

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ และหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลการเรียนรู้ ซึ่งจำแนกผลการวิจัย ได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

4.3 ผลการหาประสิทธิผลการเรียนรู้

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ เริ่มจากการกำหนดวิชาที่จะสร้างบทเรียน กำหนด วัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายของบทเรียน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานในการสร้างตามลำดับ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวิเคราะห์ ขั้นออกแบบ ขั้นพัฒนา ขั้นสร้าง และขั้นประเมินผล ผลที่ได้จากการดำเนินงานสร้างบทเรียนในแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา

การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ ของบทเรียน ได้ผลตามลำดับดังนี้

4.1.1.1 ผลการสร้างแผนภูมิระดม

ผู้วิจัยค้นหาหัวเรื่องทั้งหมดที่เป็นเป้าหมายขององค์ความรู้ และความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของหัวเรื่องที่จะทำให้ภาพรวมของบทเรียน ว่าควรมีเนื้อหาอย่างไร ที่เหมาะสมสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาตรี จากนั้นผู้วิจัยได้ระดมความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านตรวจสอบเนื้อหาจนได้แผนภูมิระดมสมองที่มีการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาให้เห็นภาพรวมทั้งวิชา ผลจากการระดมสมองได้แผนภูมิดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก. รูปที่ ก.1

4.1.1.2 ผลการสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ของเนื้อหา

เมื่อนำแผนภูมิที่ได้ระดมหัวเรื่องไว้มาพิจารณาเพื่อรวมกลุ่มหัวเรื่องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกัน เพิ่มหรือตัดหัวเรื่อง รวมทั้งปรับหัวเรื่องต่างๆ ตามเหตุและผล และตามความเหมาะสม จึงได้กลุ่มเนื้อหาที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน ทั้งหมด 5 กลุ่ม ดังแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. รูปที่ ก.2

4.1.1.3 ผลการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และลำดับก่อนหลังของหัวเรื่อง โดยพิจารณาถึงลำดับและความสัมพันธ์ในการเรียนรู้เนื้อหาจริงของผู้เรียนเป็นหลัก สามารถแสดงความสัมพันธ์และลำดับก่อนหลังของเนื้อหาบทเรียนได้ ตามแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ดังแสดงในรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. รูปที่ ก.3

4.1.2 ผลการออกแบบการสอน

ในขั้นตอนการออกแบบการสอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ มีผลในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบ ดังนี้

4.1.2.1 ผลการกำหนดกลวิธีการนำเสนอบทเรียน

การนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียน ของบทเรียนแสดงเป็นแผนภูมินำเสนอลำดับการเรียนทั้ง โดยการแบ่งออกเป็นหน่วยการเรียน ซึ่งการแบ่งหน่วยการเรียนนี้จะพิจารณาถึงเวลาเรียนแต่ละครั้งของกลุ่มเป้าหมาย และคำนึงเนื้อหาที่สัมพันธ์กัน ดังนั้น จึงใช้เวลาเรียนแต่ละครั้งประมาณชั่วโมงครึ่งถึง 1 ชั่วโมง การวิเคราะห์เนื้อหาความรู้วิชา “เขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ” จำนวน 3 หน่วยกิต ในบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบ IMMCAI Package Interactive Multimedia Computer Assisted Instruction Package จากแผนภูมิในโครงข่ายวิเคราะห์เนื้อหาวิชา ปรากฏว่า สามารถจัดการศึกษาบนคอมพิวเตอร์ได้ประมาณ 4 ตอน การศึกษาความรู้วิชานี้จะอยู่ในระดับปริญญาตรี ซึ่งสามารถดำเนินการเรียนบนคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่องได้ถึง 1 ชั่วโมง โดยแต่ละหน่วยจะใช้เวลาเรียนประมาณชั่วโมงครึ่งถึงหนึ่งชั่วโมงสำหรับการเรียนปกติ รวมเวลาประมาณ 8-9 ชั่วโมง สำหรับผู้เรียนอาจใช้เวลาลดลงเหลือเพียง 7-8 ชั่วโมง ในการพัฒนานี้จะมีข้อมูลความรู้เสริมความเข้าใจเพิ่มให้ในกรณีที่ผู้เรียนต้องการ ดังนั้น ผู้เรียนซ้ำอาจใช้เวลาเรียนประมาณ 10-14 ชั่วโมง ในที่นี้จะนำเสนอรูปแบบหลักสำหรับผู้เรียนระดับปานกลางรวม 4 ตอน รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข. รูปที่ ข.1

เนื้อหาของบทเรียนทั้ง 4 ตอนนี้ ได้ออกแบบลำดับการไหลของเนื้อหาบทเรียน แต่ทั้งนี้ในการออกแบบบทเรียนจริงบนคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยการเรียนใดก่อนก็ได้ตามความต้องการหรือเลิกเรียนในขณะที่เรียนได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะกำลังเรียนอยู่ตอนใด รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข. รูปที่ ข.2

4.1.2.2 ผลการสร้างการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน

ผลการวิเคราะห์รูปแบบและลำดับในการนำเสนอบทเรียนในแต่ละตอนให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนจริง ประกอบด้วย ขั้นตอนของการนำเข้าสู่เนื้อหาของบทเรียน ขั้นตอนการเรียน ขั้นตอนการสรุปเนื้อหา แสดงเป็นแผนภูมิการนำเสนอบทเรียน รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข. รูปที่ ข.3

ตอนที่ 1 ภาพ 2 มิติ

ตอนที่ 2 อุปกรณ์เขียนแบบ

ตอนที่ 3 มาตรฐานตัวอักษร

ตอนที่ 4 มาตรฐานส่วนของแบบ

4.1.3 ผลการพัฒนารอบเนื้อหาของบทเรียน

4.1.3.1 ผลการเขียนรายละเอียดเนื้อหา

การเขียนรายละเอียดเนื้อหาของบทเรียนให้เป็นกรอบ ตามลำดับที่วางแผนไว้ โดยกำหนดภาพ เสียง สี และการปฏิสัมพันธ์ของแต่ละกรอบให้ครบถ้วนและชัดเจนแต่ละกรอบมีลักษณะเป็นแบบฟอร์มที่กำหนดขึ้น โดยคณะกรรมการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี นำกรอบบทเรียนทั้งหมดมาจัดเรียงตามแผนที่วางไว้จะได้เป็น Story Board ของบทเรียนทั้งหมด รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ค. รูปที่ ค.1 – รูปที่ ค.7

4.1.4 ผลการพัฒนาแบบทดสอบต่าง ๆ

ผลสร้างแบบทดสอบเพื่อเป็นคลังข้อสอบของบทเรียน ใช้วิธีการพัฒนาแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ โดยสร้างตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 5 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แบบทดสอบก่อนการวิเคราะห์คุณภาพรวมทั้งหมด 80 ข้อ และได้แบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพ จำนวน 75 ข้อ นำไปสร้างเก็บไว้ในคลังข้อสอบของบทเรียน จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริงเพื่อใช้ในการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ และจำนวนของข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกำหนดโดยการให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหา โดยอาจารย์มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ จำนวน 3 ท่าน รายละเอียดการประเมินน้ำหนักเนื้อหาแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด 20 ข้อ การพัฒนาแบบทดสอบมีผลของการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1.4.1 ผลการหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลจำนวน 1 ท่านและในด้านผู้มีประสบการณ์ในการสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ จำนวน 2 ท่านเป็นผู้ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย 0.5 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่สามารถนำไปพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพในขั้นตอนต่อไปได้ รายละเอียดผลการประเมินแสดงไว้ใน ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง.1-ตารางที่ ง.4

4.1.4.2 ผลการหาค่าระดับความยากง่าย (P)

นำแบบทดสอบที่ผ่านการหาค่าความเที่ยงตรงโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทำการทดสอบกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ผ่านการเรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ มาแล้ว จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากของข้อสอบรายข้อ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

มากกว่า 0.80	=	ง่ายมาก
0.60 – 0.80	=	ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.59	=	ปานกลาง
0.20 – 0.39	=	ค่อนข้างยาก
ต่ำกว่า 0.20	=	ยากมาก

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ที่ได้ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.59 ดังนั้นจึงได้แบบทดสอบที่ตรงตามเกณฑ์ จำนวนทั้งสิ้น 75 ข้อ จากทั้งหมด 80 ข้อ ดังรายละเอียดผลการประเมินแสดงไว้ในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง.5 – ตารางที่ ง.8

4.1.4.3 ผลการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

นำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม มาแล้ว จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

1.0	=	จำแนกดีมาก
0.5	=	จำแนกดี
0.2	=	จำแนกพอใช้
0	=	จำแนกไม่ได้

จากเกณฑ์ที่กำหนด ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกใช้ได้ ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งจากผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ได้แบบทดสอบที่ตรงตามเกณฑ์จำนวนทั้งสิ้น 75 ข้อ ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง. รูปที่ ง.9 – ง.12

4.1.4.4 ผลการหาค่าความเชื่อมั่น (R) ของแบบทดสอบ

นำผลคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการหาความเชื่อมั่นภายในของ Kuder - Richardson 20 (KR-20) โดยค่าความเชื่อมั่นที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.70 ซึ่งผลการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความเชื่อมั่น (R) ของแบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4

หน่วยการเรียนรู้ที่	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	ผลที่ได้
1	0.79	สามารถนำไปใช้ได้
2	0.82	สามารถนำไปใช้ได้
3	0.80	สามารถนำไปใช้ได้
4	0.81	สามารถนำไปใช้ได้

จากตารางที่ 4.1 สามารถอธิบายผลค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้ว่า แบบทดสอบหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ถึงหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าความเชื่อมั่นตามเกณฑ์ที่กำหนดกล่าวคือ มากกว่า 0.70 ทุกหน่วยการเรียนรู้ แสดงว่าแบบทดสอบนี้มีค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้ สามารถนำไปใช้ทดสอบ เพื่อการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง. รูปที่ ง.13 – ง.16 เมื่อผ่านขั้นตอนต่างๆ ของการพัฒนาแบบทดสอบ จะได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์เพื่อนำไปสร้างเป็นคลังข้อสอบของบทเรียนไว้ในโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนทั้งหมด 75 ข้อ ดังแสดงตัวอย่างจอภาพของแบบทดสอบที่สร้างไว้ในบทเรียน ดังแสดงในภาคผนวก จ. รูปที่ จ.11 – จ.12 ผลที่ได้ในรูปแบบเอกสารมาถึงขั้นตอนนี้จะได้บทเรียนในลักษณะที่เรียกว่า Courseware ที่อยู่ในรูปแบบเอกสารเพื่อเตรียมที่จะนำไปสร้างเป็นในขั้นต่อไป

4.1.5 ผลการพัฒนาบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

4.1.5.1 การเลือกซอฟต์แวร์

เพื่อเป็นเครื่องมือหลักในการสร้างบทเรียน ได้แก่ Macromedia Author ware Version 7.0 ซอฟต์แวร์ด้านกราฟิก ได้แก่ Adobe Photoshop CS3, Ulead Photo Impact 8.0 , Swish 2.0 , Sound Forge 7.0 และซอฟต์แวร์สนับสนุนประเภทอื่นๆ อีก ได้แก่ Microsoft word 2007 เป็นต้น สร้างบทเรียนตาม Courseware ที่ได้ออกแบบไว้ โดยการนำทรัพยากรต่างๆ มาจัดการเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยซอฟต์แวร์ต่างๆ ที่เลือกไว้ เมื่อสร้างบทเรียนเสร็จทั้ง 4 หน่วย วิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ ตัวอย่างจอภาพของบทเรียน ดังแสดงในภาคผนวก จ. รูปที่ จ.1 – รูปที่ จ.10

4.1.5.2 ผลการนำสื่อและกรอบการสอนลงโปรแกรม

ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาข้อมูลและสื่อที่จัดเตรียมไว้มาดำเนินการจัดทำเป็นโปรแกรมการนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ จนได้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ ที่เสร็จสมบูรณ์ ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ. รูปที่ จ.1 – รูปที่ จ.12

4.1.6 ผลการตรวจสอบคุณภาพ

4.1.6.1 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ประเมินและตรวจสอบคุณภาพ มัลติมีเดีย ด้านข้อความหรือตัวอักษร ด้านภาพนิ่ง ด้านภาพเคลื่อนไหว ด้านเสียง ด้านปฏิสัมพันธ์ และด้านอื่นๆ เช่น ความเหมาะสมของการออกแบบจอภาพของบทเรียน พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะหรือข้อเสนอแนะ ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ในแต่ละด้าน โดยเฉลี่ย ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ
ด้านสื่อการเรียนการสอนและด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 3 ท่าน

ด้านการประเมิน	ระดับคะแนนเฉลี่ย	ผลการประเมิน
1. ด้านตัวอักษร	4.60	ดีมาก
2. ด้านรูปภาพในบทเรียน	4.39	ดี
3. ด้านเสียงในบทเรียน	4.67	ดีมาก
4. ด้านปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน	4.50	ดีมาก
5. ด้านอื่นๆ ได้แก่ การออกแบบจอภาพ การผสมผสานสื่อประเภทต่างๆ	4.22	ดี
ระดับคะแนนเฉลี่ยทุกด้าน	4.47	ดี

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านมัลติมีเดียโดยเฉลี่ยทุกด้านของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าเท่ากับ 4.47 แสดงว่าบทเรียนมีคุณภาพด้านมัลติมีเดียอยู่ในเกณฑ์ดี รายละเอียดการประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียของผู้เชี่ยวชาญแสดงไว้ใน ภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.2

สำหรับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับคุณภาพด้านมัลติมีเดีย ของผู้เชี่ยวชาญที่ควรมีการปรับปรุง ได้แก่ ความดังของเสียงอธิบายไม่สม่ำเสมอ สีของตัวอักษรไม่ชัดเจน ขนาดของตัวอักษรเล็กใหญ่ไม่เท่ากัน ตำแหน่งการจัดวางภาพไม่เหมาะสม และการเชื่อมโยงระหว่างหน้าในหน่วยเรียนการเรียนเดียวกัน การเชื่อมโยงระหว่างหน่วยการเรียนไม่ถูกต้อง เป็นต้น

4.1.6.2 ผลการนำบทเรียนไปทำการทดลองเพื่อทดสอบกระบวนการหาประสิทธิภาพในการใช้งานกับ ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่จัดเตรียมไว้ ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 10 คน ปัญหาและข้อบกพร่องที่สังเกตพบในขณะทดลองใช้บทเรียน ได้แก่

- การใช้แผ่น CD-ROM เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้ง CD-ROM Drive ความเร็วต่ำ ทำให้เรียนบทเรียนได้ช้า ผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกว่าต้องรอให้คอมพิวเตอร์หรือบทเรียนในการแสดงผล ผู้วิจัยจึงแก้ไขปัญหาโดยการคัดลอกบทเรียนทั้งหมดจากแผ่น CD-ROM มาบันทึกไว้ในฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์แทน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนบทเรียนได้เร็วขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้เพราะว่าอัตราการโอนถ่ายข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ทำได้เร็วกว่า CD-ROM Drive

- ปัญหาด้านความดังของเสียงลำโพง เมื่อเปิดลำโพงเสียงดังมากจะทำให้ไปรบกวนผู้เรียนที่นั่งเรียนใกล้กัน ทำให้ผู้เรียนเสียสมาธิในการเรียน ปัญหานี้ ผู้วิจัยแก้ไขในขั้นการทดลองจริงโดยการ

แจกหูฟังให้แก่ผู้เรียนทุกคน และแนะนำวิธีการเชื่อมต่อหูฟังเข้ากับช่องเสียบบนแผงวงจรเสียงของเครื่องคอมพิวเตอร์

- ปัญหาด้านผู้เรียนไม่สามารถปรับแต่งความดังของเสียงดนตรีและคำอธิบายในบทเรียนให้พอดีกับความต้องการของตนเองได้ ผู้วิจัยจึงได้แนะนำวิธีการเปิด โปรแกรมสำหรับปรับแต่งเสียง และวิธีการปรับแต่งเสียงของระบบให้ดังพอดีกับความต้องการของผู้เรียน

- เมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาในขณะที่เรียนจะต้องมีผู้คอยให้คำแนะนำอย่างทั่วถึง กลุ่มตัวอย่างในการทดลองจริง มีทั้งหมด 30 คน ผู้วิจัยจึงจัดเตรียมนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยในการทดลองครั้งนี้ เพื่อให้การทดลองจริงเป็นไปได้โดยสะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการทดลองใช้บทเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง 10 คนนี้ ได้นำมาวางแผนการทดลอง เพื่อให้การทดลองเรียนบทเรียนกับกลุ่มตัวอย่างจริงมีปัญหาและอุปสรรคน้อยที่สุด ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

การประเมินผลและตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์การสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นมีผลการศึกษาดังนี้

จากการนำแบบทดสอบรายวิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คน รวมทั้งหมด 4 ตอน ใช้เวลาหน่วยการเรียนรู้ละ 30 นาที หลังเรียนจบแต่ละตอนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบท้ายตอน เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปเป็นข้อมูลในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน มีผลคะแนนสอบรวมคะแนนแต่ละตอนดังแสดงรายละเอียดใน ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนระหว่างกระบวนการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่	คะแนนรวมแต่ละหน่วยการเรียนรู้	ประสิทธิภาพแต่ละหน่วยการเรียนรู้
1	532	88.26
2	518	86.28
3	509	84.42
4	493	81.51
E_1		85.12

การหาประสิทธิภาพระหว่างการเรียนของบทเรียน คิดเป็นร้อยละ 85.12 คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{\sum x/N}{A} \times 100 \\ &= (88.26 + 86.28 + 84.42 + 81.51)/4 \\ &= 85.12 \end{aligned}$$

เมื่อ $\sum x$ คือ คะแนนรวมทั้งหมดที่ผู้เรียนทำได้ระหว่างเรียนแต่ละหน่วย
 N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
 A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนหลังกระบวนการเรียน

คะแนนรวมของผู้เรียนทั้งหมดที่ได้จากการสอบหลังเรียน	E_2
2167	90.29

การหาประสิทธิภาพหลังการเรียน คิดเป็นร้อยละ 89.71 คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{\sum F/N}{B} \times 100 \\ &= (2167 \times 100) / 2400 \\ &= 90.29 \end{aligned}$$

เมื่อ $\sum F$ คือ คะแนนรวมทั้งหมดที่ผู้เรียนทำได้หลังเรียน
 N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

ผลรวมการทดลองเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาเขียนแบบวิศวกรรม ระบบ 3 มิติ ปรากฏว่าประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียนบทเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 85.12 และประสิทธิภาพหลังกระบวนการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยรวมคิดเป็นร้อยละ 90.29 ดังนั้น ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน มีค่า E_1/E_2 เท่ากับ $85.12 / 90.29$ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 รายละเอียดของข้อมูลคะแนนสอบแต่ละหน่วยการเรียนที่ใช้ในการวิเคราะห์และคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียน ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข. ตารางที่ ข.1

4.3 ผลการหาประสิทธิผลการเรียนรู้

จากการที่ได้ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

รายการ	คะแนน สอบ	จำนวน ผู้เรียน (N)	ประสิทธิภาพ ทางการเรียน	ประสิทธิผล ทางการเรียนรู้ ($E_{post} - E_{pre}$)
คะแนนสอบก่อนเรียน	593	30	24.70	65.59
คะแนนสอบหลังเรียน	2167	30	90.29	

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน พบว่า ระดับประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียนก่อนการเรียน (E_{pre}) ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีค่าเท่ากับ 24.70 และประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียนหลังการเรียน (E_{post}) มีค่าเท่ากับ 90.29 และเมื่อนำผลการเรียนมาเปรียบเทียบกันหาผลต่างของประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียน ($E_{post} - E_{pre}$) พบว่า ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนมีค่าเท่ากับ 65.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ $E_{post} - E_{pre} \geq 60$ รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข. ตารางที่ ข.2

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

วิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนขึ้น โดยให้กลุ่มตัวอย่างที่ได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ เป็นผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินได้ตามประเด็นดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1.ส่วนประกอบโดยทั่วไปของโปรแกรม	4.26	มาก
2.ส่วนของตัวอักษร	4.32	มาก
3.ส่วนของรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ	4.50	มากที่สุด
4.ส่วนของเสียงประกอบและเสียงบรรยาย	4.32	มาก
5.ส่วนการนำเสนอเนื้อหา	4.48	มาก
6.ส่วนของปฏิสัมพันธ์	4.47	มาก
เฉลี่ยรวม	4.40	มาก

จากตารางที่ 4.6 เมื่อนำผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนมาหาค่าเฉลี่ย มีคะแนนดังนี้ ส่วนประกอบโดยทั่วไปของโปรแกรม ได้ค่าเฉลี่ย 4.26 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ส่วนของตัวอักษร ได้ค่าเฉลี่ย 4.32 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ส่วนของรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ ได้ค่าเฉลี่ย 4.50 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนการนำเสนอเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ย 4.48 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และส่วนของปฏิสัมพันธ์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.47 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเมื่อนำทุกด้านมาหาค่าเฉลี่ย ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 นั้นแสดงว่าผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมระบบ 3 มิติ โดยรวม อยู่ในระดับมาก รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ซ. ตารางที่ ซ.1