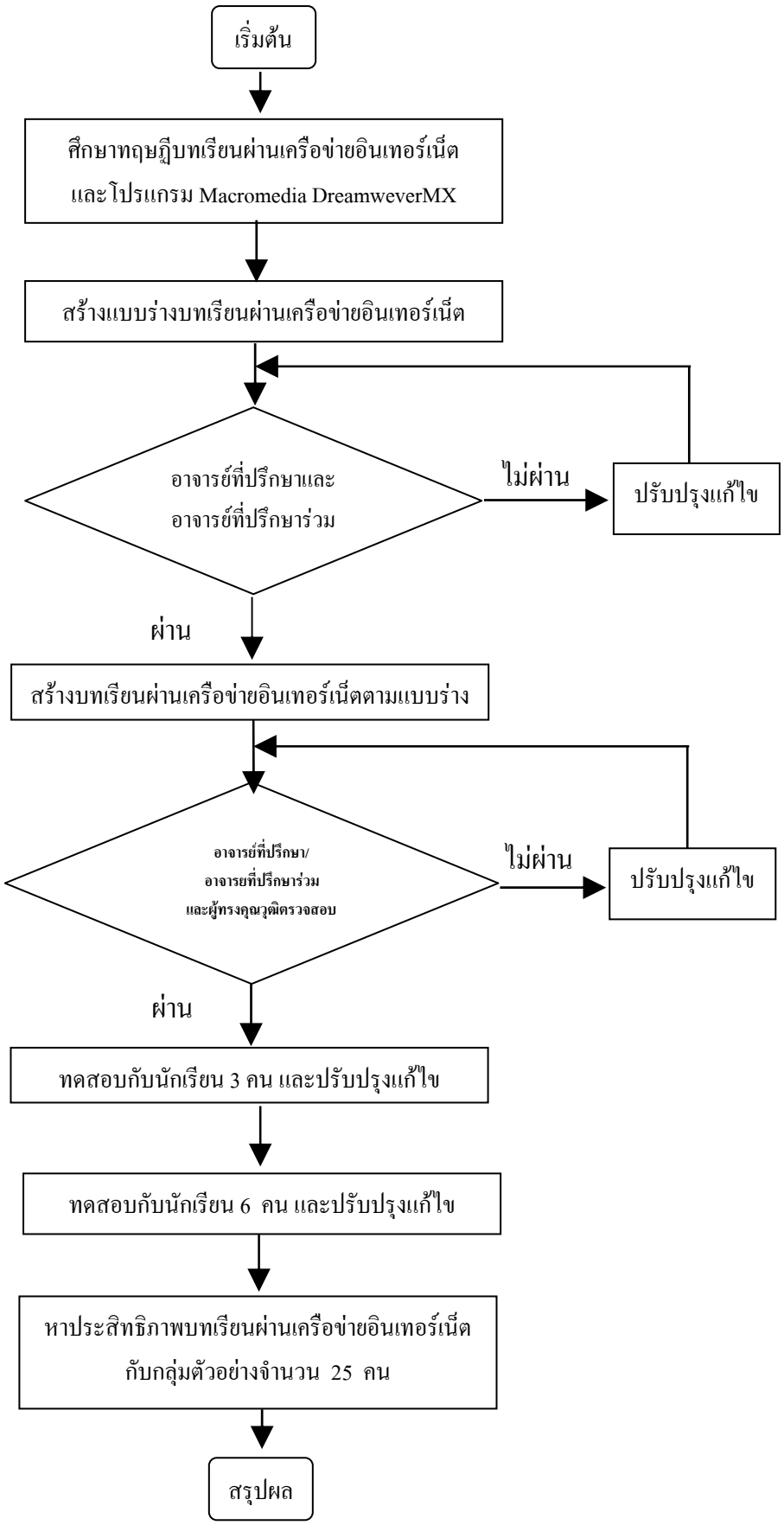
ตารางที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต จากการทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 6 คน

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	**60**	**48**	**80.00**	**80**
คะแนนทดสอบหลังเรียน (E_2)	**30**	**26.16**	**87.22**	**80**

จากตารางที่ 3.2 พบว่าผลการทดสอบระหว่างเรียน คะแนนเต็มทั้งหมด 60 คะแนน ได้ค่าเฉลี่ย 48.00 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 80.00 (E_1) และผลการทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 26.16 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 87.22 (E_2) แสดงว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นใช้ในการทดลองนี้มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80 : 80

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์เกี่ยวกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ที่ใช้ทดลองกับนักเรียนในครั้งนี้ พบว่านักเรียนต้องการเสียงบรรยายพร้อมกับการอ่าน เพื่อกระตุ้นความเร้าใจในการเรียน แต่ผู้วิจัยไม่สามารถเพิ่มเสียงบรรยายเนื้อหาเข้าไปได้เนื่องจากมีข้อจำกัด คือ เนื่องจากขนาดไฟล์ของเสียงบรรยายมีขนาดค่อนข้างใหญ่ อีกทั้งจำนวนเครื่องที่เรียนมีมากจึงทำให้มีปัญหาในเรื่องการแย่งข้อมูลกันทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงส่งผลให้การแสดงผลช้า นักเรียนจะเบื่อหน่ายและขาดความสนใจในบทเรียนทันที

3.3.1.11 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน และดำเนินการวิเคราะห์ผลการเรียนที่ได้สรุปเป็นผลการวิจัย



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นให้ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ภาคผนวก ค. หน้า 89-90)

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต เป็นแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนคือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน โดยสร้างให้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเพื่อหาความสอดคล้องของเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
  หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสพล มีเจริญ
  เลขาณุการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- อาจารย์อมลรดา วัดอ่อน
  ผู้ช่วยครูใหญ่ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนทรงวิทยาเทพารักษ์

พิจารณาความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+ 1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

กำหนดค่า IOC ที่ยอมรับได้อยู่ในช่วง 0.5 – 1.0

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาในแต่ละข้อ แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร ดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ.2533 : 138)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ปรากฏว่า แบบทดสอบจำนวน 80 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.5 จำนวน 65 ข้อ (ภาคผนวก ง.1 หน้า 92-94)

3.3.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อร่วมตรวจสอบและแก้ไข

3.3.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ที่แก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผ่านการเรียนในเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตมาแล้ว จำนวน 20 คน

3.3.2.7 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) โดยกำหนดขอบเขตความยากง่ายของแบบทดสอบอยู่ในช่วง 0.2 – 0.8 โดยใช้สูตร

3.3.2.7.1 หาความยากง่าย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2538 : 209-210)

สูตร $P = \frac{R}{n}$

โดยที่ P คือ แทนระดับความยากง่ายของคำถาม

R คือ จำนวนคนที่ตอบถูก

n คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

3.3.2.7.2 ค่าอำนาจจำแนก (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2540 : 129)

สูตร $r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$

โดย r คือ ค่าอำนาจจำแนก

R_U คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบผิดในกลุ่มอ่อน

n คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ปรากฏว่าได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 55 ข้อ (ภาคผนวก ง.2 หน้า 95-97)

3.3.2.8 นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 55 ข้อมาคัดเลือกโดยใช้เกณฑ์ตามโครงสร้างของข้อสอบ (ภาคผนวก ค. หน้า 90) คัดเลือกเหลือจำนวน 50 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร

3.3.2.8.1 ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR20 (Kuder – Richardson)

สูตร KR – 20 $r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{s_t^{\,2}}\right\}$

