

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และหาประสิทธิภาพ ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พร้อมทั้งหาค่าระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น ดังนี้

- 4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- 4.2 ผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน
- 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และความพึงพอใจ
- 4.4 ผลการหาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 4.5 ความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เริ่มจากการกำหนดหัวข้อที่ต้องการสร้างบทเรียน กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างบทเรียนและกลุ่มเป้าหมายของบทเรียน โดยมีผลของการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

เริ่มจากการกำหนดหลักสูตรที่จะพัฒนาบทเรียน กำหนดวัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายของบทเรียน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานในการสร้างตามลำดับ 5 ขั้นตอน ตามแนวทางการสร้างบทเรียน IMMCIP [3] ได้แก่ ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นตอนออกแบบ (Design) ขั้นพัฒนา (Development) ขั้นสร้าง (Implementation) และขั้นประเมินผล (Evaluation) ผลที่ได้จากการดำเนินงานสร้างบทเรียนในแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

จากการวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีรายละเอียดในการวิเคราะห์เนื้อหา ดังนี้

4.1.1.1 ผลการสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brainstorm Chart)

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารหลักสูตรรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เอกสารการสอน และตำราที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทำการสอบถามขอบเขตเนื้อหาวิชากับผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอน วิชาคณิตศาสตร์ และจากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยเอง แล้วทำการระดมสมอง เพื่อรวบรวมหัวเรื่องและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องผลจากการระดมสมองได้เป็นแผนภูมิ (Brain Storm Chart) วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. รูปที่ ก.1

4.1.1.2 ผลการสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ของเนื้อหา (Concept Chart)

เมื่อนำแผนภูมิที่ได้จากการระดมหัวเรื่องไว้ มาพิจารณาเพื่อทำการรวบรวมกลุ่มหัวเรื่องที่สัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งได้มีการเพิ่มและตัดหัวเรื่อง รวมทั้งปรับหัวเรื่องต่าง ๆ ตามเหตุผลและตามหลักวิชา เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความถูกต้อง จึงจะได้กลุ่มเนื้อหาที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กันเป็นแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) ที่สมบูรณ์ ดังแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. รูปที่ ก.2

4.1.1.3 ผลการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

จากนั้นผู้วิจัยได้นำหัวเรื่องต่างๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้ในแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) มาทำการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา ซึ่งพิจารณาถึงลำดับและความสัมพันธ์ในการเรียนรู้ เนื้อหาจริงของผู้เรียนเป็นหลัก สามารถแสดงความสัมพันธ์และลำดับก่อนหลังของเนื้อหาบทเรียนเขียนเป็นแผนภูมิตามลำดับ พิจารณาและเขียนไปตามลำดับจนกระทั่งหมดหัวข้อแรก จึงเริ่มเขียนหัวข้อหลักอื่น ๆ ต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ได้แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ดังแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. รูปที่ ก.3

4.1.2 ผลการออกแบบการสอน (Instructional Design)

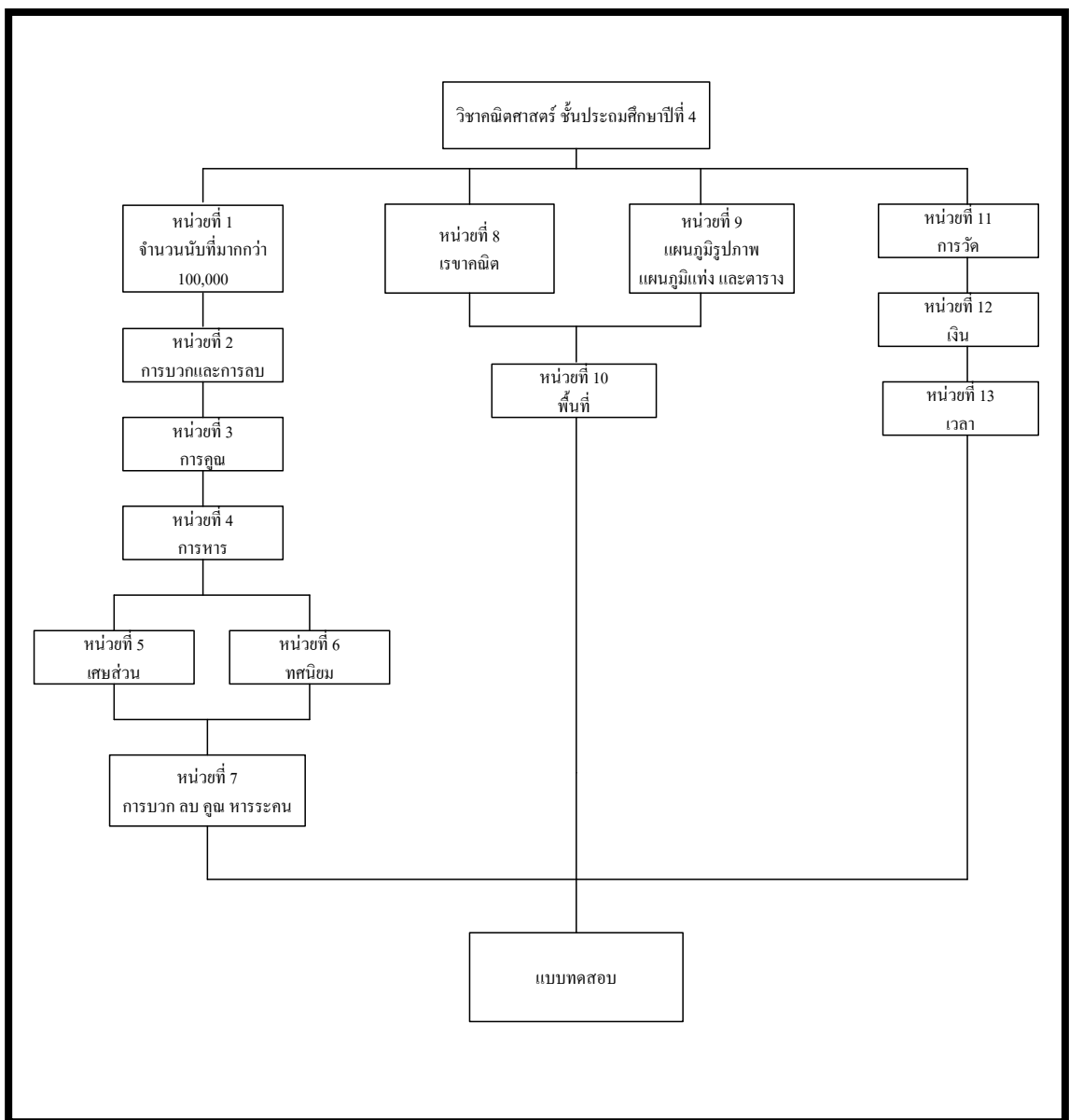
ในขั้นตอนการออกแบบการสอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบ ดังนี้

