

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา ที่มุ่งศึกษาการสร้างและตรวจสอบคุณภาพการพัฒนาแบบทดสอบวินิจัยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 จำนวน 2,361 คน จาก 173 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 จำนวน 396 คน

ที่มาโดยผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางสำเร็จรูปของเครจซีและมอร์แกนได้ 330 คน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นโดยมีขนาดของโรงเรียนเป็นชั้นของการสุ่ม จำแนกตามขนาดโรงเรียนได้โรงเรียนจำนวน 20 โรงเรียน และนักเรียนจำนวน 396 คน ผู้วิจัยใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมากกว่าจำนวนที่ได้จากการกำหนดตามตารางสำเร็จรูปของเครจซีและมอร์แกน สาเหตุเพราะการเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้นจะทำให้ความคลาดเคลื่อนจากการใช้กลุ่มตัวอย่างลดลง และจะส่งผลให้ผลการวิจัยมีความเชื่อถือมากขึ้น (วรรณดี แสงประทีปทอง, 2555, น. 5-42) โดยดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 จำแนกขนาดโรงเรียนตามเกณฑ์ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 โดยผู้วิจัยเลือกชนิดแบ่งออกเป็น 3 ขนาด ดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 1-120 คน

โรงเรียนขนาดกลาง หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 121-300 คน

โรงเรียนขนาดใหญ่ หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 301 คนขึ้นไป

จำนวนโรงเรียนในแต่ละขนาดของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 ปีการศึกษา 2560 มีดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวน 119 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดกลาง มีจำนวน 42 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดใหญ่ มีจำนวน 5 โรงเรียน (โรงเรียนที่ไม่มีนักเรียนจำนวน 7 โรงเรียน)

ขั้นที่ 2 กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นขั้นการสุ่ม คัดสรรส่วนโดยประมาณร้อยละ 10 ของจำนวนโรงเรียนขนาดเล็ก และขนาดกลางได้โรงเรียนขนาดเล็กจำนวน 12 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลางจำนวน 5 โรงเรียน สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่ สุ่ม ร้อยละ 50 จากทั้งหมด 5 โรงเรียนได้จำนวน 3 โรงเรียนดังรายละเอียดในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	ประชากร		กลุ่มตัวอย่าง	
	จำนวนโรงเรียน (โรง)	จำนวนโรงเรียน (โรง)	จำนวนห้องเรียน (ห้อง)	จำนวนนักเรียน (คน)
ขนาดเล็ก	119	12	12	119
ขนาดกลาง	42	5	5	92
ขนาดใหญ่	5	3	5	185
รวม	175	20	22	396

ขั้นที่ 3 ได้โรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนในโรงเรียนแต่ละขนาด ตามสัดส่วนที่กำหนด ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 กลุ่มตัวอย่างตามขนาดโรงเรียนและห้องเรียน

ขนาด โรงเรียน	จำนวน โรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน (ห้อง)	จำนวนนักเรียน (คน)
ขนาดเล็ก	12	ชายเขาวิทยา	1	21
		บ้านวังโป่ง	1	12
		วัดทุ่งเศรษฐี	1	8
		วัดวังหมู	1	15
		วัดดอกไม้	1	9

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขนาด โรงเรียน	จำนวน โรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน (ห้อง)	จำนวนนักเรียน (คน)
		บ้านหาดทับยา	1	9
		บ้านทุ่งป่ากระถิน	1	4
		บ้านท่ามะปราง	1	2
		บ้านท้ายน้ำ	1	13
		บ้านข่อยสูง	1	7
		บ้านห้วยไต้	1	12
		บ้านท่าช้าง	1	7
รวม			12	119
ขนาดกลาง	5	บ้านเหล่าป่าสา	1	22
		วัดวังกะพี้(วิเชียรประชานุฑูล)	1	10
		ชุมชนบ้านโคน	1	21
		วัดพญาบันแดน	1	16
		บ้านป่ากะพี้	1	23
รวม			5	92
ขนาดใหญ่	3	อนุบาลอุดรดิตถ์	2	81
		บ้านในเมือง	2	75
		นาอินวิทยาคม	1	29
รวม			5	185
รวมทั้งหมด			22	396

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ชุด คือ

ชุดที่ 1 แบบทดสอบเพื่อสำรวจ ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเขียนตอบจาก โจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ แสดงวิธีทำและอธิบายเหตุผลในการตอบ เพื่อสำรวจ และรวบรวมคำตอบผิดและข้อบกพร่องต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนการคิดการเขียนตอบของผู้เรียน ซึ่งมีข้อสอบ 2 ฉบับ ประกอบด้วย

1. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่อาศัยการคิดวิเคราะห์ และ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็น เหตุเป็นผลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆซึ่งในการสร้างเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย จัดทำเฉพาะในส่วนของการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆภายในคณิตศาสตร์ เน้นนำหลักการ ความรู้เรื่อง สมการไปสัมพันธ์เชื่อมโยงกับความรู้คณิตศาสตร์อื่นๆโดยผู้วิจัยนำแนวทางการแก้ปัญหาของโพล ยามาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนในการเชื่อมโยงความรู้เรื่องสมการเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ คือ

1.1 ขั้นการทำความเข้าใจ ใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่างๆ ภายในสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.2 ขั้นการนำความรู้เรื่องสมการไปสัมพันธ์เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาสถานการณ์ได้ถูกต้อง

1.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหาสถานการณ์ได้สำเร็จ และได้คำตอบที่ถูกต้อง

โดยกำหนดการเชื่อมโยงความรู้ใน 3 เรื่องย่อย คือ เรื่องการแก้ปัญหเกี่ยวกับการชั่ง เรื่องการหาพื้นที่และความยาวรอบรูป และเรื่องความสัมพันธ์ของจำนวนการดำเนินการทาง จำนวน โดยในแต่ละเรื่องย่อยจะกำหนดสถานการณ์ให้จำนวน 5 สถานการณ์โดยในแต่ละ สถานการณ์จะมีคำถามสถานการณ์ละ 3 ข้อ รวมแบบทดสอบทั้งฉบับมี สถานการณ์ที่กำหนดให้ จำนวน 15 สถานการณ์ รวมมีข้อคำถามทั้งหมด 45 ข้อ

2. ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการ มีจำนวนทั้งสิ้น 80 ข้อ แบ่งเป็น 10 เรื่อง ย่อย ดังนี้

เรื่องที่ 1	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวกเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 2	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 3	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 4	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหารเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 5	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูประคน เมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 6	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวกเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ

- เรื่องที่ 7 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า จำนวน 8 ข้อ
 เรื่องที่ 8 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า จำนวน 8 ข้อ
 เรื่องที่ 9 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหารเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า จำนวน 8 ข้อ
 เรื่องที่ 10 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูประคน เมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า จำนวน 8 ข้อ

ชุดที่ 2 แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการ ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก โดยโจทย์ปัญหาและสถานการณ์เหมือนกับแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ส่วนตัวลวงรวบรวมจากคำตอบผิดซ้ำๆ ของผู้เรียนที่ได้ทำแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ซึ่งมีแบบทดสอบจำนวน 2 ฉบับ ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีข้อทดสอบจำนวน 36 ข้อและฉบับที่ 2 วัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการมีข้อทดสอบจำนวน 50 ข้อ

3. วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ทดสอบว่า ผู้เรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องใดและเป็นอย่างไร ซึ่งผลการทดสอบจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนการซ่อมเสริม และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

3.2 ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตร คู่มือครู และแบบเรียน เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการสอนคณิตศาสตร์ และหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี 2556 เพื่อเป็นกรอบความคิดในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

3.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมการและการแก้สมการ อยู่ในสาระที่ 4 พิชคณิตผู้เรียนจะได้เรียนรู้พื้นฐานความรู้เรื่องสมการหลายๆ เรื่อง คือสมการที่เป็นจริง สมการที่เป็นเท็จสมการที่มีตัวไม่ทราบค่าการแก้สมการโดยใช้สมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับ

การบวก การลบ การคูณ และการหาร การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่าการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่าซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาสมการและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้
มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการอสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	ค 4.2 ป.6/1 เขียนสมการจากสถานการณ์หรือปัญหา และแก้สมการ พร้อมทั้ง ตรวจสอบคำตอบ	1.การแก้โจทย์ปัญหาเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า 2. การแก้โจทย์ปัญหาเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า	1. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการที่กำหนดตัวไม่ทราบค่าให้ นักเรียนสามารถแสดงวิธีแก้สมการและหาคำตอบได้ 2. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการที่ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่าให้ นักเรียนสามารถแสดงวิธีแก้สมการและหาคำตอบได้
มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ค 6.1ป.6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ	ไม่มีสาระการเรียนรู้โดยตรง เกิดจากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ การฝึกแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ	1.นักเรียนสามารถนำความรู้ เรื่องสมการไปเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆเพื่อช่วยแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม สอดคล้องและเหมาะสม

3.4 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบความรู้เรื่องสมการและการแก้สมการในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในสาระที่ 4 พิชคณิต ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้ในส่วนที่เกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความสามารถหรือทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาสมการดังนี้

โครงสร้างของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอยู่ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่อาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้ และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหา คณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆที่กำหนดให้ โดยแบ่งเป็นการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ รวมทั้งการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งในการสร้างเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจัดทำเฉพาะในส่วนของการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆภายในคณิตศาสตร์ โดยเน้นนำหลักการความรู้เรื่องสมการไปสัมพันธ์เชื่อมโยกับความรู้คณิตศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกันในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดให้ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 มาตรฐาน/ตัวชี้วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ สถานการณ์ และจำนวนข้อคำถาม

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์และลักษณะของการเชื่อมโยง	จำนวนสถานการณ์	จำนวนคำถาม (ข้อ)
มาตรฐาน ค 6.1มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ไม่มีสาระการเรียนรู้โดยตรง เกิดได้จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ การฝึกแก้ ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ	1. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องสมการไปเชื่อมโยงระหว่างความรู้ คณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ เพื่อช่วยแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม	1. สถานการณ์วัดความสามารถการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรื่องสมการ กับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ การชั่ง	5	15

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์และลักษณะของการเชื่อมโยง	จำนวนสถานการณ์	จำนวนคำถาม (ข้อ)
ค 6.1 ป.6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์ อื่นๆ			2. สถานการณ์วัด ความสามารถการเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างเรื่องสมการ กับการ หาพื้นที่และความยาวรอบ รูป	5	15
			3.สถานการณ์วัด ความสามารถการเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างเรื่องสมการ กับ การดำเนินการทางจำนวน	5	15
รวม				15	45

โครงสร้างของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาสมการ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่เกี่ยวกับทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาสมการตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่มีขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2. ขั้นวางแผน 3. ขั้นดำเนินการตามแผน 4. ขั้นตรวจสอบ ดังตารางที่ 3.5 – 3.6

ตารางที่ 3.5 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ โจทย์ปัญหา

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ชนิดของโจทย์ปัญหา	จำนวน (โจทย์)
มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	การแก้โจทย์ปัญหาเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	1. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวก	2
		สมการที่กำหนดตัวไม่ทราบค่าให้ สามารถแสดงวิธีแก้สมการและหาคำตอบได้	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบ	2
			โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณ	2
			โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหาร	2
			โจทย์ปัญหาระคน	2
	การแก้โจทย์ปัญหาเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า	2. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวก	2
		สมการที่ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่าให้ สามารถแสดงวิธีแก้สมการและหาคำตอบได้	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบ	2
			โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณ	2
			โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหาร	2
			โจทย์ปัญหาระคน	2

ตารางที่ 3.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ โจทย์ปัญหา และจำนวนข้อคำถาม

จุดประสงค์การเรียนรู้	ชนิดของโจทย์ปัญหา	จำนวนข้อคำถามตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (Polya)				รวม คำถาม (ข้อ)
		1. ทำความ	2. วางแผนแก้ปัญหา	3. ลงมือแก้ปัญหา	4. ตรวจสอบ	
		ความ	แก้ปัญห	แก้ปัญห	ตรวจสอบ	
1. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการที่กำหนดตัวไม่ทราบค่าให้ สามารถแสดงวิธีแก้สมการและหาคำตอบได้	1. โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวก 2 โจทย์	2	2	2	2	8
	2. โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบ 2 โจทย์	2	2	2	2	8
	3. โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณ 2 โจทย์	2	2	2	2	8
	4. โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหาร 2 โจทย์	2	2	2	2	8
	5. โจทย์ปัญหาระคน 2 โจทย์	2	2	2	2	8
2. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสมการที่ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่าให้ สามารถแสดงวิธีแก้สมการและหาคำตอบได้	6. โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวก 2 โจทย์	2	2	2	2	8
	7. โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบ 2 โจทย์	2	2	2	2	8
	8. โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณ 2 โจทย์	2	2	2	2	8
	9. โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหาร 2 โจทย์	2	2	2	2	8
	10. โจทย์ปัญหาระคน 2 โจทย์	2	2	2	2	8
รวม		20	20	20	20	80

3.5 สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจเพื่อหาจุดบกพร่องในการเรียน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเติมคำตอบ และแสดงวิธีหาคำตอบโดยยึดตามโครงสร้างของแบบทดสอบที่ได้วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ในส่วนที่เกี่ยวกับความสามารถ หรือทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาสมการ จำนวน 2 ฉบับ ประกอบด้วย

ฉบับที่ 1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่อาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้เรื่องสมการ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ มีข้อคำถามทั้งหมด 45 ข้อ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ให้จำนวน 15 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์วัดความสามารถการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรื่องสมการกับการแก้ปัญหาลักษณะการตั้งจำนวน 5 สถานการณ์ ข้อคำถามสถานการณ์ละ 3 ข้อ รวม 15 ข้อ
2. สถานการณ์วัดความสามารถการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรื่องสมการ กับการหาพื้นที่ และความยาวรอบรูป จำนวน 5 สถานการณ์ ข้อคำถามสถานการณ์ละ 3 ข้อ รวม 15 ข้อ
3. สถานการณ์วัดความสามารถการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรื่องสมการกับการดำเนินการทางจำนวน จำนวน 5 สถานการณ์ ข้อคำถามสถานการณ์ละ 3 ข้อ รวม 15 ข้อ

ฉบับที่ 2 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการ มีจำนวนทั้งสิ้น 80 ข้อ แบ่งเป็น 10 เรื่องย่อย ดังนี้

เรื่องที่ 1	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวกเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 2	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 3	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 4	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหารเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 5	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปประคน เมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 6	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวกเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 7	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 8	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 9	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหารเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ
เรื่องที่ 10	โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปประคน เมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า	จำนวน 8 ข้อ

3.6 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยนำแบบทดสอบสำรวจ พร้อมตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ทำการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อว่าวัดได้ตรงตามตัวชี้วัดจุดประสงค์ และครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ ผลการพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ปรากฏดังนี้ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ ได้ค่า IOC ระหว่าง 0.60 - 1.00 โดยแยกเป็นมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 39 ข้อ และเท่ากับ 0.60 จำนวน 6 ข้อ สำหรับทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการมีจำนวน 80 ข้อ ได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 80 ข้อ ซึ่งถือได้ว่าแบบทดสอบทั้ง 2 ทักษะมีความตรงและมีความสอดคล้องตามตัวชี้วัด เนื้อหาและจุดประสงค์ หมดทั้ง 125 ข้อ

2.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบและนำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับผู้เรียน

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไขแบบทดสอบโดย แบบทดสอบฉบับที่ 1 ผู้วิจัยเลือกเฉพาะข้อทดสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัดข้อคำถามที่ได้ค่า IOC ที่ไม่ถึง 1 ออกจำนวน 6 ข้อ และตัดสถานการณ์ที่มีความคล้ายกันตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญออกจำนวน 1 สถานการณ์ (3 ข้อ) ทำให้เหลือข้อคำถามในฉบับที่ 1 จำนวน 36 ข้อ ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 2 ผู้วิจัยเลือกข้อทดสอบทั้ง 80 โดยมีการปรับข้อคำถามบางข้อให้อ่านเข้าใจง่าย ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำแบบทดสอบเพื่อสำรวจทั้ง 2 ทักษะไปทดสอบกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 6 - 8 กันยายน 2560 จำนวน 102 คน เพื่อสำรวจข้อบกพร่องและคำตอบที่ตอบผิด จากผู้เรียนในโรงเรียน ดังต่อไปนี้

ชื่อโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน (ห้อง)	จำนวนนักเรียน (คน)
วัดพญาบันแดน	1	16
วัดดอกไม้	1	9
บ้านหาดพิทยา	1	9
บ้านทุ่งป่ากระดิน	1	4
บ้านท่ามะปราง	1	2
บ้านป่ากะพี	1	23
บ้านในเมือง	1	39
รวม	7	102

8. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย เป็นข้อสอบปรนัย แบบ 4 ตัวเลือก โดยใช้โจทย์ปัญหา และสถานการณ์ของแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องชุดเดิม

ที่นำไปทดสอบกับนักเรียนในครั้งที่ 1 มาใช้เป็นโจทย์ในแบบทดสอบวินิจฉัย พัฒนาและสร้างตัวเลือกโดยรวบรวมคำตอบที่ผู้เรียนตอบผิดบ่อยๆ วิเคราะห์การตอบของผู้เรียนในส่วนที่ผู้เรียนทำผิด เช่น ขาดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของโจทย์ ไม่สามารถแปลงโจทย์ให้เป็นภาษาสัญลักษณ์ วางแผนแก้ปัญหาผิด การแทนค่าในสมการไม่ถูก การคำนวณผิด ความสะเพร่าไม่ละเอียดรอบคอบในการคำนวณ เป็นต้น

ในขั้นตอนนี้ได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น 2 ฉบับคือ ฉบับที่ 1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีจำนวน 36 ข้อและฉบับที่ 2 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาสมการ มีจำนวน 50 ข้อรวมทั้งหาคมมีจำนวน 86 ข้อ

3.9 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ทำการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อว่าวัดได้ตรงตามตัวชี้วัด จุดประสงค์ และครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ ผลการพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ปรากฏ ดังนี้ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จำนวน 36 ข้อ ได้คำดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 จำนวน 36 ข้อ และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง สมการจำนวน 50 ข้อ ได้คำดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 จำนวน 50 ข้อ แสดงว่าแบบทดสอบทั้ง 2 ทักษะมีความตรงและมีความสอดคล้องตามตัวชี้วัด เนื้อหาและจุดประสงค์ทั้ง 86 ข้อ

3.10 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทำการทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 13-18 กันยายน 2560 จำนวน 120 คน จากโรงเรียนดังนี้

ชื่อโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน (ห้อง)	จำนวนนักเรียน (คน)
ชายเขาวิทยา	1	21
อนุบาลอุดรดิตถ์	1	40
บ้านเหล่าป่าสา	1	22
วัดวังหมู	1	15
บ้านข่อยสูง	1	7
วัดทุ่งเศรษฐี	1	8
บ้านท่าช้าง	1	7
รวม	7	120

ผู้วิจัยนำมาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าทางสถิติ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบดังนี้

3.10.1 การตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบ ให้ 0 คะแนนโดยนำแบบทดสอบฉบับนักเรียนตอบได้สมบูรณ์มาทำการวิเคราะห์จำนวนทั้งสิ้น 120 ฉบับ

3.10.2 การหาค่าความยาก (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, น. 151 - 152) ได้ค่าจากการวิเคราะห์ดังนี้

1) การหาค่าความยาก (p) ข้อทดสอบทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์จำนวน 36 ข้อมีค่าความยาก 0.20 - 0.80 และข้อทดสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาจำนวน 50 ข้อ มีค่าความยาก 0.27 - 0.80 ซึ่งเป็นข้อทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ที่น่าไปใช้ได้ทั้งหมด 86 ข้อ

2) การหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรของเบรนนันข้อทดสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จำนวน 36 ข้อมีค่าอำนาจจำแนก 0.23 - 0.96 และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาจำนวน 50 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 0.27 - 0.87 ซึ่งเป็นข้อทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่น่าไปใช้ได้ทั้งหมด 86 ข้อ

3.10.3 การหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตรไบนอมียลของโลเวทท์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 93) แบบทดสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.918 และแบบทดสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.951 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่น่าไปใช้ได้ทั้ง 2 ทักษะ

3.11 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทำการทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างวันที่ 27 กันยายน – 3 ตุลาคม 2560 จำนวน 174 คน จากโรงเรียนดังนี้

ชื่อโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน (ห้อง)	จำนวนนักเรียน (คน)
ชุมชนบ้านโคก	1	21
นาอินวิทยาคม	1	29
อนุบาลอุดรดิตถ์	1	41
บ้านในเมือง	1	36
บ้านท้ายน้ำ	1	13
บ้านวังโป่ง	1	12
บ้านห้วยไต้	1	12
วัดวังกะพี้(วิเชียรประชานุกุล)	1	10
รวม	8	174

หาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์ข้อบกพร่องโดยนำข้อทดสอบที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว และมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ ไปทำการทดสอบเป็นครั้งที่ 2 นำกระดาษคำตอบที่สมบูรณ์จำนวน 174 ฉบับ มาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อทดสอบดังนี้

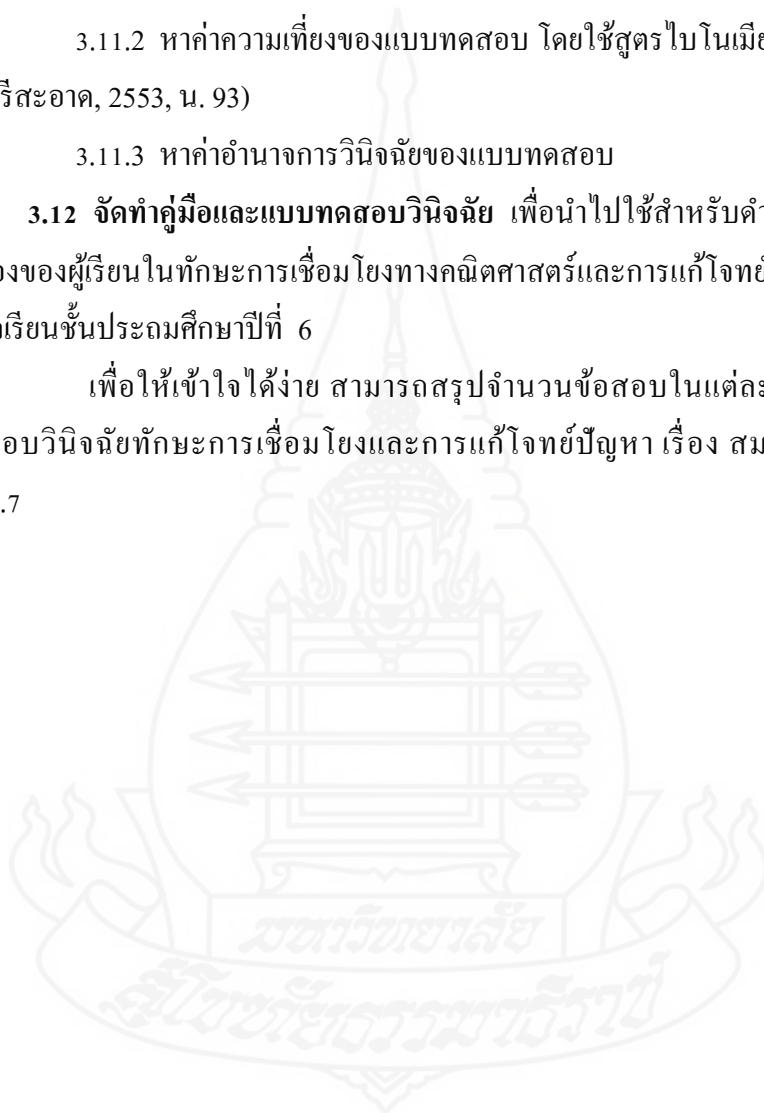
3.11.1 หาค่าความยาก (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรของเบรนนัน (Brennan)

3.11.2 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรไบโนเมียลของโลเวทท์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 93)

3.11.3 หาค่าอำนาจการวินิจฉัยของแบบทดสอบ

3.12 จัดทำคู่มือและแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อนำไปใช้สำหรับดำเนินการทดสอบหาข้อบกพร่องของผู้เรียนในทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

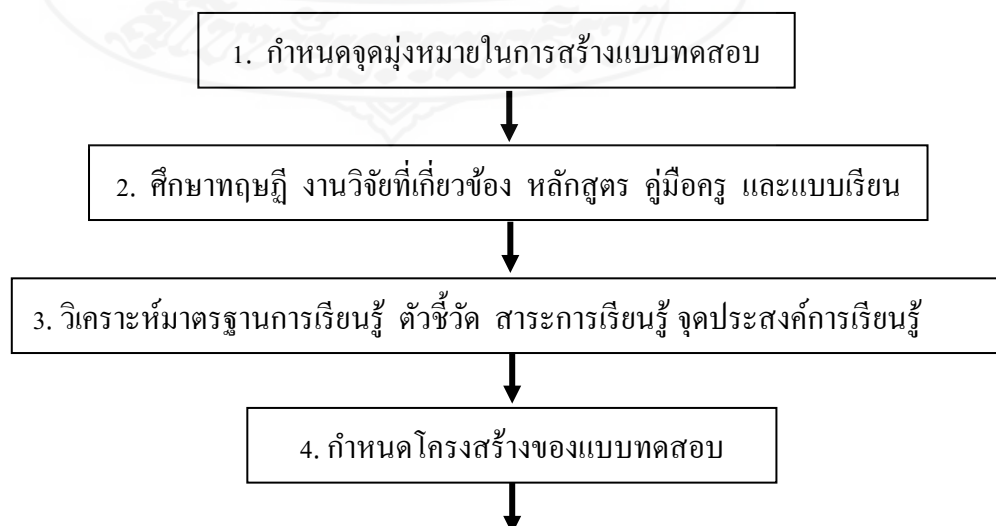
เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย สามารถสรุปจำนวนข้อสอบในแต่ละขั้นของการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการเชื่อมโยงและการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการได้ดังแสดงในตารางที่ 3.7

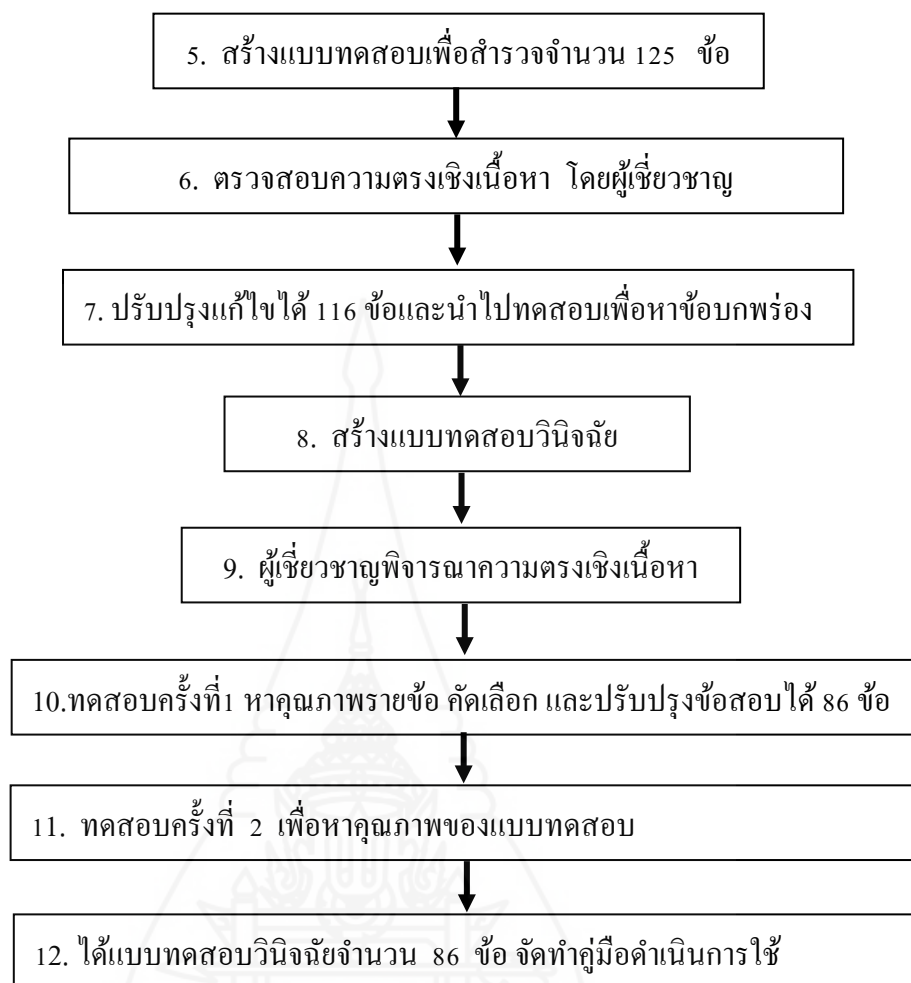


ตารางที่ 3.7 สรุปจำนวนข้อสอบในแต่ละขั้นการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการเชื่อมโยง และการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการ

ครั้ง	แบบทดสอบ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)		
		ข้อสอบ ที่สร้าง	ข้อสอบหลังตรวจ คุณภาพ/ปรับปรุงแล้ว	
1	แบบทดสอบเพื่อสำรวจ	ทักษะ 1 การเชื่อมโยง	45	36
	(ตรวจสอบความตรง โดย	ทักษะ 2 การแก้โจทย์ปัญหา	80	80
	ผู้เชี่ยวชาญ)	รวม	125	116
2	แบบทดสอบวินิจฉัย(ตรวจสอบ	ทักษะ 1 การเชื่อมโยง	36	36
	ความตรง โดยผู้เชี่ยวชาญ)	ทักษะ 2 การแก้โจทย์ปัญหา	50	50
		รวม	86	86
3	แบบทดสอบวินิจฉัย(ทดสอบ	ทักษะ 1 การเชื่อมโยง	-	36
	ครั้งที่1 หาคุณภาพความยาก	ทักษะ 2 การแก้โจทย์ปัญหา	-	50
	อำนาจจำแนก ความเที่ยง)	รวม	-	86
4	แบบทดสอบวินิจฉัย(ทดสอบ	ทักษะ 1 การเชื่อมโยง	-	36
	ครั้งที่2 หาคุณภาพและวิเคราะห์	ทักษะ 2 การแก้โจทย์ปัญหา	-	50
	คุณภาพ จัดทำคู่มือ)	รวม	-	86

สำหรับขั้นตอนและวิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 1 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปและแสดงได้ดังภาพที่ 3.1





ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

4. เกณฑ์ในการแปลผล

4.1 คะแนนเกณฑ์รายข้อ

4.1.1 การตรวจแบบทดสอบวินิจัย ถ้าผู้เรียนตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบให้ 0 คะแนน

4.1.2 ค่าความยาก 0.20 - 0.80 อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

4.1.3 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

4.2 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจัยใช้ระดับคะแนนที่เป็นเกณฑ์การ

ประเมินผลตามแนวการปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโดย กำหนดให้ใช้ร้อยละ 60 ของคะแนนในการประเมินการผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

4.2.1 แบบทดสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 36 ข้อ ดังนี้

เรื่องที่ 1 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรื่องสมการกับการแก้ปัญหามีเกี่ยวกับการชั่ง จำนวน 12 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่องการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เรื่องที่ 2 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรื่องสมการกับการหาพื้นที่และความยาวรอบรูป จำนวน 12 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่องการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เรื่องที่ 3 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรื่องสมการกับการดำเนินการทางจำนวน จำนวน 12 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่องการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4.2.2 แบบทดสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาสมการ จำนวน 50 ข้อ ดังนี้

เรื่องที่ 1 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวกเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า จำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่องโจทย์ปัญหาการบวก

เรื่องที่ 2 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า จำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่องโจทย์ปัญหาการลบ

เรื่องที่ 3 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า จำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่องโจทย์ปัญหาการคูณ

เรื่องที่ 4 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหารเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า จำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่องโจทย์ปัญหาการหาร

เรื่องที่ 5 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูประคนเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า จำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่องโจทย์ปัญหาระคน

เรื่องที่ 6 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการบวกเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่าจำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก

เรื่องที่ 7 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการลบเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่าจำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่อง โจทย์ปัญหาการลบ

เรื่องที่ 8 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการคูณเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่าจำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณ

เรื่องที่ 9 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูปการหารเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่าจำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่อง โจทย์ปัญหาการหาร

เรื่องที่ 10 โจทย์ปัญหาที่อยู่ในรูประคนเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่าจำนวน 5 ข้อ ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ผู้เรียนไม่มีความบกพร่องในเรื่อง โจทย์ปัญหาระคน

4.3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ทักษะ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้ง 2 ทักษะไปให้ครูผู้เชี่ยวชาญในการสอนและสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ พิจารณาตามวิธีการของ แองกอฟฟ์ (Angoff) เพื่อหาคะแนนจุดตัด (Cut-off score) สำหรับแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ซึ่งได้คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยตามผลการพิจารณาความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นร้อยละ 80 ทั้งสองทักษะ ดังนี้

4.3.1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเต็ม 36 คะแนน คะแนนจุดตัดที่ร้อยละ 80 ได้คะแนนจุดตัดเท่ากับ 29 คะแนน

4.3.2 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา มีคะแนนเต็ม 50 คะแนน คะแนนจุดตัดที่ร้อยละ 80 ได้คะแนนจุดตัดเท่ากับ 40 คะแนน

4.4 เกณฑ์อำนาจการวินิจฉัย กำหนดอำนาจการวินิจฉัยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1 ทำบันทึกถึงประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

สุโขทัยธรรมมาธิราชเพื่อขอความอนุเคราะห์ทำหนังสือขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการเชื่อมโยงและการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องสมการไปทดลองใช้และหาคุณภาพ

5.2 ประสานงานกับผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือ โดยกำหนดและนัดหมายวันและเวลาในการทดสอบ

5.3 จัดเตรียมแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ ให้ครบตามจำนวนผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละครั้ง

5.4 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ไปทดสอบกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 6 - 8 กันยายน 2560 จำนวน 102 คน เพื่อสำรวจข้อบกพร่องของผู้เรียน แล้วนำข้อบกพร่องของผู้เรียนจากการทดสอบพัฒนาเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบ 4 ตัวเลือก

5.5 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่พัฒนาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบครั้งที่ 1 กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 13-18 กันยายน 2560 จำนวน 120 คน แล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกข้อทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

5.6 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 2 กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 27 กันยายน – 3 ตุลาคม 2560 จำนวน 174 คน เพื่อนำข้อมูลวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยและสรุปข้อบกพร่อง

สรุปการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 396 คนในการทำแบบทดสอบเพื่อทดลองและหาคุณภาพเครื่องมือ โดยได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของผู้ผู้อำนวยการโรงเรียน ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ และผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ผู้วิจัยได้รับแบบทดสอบกลับคืนมาครบสมบูรณ์ทั้งหมด 396 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ความตรง ความเที่ยง ความยาก อำนาจจำแนก และอำนาจการวินิจฉัย