โดย r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

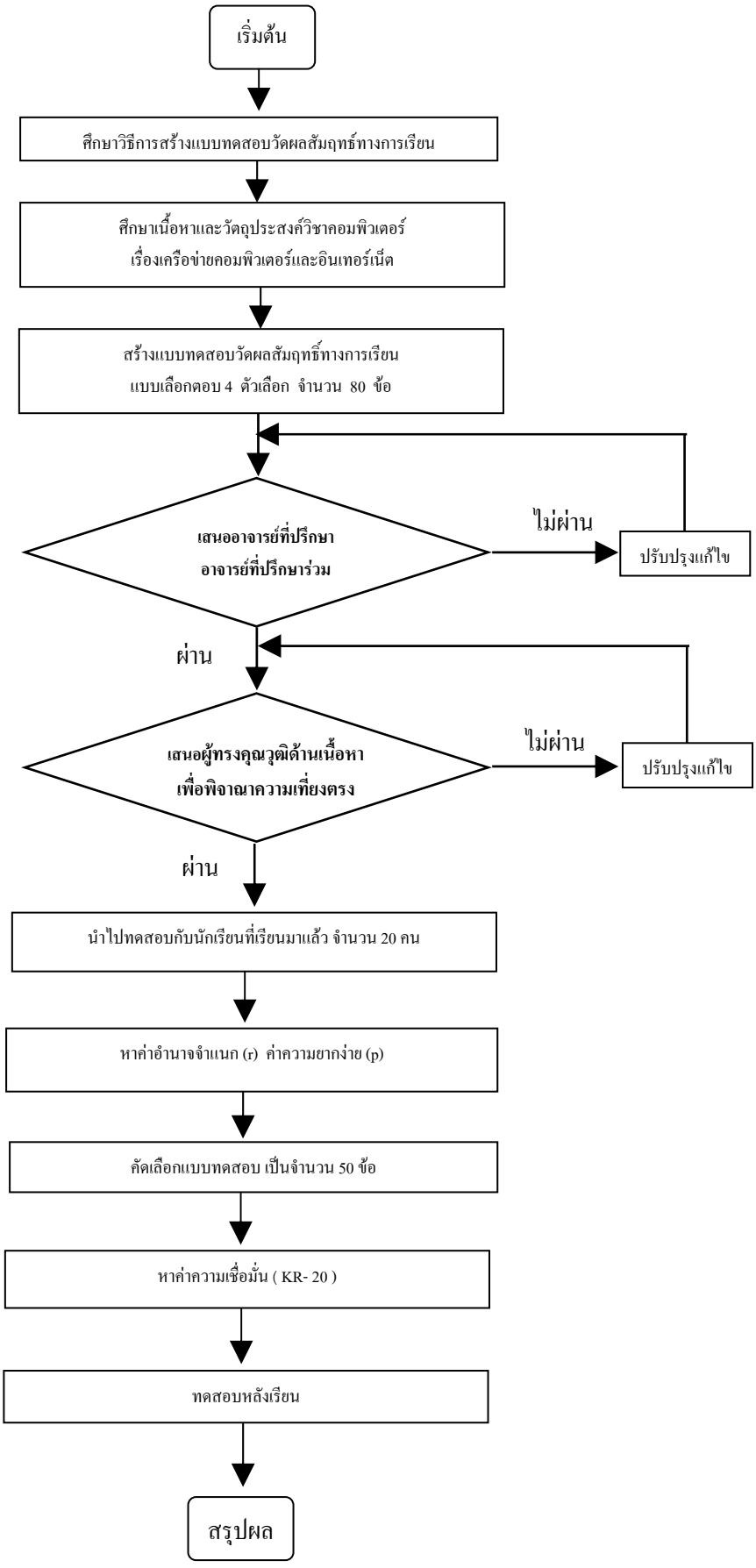
P คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำถูก / จำนวนคนทั้งหมด)

q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1 – p)

$S_t^{\,2}$ คือ ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

โดยกำหนดให้ค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 0.75 ผลปรากฏว่าได้แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (ภาคผนวก ง.3 หน้า 98-100)

3.3.2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตที่ผ่านเกณฑ์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3 การสร้างแบบประเมินบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ในการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสิ่งที่จะช่วยให้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีคุณภาพตามเกณฑ์ คือแบบประเมินบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทางด้านเนื้อหา และแบบประเมินเทคนิคของการผลิตสื่อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.3.1 กำหนดจุดประสงค์และหัวข้อที่ต้องการประเมินคุณภาพ เพื่อสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยทางด้านเนื้อหามีหัวข้อการประเมินที่ประกอบด้วยเนื้อหาและการนำเสนอ รูปภาพ ภาษา และการนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติม

ลักษณะของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีเกณฑ์ดังนี้

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง พอใช้

1 หมายถึง ควรปรับปรุง

คะแนนที่ได้จากแบบประเมินนำมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เพื่อทำการประเมินคุณภาพ โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

เกณฑ์การแปลความหมายของการแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

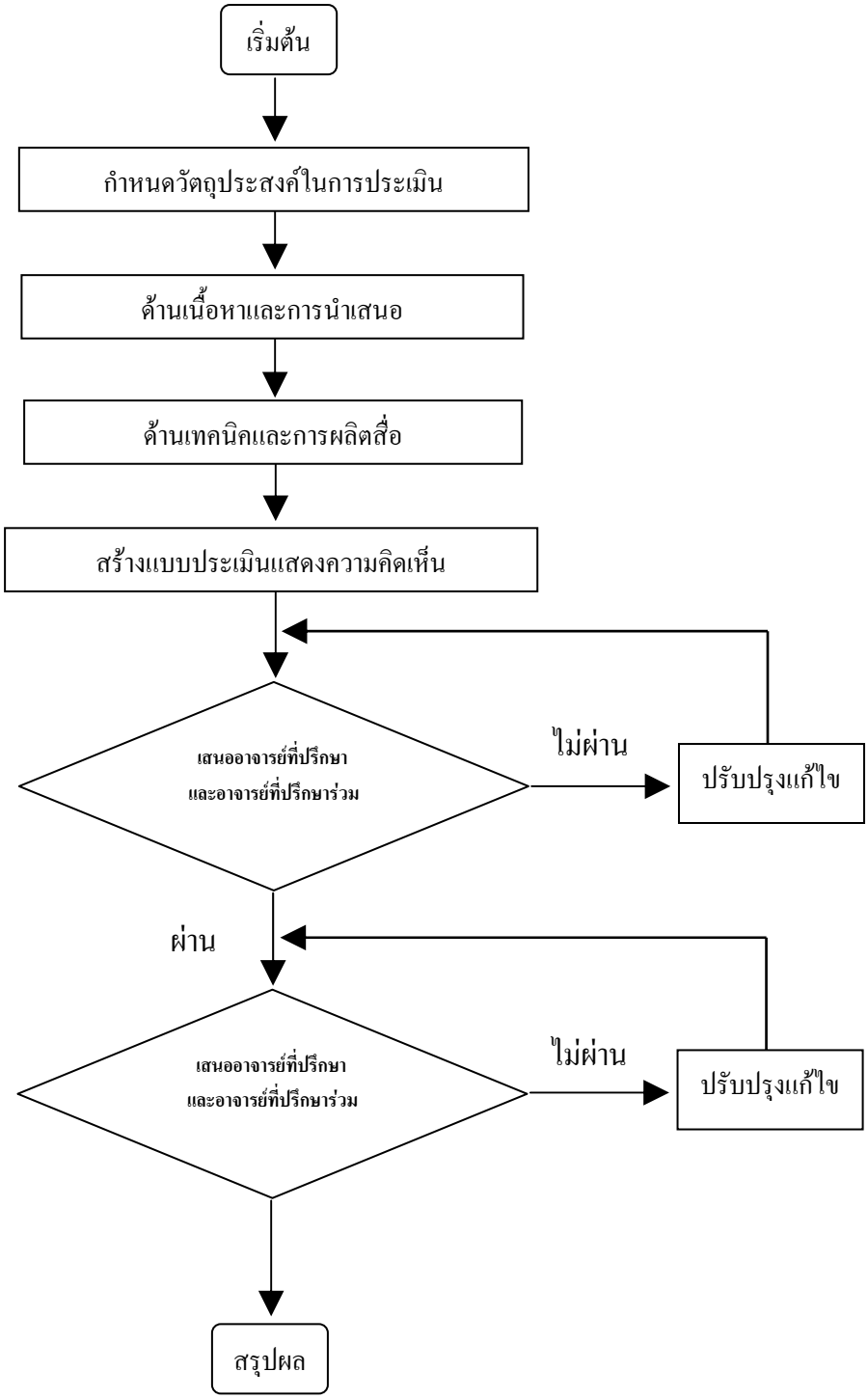
(ประคอง กรรณสูตร.2538 : 70)

เกณฑ์เฉลี่ย ($\bar{x}$)	ระดับคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4.50 – 5.00	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับ ดีมาก
3.50 – 4.49	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับ ดี
2.50 – 3.49	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับ ปานกลาง
1.50 – 2.49	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับ พอใช้
1.00 – 1.49	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

3.3.3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.3.3.3 นำแบบประเมินเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมตรวจสอบ

3.3.3.4 แก้ไขปรับปรุงแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD.	ระดับคุณภาพ
เนื้อหาและการนำเสนอ			
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.33	0.57	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.00	0.00	ดี
3. ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหา	4.33	0.57	ดี
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.33	0.57	ดี
5. ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมในแต่ละบทเรียน	3.66	0.57	ดี
รูปภาพ			
6. ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	4.00	0.00	ดี
7. ความชัดเจนของรูปภาพที่นำมาใช้	3.66	1.52	ดี
8. ความเหมาะสมของรูปภาพที่นำมาใช้	3.66	1.15	ดี
ภาษา			
9. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.33	0.57	ดี
10. สำนวนภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	0.57	ดี
11. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	4.33	0.57	ดี
การนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติม			
12. มีแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมที่มีประโยชน์	4.00	0.00	ดี
13. การสรุปบทเรียน	4.33	0.57	ดี
รวม	**4.09**	**0.78**	**ดี**

จากตารางที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.09 แสดงว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในด้านเนื้อหาโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 3.4 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD.	ระดับคุณภาพ
การจัดวางรูปแบบ บนอินเทอร์เน็ต			
1. การดึงดูดความสนใจ	3.33	0.57	ปานกลาง
2. การจัดวางรูปภาพประกอบ	3.66	0.57	ดี
3. การจัดวางรูปภาพเคลื่อนไหวมาประกอบ	3.33	0.57	ปานกลาง
4. การจัดวางตัวอักษร	4.00	0.00	ดี
5. การใช้ สีสันประกอบ	4.33	0.57	ดี
ตัวอักษรที่ใช้ บนอินเทอร์เน็ต			
6. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	4.33	0.57	ดี
7. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.33	0.57	ดี
8. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.00	0.00	ดี
การใช้รูปภาพประกอบ			
9. ภาพสื่อความหมายชัดเจน	4.00	0.00	ดี
10. ความเหมาะสมของสัดส่วนภาพบนหน้าจอ	4.00	0.00	ดี
11. ความเหมาะสมขนาดของภาพประกอบ	4.33	0.57	ดี
12. ความเหมาะสมด้านการสื่อความหมาย	4.00	0.00	ดี
13. ชนิดของไฟล์ภาพ	3.66	0.57	ดี
การใช้รูปภาพแบบเคลื่อนไหว			
14. ความเร็วในการแสดงผลของภาพ	4.00	0.00	ดี
15. ความเหมาะสมของขนาดและตำแหน่งภาพบนหน้าจอ	4.00	0.00	ดี
16. ความน่าสนใจ	3.66	0.57	ดี
17. เพิ่มความเข้าใจกับให้กับผู้เรียน	4.00	0.00	ดี

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD.	ระดับคุณภาพ
การสื่อความหมายของปุ่มและสัญลักษณ์ต่างๆ			
18. การสื่อความหมาย	4.00	0.00	ดี
19. ความเหมาะสมของขนาด	4.66	0.57	ดีมาก
20. การจัดวางตำแหน่ง	4.66	0.57	ดีมาก
21. การใช้สีสันประกอบ	4.66	0.57	ดีมาก
รูปแบบด้านเมนู			
22. การแบ่งข้อมูลครบตามเนื้อหา	4.66	0.57	ดีมาก
23. ทำความเข้าใจง่ายไม่สับสน	4.66	0.57	ดีมาก
24. ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวางเมนู	4.66	0.57	ดีมาก
การเชื่อมโยงข้อความ			
25. รูปแบบการเชื่อมโยง	4.66	0.57	ดีมาก
26. ความถูกต้องของการเชื่อมโยง	4.66	0.57	ดีมาก
27. มีการเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาที่สัมพันธ์	4.66	0.57	ดีมาก
28. การเชื่อมโยงไปสู่ตำแหน่งหน้าหลัก	4.66	0.57	ดีมาก
29. ความเหมาะสมของจำนวนการเชื่อมโยง	4.66	0.57	ดีมาก
การจัดวางเนื้อหา			
30. ความเหมาะสมของรูปแบบการวางเนื้อหาในแต่ละหน้า	4.00	0.00	ดี
เวลา			
31. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน	4.00	0.00	ดี
32. ความเหมาะสมเวลากับเนื้อหา	4.00	0.00	
รวม	**4.19**	**0.35**	**ดี**

จากตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.19 แสดงว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนแบบ Posttest-Only Control Group Design (ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และสำลี ทองทิว.2535 : 71) ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แบบแผนการทดลองโดยใช้วิธีการเรียนแบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลุ่มทดลองกับการสอนแบบปกติกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	ทดลอง	สอบ
RE	X	T_E
RC	~X	T_C

ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

RC แทน กลุ่มควบคุมซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่าง

RE แทน กลุ่มทดลองซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่าง

X แทน การสอนโดยใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

~X แทน การสอนแบบปกติ

T_E แทน การสอบหลังเรียนกลุ่มทดลอง

T_C แทน การสอบหลังเรียนกลุ่มควบคุม

3.4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ใช้เวลาสอนกลุ่มละ 10 คาบ คาบเรียนละ 60 นาที

3.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองคือ เนื้อหาวิชาคอมพิวเตอร์ ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

3.4.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

3.4.4.1 กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

1) จัดปฐมนิเทศกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนที่เกี่ยวกับวิธีการเรียนโดยใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2) ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการสอน โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ชั้น 2 อาคารเรียนรวม เป็นห้องที่ใช้ในการเรียน

3) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองดำเนินกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งเมื่อเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนแล้ว ผู้สอนจะให้ทำแบบฝึกหัดเพื่อส่งทางอีเมล์ และเมื่อนักเรียนเรียนจนครบหน่วยครบทุกคนแล้วผู้สอนจึงจะให้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)

4) เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนเนื้อหาในทุกหน่วย และทำแบบทดสอบระหว่างเรียนจนครบทุกหน่วยแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

5) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ($E_1 : E_2$)

3.4.4.2 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

1) จัดปฐมนิเทศกลุ่มทดลอง เพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนที่เกี่ยวกับวิธีการเรียนโดยใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองดำเนินกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งเมื่อเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนแล้ว ผู้สอนจะให้ทำแบบฝึกหัดเพื่อส่งทางอีเมล์

3) เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนเนื้อหาในทุกหน่วย และทำแบบฝึกหัดจนครบทุกหน่วยแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4) เก็บผลที่ได้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

3.4.4.3 กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1) จัดปฐมนิเทศกลุ่มควบคุม เพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนที่เกี่ยวกับการเรียนแบบปกติและแจกเอกสารเนื้อหาวิชาที่เรียน

2) ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยซึ่งใช้วิธีการสอนแบบปกติ มีกระบวนการดังนี้

- ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
- ขั้นดำเนินการสอน
- ขั้นสรุปเนื้อหาบทเรียน
- ขั้นกิจกรรมวัดผล (ทำแบบทดสอบ)

3) เมื่อสิ้นสุดการเรียนให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้กับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4)นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.5.1.1 หาค่าเฉลี่ย (รวีวรรณ ชินะตระกูล.2542 : 164) โดยใช้สูตร

สูตร $$\overline{X} = \frac{\sum x}{\mathrm{n}}$$

โดยที่ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนผู้เรียน

3.5.1.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวีวรรณ ชินะตระกูล.2542 : 179) โดยใช้สูตร

สูตร $$\mathrm{S.D.} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

โดยที่ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

X คือ คะแนน

$\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมด

3.5.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80 : 80 โดยใช้สูตร $E_1 : E_2$

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

โดย E_1 คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ

E_2 คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ

$\sum X$ = ผลรวมคะแนนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$ = ผลรวมคะแนนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

n = จำนวนผู้เรียน

3.5.3 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักเรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ สถิติที่ใช้วิเคราะห์คือ

3.5.4.1 ค่าร้อยละ (pc) (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 184)

สูตร $pc = \frac{X}{n} \times 100$

โดย pc แทน ค่าร้อยละ

X แทน ความถี่

n แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

3.5.5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้สูตร t-test Independent ผู้วิจัยได้ใช้สูตรดังนี้

3.5.5.1 ทดสอบความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้สูตร (Levene'test for Equality of variances) ดังนี้ $df_1 = n_1 - 1$, $df_2 = n_2 - 1$

$$F = \frac{S^2_1}{S^2_2}$$

3.5.5.2 จากการทดสอบพบว่าค่าความแปรปรวนแตกต่างกัน จึงเลือกใช้สูตร t-test Independent Sample

สูตร $$t = \frac{\overline{X}1 - \overline{X}2}{\sqrt{\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}\right)}{\frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1}\right)}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S^2_2}{n_2}\right)}{n_2 - 1}}$$

โดย t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนแบบทดสอบของกลุ่มทดลอง

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนแบบทดสอบของกลุ่มทดลอง

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง $\overline{X}$

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

S^2_1 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบของกลุ่มทดลอง

S^2_2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบของกลุ่มทดลอง