4.1.2.1 ผลการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำเอาแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ที่วิเคราะห์ไว้แล้ว มาแบ่งเนื้อหาแยกออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Modules) โดยพิจารณาถึงความสำคัญ ความสัมพันธ์ของกลุ่มหัวเรื่องที่ สามารถจัดไว้ในหน่วยการเรียนรู้เดียวกันได้ ซึ่งผลการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ได้ทั้งหมด 13 หน่วยการเรียนรู้ ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก. รูปที่ ก.4

4.1.2.2 การสร้างแผนภูมิลำดับการนำเสนอหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart)

หลังจากที่ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาแยกออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Modules) เรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำหัวข้อหน่วยการเรียนรู้มาจัดลำดับและความสัมพันธ์ โดยพิจารณาถึงเวลาเรียนแต่ละครั้งของกลุ่มเป้าหมาย และคำนึงถึงเนื้อหาที่สัมพันธ์กัน การวิเคราะห์เนื้อหาความรู้ มาจัดลำดับการนำเสนอหน่วยการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามลำดับความสัมพันธ์ที่เป็นแนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ผลของการออกแบบการนำเสนอหน่วยการเรียนรู้ โดยจัดลำดับแผนการนำเสนอเป็นแผนภูมิการนำเสนอลำดับเนื้อหาบทเรียน (Course Flow Chart) ดังแสดงใน รูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนภูมิการนำเสนอลำดับเนื้อหาบทเรียน (Course Flow Chart)

วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้ทั้งหมด 13 หน่วยการเรียนรู้ มาตั้งชื่อหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม ซึ่งผลของการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้
1	จำนวนนับที่มากกว่า 100,000
2	การบวกและการลบ
3	การคูณ
4	การหาร
5	เศษส่วน
6	ทศนิยม
7	การบวก ลบ คูณ หารระคน
8	เรขาคณิต
9	แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่งและตาราง
10	พื้นที่
11	การวัด
12	เงิน
13	เวลา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนเพียง 2 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 การวัด หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เงิน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (เฉพาะ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนา)

หน่วยการเรียนรู้	หัวข้อย่อย
1. การวัด	1.เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความยาว การชั่ง การตวง 2.การเลือกหน่วยวัดความยาว การชั่ง การตวง 3.การคาดคะเนความยาว การชั่ง การตวง 4.มาตราส่วน 5.ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยวัดความยาว การชั่ง การตวง 6.โจทย์ปัญหาการวัดความยาว การชั่ง การตวง
2. เงิน	1. การเขียนจำนวนเงินโดยใช้จุดและการอ่าน 2. การเปรียบเทียบจำนวนเงิน 3. การแลกเงิน 4. บันทึกการรับ-รายจ่าย 5. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน

4.1.2.3 กำหนดและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มาพิจารณากำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เหมาะสม โดยศึกษาจากรายละเอียดจาก หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 [39] จากนั้นจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่าน ร่วมกันวิเคราะห์ หลังจากนั้นนำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้นั้น ไปปรึกษาหารือถึงความเหมาะสมกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผล และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ขอบเขตเนื้อหาและการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. การวัด	1. นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือ และหน่วยการวัดความยาว การชั่ง และการตวง ได้อย่างถูกต้อง
	2. นักเรียนสามารถคาดคะเนความยาว น้ำหนัก ปริมาตรและความจุ ได้อย่างถูกต้อง
	3. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยวัดความยาว ได้อย่างถูกต้อง
	4. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการชั่ง ได้อย่างถูกต้อง
	5. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการตวง ได้อย่างถูกต้อง
	6. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ การวัดความยาว การชั่ง การตวง ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 4.3 ขอบเขตเนื้อหาและการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เงิน	1. นักเรียนสามารถเขียนจำนวนเงินโดยใช้จุดและอ่านได้อย่างถูกต้อง
	2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจำนวนเงินและแลกเปลี่ยนได้อย่างถูกต้อง
	3. นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนได้อย่างถูกต้อง
	4. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และหาคำตอบ ได้่างถูกต้อง
	5. นักเรียนสามารถเขียนบันทึกรายรับ-รายจ่ายได้อย่างถูกต้อง

4.1.2.4 ผลการสร้างแผนภูมิลำดับเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ (Module Content Chart)

หลังจากออกแบบระบบการจัดการเรียนทั้งระบบแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการออกแบบโดยนำผลการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้มาทำการออกแบบรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากลำดับหัวเรื่องเนื้อหาที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วในแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ว่านักเรียนควรเรียน เนื้อหาใดก่อนหลัง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิผลทางการเรียนมากที่สุด นอกจากนั้นผู้วิจัยยังคำนึงถึงโครงพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ประกอบด้วย ขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน การเสริมความเข้าใจ การสรุปเนื้อหา และการทดสอบหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยขอแสดงรายละเอียด เฉพาะหน่วยการเรียนรู้ที่ทำการพัฒนาบทเรียน 2 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การวัด หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เงิน โดยทำการสร้างเป็นแผนภูมิกำหนดเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Module Content Chart) ดังแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. รูปที่ ก.5

4.1.2.5 ผลการออกแบบแผนภูมิกำหนดเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ (Module Presentation Chart)

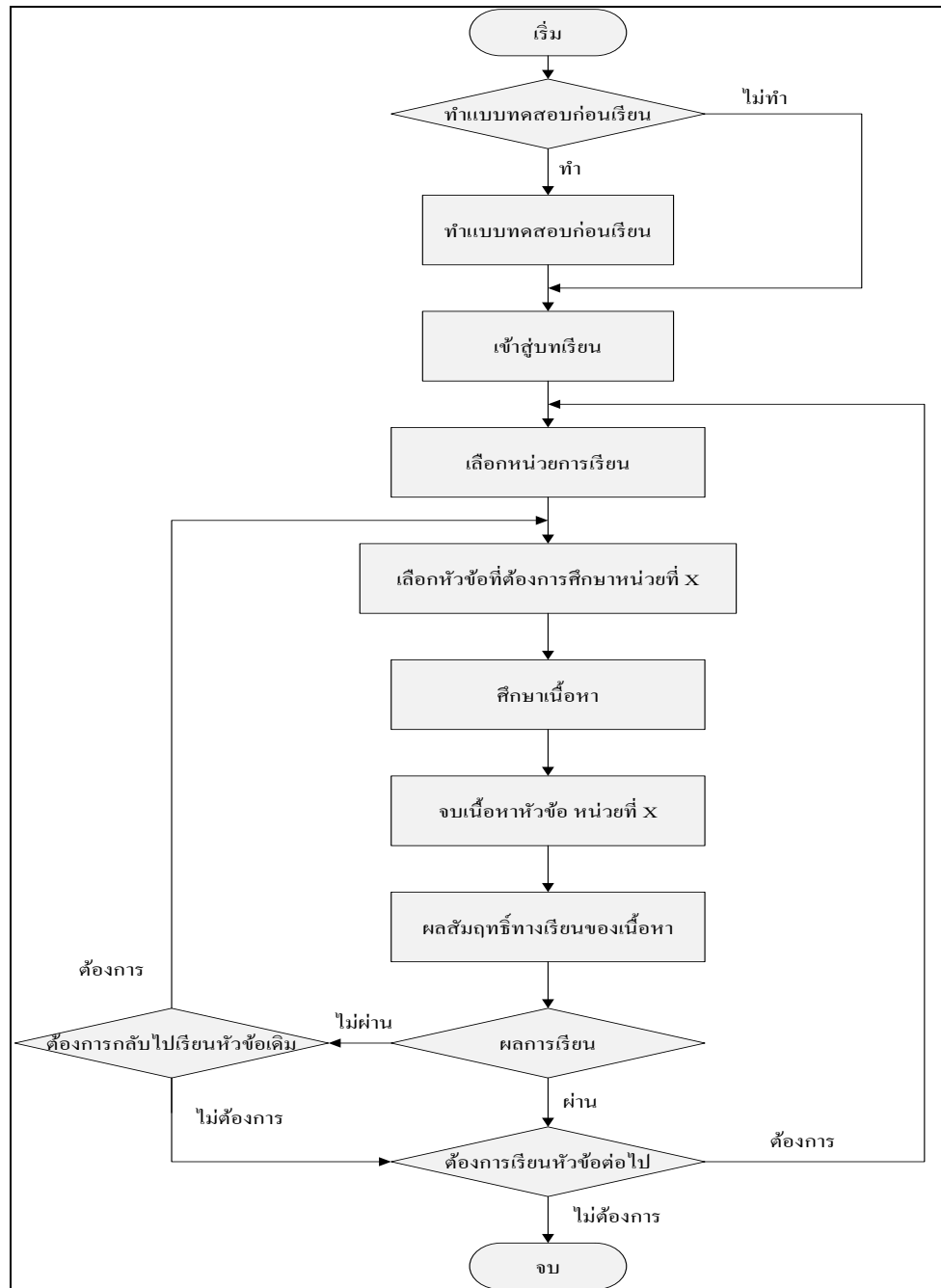
เป็นการนำหัวข้อเรื่องที่ต้องการศึกษาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มาออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์สอนนั้นเป็นสื่อการเรียนรู้ รายบุคคลที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง ตามอัธยาศัย และจะต้องมีความสมบูรณ์ในตัวเอง ดังนั้นในการออกแบบบทเรียนจึงควรออกแบบบทเรียนให้ครอบคลุมกระบวนการสอน โดยนำหลักการออกแบบบทเรียนของ กาย์ (Gagne') มาใช้ในการออกแบบซึ่งประกอบด้วย

- การนำเข้าสู่บทเรียน ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีส่วนของการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้ รวมถึงสร้างความสนใจให้กับบทเรียน
- การนำเสนอเนื้อหาสาระของบทเรียน ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนให้มีส่วนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เข้าเรียนนึกถึงความรู้เดิม พร้อมทั้งนำเสนอเนื้อหาใหม่ให้กับผู้เรียน โดยในส่วนของกรนำเสนอหากมีการจัดระบบการเรียนเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมจะทำให้การเรียนมีความกระจำชัด ทำให้สามารถตีความเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การเสริมความเข้าใจ การสรุปเนื้อหา ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนให้มีส่วนการเสริมความเข้าใจในบทเรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตอบสนองในการเรียน หรือสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย และมีส่วนร่วมคิดหรือติดตาม ซึ่งทำให้โครงสร้างของการจำ ดีขึ้น อีกทั้งยังเป็นการประเมินความเข้าใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน

- การสรุปบทเรียน เป็นการออกแบบการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนในขั้นสุดท้าย ซึ่งจะเป็นการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสทบทวน หรือซักซ้อมปัญหา ก่อนจบบทเรียน
- การทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ เป็นสิ่งจำเป็น เพราะอาจเป็นการทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือ จะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ เพื่อที่จะได้ศึกษาบทเรียน

4.1.2.6 สร้างระบบการจัดการการเรียนรู้ LMS (Learning Management Systems Chart Drafting)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบการจัดการการเรียนรู้ขึ้นมา เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจะอยู่ในรูปของแผนภูมิ อันจะแสดงให้เห็นถึงกระบวนการเรียนในภาพรวม เริ่มตั้งแต่การเข้าสู่บทเรียนและลำดับการเรียนรู้ใน หน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการทำให้ทราบถึงภารกิจทางการเรียนของบทเรียน เพื่อ ง่ายในการพัฒนาระบบการจัดการในคอมพิวเตอร์ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ระบบการจัดการเรียน(Learning Management System :LMS)

วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

4.1.2.7 การออกแบบมัลติมีเดียในหน่วยการเรียนรู้

ในขั้นตอนนี้จะทำการออกแบบเนื้อหาในแต่ละหัวข้อที่กล่าวมานั้นควรมีวิธีการนำเสนอเนื้อหาด้วยวิธีใด สื่อที่ใช้ควรจะเป็นประเภทใด ลักษณะอย่างไร จึงจะสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เข้าเรียนได้มากที่สุด ซึ่งการออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การวัด

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
<u>การนำเข้าสู่บทเรียน</u>						
บทนำเข้าสู่เนื้อหา	เสียงบรรยาย : การวัดความยาวของสิ่งของต่าง ๆ ที่มีรูปร่างและความยาวต่างกัน เช่น สมุด โตะ รอบเอว ความสูง เราควรใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและหน่วยการวัดที่ถูกต้องนะคะ เช่น ใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของสมุด ใช้ไม้เมตรวัดความยาวของโต๊ะ เป็นต้น	✓		✓	✓	✓
<u>การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน</u>						
เครื่องมือในการวัดความยาว	เสียงบรรยายข้อความ และมีรูปภาพประกอบ บอกถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความยาวมีหลายชนิด นำมาสว่างที่ตัวอักษรสีชมพูเพื่อฟังคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของเครื่องมือวัดความยาวทั้ง 4 ชนิด ได้แก่	✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ต่อ)

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน						
เครื่องมือในการวัด ความยาว	- สายวัดตัว - ไม้บรรทัด - ไม้เมตร - สายวัดชนิดตลับ	✓		✓	✓	✓
หน่วยวัดความยาว	เสียงบรรยาย พร้อมภาพประกอบ หน่วยวัดในระบบเมตริก และการ เขียน โดยใช้อักษรย่อของหน่วย การวัด	✓		✓	✓	✓
การเลือกใช้หน่วยวัด ความยาวที่เหมาะสม	เสียงบรรยาย พร้อมภาพประกอบ การใช้เครื่องมือ และการหน่วยวัด ความยาวให้ถูกต้องและเหมาะสม	✓		✓	✓	✓
การคาดคะเนความยาว	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อม ภาพประกอบ อธิบายความหมายของการ คาดคะเนความยาว พร้อม ยกตัวอย่างประกอบ เพื่อหาความ คลาดเคลื่อนในการคาดคะเนของ สิ่งของ โดยเปรียบเทียบกับค่าจริง ที่วัดได้	✓		✓	✓	✓
ความสัมพันธ์ของ หน่วยวัดความยาว	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อม ภาพประกอบ	✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ต่อ)

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน						
การชั่ง เครื่องชั่งชนิดต่าง ๆ	อธิบายความสัมพันธ์ของหน่วยวัด ความยาวในระบบเมตริก และ อธิบายพร้อมยกตัวอย่างวิธีการ เปลี่ยนหน่วยความสัมพันธ์ใน ระบบเมตริก เปลี่ยนหน่วยความสัมพันธ์ใน ระบบเมตริกซึ่งมีทั้งการเปลี่ยน หน่วยใหญ่เป็นหน่วยย่อยโดยใช้ วิธีการหาร และการเปลี่ยนหน่วย ย่อยเป็นหน่วยใหญ่ โดยใช้วิธีการ คูณ เสียงบรรยายข้อความ และมี รูปภาพประกอบ บอกถึงเครื่องมือ ที่ใช้ในการชั่ง ซึ่งมีหลายชนิด นำมาสว่างที่ตัวอักษรสีชมพูเพื่อ ฟังคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการ ใช้เครื่องมือในการชั่ง ซึ่ง ประกอบด้วย - เครื่องชั่งสองแขน - เครื่องชั่งสปริง - เครื่องชั่งจีน - เครื่องชั่งแบบคัมเดือน - เครื่องชั่งแบบหน้าปัด	✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ต่อ)

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน						
หน่วยการชั่ง	เสียงบรรยาย และมีข้อความประกอบ หน่วยที่ใช้ในการชั่ง รวมทั้งการใช้อักษรย่อในหน่วยการชั่งนั้น ๆ	✓		✓	✓	✓
การเลือกหน่วยการชั่งที่เหมาะสม	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อมภาพประกอบ ยกตัวอย่างการใช้เครื่องมือ และหน่วยการชั่งที่ถูกต้องและเหมาะสม	✓		✓	✓	✓
การคาดคะเนน้ำหนัก	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อมภาพประกอบ อธิบายความหมายของการคาดคะเนน้ำหนัก พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อหาความคลาดเคลื่อนในการคาดคะเนของสิ่งของที่ชั่ง โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักจริงที่ชั่งได้	✓		✓	✓	✓
ความสัมพันธ์ของหน่วยการชั่ง	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อมภาพประกอบ อธิบายความสัมพันธ์ของหน่วยการชั่ง พร้อมยกตัวอย่างวิธีการเปลี่ยนหน่วยความสัมพันธ์ในการชั่ง ซึ่งมีทั้งการเปลี่ยนหน่วยใหญ่เป็นหน่วยย่อยโดยใช้วิธีการหาร	✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ต่อ)

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน						
ความสัมพันธ์ของหน่วยการชั่ง	และการเปลี่ยนหน่วยย่อยเป็นหน่วยใหญ่ โดยใช้วิธีการคูณ	✓		✓	✓	✓
การตวง	เสียงบรรยายข้อความ และมีรูปภาพประกอบ บอกถึงเครื่องมือที่ใช้ในการตวง ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับการตวงสิ่งของที่มีปริมาตร 1 ลิตร จะต้องใช้การตวงวิธีใด	✓		✓	✓	✓
เครื่องตวง	เสียงบรรยายข้อความ และมีรูปภาพประกอบ บอกถึงเครื่องมือที่ใช้ในการตวง ซึ่งมีหลายชนิด นำมาสว่างที่ตัวอักษรสีชมพูเพื่อฟังคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือในการตวง ซึ่งประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> - ช้อนตวง - ถัง - กระบอกลตวง - ลิตร - ถ้วยตวง - ลิตรน้ำมัน 	✓		✓	✓	✓
หน่วยการตวง	เสียงบรรยาย และมีข้อความประกอบ หน่วยที่ใช้ในการตวง รวมทั้งการใช้อักษรย่อในหน่วยการตวงนั้น ๆ	✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ต่อ)

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน						
การเลือกหน่วยการตวงที่เหมาะสม	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อม ภาพประกอบ ยกตัวอย่างการใช้เครื่องมือ และหน่วยการตวงที่ถูกต้องและเหมาะสม	✓		✓	✓	✓
การคาดคะเนปริมาตรและความจุ	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อม ภาพประกอบ อธิบายความหมายของการคาดคะเนปริมาตรและความจุ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อหาความคลาดเคลื่อนในการคาดคะเนปริมาตรและความจุ โดยเปรียบเทียบกับการตวงปริมาตรจริงที่ตวงได้	✓		✓	✓	✓
ความสัมพันธ์ของหน่วยการตวง	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อม ภาพประกอบ อธิบายความสัมพันธ์ของหน่วยการตวง พร้อมยกตัวอย่างวิธีการเปลี่ยนหน่วยความสัมพันธ์ในการตวง ซึ่งมีทั้งการเปลี่ยนหน่วยใหญ่เป็นหน่วยย่อยโดยใช้วิธีการคูณ และการเปลี่ยนหน่วยย่อยเป็นหน่วยใหญ่ โดยใช้วิธีการหาร	✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ต่อ)

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
<u>การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน</u>						
การแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการวัด	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อม ภาพประกอบ อธิบายหลักการวิเคราะห์โจทย์ ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย - โจทย์กำหนดอะไร - โจทย์ถามอะไร - ใช้วิธีการแก้ปัญหายังไร พร้อมยกตัวอย่างการแสดงวิธีการ ทำโจทย์ปัญหาการวัดความยาว	✓		✓	✓	✓
<u>การเสริมความเข้าใจ</u>						
การเสริมความเข้าใจ	แบบฝึกหัด เพื่อเสริมความเข้าใจ โดยนักเรียนคลิกเมาส์เพื่อลาก คำตอบไปไว้ทำคำถามให้ถูกต้อง และ เสริมทักษะโดยการพิมพ์ ข้อความตอบคำถาม หลังจากเรียน เนื้อหาแล้ว	✓		✓	✓	✓
<u>สรุปบทเรียน</u>						
สรุปบทเรียน	ข้อความ พร้อมเสียงดนตรี ประกอบทำเป็นแผนผังสรุป เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนเกี่ยวกับ การวัด ซึ่งประกอบไปด้วยการวัด ความยาว การชั่ง และการตวง	✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เงิน

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
<u>การนำเข้าสู่บทเรียน</u>						
บทนำเข้าสู่เนื้อหา	เสียงบรรยาย : ใช้คำถามเกี่ยวกับประเภทของเงินไทยที่มีใช้ในปัจจุบันว่ามีอะไรบ้าง	✓		✓	✓	✓
<u>การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน</u>						
เงินเหรียญ และธนบัตร	เสียงบรรยายข้อความ และมีรูปภาพประกอบ เกี่ยวกับเงินเหรียญชนิดต่าง พร้อมกับบอกค่าของเงิน เงินธนบัตรชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งบอกค่าของเงิน	✓		✓	✓	✓
การเขียนจำนวนเงินโดยใช้จุด	เสียงบรรยาย พร้อมข้อความอธิบายการเขียนจำนวนเงินโดยใช้จุด พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบคำบรรยาย	✓		✓	✓	✓
การเขียนจำนวนเงินเป็นตัวหนังสือ	เสียงบรรยาย พร้อมข้อความอธิบายการเขียนจำนวนเงินเป็นตัวหนังสือ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบคำบรรยาย	✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ต่อ)

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน						
การเปรียบเทียบจำนวนเงิน	เสียงบรรยาย พร้อมภาพประกอบ การเปรียบเทียบจำนวนเงิน พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบการเปรียบเทียบค่าของเงินจำนวน 2 ตัวอย่าง	✓		✓	✓	✓
การแลกเงิน	เสียงบรรยาย พร้อมภาพประกอบ การแลกเงินทั้งเงินเหรียญ และ ธนบัตรพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ เช่น ธนบัตร 1000 บาท แลก ธนบัตรฉบับละ 500 บาท ได้ 2 ฉบับ, ธนบัตรฉบับละ 50 บาท แลกเหรียญ 10 บาท ได้ 5 เหรียญ เป็นต้น	✓		✓	✓	✓
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน	เสียงบรรยาย ข้อความพร้อม ภาพประกอบ อธิบายวิธีการแก้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน พร้อมทั้งยกตัวอย่าง แสดงขั้นตอน วิธีการทำเลข โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน ซึ่งก็เหมือนกับการแก้โจทย์ปัญหาในการบวก ลบ คูณ และหาร ทั่วไป	✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ต่อ)

หัวข้อ	วิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	สื่อที่ใช้				
		Pic	VDO	Ani	Sound	Text
<u>การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน</u>						
บันทึกทรายรับ – ทรายจ่าย	เสียงบรรยายข้อความ และมีรูปภาพประกอบ บอกถึงวิธีการเขียนบันทึกทรายรับ – ทรายจ่าย พร้อมทั้งยกตัวอย่างแสดงวิธีการเขียนบันทึกทรายรับ – ทรายจ่ายของ ค.ญ.หนูดี พร้อมทั้งเสียงบรรยายอธิบายรายละเอียดการเขียนบันทึกทรายรับ – ทรายจ่าย	✓		✓	✓	✓
<u>การเสริมความเข้าใจ</u>						
การเสริมความเข้าใจ	แบบฝึกหัด เพื่อเสริมความเข้าใจ โดยนักเรียนคลิกเมาส์เพื่อลากคำตอบไปไว้ทำคำถามให้ถูกต้อง และ เสริมทักษะโดยการพิมพ์ข้อความตอบคำถาม หลังจากเรียนเนื้อหาแล้ว	✓		✓	✓	✓
<u>สรุปบทเรียน</u>						
สรุปบทเรียน	เสียงบรรยายพร้อมข้อความ สรุปเกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนเกี่ยวกับเงิน การเขียนจำนวนเงินโดยใช้จุด การอ่านและเขียนจำนวนเงินเป็นตัวหนังสือ การเปรียบเทียบจำนวนเงิน การแลกเงิน การแก้โจทย์ปัญหา และการเขียนบันทึกทรายรับ – ทรายจ่าย	✓		✓	✓	✓

4.1.3 ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ (Development)

ขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ แบ่งขั้นตอนย่อยได้ถึง 4 ขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การเขียนเนื้อหาลงบนกรอบเนื้อหาการสอน (Script) การจัดลำดับกรอบการสอน การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.3.1 เขียนรายละเอียดเนื้อหากรอบการสอน (Script)

เป็นการนำผลการออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มาทำการเขียนรายละเอียดเนื้อหากรอบการสอน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำกรอบการสอนตามแบบ Computer Instruction Script ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เป็นแนวทาง เพื่อให้การออกแบบการสอนของผู้วิจัยทำได้สะดวกขึ้น ในการเขียนรายละเอียดเนื้อหากรอบการสอน ผู้วิจัยได้ทำการเขียนทีละกรอบตามลำดับเนื้อหา และวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ เขียนจนครบทุกหัวข้อของบทเรียนให้เป็นกรอบ ตามลำดับที่วางแผนไว้ โดยกำหนดภาพ เสียง สี และการปฏิสัมพันธ์ของแต่ละกรอบให้ครบถ้วนและชัดเจน แต่ละกรอบ (Frame) มีลักษณะเป็นแบบฟอร์มที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเอง และคำนึงถึงหลักการออกแบบรวมทั้งองค์ประกอบศิลป์ เมื่อนำกรอบการสอนทั้งหมดมาจัดเรียงตามแผนที่วางไว้จะได้เป็น Storyboard ของบทเรียนทั้งหมด การแสดงตัวอย่างกรอบการสอน (Storyboard) ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.3

Computer	ชื่อเรื่อง : วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ชื่อไฟล์ : Title_1
Instruction	ชื่อหัวข้อ : Title	ส่งมาจากไฟล์ : -
Script	หน้า : 1	ส่งออกไปยังไฟล์ : Title_2
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;"> ตรา สัญลักษณ์ </div> <div> คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี </div> </div> <div style="margin: 20px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> หน้าหลักแสดงหัวข้อ ชื่อมหาวิทยาลัย บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 </div> <div style="margin: 20px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;"> skip </div> </div> </div> </div>		
การนำเสนอ : แสดง Title บทเรียนคอมพิวเตอร์		เสียงดนตรี : เสนอหัวข้อเข้าสู่บทเรียน
การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4		คอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น
		ประถมศึกษาปีที่ 4
เงื่อนไขปฏิสัมพันธ์หน้าจอ :		ชื่อไฟล์มัลติมีเดีย :
เมื่อคลิก skip ไปหน้า Title 2	เมื่อคลิก ไปหน้า	ชื่อ ชื่อไฟล์
เมื่อคลิก ไปหน้า	เมื่อคลิก ไปหน้า	ชื่อ ชื่อไฟล์
เมื่อคลิก ไปหน้า	เมื่อคลิก ไปหน้า	ชื่อ ชื่อไฟล์
ส่งมาจากหน้า :	เงื่อนไขการเปลี่ยนหน้า :	ชื่อ ชื่อไฟล์
หน้า : -	skip ไปหน้า Title 2 ไปหน้า	หมายเหตุ :
หน้า :	ไปหน้า ไปหน้า	
หน้า :	ไปหน้า ไปหน้า	

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการเขียนรายละเอียดเนื้อหาหลักสูตรการสอนของการเข้าหัวข้อบทเรียน

Computer Instruction Script	ชื่อเรื่อง : วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ชื่อไฟล์ : Math_6
	ชื่อหัวข้อ : เมนูหลัก	ส่งมาจากไฟล์ : Title_4
	หน้า : 1	ส่งออกไปยังไฟล์ : Menu_7
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;"> ดรา สัญลักษณ์ </div> <div> คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> นำเสนอเนื้อหา </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> </div> </div>		
การนำเสนอ : ปุ่มนำเสนอเนื้อหาบทเรียน		เสียงบรรยาย : เสียงบรรยายตามรายละเอียด
มีปุ่มทดสอบเมนูหลัก เมนูย่อย		หัวข้อเนื้อหา และเสียงบรรยาย ชื่อปุ่มต่างๆ
ปุ่มย้อนหลัง ปุ่มเดินหน้า และปุ่มออกจากโปรแกรม		
เงื่อนไขปฏิสัมพันธ์หน้าจอ :		ชื่อไฟล์มัลติมีเดีย :
เมื่อคลิก ไปหน้า คำแนะนำ	เมื่อคลิก ไปหน้า ออกจากโปรแกรม	ชื่อ ชื่อไฟล์
เมื่อคลิก ไปหน้า เมนูหลัก	เมื่อคลิก ไปหน้า ก่อนหน้า	ชื่อ ชื่อไฟล์
เมื่อคลิก ไปหน้า เมนูย่อย	เมื่อคลิก ไปหน้า	ชื่อ ชื่อไฟล์
ส่งมาจากหน้า :	เงื่อนไขการเปลี่ยนหน้า :	
หน้า : Title_4	ไปหน้า ถัดไป	ไปหน้า
หน้า :	ไปหน้า หน้าก่อน	ไปหน้า
หน้า :	ไปหน้า	ไปหน้า
		หมายเหตุ :

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการเขียนรายละเอียดเนื้อหาประกอบการสอนของการเข้าหัวข้อบทเรียน

4.1.3.2 จัดลำดับกรอบการสอน (Storyboard Development)

การนำกรอบการสอนที่ได้เขียนไว้มาทำการจัดลำดับ โดยการจัดลำดับเนื้อหาของกรอบการสอนในครั้ง นี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดเรียงเนื้อหากรอบการสอนตามลำดับหัวข้อเรื่องในแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้ว เพื่อให้มีความต่อเนื่องและการเชื่อมโยงกันของเนื้อหาภายในหน่วยการเรียนรู้

4.1.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Correctness)

การนำกรอบการสอนที่ได้เรียงไว้ตามลำดับหัวข้อเรื่องในแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาเรียบร้อยแล้ว ไปทำการตรวจสอบความถูกต้อง โดยนำกรอบการสอน (Storyboard) ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Correctness) เพื่อเป็นการรับรองคุณภาพของเนื้อหาว่าถูกต้องก่อนนำไปพัฒนาเป็นบทเรียนต่อไป

เมื่อนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำกรอบการสอนนั้นไปทำการทดลองกับกลุ่มนักเรียนสำหรับทดลองกระบวนการย่อย จำนวน 9 คน เพื่อทดสอบความเข้าใจในการเรียนเนื้อหา (Content Reliability) และการสื่อความหมาย (Content Validity) ของสำนวนที่ใช้ ตลอดจนรูปแบบที่ใช้สื่อความหมายกับผู้เรียน ซึ่งข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ข้อความบางส่วนของเนื้อหาอธิบายไม่ชัดเจน มีข้อความที่พิมพ์ผิด คำสั่งอ่านแล้วเข้าใจยาก ไม่สามารถปฏิบัติได้ เป็นต้น ซึ่งได้นำข้อเสนอแนะเหล่านี้มาปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.1.4 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างข้อสอบของบทเรียน ได้กำหนดสร้างตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง ด้วยวิธีของโรวินลลิ (Rovinelli) และแฮมเบิลตัน (R.K.Hambleton) โดยใช้ค่าเฉลี่ยที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพราะได้วัดผลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจริง ผลการวิเคราะห์ทั้งสิ้นได้ 120 ข้อ ผู้วิจัยได้หามาตรฐานข้อสอบโดยทำการเขียนแบบทดสอบทั้งหมด 120 ข้อ พิมพ์ลงกระดาษเป็นเอกสารและนำไปทดลองกับกลุ่มนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อนำผลการทดสอบไปทำการวิเคราะห์ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำผลคะแนนสอบไปหาค่าดัชนีความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ค่าดัชนีความยากง่าย ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า มีข้อสอบที่มีค่าดัชนีความยากง่าย อยู่ ระหว่าง 0.30 - 0.73 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 120 ข้อ ดังแสดงในภาคผนวก ข. 2.1

- ค่าอำนาจจำแนก ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า มีข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียน กลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อนได้ดี โดยมีค่าอำนาจจำแนกต่ำที่สุด คือ 0.25 และมีค่าอำนาจจำแนกสูงที่สุดคือ 0.88 ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 120 ข้อ ดังแสดงในภาคผนวก ข. 2.2

- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้จากการนำแบบทดสอบ จำนวน 120 ข้อ มาทำการวิเคราะห์ผล ปรากฏว่าข้อสอบทั้งหมด เมื่อนำมาคำนวณโดยใช้สูตร KR-20 แล้ว มีค่าระดับความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.93 ดังแสดงในภาคผนวกที่ ข. 3

เมื่อได้แบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพ จำนวน 120 ข้อ แล้วผู้วิจัยได้นำข้อสอบที่มีคุณภาพไปสร้างเก็บไว้ในคลังข้อสอบของหน่วยการเรียนรู้ สามารถจำแนกข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวน 120 ข้อตามระดับพฤติกรรมทางสติปัญญา ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักวัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมทางสติปัญญา				
	ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	รวม
1	16	30	-	14	60
2	10	6	25	19	60
รวม	26	36	25	33	120

จากตารางที่ 4.5 ได้ผลการกำหนดน้ำหนักวัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้ผลดังนี้

- **หน่วยการเรียนรู้ที่ 1** เรื่อง การวัด ได้จำนวนแบบทดสอบ 60 ข้อ เป็นระดับพฤติกรรมทางสติปัญญา ด้านความรู้ความจำ 16 ข้อ ด้านความเข้าใจ 30 ข้อและด้านการวิเคราะห์ 14 ข้อ

- **หน่วยการเรียนรู้ที่ 2** เรื่อง เงิน ได้จำนวนแบบทดสอบ 60 ข้อ เป็นระดับพฤติกรรมทางสติปัญญา ด้านความรู้ความจำ 10 ข้อ ด้านความเข้าใจ 6 ข้อ ด้านการนำไปใช้ 25 ข้อ และด้านการวิเคราะห์ 19 ข้อ

4.1.5 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการวัด มีความยาวทั้งหมดประมาณ 60 นาที โดยแบ่งเป็น เนื้อหาบทเรียนและแบบฝึกหัดเสริมความเข้าใจประมาณ 10 นาที และแบบทดสอบท้ายบทเรียน 30 นาที

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องเงิน มีความยาวทั้งหมดประมาณ 60 นาที โดยแบ่งเป็น เนื้อหาบทเรียนและแบบฝึกหัดเสริมความเข้าใจประมาณ 10 นาที และแบบทดสอบท้ายบทเรียน 30 นาที

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียน

1. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์การบทเรียนคอมพิวเตอร์สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญทางด้านสร้างมัลติมีเดีย จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ประเมินและตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ทั้งหมด 12 ด้าน ได้ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

จากรายละเอียดการประเมินคุณภาพบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญทางเทคโนโลยีทางการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านมัลติมีเดีย ได้ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนตามตารางที่ 4.6 สามารถสรุปผลการประเมินคุณภาพบทเรียนโดยรวมทุกด้านแล้ว พบว่า การประเมินคุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดี (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35) และเมื่อพิจารณารายการประเมินเป็นรายข้อแล้วก็สามารถสรุปผลการประเมินในแต่ละด้านได้ว่า คุณภาพของบทเรียนทั้ง 12 ด้าน มีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4.6 ผลสรุปการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนนเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านองค์ประกอบหน้าจอ	4.26	0.28	ดี
2. ด้านตัวอักษร(Text)	4.44	0.35	ดี
3. ด้านภาพนิ่ง(Image)	4.33	0.60	ดี
4. ด้านภาพเคลื่อนไหว	4.33	0.14	ดี
5. ด้านเสียง(Audio)	4.41	0.46	ดี
6. การปฏิสัมพันธ์ของบทเรียน(Interactive)	4.62	0.33	ดีมาก
7. ด้านการนำเข้าสู่บทเรียน	3.83	0.58	ดี
8. ด้านรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา	4.22	0.19	ดี
9. ด้านการเสริมความเข้าใจ	4.22	0.63	ดี
10. ด้านการสรุปบทเรียน	4.33	0.29	ดี
11. ด้านรูปแบบของแบบทดสอบ	4.39	0.10	ดี
12. ด้านอื่น ๆ	4.67	0.33	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.35	0.18	ดี

2. ในการทดลองกระบวนการหาประสิทธิภาพในการใช้บทเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบปัญหาข้อบกพร่อง และอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพจริง จึงได้ดำเนินการโดยใช้กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลวัดแค จำนวน 9 คน ที่ไม่เคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การวัด และเงิน มาก่อน และมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับอ่อนปานกลาง และระดับสูง ละครัน ได้พบปัญหาว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นแบบที่ไม่มีลำโพงเสียงที่ตู้คอมพิวเตอร์ จึงต้องแก้ไขด้วยการใช้หูฟัง หรือ ลำโพงต่อเพิ่ม เพื่อให้ได้ยินเสียงจากบทเรียน ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้นำมาวางแผน และแก้ไขในการทำการทดลอง เพื่อให้การทดลองบทเรียนกับกลุ่มตัวอย่างจริงนั้น มีปัญหาและข้อบกพร่องน้อยที่สุด

3. ในการหาประสิทธิภาพของชุดบทเรียน และประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้ดำเนินการโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลวัดแค (ธรรมวิธานราษฎร์ บำรุง) จำนวน 30 คน ที่ไม่เคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การวัด และเงิน มาก่อน โดย ก่อนเรียนผู้วิจัยได้ทำการแนะนำขั้นตอนการทดลอง และวิธีการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์

การสอน แก่กลุ่มตัวอย่าง แล้วจึงเริ่มเรียน โดยทำการศึกษาบทเรียนไปที่ละหน่วยการเรียนรู้ เริ่มจาก เรื่องการวัด เป็นเรื่องแรก เมื่อนักเรียน เรียนเรื่อง การวัด เรียบร้อยแล้ว นักเรียนก็จะทำแบบทดสอบ ท้ายหน่วยการเรียนรู้ หลังจากทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้เสร็จแล้ว หน้าจอจะแสดงคะแนนที่ได้รับ เมื่อคะแนนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 หรือ 12 คะแนนขึ้นไป นักเรียนก็จะสามารถเรียนรู้อีกต่อไป ได้ ไปเรื่อยๆตามลำดับ จนกระทั่งเรียนเนื้อหาครบทั้ง 2 หน่วยการเรียนรู้ จึงทำแบบทดสอบหลังเรียน

4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ผลการทดลองและการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การวัด และเงิน ได้จากการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนไปทดลองใช้กับ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลวัดแค (ธรรมวิธานราษฎร์บำรุง) จำนวน 30 คน ได้ผลของการทำแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และผลของการทำแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียน ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียน (E_1) ของผู้เรียน
จำนวน 30 คน

หน่วยการเรียนรู้ที่	คะแนนระหว่างกระบวนการเรียน	ประสิทธิภาพ (E_{1i})
1	490	81.67
2	484	80.67
ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียน (E_1)		81.17

ตารางที่ 4.8 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังกระบวนการเรียน (E_2)

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็มรวม	คะแนนรวม ($\sum x_i$)	ประสิทธิภาพ
ค่าเฉลี่ยคะแนน ทดสอบหลังทำการ ทดลองครบทุกการ ทดลอง(E_2)	30	40	1,005	83.75

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียน ของแต่ละหน่วยการเรียน (E_1) จากตารางที่ 4.7 จะพบว่า หน่วยการเรียนที่ 1 มีประสิทธิภาพในกระบวนการเรียนเท่ากับ 81.67 หน่วยการเรียนที่ 2 มีประสิทธิภาพในกระบวนการเรียนเท่ากับ 80.67 และเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า บทเรียนทั้ง 2 หน่วยการเรียนมีประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียน (E_1) มากกว่าร้อยละ 80 และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียนรวมทั้ง 2 หน่วยการเรียน พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียน (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.17

สำหรับผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังกระบวนการเรียน (E_2) จากตารางที่ 4.8 จำนวนผู้เข้าเรียนทั้งหมด จำนวน 30 คน มีคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 40 คะแนน และคะแนนรวมของผู้เรียนทั้งหมด ที่ทำได้จากการทดสอบหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 1,005 คะแนน พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนหลังกระบวนการเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 83.75 ดังนั้นผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่า (E_1/E_2) คือ $81.17/83.75$ เป็นไปตามผลการวิจัยที่คาดหวังไว้คือมากกว่าหรือเท่ากับ 80/80

4.4 ผลการหาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากการทดลองเรียนบทเรียน ผลจากการเปรียบเทียบผลต่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ปรากฏดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการหาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผลที่ได้จาก	คะแนนรวม (Σx_i)	ประสิทธิภาพ	ประสิทธิผล
แบบทดสอบก่อนเรียน (E_{pre})	211	17.58	66.17
แบบทดสอบหลังเรียน (E_{post})	1,005	83.75	

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน จากตารางที่ 4.9 พบว่า ระดับประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ก่อนการเรียน (E_{pre}) ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน มีค่าเท่ากับ 17.58 และประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน หลังกระบวนการเรียน (E_{post}) มีค่าเท่ากับ 83.75 และเมื่อนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบหาผลต่างของประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ($E_{post} - E_{pre}$) พบว่า ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 66.17 สูงกว่าผลการวิจัยที่คาดหวังไว้ คือ 60

4.5 ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

หลังจากที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อหาระดับความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และแปลผล ซึ่งสามารถสรุปผลระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลสรุประดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ลำดับที่	รายการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1	ลักษณะทั่วไปของบทเรียน	4.30	ค่อนข้างมาก
2	การนำเข้าสู่บทเรียน	4.58	มาก
3	รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา	4.32	ค่อนข้างมาก
4	การเสริมความเข้าใจ	4.68	มาก
5	การสรุปเนื้อหา	4.47	ค่อนข้างมาก
6	แบบทดสอบ	4.67	มาก
7	การประเมินคุณค่าบทเรียน	4.52	มาก
เฉลี่ยรวม		4.51	มาก

จากตารางที่ 4.10 พบว่าโดยรวมแล้วกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมาก (คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.51) โดยผู้เรียน มีความพึงพอใจใน ลักษณะทั่วไปของบทเรียน การนำเข้าสู่บทเรียน รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา การเสริมความเข้าใจ การสรุปเนื้อหา แบบทดสอบและการประเมินคุณค่าบทเรียน อยู่ในระดับมาก และ อยู่ในระดับค่อนข้างมาก โดยรวมแล้วมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.30 – 4.68 คะแนนสูงสุดของกลุ่มระดับความพึงพอใจมากคือ การเสริมความเข้าใจ (คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.68) รองลงมาคือ แบบทดสอบ (คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.67) รองลงมาคือ การนำเข้าสู่บทเรียน (คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.58) รองลงมาคือ การประเมินคุณค่าบทเรียน (คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.52) รองลงมาคือ การสรุปเนื้อหา (คะแนนเฉลี่ย 4.47) รองลงมาคือ รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา(คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.32) รองลงมาคือ ลักษณะทั่วไปของบทเรียน (คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.30) ทั้งหมดนี้เป็นรายละเอียดการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียน