

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาการประมาณราคาก่อสร้าง 1 เรื่องงานคอนกรีต ซึ่งเป็นเนื้อหา ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาการก่อสร้าง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อหาประสิทธิภาพ ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของนักศึกษา และความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

- 3.1 ประชากร
- 3.2 กลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากร

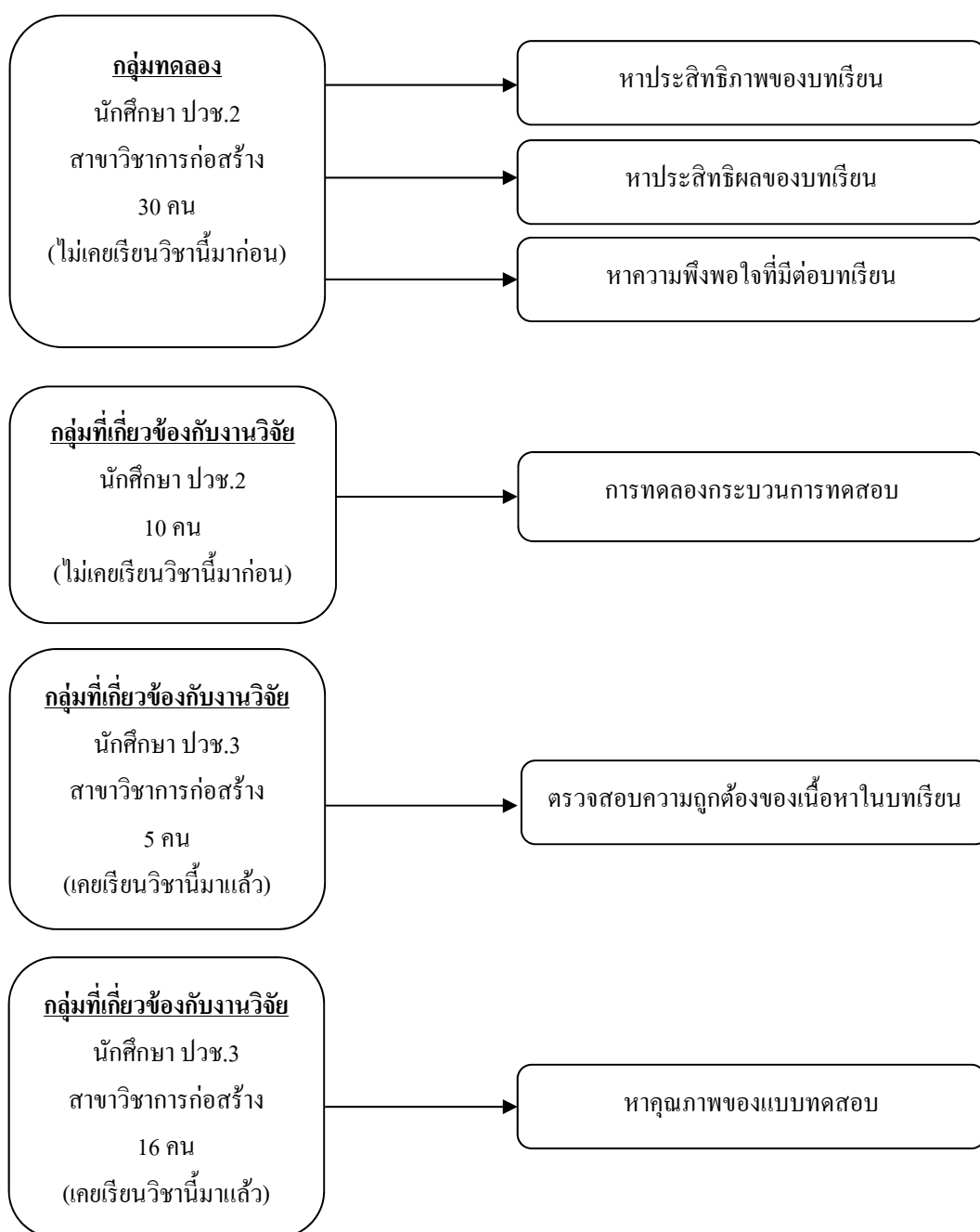
ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาการก่อสร้าง ระดับชั้น ปวช.2 และปวช.3 วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร ปีการศึกษา 2555 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และมีรายละเอียดดังอธิบายไว้ในหัวข้อต่อไปนี้

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาการก่อสร้าง วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร จำนวน 30 คน ที่ยังไม่เคยเรียน เรื่องการประมาณราคาก่อน ซึ่งถูกเลือกมาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียน ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ และความพึงพอใจของนักศึกษา ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนชุดนี้



รูปที่ 3.1 แสดงกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

3.2.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาของบทเรียน

หลังจากกรอบบเนื้อหาของบทเรียนนี้ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องทางด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้ว จะถูกนำไปผลิตเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาการก่อสร้าง ชั้นปีที่ 3 ที่เคยศึกษาเนื้อหา เรื่องการประมาณราคางานคอนกรีตมาแล้วจะถูก

คัดเลือกมาด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับฉลาก จำนวน 5 คน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาของบทเรียน คอมพิวเตอร์การสอน

3.2.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบสำหรับบทเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับ ทดลองแบบทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจการจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาการก่อสร้างชั้นปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2555 วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง จำนวน 16 คน

3.2.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองกระบวนการทดสอบ

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการทดลองกระบวนการทดสอบสำหรับตรวจสอบปัญหาข้อบกพร่องและอุปสรรค ที่อาจเกิดขึ้นได้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพจริง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาการก่อสร้าง ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร ปีการศึกษา 2555 มาทำการทดลอง ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาการประมาณราคาก่อสร้าง 1 เรื่องงานคอนกรีตซึ่งเป็น นักศึกษาที่ไม่เคยเรียนเรื่องการประมาณราคางานคอนกรีตมาก่อน โดยใช้วิธีการคัดเลือกด้วยวิธีสุ่ม อย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับฉลาก จำนวน 10 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง 1 เรื่องงานคอนกรีต
2. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียน
3. แบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียน
4. แบบทดสอบหาประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพทางการเรียนของนักศึกษา

3.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง 1 เรื่องงานคอนกรีต

3.3.1.1 รายละเอียด

บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง 1 เรื่องงานคอนกรีต จัดเป็นสื่อการสอน ประเภท CIP (Computer Instruction Package) โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware Version 6.5 ในการสร้างและโปรแกรมที่ช่วยในการสร้าง ได้แก่ Auto CAD Version 2007, Adobe Photoshop

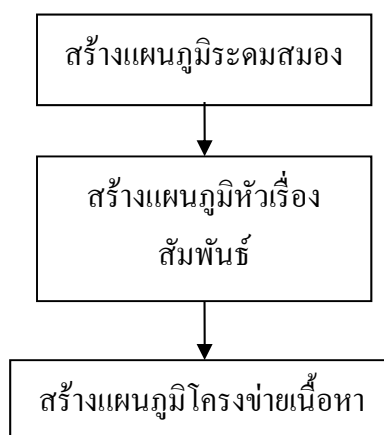
7.0, Sound Record, SoundFroce, TechSmith Snagit Ver 10.0.0 เป็นต้น โดยมีเนื้อหาความยาวประมาณ 90 นาที

3.3.1.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง 1 เรื่องงานคอนกรีต

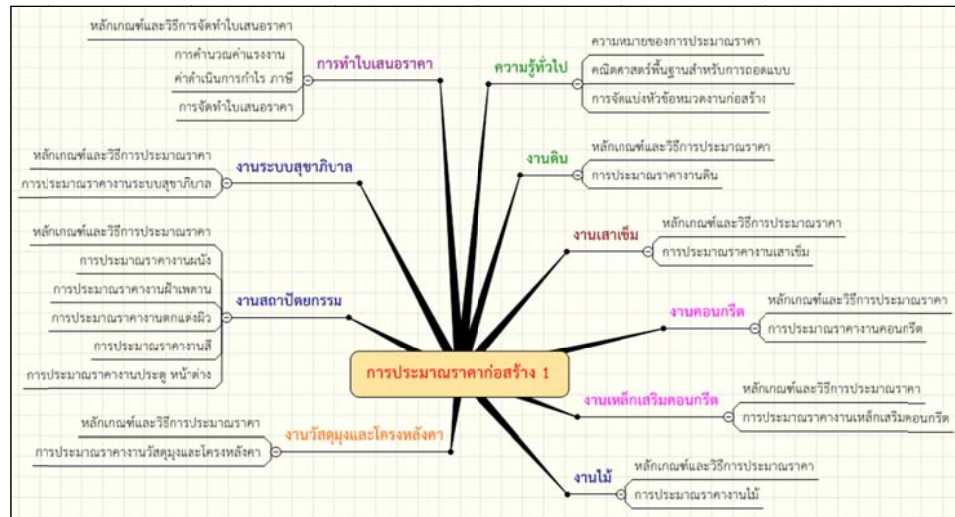
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง 1 เรื่องงานคอนกรีต ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแนวทางของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนในแบบ Interactive Multimedia Computer Instruction Package : IMMCIP ซึ่งได้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังรูปที่ 3.2 – 3.6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาวิชา (Analysis)

ขั้นวิเคราะห์เนื้อหาวิชา สามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) สร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart) 2) สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) 3) สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ดังแสดงในรูปที่ 3.2 – 3.6 (รายละเอียดได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3.4.1)



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนวิเคราะห์เนื้อหาวิชา



รูปที่ 3.3 แสดงแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart)



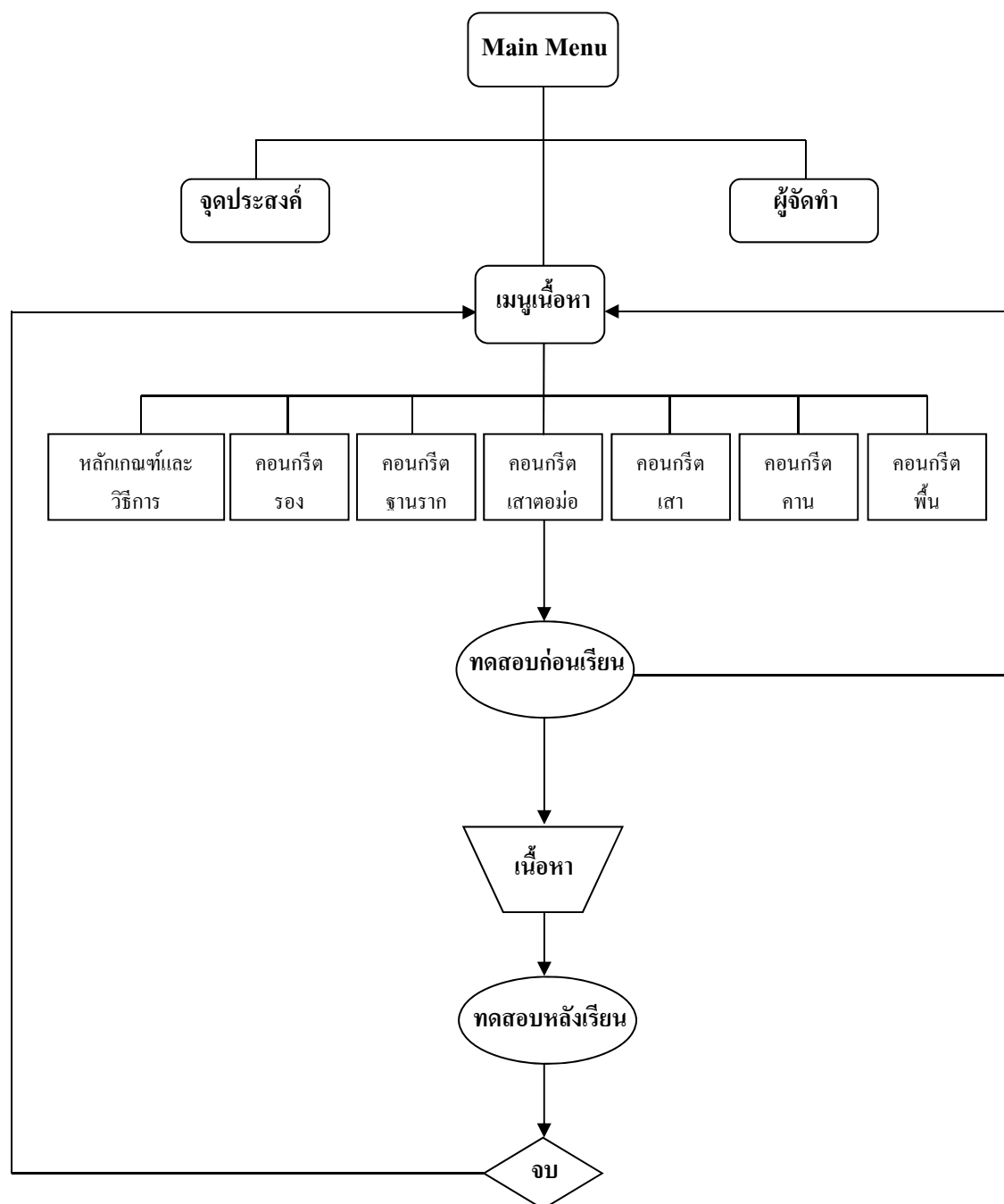
รูปที่ 3.4 แสดงแผนภูมิตัวเรื่อง (Concept Chart)



รูปที่ 3.5 แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)



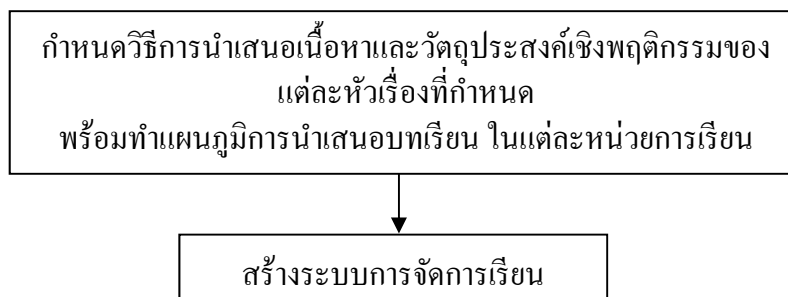
รูปที่ 3.5 แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) (ต่อ)



รูปที่ 3.6 แสดงแผนภูมิการนำเสนอลำดับการเรียนรู้ (Course Flow Chart)

2. ออกแบบ (Design)

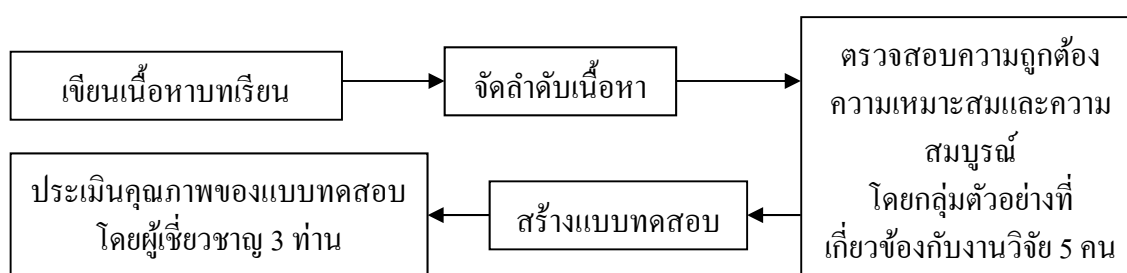
ขั้นตอนการออกแบบ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) กำหนดวิธีการนำเสนอเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหัวเรื่องที่กำหนด (Strategic Presentation Plan and Behavior Objective) พร้อมทำแผนภูมิการนำเสนอบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Module Presentation Chart) 2) สร้างระบบการจัดการเรียน (Learning Management System) ดังแสดงในรูปที่ 3.7 (รายละเอียดได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3.4.2)



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนออกแบบ

3. พัฒนบทเรียน (Development)

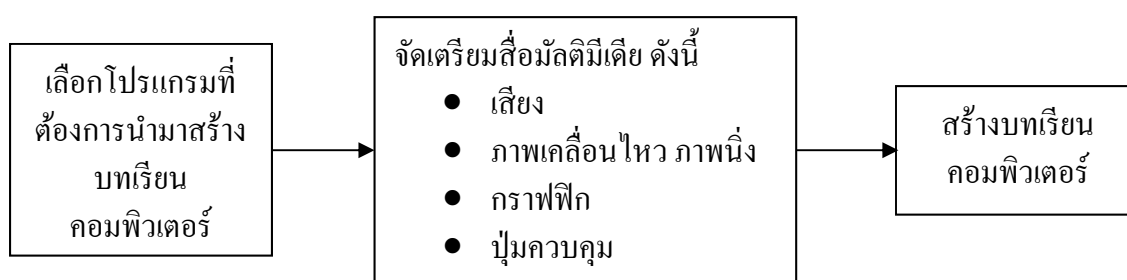
ขั้นตอนพัฒนบทเรียน สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) เขียนเนื้อหาบทเรียน (Scrip Development) 2) จัดลำดับเนื้อหา (Story Board Development) 3) ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความสมบูรณ์ (Content Validity) 4) สร้างแบบทดสอบสำหรับผู้เรียนพร้อมทั้งประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 (รายละเอียดอธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3.4.3)



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนพัฒนบทเรียน

4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Implementation) ลงบนคอมพิวเตอร์

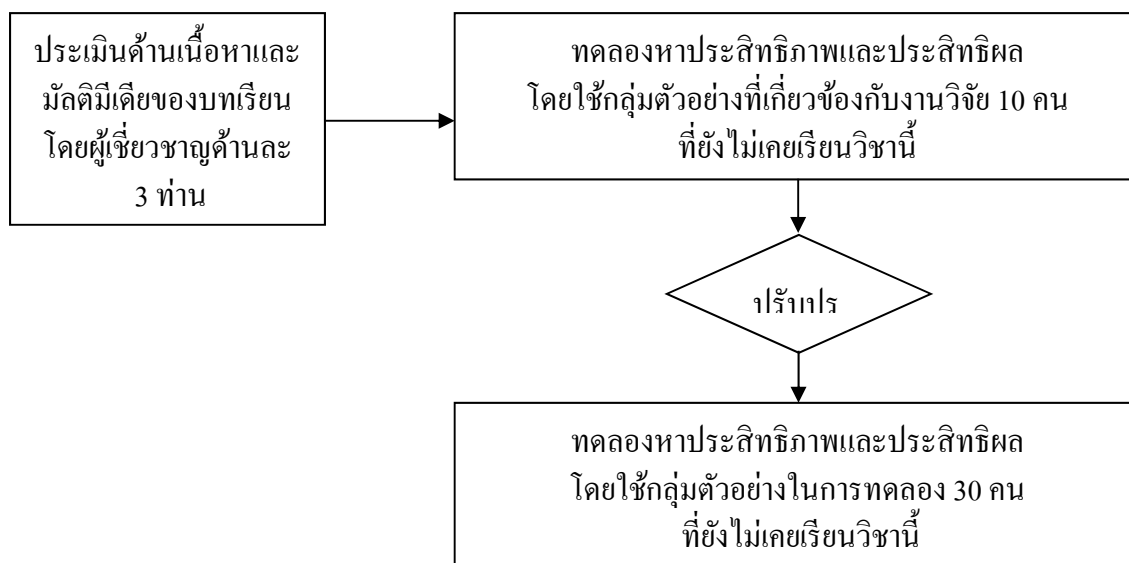
ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) เลือกโปรแกรมที่ต้องการนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ 2) จัดเตรียมสื่อมัลติมีเดีย 3) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ดังที่แสดงในรูปที่ 3.9 (รายละเอียดอธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3.4.4)



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

3.3.1.3 การประเมินผลบทเรียน (Evaluation) และนำไปเผยแพร่ (Publication)

ขั้นตอนประเมินผลบทเรียนและนำไปเผยแพร่ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) ประเมินด้านเนื้อหาและมัลติมีเดียของบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน 2) ทดลองหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล 3) จัดทำคู่มือการใช้บทเรียนเพื่อเผยแพร่จริง ดังแสดงในรูปที่ 3.10 (รายละเอียดได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3.4.5)



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนประเมินผลบทเรียนและนำไปเผยแพร่

1. การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านมัลติมีเดียของบทเรียน

ทำการประเมินโดยใช้แบบประเมินที่สร้างในหัวข้อ 3.3.1.2 และใช้สถิติในหัวข้อ 3.5.1 โดยมีผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านๆ ละ 3 ท่านตรวจสอบ ดังนี้ (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข.)

การประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียน

- อาจารย์สุภารัตน์ วงศ์คำพา อาจารย์ประจำแผนกวิชาคอมพิวเตอร์ หัวหน้าแผนกวิชาคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการอาชีพพนมทราชนิคมอุตสาหกรรม จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (ค.อ.ม.) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- อาจารย์วีรธรรม ไชยวงศ์ อาจารย์ประจำแผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ หัวหน้าแผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (ค.อ.ม.) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

- อาจารย์นราวุธ สีหะวงษ์ อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างก่อสร้าง หัวหน้างานสื่อการเรียนการสอน วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม (สม.) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียน

- นายทวี ไข่แก้ว ตำแหน่งโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดมุกดาหาร จ.มุกดาหาร จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโยธา (วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- นายสมเกียรติ หะยาจันทา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ครูประจำแผนกวิชาโยธา วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโยธา (ค.อ.ม.) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- นายทะยาน จงณรงค์ชัย ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ครูประจำแผนกวิชาโยธา วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโยธา (ค.อ.ม.) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. การทดลองกระบวนการทดสอบ

โดยการหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล จากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาการก่อสร้าง ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร ปีการศึกษา 2555 จำนวน 10 คน เพื่อทดสอบกระบวนการและตรวจหาข้อบกพร่องการทดลองในหัวข้อนี้เป็นการทดลองกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย (ดูรายละเอียดที่หัวข้อ 3.2.2.3) ซึ่งคัดเลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย (โดยการจับฉลาก จำนวน 10 คน) ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาบทเรียนนี้มาก่อน โดยใช้คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อผู้เรียน 1 คน ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนในการทำงานดังต่อไปนี้

- ก่อนจะทำการศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนนี้ ได้ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) จากเนื้อหาวิชาทั้งหมดของบทเรียนนี้

- หลังจากนั้นให้นักศึกษาทั้ง 10 คน ศึกษาเนื้อหา จากชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนไปพร้อมๆ กัน ภายใต้การควบคุมของอาจารย์ผู้สอน ในเวลาที่กำหนด เพื่อจะได้ตรวจสอบความผิดพลาดต่างๆ เช่น เมื่อเกิดปัญหาเกี่ยวกับรายละเอียดของเนื้อหาหรือการสื่อความหมาย จะหยุดให้มีการซักถาม และบันทึกจุดบกพร่อง พร้อมแนวทางแก้ไข เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปแก้ไขในกระบวนการของการทดลองบทเรียน ก่อนนำไปทดลองจริง

- เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนจนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

- เมื่อนักศึกษาทำการศึกษาเนื้อหาจนครบทั้ง 1 หน่วยการเรียนรู้แล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ (Post-test) เพื่อประเมินผลการเรียนขั้นสุดท้าย

- นำคะแนนที่ได้จาก การทำแบบทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test) แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังการเรียน (Post-test) เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของชุดบทเรียน และประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของนักศึกษา จากการทดลองแบบกลุ่มย่อย

- ปรับปรุงรายละเอียดในการนำเสนอเนื้อหาของเนื้อหา พร้อมทั้งแก้ไขจุดบกพร่องที่พบในระหว่างกระบวนการทดลองกลุ่มย่อย ก่อนนำไปดำเนินการทดลองจริง

3.3.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียน

แบบประเมินคุณภาพเนื้อหาด้านบทเรียน ใช้ในการประเมินคุณภาพเนื้อหาบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 หัวข้อย่อย ได้แก่ 1) เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง 2) รูปภาพและภาษา และ 3) การวางแผนบทเรียน (ดูแบบประเมินในภาคผนวก ค.) โดยมีระดับการประเมินดังนี้

ผลการประเมิน	ระดับคะแนนการประเมิน
ดีมาก	4.50 – 5.00
ดี	3.50-4.49
ปานกลาง	3.00-3.49
ไม่ผ่าน	ต่ำกว่า 3.00

3.3.3 แบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย

แบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย จะใช้ในการประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และจะใช้ในการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษา ระดับชั้น ปวช.2 สาขาวิชาการก่อสร้าง วิทยาลัยการอาชีพพนมทราชนิคมุดาหาร ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน ที่ไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน โดยแบ่งคุณภาพออกเป็นด้านใหญ่ ๆ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านตัวอักษร (Text) 2) ด้านภาพนิ่ง (Image) ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation) 3) ด้านเสียง (Audio) 4) ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive) 5) ด้านอื่นๆ (ดูแบบประเมินในภาคผนวก ช.) โดยมีระดับการประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญ เหมือนกับการประเมินด้านคุณภาพเนื้อหา (ดูหัวข้อ 3.3.2) และมีระดับการประเมินความพึงพอใจโดยนักศึกษาดังนี้

ผลการประเมิน	ระดับคะแนนการประเมิน
พึงพอใจมากที่สุด	5
พึงพอใจมาก	4
พึงพอใจปานกลาง	3
พึงพอใจค่อนข้างน้อย	2
พึงพอใจน้อย	1

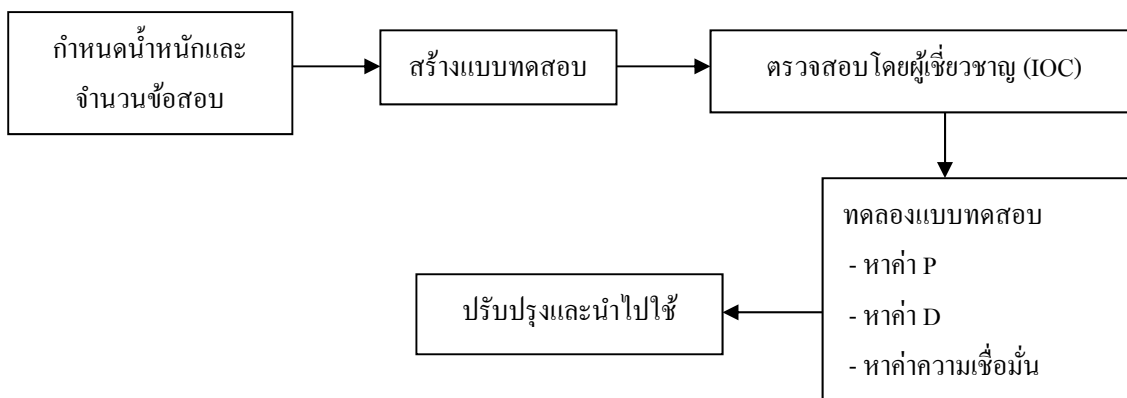
3.3.4 แบบทดสอบหาประสิทธิภาพ ประสิทธิผลทางการเรียนของนักศึกษาที่มีต่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

3.3.4.1 รายละเอียด

แบบทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียนจะถูกใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาการก่อสร้าง วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน ที่ไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน เพื่อหาค่าการทดสอบก่อนเรียน (E_{pre}) ระหว่างเรียน (E_1) หลังเรียน (E_2 และ E_{post}) ซึ่งเกณฑ์ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ (E_1/E_2) ที่ตั้งไว้ต้องมีค่า 80/80 และเกณฑ์ประสิทธิผลทางการเรียน ($E_{post}-E_{pre}$) มีค่ามากกว่า 60 โดยมีรายละเอียดของแบบทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก จ.

3.3.4.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบหาประสิทธิภาพ ประสิทธิผลทางการเรียน

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียน โดยมีรายละเอียดในการสร้างแบบทดสอบดังนี้ รูปที่ 3.11 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.11 แผนผังการสร้างแบบทดสอบสำหรับหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียน

1. กำหนดน้ำหนักและจำนวนข้อสอบ

โดยการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ให้สอดคล้องกับระดับของการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ทั้ง 6 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งกำหนดไว้ในแต่ละบทเรียน (กรอบการสอน) ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา กำหนดน้ำหนักเพื่อหาจำนวนข้อสอบ จากนั้นจึงให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาเนื้อหาและวัตถุประสงค์เป็นข้อ ๆ ไปว่าจะให้น้ำหนักแต่ละข้อเท่าใด เมื่อพิจารณาจนครบทุกข้อแล้ว ผู้วิจัยนำ

คะแนนแต่ละข้อมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย จากนั้นให้คำนวณหาจำนวนของข้อสอบที่จะต้องใช้อย่างจริงจังในแต่ละวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยต้องการให้มีข้อที่ใช้ในการทำแบบทดสอบจำนวนทั้งสิ้น 70 ข้อ

2. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนแบบทดสอบ

โดยสร้างแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือกโดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของนักศึกษาจนได้จำนวนของข้อสอบตามที่ต้องการ ในขั้นนี้ได้สร้างแบบทดสอบจำนวน 80 ข้อ จำนวน 1 ชุด

3. พิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ

โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน (ดูหัวข้อที่ 3.3.2) ในการพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ จะใช้หลักเกณฑ์ของ ชูศรี วงศ์รัตน์ [46] ในการให้คะแนนความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

คะแนน	+1	เมื่อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและตามโครงสร้าง
คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจ
คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงตามเนื้อหาและโครงสร้าง

จากนั้นจึงนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ถ้าได้ค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อคำถามนั้นเป็นข้อความที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ถ้าได้ค่า IOC น้อยกว่า 0.5ให้นำข้อคำถามนั้นไปปรับปรุงใหม่

4. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

โดยการนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาการก่อสร้าง วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร ซึ่งเคยศึกษาเนื้อหาเรื่อง การประมาณราคางานคอนกรีต มาแล้ว โดยนำนักศึกษากลุ่มนี้จำนวน 24 คน มาจัดเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) จากนั้นคัดนักศึกษาที่มีคะแนนสูงสุดและต่ำสุดออก 1 ใน 3 แล้วเลือกมา 2 ใน 3 เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน สำหรับการวิเคราะห์แบบทดสอบ โดยกลุ่มตัวอย่างนี้ต่อมาจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ตามลำดับคะแนนเฉลี่ยสะสมจะได้เป็นกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำแล้วให้ตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบเพื่อนำคะแนนสอบทั้ง 2 กลุ่ม มาวิเคราะห์ต่อไป โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ในการประเมินแบบทดสอบ

- แบบทดสอบต้องมีค่าดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ อยู่ในช่วงระหว่าง

0.20-0.80

- แบบทดสอบแต่ละข้อต้องมีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.20

- แบบทดสอบต้องมีค่าความเชื่อมั่นของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ตามที่ วิเชียร เกตุสิงห์ [31] กล่าวต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.60

หลังจากทำการตรวจสอบแบบทดสอบในแต่ละหน่วยว่าข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์นั้น มีจำนวนครบตามที่ตั้งไว้ในวัตถุประสงค์หรือไม่ แล้วทำการแยกข้อสอบที่ได้ออกจากข้อสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ และไปตรวจสอบกับจำนวนข้อสอบที่ได้ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วย ถ้าปรากฏว่ามีวัตถุประสงค์ใดได้ข้อสอบไม่ครบตามจำนวน ผู้วิจัยจะพิจารณาข้อสอบที่มีเกณฑ์ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ยอมรับ หรือ ออกแบบทดสอบเพิ่มเติม

จากนั้นนำแบบทดสอบที่ทำใหม่และข้อสอบที่มีค่าดัชนีและค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ยอมรับมาปรับปรุง และนำไปทดลองใหม่อีกครั้ง กับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษากลุ่มเดิม จำนวน 16 คน เพื่อที่จะได้นำข้อสอบตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ นำผลมาวิเคราะห์ใหม่อีกครั้ง จนได้ตามที่ต้องการ

นำข้อสอบที่ได้คุณภาพเข้าหลักเกณฑ์แล้วมาพิมพ์ โดยจัดสร้างเป็นคลังข้อทดสอบสัมฤทธิ์ผลไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น เน้นรูปแบบความถูกต้อง มีคำชี้แจงละเอียดชัดเจน เข้าใจง่าย โดยแบบทดสอบมีจำนวนข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 70 ข้อ โดยใช้ระบบการจัดการข้อสอบจะทำการสุ่มข้อสอบขึ้นมาจากคลังข้อสอบ

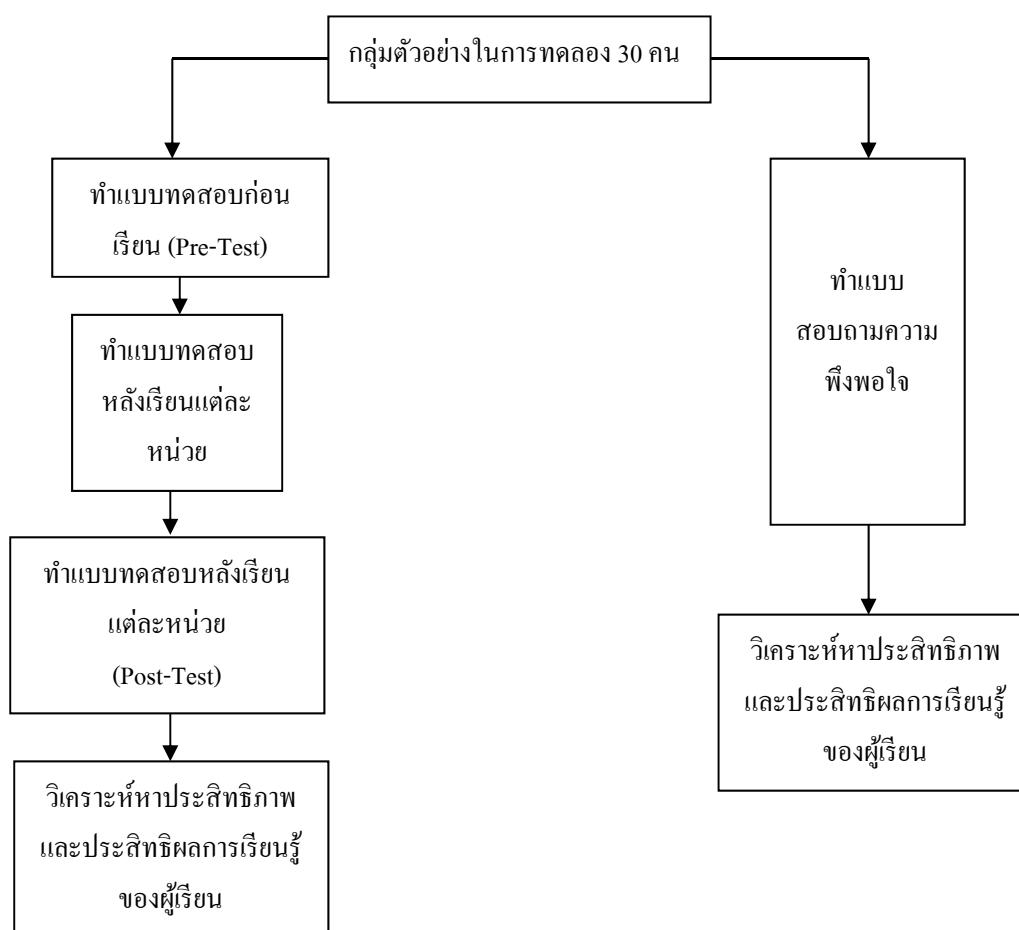
5. สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และประสิทธิผล ($E_{\text{post}} - E_{\text{pre}}$) ของผู้เรียน

- แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดภูมิความรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ทำให้รู้จุดเด่น จุดด้อย จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง1 เรื่องงานคอนกรีต แต่ละหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 70 ข้อ โดยใช้วิธีการสุ่มข้อสอบตามจำนวนข้อและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้

- แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทางการเรียนหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนในทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว โดยข้อสอบมีจำนวนเท่ากับแบบทดสอบก่อนเรียน ทั้งนี้จะต้องใช้วิธีในการสุ่มข้อสอบออกมาตามจำนวนที่ต้องการ และตามจำนวนที่ระบุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ คือ 70 ข้อ

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ตลอดทั้งข้อบกพร่องของการใช้โปรแกรม หรือรายละเอียดของเนื้อหา การสื่อความหมาย โดยมีขั้นตอน ดังรูปที่ 3.12 และมีรายละเอียดดังแสดงในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 3.12 แผนภูมิขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

3.4.1 การศึกษาหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หลังจากที่สื่อพัฒนาและปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง 1 เรื่องงานคอนกรีต แล้วจะนำมาทดสอบกับตัวอย่างกลุ่มทดลองที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาการก่อสร้าง ปีการศึกษา 2555 วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจงที่เป็นนักศึกษากลุ่มทดลองจริง โดยใช้คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อผู้เรียน 1 คน รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ มีดังนี้

1. ก่อนที่นักศึกษา จะทำการศึกษาบทเรียนนี้ ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) ของเนื้อหาวิชาจากบทเรียนทั้งหมด ด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 70 ข้อ เพื่อรวบรวมคะแนนก่อนเรียน โดยกำหนดเวลาทำแบบทดสอบทั้งหมด 60 นาที เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้เก็บคะแนนสอบก่อนเรียนของแต่ละคนไว้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ การเรียนรู้ของผู้เรียนในลำดับต่อไป

2. ให้นักศึกษา ทำการศึกษบทเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง1 เรื่องงานคอนกรีต ครั้งละ 1 หน่วยการเรียนรู้ โดยใช้เวลาเรียนหน่วยละ 15 นาที เมื่อเรียนจบบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้โดยให้เวลาในการทดสอบ 10 นาที ทดสอบหลังจบหน่วยการเรียนรู้ หลังจากนั้นนำผลการทดสอบมาจัดเก็บ โดยแยกเป็นคะแนนสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนไว้ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนต่อไป

3. เมื่อนักศึกษาทำการศึกษาจนครบหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ (Post-test) ของเนื้อหาวิชาทั้งหมด จำนวน 70 ข้อ โดยกำหนดเวลาทำแบบทดสอบทั้งหมด 60 นาที เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว จึงเก็บคะแนนผลการทดสอบหลังเรียนของแต่ละคนไว้ เพื่อนำข้อมูลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของผู้เรียนต่อไป

3.4.2 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน

ให้กลุ่มตัวอย่างทดลอง จำนวน 30 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนนี้ หลังจากที่ได้ทำการศึกษา ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง1 เรื่องงานคอนกรีตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง1 เรื่องงานคอนกรีต

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ มีการวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างเครื่องมือดังนี้

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ด้านมัลติมีเดียของผู้เชี่ยวชาญและประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

สถิติที่ใช้ในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ด้านมัลติมีเดียของผู้เชี่ยวชาญและประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน จะใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตรดังสมการที่ 3.1 และสมการที่ 3.2 ตามลำดับ

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.1)$$

$$SD = \sqrt{\frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (3.2)$$

เมื่อ	$\bar{x}$	=	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	=	ผลรวมของคะแนนยกกำลัง 2 ทั้งหมด
	$\sum_{i=1}^n x_i$	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	=	จำนวนข้อมูล
	x_i	=	คะแนนแต่ละจำนวน

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ที่ได้จะแปลผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและมัลติมีเดียดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	4.50-5.00	=	บทเรียนมีคุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	3.50-4.49	=	บทเรียนมีคุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	3.00-3.49	=	บทเรียนมีคุณภาพปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยน้อยกว่า	2.99	=	ควรปรับปรุงบทเรียน

และจะแปลผลการศึกษาความพึงพอใจ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	4.50 – 5.00	=	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	3.50 - 4.49	=	ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	2.50 – 3.49	=	ความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.50 - 2.49	=	ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.00 – 1.49	=	ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ในการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.5.5.1 – 2.5.5.2) จะใช้สมการที่ 3.3 และสมการที่ 3.4 ตามลำดับ

$$P = \frac{R_U + R_L}{n} \quad (3.3)$$

$$D = \frac{R_U - R_L}{n_u} \quad (3.4)$$

เมื่อ	P	=	ค่าความยากของแบบทดสอบ
	D	=	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	R _U	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R _L	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n _U	=	จำนวนผู้ตอบทั้งหมดของกลุ่มสูง
	n	=	จำนวนผู้ตอบทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์

ส่วนการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (γ_{tt}) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3.5

$$\gamma_{tt} = \frac{n}{n-1} \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n pq_i}{S_t^2} \right] \quad (3.5)$$

เมื่อ	γ_{tt}	=	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	=	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	p	=	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก
	q	=	1- p = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด
	S _t ²	=	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

โดยค่า S_t² สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3.6

$$S_t^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n^2} \quad (3.6)$$

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

หลังจากให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) จากนั้นศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้และทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) เมื่อศึกษาครบทั้ง 7 หน่วยการเรียนรู้แล้ว จึงทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ใช้สถิติในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) ประภาพรรณ เต็งวงศ์ [47] ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^M E_{1i}}{M} \quad (3.7)$$

$$E_{1i} = \frac{\sum_{j=1}^N X_j}{N \cdot A_i} \times 100 \quad (3.8)$$

$$E_2 = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N \cdot B} \times 100 \quad (3.9)$$

- E_1 = ประสิทธิภาพกระบวนการเรียน โดยเฉลี่ยจากคะแนนการทดสอบเมื่อผู้เรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้
- E_2 = ประสิทธิภาพจากการทดสอบหลังเรียน เมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้
- E_{1i} = ประสิทธิภาพจากการทดสอบระหว่างเรียนของหน่วยเรียนย่อย i คิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยย่อย i ของนักเรียนทั้งหมด
- X_j = คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ j ระหว่างเรียนหน่วยเรียนที่ i
- A_i = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหน่วยเรียนที่ i
- B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังบทเรียนหรือ Post - Test
- N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด
- M = จำนวนหน่วยการเรียนรู้ย่อยในรายวิชานี้

และใช้สถิติต่อไปนี้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิผลการเรียนรู้ จากระดับประสิทธิภาพของนักศึกษา ก่อนการเรียน และหลังการเรียน [47]

$$\text{ประสิทธิผล} = E_{post} - E_{pre} \quad (3.10)$$

- E_{pre} = ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนการเรียนวิชา คณิตจากร้อยละของคะแนน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- E_{post} = ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังการเรียนครบทั้งวิชาคณิตจากร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้หรือทดสอบหลังเรียน เท่ากับ E_2

$$E_{post} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N \cdot B} \times 100 \quad (3.11)$$

$$E_{pre} = \frac{\sum_{k=1}^N X_k}{N \cdot C} \times 100 \quad (3.12)$$

- X_i = คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนคนที่ i
- B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังบทเรียน หรือ post-test
- N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด
- X = คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนคนที่ k
- C = คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน หรือ pre-test
- N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด