

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนโปรแกรมตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างบทเรียนโปรแกรม
- ขั้นที่ 2 การสร้างบทเรียนโปรแกรมต้นแบบ
- ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น
- ขั้นที่ 4 การทดลองใช้บทเรียนโปรแกรม
- ขั้นที่ 5 การปรับปรุงแก้ไขบทเรียนโปรแกรม

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างบทเรียนโปรแกรม

ในการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างบทเรียนโปรแกรม ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างบทเรียนโปรแกรมโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากการที่ได้ศึกษารายละเอียดทฤษฎีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตลอดจนปรัชญาการสอนและหลักการทางคณิตศาสตร์พบว่า การสอนนักเรียนให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ของการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ โดยเฉพาะ โจทย์ปัญหาสมการเป็นเรื่องยากแต่จากการที่ได้ศึกษาทฤษฎีการแก้ปัญหของโพลยาพบว่าใน 4 ขั้นตอนของการแก้ปัญหจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและข้อมูลเหล่านี้จึงเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนโปรแกรมคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง “โจทย์ปัญหาสมการ”
2. ศึกษาจุดประสงค์และรายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการและจากคู่มือครูคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนโปรแกรม
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียน ศึกษาเกี่ยวกับความต้องการของนักเรียน ตลอดจนพัฒนาการของเด็กในวัยมัธยมศึกษาตอนต้นในด้าน ร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ โดยการสังเกตจากแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนและศึกษาจากเอกสาร

ตำราต่าง ๆ ว่านักเรียนมีพฤติกรรมพัฒนาการเป็นอย่างไร และมีความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านใด ตลอดจนมีความต้องการอยากเรียนรู้สิ่งใดพบว่านักเรียนในวัยมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นวัยในช่วงที่มีความคิดอ่านเป็นของตนเองตลอดจนต้องการศึกษาค้นคว้าสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่ค้นหานั้นจึงเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนโปรแกรมคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับนักเรียนถึงแม้วัยนี้เป็นวัยที่เรียนรู้ตามธรรมชาติได้ดีแล้วแต่ในขณะเดียวกันการใช้เทคนิคด้านรูปภาพมาประกอบในการสร้างบทเรียนโปรแกรมก็จะเป็นสิ่งที่ดึงดูดให้นักเรียนได้สนใจในบทเรียนโปรแกรมมากยิ่งขึ้นและในที่สุดก็จะได้บทเรียนโปรแกรมเป็นสื่อในการสอนที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การสร้างบทเรียนโปรแกรมต้นแบบ

ในการสร้างบทเรียนโปรแกรมผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

1. ขั้นการวางแผน

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการสร้างบทเรียน โปรแกรมแบบเส้นตรงและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หลักการแก้ปัญหาของโพลยา เทคนิคในการวางแผนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วิธีการสร้างบทเรียน โปรแกรม ฯลฯ แล้วผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาเรื่อง "โจทย์-ปัญหาสมการ" มาสร้างเป็นบทเรียน โปรแกรมโดยแบ่งออกเป็น 7 ตอน ในตอนที่ 1-3 เป็นการทบทวนเรื่องพื้นฐานที่เกี่ยวกับเรื่องปัญหาและคำตอบของสมการ สมบัติการเท่ากัน และการแก้สมการ ตอนที่ 4-7 เป็นเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการที่ใช้หลักการแก้ปัญหาของโพลยาโดยใช้เวลาในการทดลองสอน 13 คาบ คาบละ 50 นาที

2. ขั้นตอนการ

2.1 กำหนดเรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" วิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หลักการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาสมการโดยการนำเสนอในรูปแบบบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ในคู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กล่าวคือ เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาในเรื่องต่อไปนี้

2.2.1 ปัญหาและคำตอบของสมการ

2.2.2 สมบัติการเท่ากัน

2.2.3 การแก้สมการ

2.2.4 โจทย์ปัญหาสมการได้แบ่งแยกออกเป็น 4 เรื่องดังนี้

2.2.4.1 โจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับจำนวน

2.2.4.2 โจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับจำนวนเงิน

2.2.4.3 โจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับอายุ

2.2.4.4 โจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับเรขาคณิต

และได้แบ่งเนื้อหาทั้ง 4 เรื่องที่กล่าวมาข้างต้นออกเป็นเรื่องย่อย ๆ 7 เรื่อง เพื่อสร้างบทเรียนโปรแกรมออกเป็น 7 ตอน

2.3 เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาทั้ง 7 ตอนของบทเรียนโปรแกรมจบแล้วนักเรียนสามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ดังต่อไปนี้คือ

2.3.1 ใช้สมการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

2.4 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อตรวจสอบการบรรลุเป้าหมายของผู้เรียน ดังนี้คือ

ตอนที่ 1 เรื่องปัญหาและคำตอบของสมการ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. จำแนกประเภทของสมการได้
2. หาคำตอบของสมการอย่างง่ายได้ โดยลองแทนค่าตัวแปรในสมการ

ตอนที่ 2 เรื่องสมบัติการเท่ากัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันบวกด้วยจำนวนใด ๆ ที่เท่ากัน ผลลัพธ์ย่อมเท่ากัน
2. บอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันลบด้วยจำนวนใด ๆ ที่เท่ากัน ผลลัพธ์ย่อมเท่ากัน
3. บอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันคูณด้วยจำนวนใด ๆ ที่เท่ากัน ผลลัพธ์ย่อมเท่ากัน
4. บอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันหารด้วยจำนวนใด ๆ ที่เท่ากัน ผลลัพธ์ย่อมเท่ากัน

ตอนที่ 3 เรื่องการแก้สมการ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการบวกให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
2. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการลบให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
3. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการคูณให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
4. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการหารให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
5. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการลบและการคูณให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

6. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการบวกและการคูณให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
7. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการลบและการหารให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
8. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการบวกและการหารให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
9. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการบวก การคูณและการหารให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
10. เมื่อกำหนดสมการซึ่งเกี่ยวกับการลบ การคูณและการหารให้นักเรียนสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ตอนที่ 4 เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับจำนวน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เปลี่ยนประโยคภาษาที่เกี่ยวกับเรื่องจำนวนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้
2. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการเรื่องจำนวนที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณหรือการหารอย่างใดอย่างหนึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการและแสดงวิธีทำแล้วหาคำตอบได้
3. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการเรื่องจำนวนที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณหรือการหารตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการและแสดงวิธีทำแล้วหาคำตอบได้

ตอนที่ 5 เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับจำนวนเงิน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เปลี่ยนประโยคภาษาที่เกี่ยวกับเรื่องจำนวนเงินเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้
2. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการเรื่องจำนวนเงินที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณหรือการหารอย่างใดอย่างหนึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการและแสดงวิธีทำแล้วหาคำตอบได้
3. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการเรื่องจำนวนเงินที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณหรือการหารตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการและแสดงวิธีทำแล้วหาคำตอบได้

ตอนที่ 6 เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับอายุ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เปลี่ยนประโยคภาษาที่เกี่ยวกับเรื่องอายุเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้
2. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการเรื่องอายุที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณหรือการหารอย่างใดอย่างหนึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการและแสดงวิธีทำแล้วหาคำตอบได้

3. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการเรื่องอายุที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณหรือการหารตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการและแสดงวิธีทำแล้วหาคำตอบได้

ตอนที่ 7 เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับเรขาคณิต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เปลี่ยนประโยคภาษาที่เกี่ยวกับเรื่องเรขาคณิตเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้
2. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการเรื่องเรขาคณิตที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณหรือการหารอย่างใดอย่างหนึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการและแสดงวิธีทำแล้วหาคำตอบได้
3. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการเรื่องเรขาคณิตที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณหรือการหารตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการและแสดงวิธีทำแล้วหาคำตอบได้

ในการสอนแต่ละตอนของบทเรียนโปรแกรมได้กำหนดเวลาในการสอนและจำนวนข้อสอบของบทเรียนแต่ละตอนที่นักเรียนจะสอบผ่านตามเกณฑ์จุดตัดที่ผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ใช้เวลา 1 คาบ

- แบบทดสอบท้ายบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 1 จำนวน 10 ข้อ
ต้องทำได้ถูกต้อง 7 คะแนนใน 10 คะแนนถึงจะผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 2 ใช้เวลา 1 คาบ

- แบบทดสอบท้ายบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 2 จำนวน 10 ข้อ
ต้องทำได้ถูกต้อง 6 คะแนนใน 10 คะแนนถึงจะผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 3 ใช้เวลา 2 คาบ

- แบบทดสอบท้ายบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 3 จำนวน 10 ข้อ
ต้องทำได้ถูกต้อง 6 คะแนนใน 10 คะแนนถึงจะผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 4 ใช้เวลา 2 คาบ

- แบบทดสอบท้ายบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 4 จำนวน 10 ข้อ
ต้องทำได้ถูกต้อง 6 คะแนนใน 10 คะแนนถึงจะผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 5 ใช้เวลา 2 คาบ

- แบบทดสอบท้ายบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 5 จำนวน 10 ข้อ
ต้องทำได้ถูกต้อง 6 คะแนนใน 10 คะแนนถึงจะผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 6 ใช้เวลา 2 คาบ

- แบบทดสอบท้ายบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 6 จำนวน 10 ข้อ
ต้องทำได้ถูกต้อง 6 คะแนนใน 10 คะแนนถึงจะผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 7 ใช้เวลา 2 คาบ

- แบบทดสอบท้ายบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 7 จำนวน 10 ข้อ

ต้องทำได้ถูกต้อง 6 คะแนนใน 10 คะแนนถึงจะผ่านเกณฑ์

2.5 การสร้างบทเรียนโปรแกรม โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 ตอน

ตอนที่ 1 แบ่งเนื้อหาได้ทั้งหมด 6 กรอบโดยที่ในแต่ละกรอบของบทเรียน

โปรแกรมทุกตอนจะประกอบด้วย 2 ส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 เกี่ยวกับเนื้อหา ทฤษฎี / ตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับแบบฝึกหัด / สรุป

กรอบที่ 1 ความหมายของสมการ และสัญลักษณ์ที่ใช้ในประโยคสมการ

กรอบที่ 2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในประโยคสมการ

กรอบที่ 3 สมการที่เป็นจริง

กรอบที่ 4 สมการที่เป็นเท็จ

กรอบที่ 5 สมการเป็นจริงและสมการที่เป็นเท็จ

กรอบที่ 6 คำตอบของสมการ

ตอนที่ 2 แบ่งเนื้อหาได้ทั้งหมด 5 กรอบ

กรอบที่ 1 วิธีการแก้สมการ

กรอบที่ 2 สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

กรอบที่ 3 สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการลบ

กรอบที่ 4 สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ

กรอบที่ 5 สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการหาร

ตอนที่ 3 แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ฉบับ

ฉบับแรก แบ่งเนื้อหาได้ทั้งหมด 5 กรอบ

กรอบที่ 1 ทบทวนสมบัติการเท่ากัน

กรอบที่ 2 แก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับลบ

กรอบที่ 3 แก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

กรอบที่ 4 แก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและการลบ

กรอบที่ 5-6 แก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการหารและการคูณ

ฉบับที่ 2 ได้แบ่งเนื้อหาได้ทั้งหมด 7 กรอบ

กรอบที่ 1 การฝึกแก้สมการที่เกี่ยวกับการบวกและการหาร

กรอบที่ 2 การฝึกแก้สมการที่เกี่ยวกับการลบและการหาร

กรอบที่ 3 การฝึกแก้สมการที่เกี่ยวกับการบวกและการคูณ

กรอบที่ 4 การฝึกแก้สมการที่เกี่ยวกับการลบและการคูณ

กรอบที่ 5 การฝึกแก้สมการที่เกี่ยวกับการคูณและการลบ

กรอบที่ 6 การฝึกแก้สมการที่เกี่ยวกับการหารและการบวก

กรอบที่ 7 การฝึกแก้สมการที่เกี่ยวกับการหาร การบวกและการคูณ

ตอนที่ 4 ได้แบ่งเนื้อหาได้ทั้งหมด 8 กรอบ

กรอบที่ 1 ทบทวนการแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันและวิธีต่าง ๆ ในการแก้

สมการ

กรอบที่ 2-3 ฝึกการเปลี่ยนประโยคภาษาเกี่ยวกับจำนวนเป็นสัญลักษณ์

กรอบที่ 4-8 เป็นการฝึกแก้โจทย์ปัญหาสมการที่เกี่ยวกับจำนวน

ตอนที่ 5 ได้แบ่งเนื้อหาได้ทั้งหมด 6 กรอบ

กรอบที่ 1 ฝึกหัดตีความจากข้อความที่กำหนดให้

กรอบที่ 2 ฝึกการเปลี่ยนประโยคภาษาเกี่ยวกับจำนวนเงินให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์

กรอบที่ 3-6 เป็นการฝึกแก้โจทย์ปัญหาสมการที่เกี่ยวกับจำนวนเงิน

ตอนที่ 6 ได้แบ่งเนื้อหาได้ทั้งหมด 6 กรอบ

กรอบที่ 1 ฝึกหัดตีความจากข้อความที่กำหนดให้

กรอบที่ 2-6 ฝึกแก้โจทย์ปัญหาสมการที่เกี่ยวกับอายุ

ตอนที่ 7 ได้แบ่งเนื้อหาได้ทั้งหมด 5 กรอบ

กรอบที่ 1 ฝึกหัดตีความจากข้อความที่กำหนดให้

กรอบที่ 2 ฝึกแก้โจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมในเรื่องความยาวรอบรูป

กรอบที่ 3-5 ฝึกแก้โจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต เช่น รูปสามเหลี่ยมและ

สรุปเนื้อหาของบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 1-7 เรื่องโจทย์ปัญหาสมการ

2.6 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบท้ายตอนแต่ละตอนของบทเรียนโปรแกรมตามเนื้อหาแต่ละตอนที่กำหนดไว้ โดยสอดคล้องกับจุดประสงค์ในแต่ละตอน จำนวน 7 ตอน ตอนละ 10 ข้อ

2.7 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ศึกษาค้นคว้าเน้นโจทย์ปัญหาสมการ ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบที่สามารถวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนบทเรียนโปรแกรมทั้ง 7 ตอนจบแล้วนักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณและการหารตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปโดยสามารถเปลี่ยนโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปสมการและแสดงวิธีการแก้สมการแล้วหาคำตอบพร้อมทั้งตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง จำนวน 20 ข้อ

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น

การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" ผู้วิจัยดำเนินการหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำ จากนั้นก็นำไปปรับปรุงแก้ไข แล้วนำบทเรียนโปรแกรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องของบทเรียนโปรแกรม ซึ่งสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านได้ดังนี้

1.1 ให้กำหนดคำอธิบายความหมายของกรอบของบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ"

1.2 ให้ใส่สัญลักษณ์เฉพาะ

1.3 แนะนำตัวละครในบทเรียนโปรแกรมว่าใคร ชื่ออะไร มีหน้าอย่างไร

1.4 การเฉลยแบบฝึกหัดในแต่ละกรอบให้รวมไว้ในภาคผนวกไม่ใช่ในกรอบ
ถัดไปเนื่องจากบทเรียนโปรแกรมนี้เป็นการเน้นการแสดงวิธีทำ

1.5 ให้ใช้ตัวไม้ทราบคำ (ตัวแปร) ที่เป็นภาษาอังกฤษด้วยตัวพิมพ์เล็ก

1.6 ปรับปรุง เรื่องการใช้ภาษา การพิมพ์ เฉลยบางตอนผิดพลาดและไม่ชัดเจน

2. การปรับปรุงบทเรียนโปรแกรม ผู้วิจัยนำข้อเสนอจากการตรวจแก้ไข ขอบกพร่องของผู้ทรงคุณวุฒิ มาปรับปรุงบทเรียนโปรแกรมดังนี้

2.1 อธิบายความหมายของกรอบในบทเรียนโปรแกรมไว้ในตอนที่ 1-7 ของบทเรียนโปรแกรม โดยในแต่ละกรอบของบทเรียนโปรแกรมได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เนื้อหา ทฤษฎีบทต่าง ๆ และตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 แบบฝึกหัด และสรุป

2.2 แนะนำตัวละคร โดยมีพี่แพร์และพี่พลับเป็นผู้ให้ความรู้ และมีน้องจุก น้องโก้ น้องเป๊ปและน้องแกละเป็นผู้เรียนรู้

2.3 ได้จัดทำเฉลยไว้ในภาคผนวกของบทเรียนแต่ละตอน

2.4 ใช้ตัวพิมพ์เล็ก (ภาษาอังกฤษ) แทนตัวไม้ทราบคำ (ตัวแปร) ตลอดทั้ง 7 ตอน

2.5 ปรับปรุงการใช้ภาษา การพิมพ์ วรรคตอนต่าง ๆ ตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอแนะไว้ทุกประการ

3. ทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

3.1 ทดลอง (try out) รายบุคคล จุดประสงค์เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยได้นำบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยม

ศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และมีผลการเรียนเกรด 1 (ค่อนข้างอ่อน) เหตุผลที่ให้นักเรียนค่อนข้างอ่อน เพื่อจะได้แน่ใจว่าบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นนักเรียนส่วนใหญ่ควรจะเรียนได้เพราะได้ทำการทดลองใช้กับนักเรียนค่อนข้างอ่อนมาแล้ว ก่อนการทดลองผู้วิจัยต้องแจ้งให้นักเรียนทราบว่าไม่ใช่การทดสอบ แต่เป็นการช่วยครูผู้สอนในการแก้ไขปัญหบทเรียน และหาข้อบกพร่องเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ก่อนการนำไปใช้ทดลองครั้งต่อไป บทเรียนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ยังไม่มีเฉลยไว้ให้นักเรียน โดยให้นักเรียนตอบคำถามด้วยตนเองและให้ผู้วิจัยเฉลยพร้อมอธิบายเพิ่มเติมทันที ผลการทดลองปรากฏดังต่อไปนี้

3.1.1 นักเรียนให้ความสนใจตัวละครเนื่องจากมีความน่ารัก และคำพูดของตัวละครก็ชวนให้ติดตามเนื้อหาในกรอบถัดไปเรื่อย ๆ

3.1.2 จากการที่นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาในแต่ละกรอบของแต่ละบทเรียนพบว่า จะต้องปรับให้เนื้อหาในแต่ละกรอบลดความอัดแน่นลงเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ยิ่งขึ้น

3.1.3 ขณะเรียนเมื่อพบคำที่พิมพ์ผิดนักเรียนจะบอกทันที ในขณะที่ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปปรับแก้ไขต่อไป

3.1.4 หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาจบในแต่ละตอนได้ทำการทดสอบพบว่าในตอน ที่ 1-4 และตอนที่ 7 มีผลการสอบที่ดี คือผ่านเกณฑ์แต่พบตอนที่ 4-7 พบว่าทำการทดสอบไม่ผ่าน ในตอนที่ 5-6 เนื่องจากเนื้อหาของโจทย์ปัญหามีความยาก จึงต้องมีการปรับเนื้อหาให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมมากขึ้นเพื่อฝึกหัดให้นักเรียนได้ทำจนชำนาญจนเกิดความคิดรวบยอดขึ้นมาได้

3.2 ขึ้นทดลองกลุ่มเล็ก การทดลองครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขเช่นเดียวกับการทดลองรายบุคคล โดยนำบทเรียนโปรแกรมที่ขึ้นนี้ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคารที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 8 คน โดยมีผลการเรียนเกรด 1-4 อย่างละ 2 คน เพื่อให้ใกล้เคียงห้องเรียนจริง การทดลองกลุ่มเล็กนี้มีวิธีการและขั้นตอนเหมือนกับการทดลองรายบุคคลแต่จะต่างกันที่บทเรียนที่ใช้ในขั้นนี้มีเฉลยไว้ให้ เหมือนกับเป็นบทเรียนโปรแกรมที่จะนำไปใช้จริง ๆ นักเรียนจะต้องเรียนตามบทเรียนโปรแกรมไปที่แต่ละกรอบและตรวจสอบคำตอบของตนกับเฉลยที่มีไว้ในบทเรียน บทเรียนโปรแกรมใช้ในการทดลองขั้นนี้ จะมีคำแนะนำในการเรียนไว้ซึ่งนักเรียนจะต้องทำความเข้าใจก่อนลงมือเรียน หากนักเรียนเกิดความสงสัยระหว่างทำบทเรียนโปรแกรมก็ให้ทำเครื่องหมายไว้แล้วนำมาอภิปรายซักถามผู้วิจัยได้หลังจากที่เรียนในแต่ละตอนจบแล้ว ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยในขั้นนี้มีผลการทดลองปรากฏดังต่อไปนี้

3.2.1 ในการทดลองนักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการเรียนใกล้เคียงกันในตอน ที่ 1-3 แต่พบว่าเมื่อเข้าสู่โจทย์ปัญหาสมการในตอน ที่ 4-7 กลุ่มที่ทำได้เร็วกว่าคือกลุ่มที่ได้ผลการเรียน

เกรด 3-4 ส่วนกลุ่มที่มีผลการเรียนเกรด 1-2 จะเริ่มใช้เวลามากกว่า ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ชี้แจงผู้เรียนว่าไม่ต้องรีบเพื่อที่จะให้ทันเพื่อนเพราะสุดท้ายทุกคนก็บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เหมือนกัน ซึ่งถ้ารีบร้อนอาจเกิดการผิดพลาดได้มากกว่า

3.2.2 เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยโจทย์บางข้อ หรือคำพูดของตัวละคร ผู้วิจัยได้เข้าไปช่วยอธิบาย พร้อมสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมว่าถ้ามีการปรับหรือเพิ่มกรอบต่างๆ จะทำให้เกิดความเข้าใจดีขึ้นหรือไม่ เพื่อผู้วิจัยจะได้บันทึกแล้วนำไปแก้ไขต่อไป

3.2.3 หลังจากเรียนจบทั้งหมด 7 เล่มแล้วทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ปรากฏว่านักเรียนทั้ง 8 คนผ่านเกณฑ์ตามที่คุณเชี่ยวชาญได้กำหนดไว้ทุกคน

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำบทเรียนโปรแกรมที่ได้แก้ไขและปรับปรุงแล้วเสนอประธานผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์เห็นชอบอีกครั้ง และนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นที่ 4 การทดลองใช้บทเรียนโปรแกรม

การทดลองใช้บทเรียน โปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพ 80/80

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร สังกัดกรมสามัญศึกษา อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 600 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) เนื่องจากนักเรียนมีสภาพความคล้ายคลึงกันทุกห้องจึงสุ่มเลือกมา 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองจะทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 13 คาบ จำนวน 5 วัน วันละ 3 คาบ จำนวน 4 วัน และวันสุดท้าย 1 คาบ

4. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

4.1 บทเรียนโปรแกรมเรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 7 ตอน

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

4.3 แบบทดสอบท้ายบทเรียน จำนวน 7 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1-7 ตอนละ 10 ข้อ

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ เนื้อหา คือ แบบทดสอบท้ายบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

การสร้างแบบทดสอบ

1. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบ คือสร้างเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบท้ายบทเรียนโปรแกรมในแต่ละตอนหลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาบทเรียนในแต่ละตอนจบแล้ว

2. ศึกษาวิเคราะห์ จุดประสงค์ และเนื้อหา เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3. ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลการศึกษาและการสร้างแบบทดสอบเชิงเนื้อหา

4. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตอนที่ 1 จำนวน 15 ข้อ ตอนที่ 2 จำนวน 15 ข้อ ตอนที่ 3 จำนวน 20 ข้อ และตอนที่ 4-7 ตอนละ 15 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก สร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนแต่ละตอนที่ใช้ในการทดลอง

5. นำแบบทดสอบที่สร้างไปตรวจสอบตามขั้นตอนดังนี้

5.1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อปรับปรุงแก้ไข

5.2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดจากการพิจารณาของครูผู้สอน 3 ท่าน แต่ละท่านพิจารณาลงความคิดเห็น ข้อสอบแต่ละข้อวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยกำหนดคะแนนตามความคิดเห็น ดังนี้

- +1 แทนค่าความแน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 แทนค่าความไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 แทนค่าความแน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

5.3 บันทึกผลการพิจารณาลงความเห็นของครูผู้สอนแต่ละคนในแต่ละข้อแล้วหาค่าผลรวมคะแนนความคิดเห็นของครูผู้สอนทั้งหมดเป็นรายข้อ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงศ์, 2526, หน้า 89)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเนื้อหาวิชาทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิเนื้อหาวิชา

5.4 คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา คือ ดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .5 แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านภาษาในคำถามและตัวเลือกตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเป็นนักเรียนที่เรียนเรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ มาแล้วจำนวน 50 คน หลังจากนั้นนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

7. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ หาความยากง่ายของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรดังนี้ (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 179)

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

เมื่อ P แทน ความยากง่ายของแบบทดสอบ
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

โดยที่ในแต่ละตอนคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .38 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบท้ายบทเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมจบในแต่ละตอนที่ 1-7 จำนวนตอนละ 10 ข้อ

8. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบโดยใช้ดัชนีเบรนนอน (Brennan, 1972 อ้างถึงใน บุญเชิด ภิญโญนนตพงศ์, 2526, หน้า 108)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{U}{N_2}$$

เมื่อ B แทน คำนีเบรนนอนหรือดัชนีอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนนักเรียนกลุ่ม N_1 ตอบข้อสอบถูก

L แทน จำนวนนักเรียนกลุ่ม N_2 ตอบข้อสอบถูก

N_1 แทน จำนวนนักเรียนที่สอบได้คะแนนสูงกว่าคะแนนจุดตัด

N_2 แทน จำนวนนักเรียนที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด

โดยการกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบโดยใช้วิธีการของ แองกอฟ (Angoff, 1971 อ้างถึงใน บุญเชิด ภิญญอนันตพงศ์, 2526, หน้า 171) ที่อาศัยหลักความน่าจะเป็นที่นักเรียน ซึ่งมีสมรรถภาพต่ำที่ยอมรับได้ตอบข้อสอบถูก โดยให้ความน่าจะเป็นตั้งแต่ 0 - 1.0 โดยการนำข้อสอบที่สร้างไปขึ้นไปให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาแล้วอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 3 ท่านเป็นผู้พิจารณา นำค่าความน่าจะเป็นที่พิจารณาได้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของความน่าจะเป็นและกำหนดเป็นจุดตัดของแบบทดสอบ

9. คัดเลือกข้อสอบในแต่ละตอนโดยที่ตอนที่ 1 จำนวน 15 ข้อ ตอนที่ 2 จำนวน 15 ข้อ ตอนที่ 3 จำนวน 20 ข้อ ตอนที่ 4-7 ตอนละ 15 ข้อ ที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.38 ขึ้นไป เนื่องจากวัดจากกลุ่มตัวอย่างที่เรียนมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0-1 เพื่อนำไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

10. นำแบบทดสอบทำขบทยเรียนทั้ง 7 ตอนที่คัดเลือกแล้ว ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรลิวิสตัน (กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์, 2527, หน้า 177)

$$r_{cc} = \frac{r_{tt}s^2 + (\bar{X} - c)^2}{s^2 + (\bar{X} - c)^2}$$

r_{cc} = ความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มาจากสูตร KR.20

s^2 = ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าถามทำขบทยเรียนในแต่ละตอน ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .38 -.94 มีความเชื่อมั่นและเกณฑ์จุดตัดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการแสดงผลการหาค่าความเชื่อมั่นและคะแนนจุดตัดในแต่ละตอนของแบบทดสอบ
ท้ายบทเรียน

ตอนที่	จำนวนข้อ	ค่าความเชื่อมั่น	เกณฑ์คะแนนจุดตัด
1	10	0.82	7
2	10	0.87	6
3	10	0.86	6
4	10	0.84	6
5	10	0.86	6
6	10	0.81	6
7	10	0.87	6

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

1. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบ คือสร้างเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ศึกษาวิเคราะห์ จุดประสงค์ และเนื้อหา เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3. ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลการศึกษาและการสร้างแบบทดสอบ
อิงเกณฑ์

4. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก สร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ปลายทางที่ต้องการวัด

5. นำแบบทดสอบที่สร้างไปตรวจสอบตามขั้นตอนดังนี้

5.1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อปรับปรุงแก้ไข

5.2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ปลายทางที่ต้องการวัดจากการพิจารณาของครูผู้สอน 3 ท่าน แต่ละท่านพิจารณาลงความคิดเห็น ข้อสอบแต่ละข้อวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยกำหนดคะแนนตามความคิดเห็น ดังนี้

- +1 แทนค่าความแน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 แทนค่าความไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 แทนค่าความแน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

5.3 บันทึกผลการพิจารณาลงความเห็นของครูผู้สอนแต่ละคนในแต่ละข้อแล้วหาค่าผลรวมคะแนนความคิดเห็นของครูผู้สอนทั้งหมดเป็นรายข้อ (บุญเชิด ภิญโญนันตพงศ์, 2526, หน้า 89)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิเนื้อหาวิชา

5.4 คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา คือ ดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .5 แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านภาษาในคำถามและตัวเลือกตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเป็นนักเรียนที่เรียนเรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ มาแล้ว จำนวน 50 คน หลังจากนั้นนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

7. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ หาความยากง่ายของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 179)

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

เมื่อ P แทน ความยากง่ายของแบบทดสอบ

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

โดยที่ในแต่ละตอนคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .38 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบโดยใช้ดัชนีเบรนนอน (Brennan, 1972 อ้างถึงใน บุญเชิด ภิญโญนนท์พวงศ์, 2526, หน้า 108)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{U}{N_2}$$

เมื่อ B	แทน	ดัชนีเบรนนอนหรือดัชนีอำนาจจำแนก
U	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่ม N_1 ตอบข้อสอบถูก
L	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่ม N_2 ตอบข้อสอบถูก
N_1	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบได้คะแนนสูงกว่าคะแนนจุดตัด
N_2	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด

โดยการกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบโดยใช้วิธีการของ แองกอฟ (Angoff, 1971 อ้างถึงใน บุญเชิด ภิญโญนนท์พวงศ์, 2526, หน้า 171) ที่อาศัยหลักความน่าจะเป็นที่นักเรียนซึ่งมีสมรรถภาพต่ำที่ยอมรับได้ตอบข้อสอบถูก โดยให้ความน่าจะเป็นตั้งแต่ 0 - 1.0 โดยการนำข้อสอบที่สร้างไปขึ้นไปที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาแล้วอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 3 ท่านเป็นผู้พิจารณา นำค่าความน่าจะเป็นที่พิจารณาได้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของความน่าจะเป็นและกำหนดเป็นจุดตัดของแบบทดสอบ

9. คัดเลือกข้อสอบ จาก 40 ข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.38 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ เนื่องจากวัดจากกลุ่มตัวอย่างที่เรียนมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0-1 เพื่อนำไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือกแล้ว ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรลิวิสตัน (กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์, 2527, หน้า 177)

$$r_{cc} = \frac{r_{tt} s^2 + (\bar{X} - c)^2}{s^2 + (\bar{X} - c)^2}$$

r_{cc}	=	ความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์
r_{tt}	=	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มาจากสูตร KR.20
s^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
$\bar{X}$	=	ค่าเฉลี่ย

จากผลการวิเคราะห์ พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.94 และเกณฑ์คะแนนจุดตัด 11 ข้อ (ภาคผนวก ข)

5. การดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้นำบทเรียนโปรแกรมเรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปดำเนินการทดลองกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนโพธิ์สามพันพิทยาคาร ตำบลนาเกลือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากจำนวนนักเรียน 12 ห้องเรียนที่มีสภาพคล้ายคลึงกันจึงได้สุ่มเลือกมา 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเอง ใช้เวลาในการทดลอง 13 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินการทดลองด้วยบทเรียนโปรแกรมจำนวน 7 ตอน

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองดังต่อไปนี้

1.1 ชี้แจงจุดประสงค์ในการทดลองให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าใจ

1.2 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วย บทเรียนโปรแกรมวันละ 3 ชั่วโมง โดยใช้โดยใช้เวลาในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 7.30 - 9.30 น และเวลาหลังเลิกเรียนตั้งแต่เวลา 15.30 - 16.30 น. ของวันที่ 20-24 มกราคม พ.ศ. 2546

1.3 เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนโปรแกรมจบในแต่ละตอนของบทเรียนโปรแกรมให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายตอน ซึ่งมีทั้งหมด 7 ตอน เพื่อนำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ 80 ตัวแรก (E_1)

1.4 เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียน โปรแกรมจบแล้วก็ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อนำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ 80 ตัวหลัง (E_2)

1.5 ในกรณีที่บทเรียนโปรแกรมที่สร้างมีประสิทธิภาพไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 ผู้วิจัยต้องปรับปรุงแก้ไข และทดลองให้ได้เกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80

6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 โดยใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80

80 ตัวแรก คำนวณจาก

$$E_1 = \frac{\sum_{j=1}^k E_j}{k}$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของการทำทดสอบหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรม

$\sum E_j$ แทน ผลรวมของร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในการทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรม เมื่อ $j = 1$ ถึง k

k แทน จำนวนทั้งหมด 7 ตอน ของบทเรียน โปรแกรม

ประสิทธิภาพของการทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ด้วยบทเรียน โปรแกรมในแต่ละตอน

คำนวณจาก

$$E_j = \frac{F_j}{N} \times 100$$

เมื่อ E_j แทน ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในการทำแบบทดสอบแต่ละตอนของบทเรียน โปรแกรม

F_j แทน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในการทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ด้วยบทเรียน โปรแกรมในแต่ละตอน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

80 ตัวหลัง คำนวณจาก

$$E_2 = \frac{F_2}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

F_2 แทน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

ขั้นที่ 5 การปรับปรุงแก้ไขบทเรียนโปรแกรม

หลังจากนำบทเรียนโปรแกรมไปใช้ในการทดลองแล้ว พบว่าบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "โจทย์ปัญหาสมการ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ ส่วนที่ต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์คือการพิมพ์ที่มีการตกแต่งของตัวหนังสือ บางตัวที่ไม่เรียบร้อยได้ตรวจสอบอีกครั้งจนสมบูรณ์ถูกต้องทุกประการ