

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ มีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 30 คน

เพื่อความสะดวกในการทดลอง ผู้วิจัยได้แบ่งเป็นกลุ่มทดสอบประเภทต่างๆ ดังนี้

ก. กลุ่มทดสอบสำหรับหาค่าความถูกต้องของบทเรียน

กลุ่มทดสอบสำหรับหาค่าความถูกต้องของบทเรียน คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ผ่านการเรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ จำนวน 10 คน โดยจัดเตรียมไว้เพื่อหาค่าความถูกต้องในการทำบทเรียน

ข. กลุ่มทดสอบสำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบ

- การหาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

กลุ่มทดสอบสำหรับการหาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ผ่านการเรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ มาแล้วทำแบบทดสอบและนำแบบทดสอบดังกล่าวไปทดสอบกับนักเรียนที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมมาก่อน จำนวน 30 คน

- การหาค่าระดับความยากง่าย (P)

กลุ่มทดสอบสำหรับการหาค่าระดับความยาก คือ นักศึกษาที่ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากของข้อสอบรายข้อ ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.5 – 0.8 เป็นข้อที่นำไปใช้ได้

- การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

กลุ่มทดสอบสำหรับการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ คือ นำแบบทดสอบไปทดสอบ นักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ มาแล้ว จำนวน 30 คน

- การหาค่าความเชื่อมั่น (R) ของแบบทดสอบ

กลุ่มทดสอบสำหรับการหาค่าความเชื่อมั่น (R) ของแบบทดสอบ คือ นักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ มาแล้ว จำนวน 30 คน

- การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประสิทธิภาพ

กลุ่มทดสอบสำหรับการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประสิทธิภาพ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมที่เรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ จำนวน 30 คน

ค. กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 10 คน โดยเลือกนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ
2. แบบทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล
3. แบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียน

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ ได้ดำเนินการสร้างตาม ขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนแบบ IMMCAI : Interactive Multi Media Computer Assisted Instruction ซึ่งเป็นรูปแบบการพัฒนาคอมพิวเตอร์การสอนแบบที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนด้วยมัลติมีเดีย โดยเลือกวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ มาสร้างเป็น

บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน โดยกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมขึ้นตามเนื้อหาวิชา มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.2.1.1 การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา

1. สร้างแผนภูมิมาระดมสมอง เป็นการนำแผนภูมิมาระดมสมองที่ได้มาทำการจัดกลุ่มของหัวข้อหรือจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กัน อาจมีการตัดหรือเพิ่มหัวข้อเรื่องตามเหตุผลและความเหมาะสมของเนื้อหาวิชา เพื่อค้นหาหัวข้อหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ โดยยึดคำอธิบายรายวิชาตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ เป็นกรอบในการสร้างแผนภูมิมาระดมสมอง การระดมสมองนี้จะยังไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของหัวข้อที่กำหนดขึ้นมา รายการหัวข้อเรื่องและลำดับที่ได้จึงแตกต่างจากตำราหรือเอกสารอื่น เนื่องจากไม่มีการคัดลอกจากตำราเล่มใด

2. สร้างแผนภูมิหัวข้อเรื่องที่สัมพันธ์กัน จัดลำดับเนื้อหา เนื้อหาใดที่เป็นพื้นฐานควรจัดให้เรียนก่อน โดยการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องอย่างละเอียด เพื่อตัด-เพิ่มหัวข้อเรื่อง ตามเหตุผล และความเหมาะสมของเนื้อหาวิชา จัดลำดับความสัมพันธ์ก่อน-หลัง และรวบรวมหัวข้อเรื่องที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มหรือรวบรวมไว้ในหัวข้อเรื่องเดียวกัน

3. สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา เป็นการนำหัวข้อที่ได้จากแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ มาจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา พิจารณาลำดับก่อนหลังและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวข้อเรื่องว่ามีลำดับความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงานจะแสดงให้เห็นถึงลำดับของเนื้อหาทั้งหมดของบทเรียน

3.2.1.2 การออกแบบการสอนบทเรียน

1. กำหนดกลวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหัวข้อที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการวัดผลการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน แล้วลำดับแผนการนำเสนอเนื้อหาให้เป็นแผนภูมิลำดับการเรียนรู้ของบทเรียนทั้งหมด

2. สร้างแผนภูมิการนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน่วยเพื่อกำหนดรูปแบบและลำดับของการนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ตามหลักการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน คือ การนำเข้าสู่เนื้อหา การเรียน การสรุป ทำแบบฝึกหัด และการประเมินผล พร้อมคิดวิธีการสอน สื่อที่ใช้ เช่น รูปภาพ วีดิโอ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

3. การร่างแบบทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 รวบรวมหัวข้อเรื่องทั้งหมด พร้อมแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์เนื้อหา

3.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา กำหนดน้ำหนักเพื่อระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละหน่วยของบทเรียน ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านต่างๆ

3.3 ร่างแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากกว่าที่ใช้งานจริง 2 เท่าของแบบทดสอบที่ใช้จริง เนื่องจากจะต้องมีการตรวจสอบวัดคุณภาพของข้อสอบ เช่น ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ในแต่ละข้อว่าสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ ถ้าใช้ไม่ได้ต้องทำการตัดทิ้ง ในบางข้อต้องมีการปรับแก้ไข

3.4 กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม และศึกษาถึงวิธีการเขียนข้อสอบ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก โดยการให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด หรือ ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

3.5 ร่างแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

3.6 นำข้อสอบที่ร่างเสร็จแล้วมาตรวจทานแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง เช่น การใช้ภาษาการสะกดคำ

3.7 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทำการตรวจสอบว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาหรือมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ในขั้นนี้ได้ข้อสอบทั้งสิ้น 80 ข้อ ที่สามารถนำไปพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพในขั้นต่อไปได้

3.8 ทำการปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.9 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 30 คน ซึ่งเคยผ่านการเรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติแล้ว จากนั้นทำการวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) ต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (D) ต้องมีค่ามากกว่า 0.20 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามสูตรของคูเคอร์ริชาร์ดสัน 20 ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.60

3.10 หลังจากนำข้อสอบไปทดลองใช้แล้ว ผู้วิจัยได้นำกลับมาคำนวณหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ พบว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้เพียง 75 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 80 ข้อ รายละเอียดปรากฏตามภาคผนวก ข.

3.2.1.3 การพัฒนากรอบเนื้อหาบทเรียน

1. เขียนเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด โดยสร้างเป็นกรอบๆให้เป็นไปตามที่ได้วางแผนไว้ โดยกำหนดภาพ เสียง สี และปฏิสัมพันธ์ที่ต้องการ โดยใช้ฟอร์ม Comp.&IT (SIE) Computer Instruction Script ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. จัดทำลำดับเนื้อหา โดยนำกรอบเนื้อหาที่ได้มาเรียบเรียงตามลำดับการนำเสนอตามที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งกรอบเนื้อหานี้จะยังอยู่ในรูปแบบของเอกสารทั้งหมด

3. ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้อง และความสมบูรณ์ของเนื้อหา รวมถึงความเหมาะสมและความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบได้แก่ผู้ที่มีประสบการณ์การสอนในวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ และมีความรู้เกี่ยวกับการเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติเป็นอย่างดี นำข้อบกพร่องที่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาได้แก้ไขรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆมาปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. จากนั้นนำเอกสารเนื้อหาของบทเรียนไปให้กลุ่มทดสอบ ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 จำนวน 10 คน ทดลองอ่านเนื้อหาซึ่งอยู่ในรูปแบบของเอกสาร แล้วให้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทการเรียน โดยสามารถเปิดเอกสารอ่านประกอบการทำแบบฝึกหัดได้ เพื่อหาค่าความถูกต้องในการอ่าน พิจารณาผลของการทำแบบฝึกหัด จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เรียนมาพิจารณาปรับเปลี่ยนข้อความของเนื้อหาที่ผู้เรียนระบุว่าอ่านแล้วไม่เข้าใจ หรืออ่านแล้วไม่ชัดเจน เพื่อปรับปรุงข้อความของเนื้อหาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.2.1.4 การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน

พัฒนาแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมาทั้งหมดจะเป็น Courseware ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของเอกสาร และนำไปสร้างเป็นโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนต่อไป

3.2.1.5 การพัฒนาบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

1. เลือกซอฟต์แวร์ระบบนิพจน์บทเรียนและซอฟต์แวร์อื่นๆ เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ได้แก่ Macromedia Author ware Version 7.0 เป็นซอฟต์แวร์หลักในการสร้างบทเรียนและใช้ซอฟต์แวร์ Adobe Photoshop CS3 เป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างภาพกราฟิก ซอฟต์แวร์ Swish 2.0 เป็นโปรแกรมที่ใช้ผลิตภาพเคลื่อนไหว ซอฟต์แวร์ Ulead Photo Impact 8.0 เป็นโปรแกรมที่ใช้ทำ Banner ตกแต่ง และใช้ทำปุ่ม Button ซอฟต์แวร์ Sound Forge 7.0 สร้างและปรับเสียงประกอบบทเรียน และซอฟต์แวร์ Microsoft Word 2007 สร้างข้อความประกอบลงในบทเรียน

2. จัดเตรียมทรัพยากรต่างๆที่ต้องการใช้ ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง และเสียงประกอบต่างๆ ที่ต้องใช้ในบทเรียนให้พร้อมที่จะใช้ประกอบลงในโปรแกรม

3. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน โดยการนำทรัพยากรต่างๆที่เตรียมพร้อมไว้แล้วมาปรับสร้างเป็นกรอบของบทเรียนในคอมพิวเตอร์ ตาม Script Story Board ที่ได้ออกแบบไว้ การพัฒนากรอบเนื้อหาบทเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์ระบบนิพจน์บทเรียน คือ Macromedia Author ware Version 7.0 เป็นซอฟต์แวร์หลักในการพัฒนาบทเรียน

4. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา และคอมพิวเตอร์การสอน ตรวจสอบและประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียน ได้แก่คุณภาพ ด้านข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการปฏิสัมพันธ์ นำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะมา แก้ไขปรับปรุงด้านมัลติมีเดียของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5. นำบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปทดลองหาประสิทธิภาพ ในการใช้บทเรียนเพื่อ ตรวจสอบปัญหา และอุปสรรคที่เกิดจากการเรียนบทเรียน ให้กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับชั้น ปริญญาตรีปีที่ 1 ที่เรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ จำนวน 10 คน ทดลองเรียนบทเรียน สังเกตและสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคขณะเรียนบทเรียน นำข้อมูลที่ได้ไปแก้ไข ปัญหาหรืออุปสรรค เพื่อให้เกิดข้อบกพร่องน้อยที่สุดเมื่อนำบทเรียนไปทดลองหาประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพจริง

ขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน จะใช้แนวทางของสาขาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งพัฒนาขึ้น โดย รศ.ไพโรจน์ ติรณนากุล ได้แบ่งขั้นตอนในการพัฒนาออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก และแบ่งออกเป็น 16 ขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ช่วงการสร้างแผนภูมิ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนภูมิมระดมสมอง เป็นการระดมสมองเพื่อรวบรวมหัวข้อที่ควรจะมีอยู่ โดยจะเริ่ม จากการเขียนชื่อเรื่องไว้ตรงกลาง จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาช่วยกันระดมสมองแจ้งหัวข้อ ที่ควรจะมีสอน

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ เป็นการนำแผนภูมิมระดมสมองที่ได้มาทำการจัดกลุ่มของ หัวข้อหรือจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กัน อาจมีการตัดหรือเพิ่มหัวข้อตามเหตุผลและความเหมาะสมของ เนื้อหาวิชา เพื่อให้ได้หัวข้อที่จะนำมาพัฒนาเป็นเนื้อหาที่สมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 3 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา เป็นการนำหัวข้อที่ได้จากแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์มา จัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยพิจารณาลำดับก่อนหลัง

ช่วงการออกแบบหน่วยการเรียนรู้

เป็นขั้นตอนของการออกแบบหน่วยการเรียนรู้และการสอน ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 4 การกำหนดกลวิธีในการนำเสนอ และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา โดยพิจารณา กลุ่มเนื้อเรื่องที่สามารถจัดไว้ในหน่วยเดียวกันได้และมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้จากนั้น นำหน่วยการเรียนรู้ที่ได้ทั้งหมด มาจัดลำดับการนำเสนอ หรือสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้วิชา

ขั้นที่ 5 การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยเลือกวิธีการสอน สื่อการสอนที่เหมาะสมโดยเริ่มจากพิจารณาเนื้อหา พร้อมคิดวิธีการสอนสื่อที่ใช้ เช่น รูปภาพ วีดีโอ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

ช่วงการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

เป็นขั้นตอนการพัฒนาหน่วยเรียนก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์และแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย ขั้นตอนย่อยๆ 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 6 การเขียนรายละเอียดเนื้อหาลงบนกรอบการสอน โดยทำการเขียนไปที่ละรอบตามลำดับเนื้อหา และวิธีการที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นที่ 7 การจัดลำดับกรอบการสอน เป็นการนำกรอบการสอนมาตรวจสอบลำดับการสอนที่เขียนไว้ เพื่อให้เป็นไปตามการนำเสนอที่ได้วางแผนไว้ทั้งหมดและการตรวจการเชื่อมโยงของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ กรอบการสอนที่จัดทำขึ้นทั้งหมดนี้ เรียกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 8 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาเป็นการนำ Courseware ที่พัฒนาขึ้นไปทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายจริง

ขั้นที่ 9 การเขียนและประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ เป็นการสร้างแบบทดสอบตามหลักการพัฒนา ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยอ้างอิงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นจึงนำไปทดลองกับกลุ่มที่เคยเรียนเนื้อหาขึ้นมาแล้ว โดยใช้ประมาณ 30 คน เพื่อใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ช่วงการพัฒนาเนื้อหาสู่โปรแกรม

เป็นขั้นตอนการพัฒนาเนื้อหาสู่โปรแกรมนี้ เป็นขั้นตอนต่อจากการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ โดยนำกรอบการสอนไปจัดทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 10 การเลือกโปรแกรมที่จะใช้เสนอบทเรียน เป็นการเลือกโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณาโปรแกรมที่เหมาะสมและสามารถตอบสนองต่อบทเรียนที่ทำการออกแบบไว้แล้ว

ขั้นที่ 11 การพัฒนาและจัดเตรียมสื่อต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิตบทเรียน สื่อต่างๆที่จะต้องเตรียมได้แก่ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ภาพกราฟิกต่างๆ

ขั้นที่ 12 การนำข้อมูลเนื้อหาลงโปรแกรม เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลเนื้อหาที่พัฒนาไว้บนกรอบการสอนซึ่งจัดลงโปรแกรม พร้อมสื่อต่างๆที่ได้จัดเตรียมไว้

ช่วงการประเมินผลบทการเรียนรู้

เป็นขั้นตอนการประเมินผลบทเรียนและเป็นขั้นตอนของการตรวจสอบผลการวิเคราะห์และการออกแบบประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 13 การตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียที่สร้างเสร็จแล้ว โดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 14 การทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ โดยนำกลุ่มเป้าหมายจำนวน ประมาณ 30 คน ทำการทดลอง ในระหว่างทดลองการหาประสิทธิภาพนั้น

ขั้นที่ 15 การทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งจะใช้กลุ่มเป้าหมาย 30 คน เพื่อหาค่าประสิทธิภาพในกระบวนการเรียนซึ่งจะใกล้เคียงกับประสิทธิภาพหลังการเรียนรู้ (E_1/E_2) ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ถือว่าบทเรียนนั้นใช้ได้

ขั้นที่ 16 การจัดทำคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เพื่อใช้ประกอบการเรียน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่ผู้เรียนจะต้องพึ่งตัวเอง

3.2.2 แบบทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล

3.2.2.1 แบบทดสอบหน่วยย่อยและแบบทดสอบท้ายบทเรียน

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบของแต่ละหน่วยย่อยและแบบทดสอบท้ายบทเรียน ดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามทฤษฎีวิธีอิงเกณฑ์ โดยสร้างแบบทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 100 ข้อ ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน มีขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบ ดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาวิชา คือ การวิเคราะห์ว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้าง ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และที่ต้องการวัด แต่ละหัวข้อต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมใด โดยกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหากำกับไว้

2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ คือ พิจารณาว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยแต่ละพฤติกรรมจะออกข้อสอบอย่างละกี่ข้อ โดยใช้เกณฑ์จากร้อยละสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อ ซึ่งประเมินโดยผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ โดยเป็นอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริงเพื่อใช้สำหรับไว้ประเมินผลบทเรียนจำนวน 40 ข้อ แต่ต้องสร้างแบบทดสอบเกินกว่าที่ต้องการไว้เป็นจำนวนมาก เพื่อคัดลอกออกในขั้นตอนการพัฒนาคุณภาพแบบทดสอบ และเพื่อเก็บแบบทดสอบที่มีคุณภาพของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้เป็นคลังแบบทดสอบของบทเรียนจึงสร้างแบบทดสอบไว้ทั้งหมด 80 ข้อ

3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ โดยเลือกสร้างแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบมากกว่า 1 คำตอบได้ 0 คะแนน

4. เขียนแบบทดสอบ คือ การดำเนินการเขียนแบบทดสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้และเป็นไปตามหลักการของการเขียนแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ

5. ตรวจสอบข้อสอบ คือ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วมาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่งโดยพิจารณาความถูกต้อง สามารถวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการได้หรือไม่ ภาษาที่ใช้ชัดเจนหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเป็นผู้มีประสบการณ์ในการสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ การพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบใช้วิธีของ โรวินลลี และแฮมเบลตัน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและตามโครงสร้าง

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจ

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความไม่ตรงตามเนื้อหาและโครงสร้าง

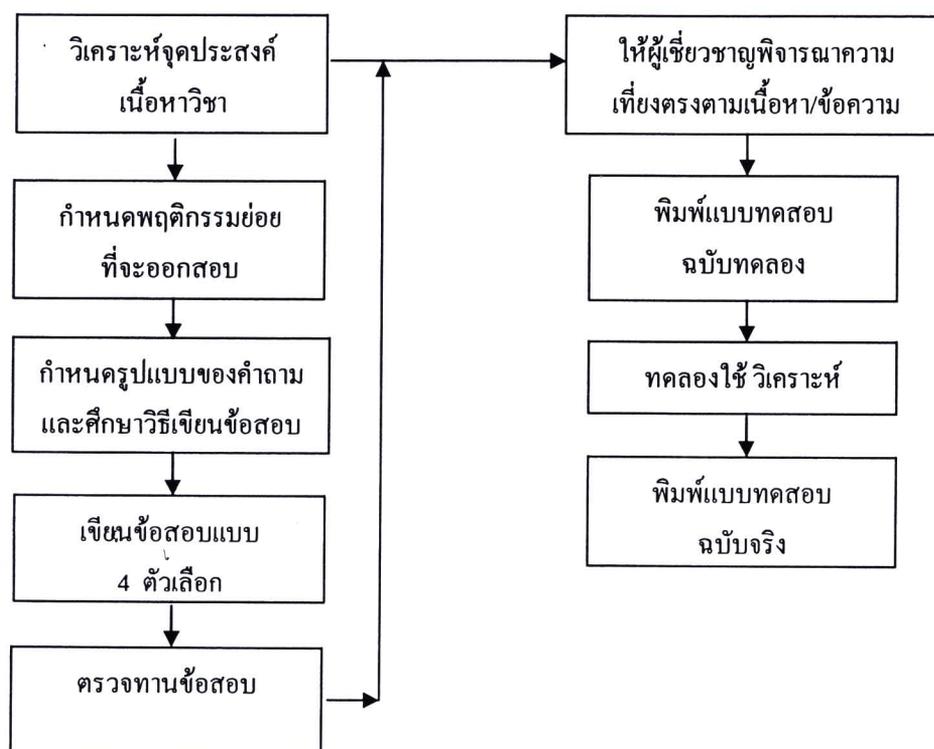
จากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ถ้าได้ค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อความนั้นเป็นข้อความที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ถ้าได้ค่า IOC น้อยกว่า 0.5 ให้นำข้อความนั้นไปปรับปรุงใหม่

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำแบบทดสอบทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์หรือมีค่า IOC เป็น 0.5 ขึ้นไป มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ โดยมีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบวิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

8. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีใช้กลุ่มทดลองและได้เรียนเนื้อหาวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนนถูก ได้ 1 คะแนนผิดได้ 0 คะแนน จำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธีการแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่นตามสูตรที่กำหนดไว้

9. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง โดยพิมพ์ไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น โดยเน้นรูปแบบที่ประณีตและความถูกต้อง มีคำชี้แจงละเอียดชัดเจน เข้าใจง่าย รวมแบบทดสอบในคลังข้อสอบ มีทั้งหมด 80 ข้อ จากคลังข้อสอบ เพื่อได้ข้อสอบวัตถุประสงค์สัมฤทธิ์ทางการเรียนจริง จำนวนข้อของแบบทดสอบมาจากคลังข้อสอบ แต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีจำนวนข้อตามน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาแต่ละหน่วยที่ประเมินไว้

การพัฒนาแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ แสดงเป็นขั้นตอนการพัฒนา



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์

3.2.2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนใช้แบบทดสอบที่ผ่านการพัฒนาจากขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบ ซึ่งได้สร้างข้อสอบให้มีจำนวนเกินกว่าที่ต้องการไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมข้อสอบทั้งหมด 80 ข้อ โดยได้บันทึกไว้ในคลังข้อสอบ และทำการทดสอบ โดยใช้วิธีการให้นักเรียนทำแบบทดสอบ จากข้อสอบในคลังข้อสอบที่ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบมาทดสอบนักเรียนจำนวน 40 ข้อ จากทั้งหมด 80 ข้อ ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3.2.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียน

การสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.3.1 รวบรวมข้อมูลและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดเป็นแนวทางการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียน

3.2.3.2 วิเคราะห์ประเด็นต่างๆที่ต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญด้านมัลติมีเดียประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน มี 5 ด้าน ด้วยกันคือ

1. ด้านตัวอักษรในบทเรียน
 - 1.1 รูปแบบตัวอักษร อ่านง่าย
 - 1.2 ขนาดของตัวอักษร อ่านง่ายและชัดเจน
 - 1.3 สีอักษรและสีพื้นมีความเหมาะสม
 - 1.4 ความเหมาะสมในการจัดวางตัวอักษร
 - 1.5 ความถูกต้องตามหลักภาษา
2. ด้านรูปภาพในบทเรียน
 - 2.1 รูปภาพใช้สีที่สดใสสวยงาม
 - 2.2 ความคมชัดของภาพ
 - 2.3 ความเข้าใจง่ายต่อภาพ
 - 2.4 ภาพมีความน่าสนใจ
 - 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวนำเสนอกับคำบรรยาย
 - 2.6 การจัดวางภาพกับหน้าจอมีความเหมาะสม
3. ด้านเสียงในบทเรียน
 - 3.1 ระดับความดังของเสียงบรรยายสม่ำเสมอ
 - 3.2 ความถูกต้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา
 - 3.3 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย
 - 3.4 ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา
4. ด้านปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน
 - 4.1 การเชื่อมโยงเนื้อหาจากหน่วยใหญ่ไปหน่วยย่อย
 - 4.2 การเชื่อมโยงเนื้อหาระหว่างหน่วยการเรียนรู้
 - 4.3 การเข้าออกของบทเรียน
 - 4.4 การให้ผลย้อนกลับและให้การเสริมแรง
 - 4.5 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก
 - 4.6 ความเข้าใจในการใช้ปุ่ม
5. ด้านอื่น ๆ
 - 5.1 ตัวนำเสนอมีความน่าสนใจ
 - 5.2 ความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบทั้งหมด
 - 5.3 การใช้สื่อมัลติมีเดียต่างๆเข้าด้วยกัน

3.2.3.3 ทำการออกแบบและสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียนขึ้น โดยแบบประเมินที่สร้างขึ้นนี้มีลักษณะเป็นแบบ Rating Scale 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย มีระดับคุณภาพดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.50 – 4.49	หมายถึง	ดี
2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	พอใช้
1.00 – 1.49	หมายถึง	ควรปรับปรุง

3.2.3.4 จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านมัลติมีเดียจำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของบทเรียน

3.3 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

3.3.1 สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย

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

โดยที่ \bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	หมายถึง	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.3.2 สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

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

เมื่อ	IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้อง
	R	หมายถึง	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2.2 ค่าระดับความยากง่าย (P)

$$P_E = \frac{N_r}{N_t}$$

เมื่อ	P_E	หมายถึง	ดัชนีความง่าย
	N_r	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N_t	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

3.3.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (D)

$$D = \frac{U}{N_U} - \frac{L}{N_L}$$

เมื่อ	D	หมายถึง	ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	L	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	N_U	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มคะแนนสูง
	N_L	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มคะแนนต่ำ

3.3.2.4 ค่าความเชื่อมั่น (R)

สูตร KR-20 ของคูเคอร์ริชาร์ดสัน

$$r_{tt} = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

โดยที่	r_{tt}	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	หมายถึง	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	p	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก
	q	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด
	s^2	หมายถึง	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$\text{เมื่อ } s^2 = \left[\frac{\sum x^2}{N} \right] - \left[\frac{\sum x}{N} \right]^2$$

โดยที่	s^2	หมายถึง	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด
	x	หมายถึง	คะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละคน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เข้าสอบ

3.3.3 สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ $E_1/E_2 = 80/80$ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

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

โดยที่	E_1	หมายถึง	ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียน
	$\sum X$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เรียน
	A	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

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

โดยที่	E_2	หมายถึง	ประสิทธิภาพของบทเรียนหลังกระบวนการเรียน
	$\sum F$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนจา.การทำแบบทดสอบหลังเรียน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เรียน
	B	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.3.4 สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาประสิทธิผลทางการเรียน

ประสิทธิผลทางการเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ $E_{\text{post}} - E_{\text{pre}} \geq 60$ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$E_{\text{post}} = \frac{[\sum F/N]}{B} \times 100$$

โดยที่	E_{post}	หมายถึง	ประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนครบทุกหน่วย การเรียน
	$\sum F$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เรียน
	B	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$$E_{\text{pre}} = \frac{[\sum P/N]}{C} \times 100$$

โดยที่	E_{pre}	หมายถึง	ประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียนก่อนกระบวนการเรียน
	$\sum P$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เรียน
	C	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน