

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบสอบถามวิจัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัดนนทบุรี ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอวิธีการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

ก วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบถามวิจัย

ก วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตร การศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 โรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัดนนทบุรี

1.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 317 คน ของโรงเรียนชลประทานวิทยา ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายแบบ ไม่ใส่คืน (Sampling Without Replacement) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม ซึ่งแบ่งกลุ่ม ตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบย่อยตามจุดประสงค์เพื่อสำรวจและ รวบรวมลักษณะการตอบผิดและข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยใช้คำถามและโจทย์แบบแสดงวิธีทำหรือ คำถามปลายเปิดเพื่อให้ได้แนวทางของการสร้างแบบสอบถามวิจัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจหาความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ได้มาจากการจับ ฉลากชื่อห้องเรียน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 จำนวน 49 คน

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือรายข้อขั้นที่ 1 ได้แก่ทดสอบค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาจากการจับฉลากชื่อ ห้องเรียน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 จำนวน 43 คน

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือรายข้อขั้นที่ 2 ได้แก่ทดสอบค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาจากการจับฉลากชื่อ ห้องเรียน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 45 คน

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรทั้งฉบับได้แก่ ค่าความเที่ยง ค่าความตรงตามเกณฑ์ สัมพันธ์ และค่าความตรงตามเนื้อหา จำนวน 4 ห้องเรียน จากการจับฉลากชื่อห้องเรียน เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 , 3/6 , 3/7 และ 3/8 จำนวน 180 คน

โดยใช้การประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (ค่าความ เชื่อมั่น 0.05) ด้วยสูตรคำนวณของ Yamane ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

$$n = \frac{323}{1 + (323)(0.05)^2}$$

$$n = \frac{178.69 \text{ คน}}{180 \text{ คน}}$$

เมื่อ

$$N = \text{จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำการศึกษา (323 คน)}$$

$$n = \text{จำนวนนักเรียนตัวอย่างที่ต้องการศึกษา (คน)}$$

$$e = \text{ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง (กำหนดไว้ที่ระดับ 0.05)}$$

จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างแบบสอบแต่ละขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	งานการทดลอง
1. ม. 3/4	49	ทำแบบสอบเพื่อสำรวจลักษณะการตอบผิด
2. ม.3/5	43	วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุง ชั้นที่ 1
3. ม.3/2	45	วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุง ชั้นที่ 2
4. ม.3/3 , ม.3/6 , ม.3/7 และ ม.3/8	180	หาคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย ทั้งฉบับ
รวม	317	

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 แบบสอบเพื่อสำรวจ เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของการตอบผิด และข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง พื้นที่และปริมาตร ลักษณะของข้อสอบเป็นแบบเติมคำที่ให้ตอบสั้น แสดงวิธีทำ และบอกเหตุผลของการตอบในแต่ละขั้นตอนของการคิด แบบสอบเพื่อสำรวจที่สร้างขึ้นนี้ยึดตามตัวบ่งชี้ที่ได้มีการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2.2 แบบสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ลักษณะของข้อสอบวินิจฉัยเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยที่คำถามหรือโจทย์เป็นคำถามลักษณะเดียวกับแบบสอบเพื่อสำรวจ ส่วนตัวลงได้รวบรวมจากคำตอบผิดของแบบสอบเพื่อสำรวจและบอกสาเหตุในการตอบในแต่ละตัวลงเพื่อใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการตอบของนักเรียน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

การกำหนดข้อวินิจฉัย

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3
3. วิเคราะห์ธรรมชาติของคณิตศาสตร์
4. วิเคราะห์สาระสำคัญของเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
5. เขียนและวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม



การสร้างแบบสอบเพื่อสำรวจ

1. กำหนดตัวบ่งชี้ในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
2. สร้างข้อคำถามเพื่อการสำรวจตามตัวบ่งชี้
3. ตรวจสอบความค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ทดสอบเพื่อสำรวจและรวบรวมลักษณะการตอบผิด



การสร้างแบบสอบวินิจฉัย

1. วิเคราะห์ลักษณะการตอบผิด จากแบบสอบเพื่อสำรวจ
2. สร้างข้อคำถามเพื่อวินิจฉัยจุดบกพร่อง
3. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
4. ทดสอบเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือรายข้อ ขั้นที่ 1
5. ทดสอบเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือรายข้อ ขั้นที่ 2
6. ทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีขั้นตอน การสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. การกำหนดข้อวินิจฉัย

ผู้วิจัยได้กำหนดข้อวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยทำการวิเคราะห์ศึกษาเอกสาร หลักสูตร และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ในสาระที่ 3 : เรขาคณิต และสาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการ

1.2 วิเคราะห์ธรรมชาติของคณิตศาสตร์

1.3 วิเคราะห์สาระสำคัญ เนื้อหาของเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่เป็นตัวบ่งชี้ในแต่ละทักษะความสามารถของนักเรียน

1.4 กำหนดทักษะที่สำคัญและโครงสร้างของแบบสอบ จากการวิเคราะห์มาตรฐานและวิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญ โดยการพิจารณาลำดับขั้นการเรียนรู้ของพื้นที่ผิวและปริมาตร แบ่งออกเป็น 4 เรื่อง คือ 1) การหาพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม 2) การหาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม 3) การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร และ 4) การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยยึดเนื้อหาและจุดประสงค์ การเรียนรู้ตามหลักสูตร แล้วเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. การสร้างแบบสอบเพื่อสำรวจ

2.1 กำหนดตัวบ่งชี้ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา

2.2 สร้างข้อคำถามให้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ในแต่ละทักษะเป็นข้อคำถามแบบเติมคำตอบ ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ และบอกเหตุผลในการตอบ

2.3 นำแบบสอบเพื่อสำรวจที่สร้างขึ้นมาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง

2.4 นำแบบสอบเพื่อสำรวจที่ผ่านการตรวจสอบความตรงโดยผู้เชี่ยวชาญตามข้อ 2.3 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 จำนวน 49 คน ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนชลประทานวิทยา เพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน และรวบรวมลักษณะการตอบผิด พิจารณาหาข้อบกพร่องของการตอบและคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดไปสร้างเป็นตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยในการเรียน

จากการวิเคราะห์ลักษณะความบกพร่องของอัมพร ม้าคะนอง (2536) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ก็มีข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น 3 หมวดหมู่ ได้แก่

- 1) ข้อบกพร่องในด้านการตีความจากโจทย์ แบ่งย่อยเป็น ความบกพร่องจากการอ่าน และความบกพร่องจากการทำความเข้าใจ
- 2) ข้อบกพร่องจากการใช้ทฤษฎี กฎ สูตร นิยามและสมบัติ
- 3) ข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณ แบ่ง 2 ชั้น ได้แก่ ชั้นความผิดพลาดจากการใช้ทักษะกระบวนการ และชั้นความผิดพลาดจากการสรุปคำตอบ

ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมลักษณะของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และลักษณะการตอบผิดที่ได้จากการตอบแบบสอบเพื่อสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1 สามารถแบ่งข้อบกพร่องของนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- 1) ข้อบกพร่องด้านการทำความเข้าใจโจทย์และการอ่าน ในด้านนี้นักเรียนส่วนใหญ่จะอ่านโจทย์ไม่ละเอียด หรืออ่านแล้วไม่สามารถเข้าใจว่าโจทย์ต้องการอะไร และไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาเชื่อมโยงกับโจทย์ หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนไม่สามารถตีความ แปลความ และขยายความได้
- 2) ข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณ หมายถึง การที่นักเรียนส่วนใหญ่จะคำนวณผิดพลาดซึ่งเกิดจากการประมาทเลินเล่อ หรือความไม่เข้าใจเรื่องการคำนวณเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ การหารของจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ เศษส่วน และทศนิยม ไม่ถูกต้อง
- 3) ข้อบกพร่องด้านการใช้สูตร นิยามและสมบัติ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร หมายถึง การเลือกใช้สูตรไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์กำหนด ซึ่งมีผลทำให้ไม่สามารถใช้สมการนั้นหาคำตอบที่ถูกต้องได้ หรือ จำสูตรไม่ได้

3. การสร้างแบบสอบวินิจฉัย

3.1 นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและลักษณะการตอบผิดในการตอบแบบสอบเพื่อสำรวจของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 (ชั้น ม.3/4) มาพิจารณาหาข้อบกพร่องของลักษณะการตอบผิดแล้วนำไปสร้างเป็นแบบสอบวินิจฉัย

3.2 สร้างแบบสอบวินิจฉัย เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นแบบสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

ฉบับที่ 1

1. การหาพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม	27 ข้อ
2. การหาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม	20 ข้อ
รวม	47 ข้อ

ฉบับที่ 2

1. การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร	20 ข้อ
2. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร	25 ข้อ
รวม	45 ข้อ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบวินิจฉัย โดยจะใช้ตัวลงของข้อสอบในแต่ละฉบับ ออกเป็น 3 หมวดหมู่ โดยการวิเคราะห์ตัวลงดังกล่าวตามตัวอย่างในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตัวลงของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา

เนื้อหา	จุดประสงค์	ตัวอย่างข้อสอบวินิจฉัย	อธิบายตัวเลือก
การหาพื้นที่ผิวของปริซึม	1. นักเรียนสามารถหาพื้นที่ผิวของปริซึมได้	กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง x หน่วย ยาว y หน่วย สูง z หน่วย จะมีพื้นที่ผิวทั้งหมดกี่ตารางหน่วย	ก. ข้อบกพร่องจากการใช้สูตร
		ก. xyz	ข. ข้อบกพร่องจากการคิดคำนวณ
		ข. $2xyz$	ค. ข้อบกพร่องจากการตีความจากโจทย์
		ค. $xy + xz + yz$	ง. ข้อถูก
		ง. $2(xy + xz + yz)$	

3.3 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ตามวิธีของโรวินลลี และแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) โดยการนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตร และนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรทั้งสองฉบับไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อ จุดประสงค์การเรียนรู้ และพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมของตัวเลือกแต่ละข้อ เพื่อให้มีความเป็นไปได้ในการนำไปวินิจฉัยนักเรียนได้จริง

3.4 นำแบบสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.5 นำแบบสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรที่ปรับปรุงแล้ว ไปหาคุณภาพข้อสอบรายข้อ ขั้นที่ 1 โดยการนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้น ม.3/5 จำนวน 43 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของเบรนนัน และหาจุดตัดเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์

3.6 นำผลการสอบในข้อ 3.5 มาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบที่

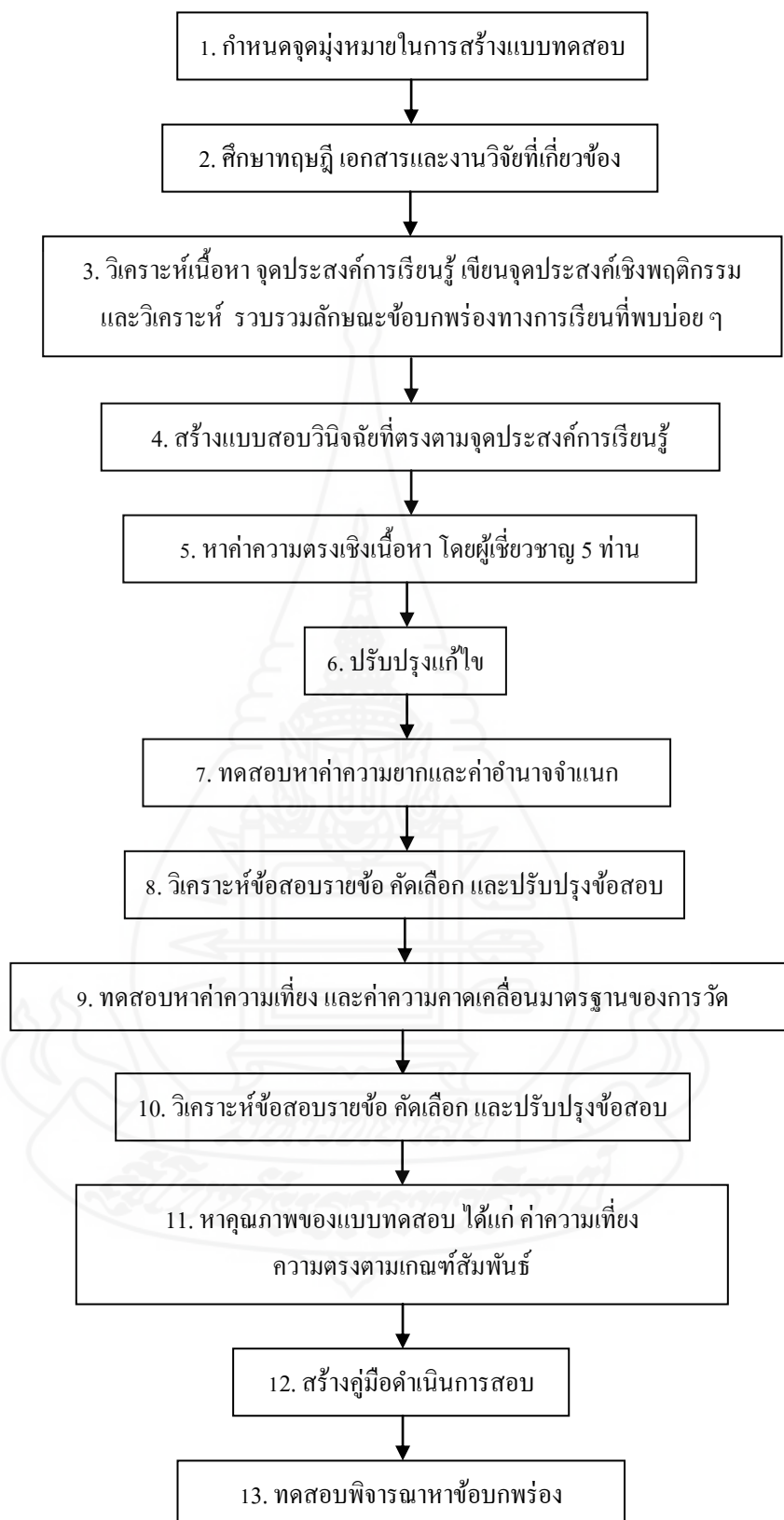
3.7 นำแบบสอบวินิจัยที่ปรับปรุงแล้วไปวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อขั้นที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง ที่ 3 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้น ม.3/2 จำนวน 45 คน เพื่อหาค่าความเที่ยง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด และตรวจสอบค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกอีกครั้ง

3.8 นำผลการสอบในข้อ 3.7 มาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อคัดเลือกและปรับปรุง

3.9 นำแบบสอบวินิจัย มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบโดยการหาค่าความเที่ยง ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ ด้วยการหาสัมประสิทธิ์ความตรง (Validity Coefficient) แบบ Pearson product moment ระหว่างคะแนนกับแบบสอบวินิจัยกับคะแนน NT วิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างที่ 4 เป็นนักเรียนชั้น ม.3/3 , ม.3/6 , ม.3/7 และ ม.3/8 จำนวน 180 คน

3.10 สร้างคู่มือดำเนินการสอบ

3.11 นำแบบสอบวินิจัยไปสอบ เพื่อพิจารณาหาข้อบกพร่องจากขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบสอบวินิจัย

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ติดต่อกับมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ขอความอนุเคราะห์ทำหนังสือขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาหาความตรงของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

3.2 วางแผนดำเนินการสอบโดยผู้วิจัย

3.3 ชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจและทราบถึงวัตถุประสงค์ในการสอบครั้งนั้น ๆ

3.4 ผู้วิจัยได้นำแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.4.1 กำหนดวัน เวลา และสถานที่ที่ทำการทดสอบ รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ชี้แจงการปฏิบัติในการดำเนินการสอบจนเข้าใจเป็นอย่างดี และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีการทดสอบทั้งสิ้น 4 ครั้ง ดังนี้

ทดสอบเพื่อสำรวจ นำแบบสอบเพื่อสำรวจทดสอบกับนักเรียนชั้น ม.3/4 จำนวน 49 คน

ทดสอบขั้นที่ 1 นำแบบสอบวินิจฉัยไปทดสอบกับนักเรียน ชั้น ม.3/5 จำนวน 43 คน เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงข้อสอบ โดยเป็นการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก

ทดสอบขั้นที่ 2 นำแบบสอบวินิจฉัยไปสอบกับนักเรียนชั้น ม.3/2 จำนวน 45 คน เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงข้อสอบ เพื่อหาค่าความเที่ยงและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด และหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก อีกครั้ง

ทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย นำแบบสอบวินิจฉัยไปสอบกับนักเรียนชั้น ม.3/3 , ม.3/6 ,ม.3/7 และ ม.3/8 จำนวน 180 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยทั้งฉบับ

3.4.2 เตรียมแบบสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่จะทำการทดสอบในแต่ละครั้ง

3.4.3 ชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการทดสอบ และขอความร่วมมือในการสอบเพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง

3.4.4 นำผลจากการทดสอบมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อมูลหาข้อบกพร่อง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิจัย คือ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความตรงตามเนื้อหา และความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ ความเที่ยง และค่าความคลาดเคลื่อน ดังนี้

4.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

4.2 ค่าความยากง่ายของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย

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

เมื่อ

$$\begin{aligned} P &= \text{ค่าความยากง่ายของข้อสอบ} \\ R &= \text{จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก} \\ N &= \text{จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด} \end{aligned}$$

คุณสมบัติของความยาก (P) ที่ดีมีค่าอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80
(สมนึก กัททิษฐี 2544)

4.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของเบรนนาน (Brennan) ที่เรียกว่า ค่าดัชนีอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} B &= \text{ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ} \\ U &= \text{จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์} \\ L &= \text{จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์} \\ n_1 &= \text{จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์} \\ n_2 &= \text{จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์} \end{aligned}$$

คุณสมบัติของค่าอำนาจจำแนก (B) ที่ดีมีค่าอยู่ระหว่าง .20 ถึง 1.00
(สมนึก กัททิษฐี , 2544)

ในการหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรนี้ จำเป็นต้องหาจุดตัดหรือเกณฑ์เพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ และกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยใช้สูตรของชีแฮนและเดวิส (Sheehan and Davis, 1979 : 127 – 128 อ้างใน บุญเชิด ภิญ โยอนันตพงษ์ 2527)

$$C = n - \frac{2}{A} [n(A-1)]^{1/2}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} C &= \text{คะแนนจุดตัด} \\ n &= \text{จำนวนข้อสอบ} \\ A &= \text{จำนวนตัวเลือกของข้อสอบ} \end{aligned}$$

4.4 ค่าความเที่ยงของแบบสอบวินิจัย คำนวณโดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน 20 (KR – 20) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ , 2543)

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

เมื่อ

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \text{ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง} \\ n &= \text{จำนวนข้อคำถามของแบบวัด} \\ P &= \text{สัดส่วนของคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ} \\ q &= \text{สัดส่วนของคนที่ตอบผิดในแต่ละข้อ} \\ s^2 &= \text{ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด} \end{aligned}$$

(สูตร KR -20 ในกรณีที่ค่าความยากง่ายของข้อสอบทุกข้อเท่ากันหรือไม่แตกต่างกันมาก) และ หาคความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด โดยใช้สูตร ของ Mehrena and Lehmann (สมนึก ภักทิษณี 2544)

$$SEM = S_x \sqrt{1 - r_{xx}}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} SEM &= \text{ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานการวัด} \\ S_x &= \text{ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน} \\ r_x &= \text{ความเที่ยงของการวัด} \end{aligned}$$

4.5 ค่าความตรงของแบบทดสอบ คำนวณโดยใช้วิธีการของ โรวินลลี และแฮมเบลตัน (สมนึก ภัททิยธนี 2544)

เมื่อ

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

IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาหรือข้อสอบกับจุดประสงค์

R = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

4.6 ค่าความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ นำค่าคะแนนที่ได้ไปหา ค่า สปส.สหสัมพันธ์ (r) กับเครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน ถ้าค่า r สูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าเครื่องมือนั้นมีความตรงตามสภาพสูง

เมื่อ

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

X แทน คะแนนของแบบทดสอบที่ต้องการหาความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากผลการสอบแบบทดสอบมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกัน

4.8 กำหนดคะแนนจุดตัดหรือเกณฑ์เพื่อใช้ในการแปลผลการปฏิบัติของผู้เรียนว่าได้เรียนรู้ หรือมีความสามารถตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ ของ แฮมเบลตัน โดยกำหนดใช้ระดับร้อยละ 80 ของจำนวนข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์

4.9 วิเคราะห์ข้อบกพร่องด้านเนื้อหา ในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการหาค่าความถี่

ข ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบวินิจัย

การพัฒนาแบบสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สร้างแบบสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องของนักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตร คู่มือครู และแบบเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อหาขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้เนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 2 เรื่อง คือ การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย ทรงกลม และการเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร และวิเคราะห์ทักษะย่อยที่เป็นพื้นฐานของเนื้อหาทั้ง 2 เรื่อง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 วิเคราะห์ทักษะย่อยของเนื้อหาทั้ง 2 ฉบับ

เรื่อง	เนื้อหา
1. การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม	1. การจำแนกและอธิบายลักษณะของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และ ทรงกลม 2. การหาพื้นที่ผิวของปริซึม คือ ผลรวมของพื้นที่หน้าตัด ด้านหน้าและด้านหลัง กับพื้นที่ด้านข้างทั้งหมดของปริซึม 3. การหาพื้นที่ผิวทรงกระบอก เท่ากับ $2\pi r^2 + 2\pi rh$ เมื่อ r เป็นรัศมีของทรงกระบอก และ h เป็นความสูงของทรงกระบอก 4. การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด เท่ากับ พื้นที่ด้านข้าง + 2 พื้นที่ฐาน 5. การหาพื้นที่ผิวของกรวย เท่ากับ $\pi rl + \pi r^2$ เมื่อ r เป็นรัศมีของฐานกรวย และ l เป็นส่วนสูงเอียงของกรวย 6. การหาพื้นที่ผิวของทรงกลม เท่ากับ $4\pi r^2$ 7. การหาปริมาตรของปริซึมใด ๆ เท่ากับ พื้นที่ฐาน x ความสูง หรือ พื้นที่หน้าตัด x ความยาว

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

เรื่อง	เนื้อหา
	8. การหาปริมาตรของทรงกระบอก เท่ากับ พื้นฐาน $\times$ ความสูง
	9. การหาปริมาตรของพีระมิด เท่ากับ $\frac{1}{3} \times$ พื้นฐาน $\times$ ความสูง
	10. การหาปริมาตรของทรงกรวย เท่ากับ $\frac{1}{3} \times \pi r^2 h$ เมื่อ r เป็นรัศมีของฐานกรวย และ h เป็นความสูงของกรวย
	11. การหาปริมาตรของทรงกลม เท่ากับ $\frac{4}{3} \pi r^3$
2. การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร และการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร	1. การเลือกใช้หน่วยความจุ หน่วยปริมาตรต่าง ๆ 2. การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตรและความจุ การเปรียบเทียบหน่วยและความจุที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นอย่างมากเช่น 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000 ลิตร 20 ลิตร เท่ากับ 1 ถัง 2,000 ลิตร เท่ากับ 1 เกวียน 3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับหน่วยความจุ 4. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิว 5. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตร 6. การประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรในการแก้ปัญหา

1.2 วิเคราะห์ทักษะย่อยของเนื้อหาทั้ง 2 ฉบับ และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 วิเคราะห์ทักษะย่อยของเนื้อหาทั้ง 2 ฉบับ และระดับพฤติกรรม

เนื้อหา	ระดับพฤติกรรม		
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้
1. การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย ทรงกลม			
1. การจำแนกและอธิบายลักษณะของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และ ทรงกลม	/	/	
2. การหาพื้นที่ผิวของปริซึม คือ ผลรวมของพื้นที่หน้าตัด ด้านหน้าและด้านหลัง กับพื้นที่ด้านข้างทั้งหมดของ ปริซึม	/	/	/
3. การหาพื้นที่ผิวทรงกระบอก เท่ากับ $2\pi r^2 + 2\pi rh$ เมื่อ r เป็นรัศมีของทรงกระบอก และ h เป็นความสูงของ ทรงกระบอก	/	/	/
4. การหาพื้นที่ผิวของทรงพีระมิด เท่ากับ พื้นที่ด้านข้าง + 2 พื้นที่ฐาน	/	/	/
5. การหาพื้นที่ผิวของทรงกรวย เท่ากับ $\pi rl + \pi r^2$ เมื่อ r เป็น รัศมีของฐานกรวย และ l เป็นส่วนสูงเอียงของกรวย	/	/	/
6. การหาพื้นที่ผิวของทรงกลม เท่ากับ $4\pi r^2$	/	/	/
7. การหาปริมาตรของปริซึมใด ๆ เท่ากับ พื้นที่ฐาน x ความ สูง หรือ พื้นที่หน้าตัด x ความยาว	/	/	/
8. การหาปริมาตรของทรงกระบอก เท่ากับ พื้นที่ฐาน x ความสูง	/	/	/
9. การหาปริมาตรของพีระมิด เท่ากับ $\frac{1}{3}$ x พื้นที่ฐาน x ความสูง	/	/	/

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เนื้อหา	ระดับพฤติกรรม		
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้
10. การหาปริมาตรของทรงกรวย เท่ากับ $\frac{1}{3} \times \pi r^2 h$ เมื่อ r เป็นรัศมีของฐานกรวย และ h เป็นความสูงของกรวย	/	/	/
11. การหาปริมาตรของทรงกลม เท่ากับ $\frac{4}{3} \pi r^3$	/	/	/
2. การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร และการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร			
1. การเลือกใช้หน่วยความจุ หน่วยปริมาตรต่าง ๆ	/	/	/
2. การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตรและความจุ การเปรียบเทียบหน่วยและความจุที่นำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากเช่น	/	/	/
1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร			
1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร			
1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000 ลิตร			
20 ลิตร เท่ากับ 1 ถัง			
2,000 ลิตร เท่ากับ 1 เกวียน			
3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับหน่วยความจุ	/	/	/
4. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิว	/	/	/
5. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตร	/	/	/
6. การประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรในการ แก้ปัญหา	/	/	/

จากตารางที่ 3.4 ผู้วิจัยได้เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับทักษะย่อยของเนื้อหาทั้ง 2 ฉบับ

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม	
ทรงกระบอก พีระมิด กรวย ทรงกลม	
1. การจำแนกและอธิบายลักษณะของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และ ทรงกลม	จุดประสงค์ที่ 1 สามารถจำแนกและอธิบาย ลักษณะของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลมได้อย่างถูกต้อง
2. การหาพื้นที่ผิวของปริซึม คือ ผลรวมของ พื้นที่หน้าตัดด้านหน้าและด้านหลัง กับพื้นที่ ด้านข้างทั้งหมดของปริซึม	จุดประสงค์ที่ 2 สามารถหาพื้นที่ผิวของปริซึม โดยการหาพื้นที่ผิวจากการแทนค่าในสูตรการหา พื้นที่ผิว และการหาความยาวของด้านหนึ่ง ๆ โดย ที่กำหนดพื้นที่ผิวและด้านที่เหลือได้อย่างถูกต้อง
3. การหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก เท่ากับ $2\pi r^2 + 2\pi rh$ เมื่อ r เป็นรัศมีของ ทรงกระบอก และ h เป็นความสูงของ ทรงกระบอก	จุดประสงค์ที่ 3 สามารถหาพื้นที่ผิวของ ทรงกระบอก โดยการหาพื้นที่ผิวจากการแทนค่า ในสูตรการหาพื้นที่ผิว และการหาขนาดของด้าน หนึ่ง ๆ โดยที่กำหนดพื้นที่ผิวและข้อมูลที่เหลือ อื่นๆ ให้ได้อย่างถูกต้อง
4. การหาพื้นที่ผิวของทรงพีระมิด เท่ากับ พื้นที่ด้านข้าง + 2 พื้นที่ฐาน	จุดประสงค์ที่ 4 สามารถหาพื้นที่ผิวของพีระมิด โดยการหาพื้นที่ผิวจากการแทนค่าในสูตรการหา พื้นที่ผิว และการหาขนาดของด้านหนึ่ง ๆ โดยที่ กำหนดพื้นที่ผิวและข้อมูลที่เหลืออื่นๆ ให้ได้อย่าง ถูกต้อง
5. การหาพื้นที่ผิวของทรงกรวย เท่ากับ $\pi rl + \pi r^2$ เมื่อ r เป็นรัศมีของฐานกรวย และ l เป็นส่วนสูงเอียงของกรวย	จุดประสงค์ที่ 5 สามารถหาพื้นที่ผิวของกรวย โดย การหาพื้นที่ผิวจากการแทนค่าในสูตรการหาพื้นที่ ผิว และการหาขนาดของด้านหนึ่ง ๆ โดยที่กำหนด พื้นที่ผิวและข้อมูลที่เหลืออื่นๆ ให้ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6. การหาพื้นที่ผิวของทรงกลม เท่ากับ $4\pi r^2$	จุดประสงค์ที่ 6 สามารถหาพื้นที่ผิวของทรงกลม โดยการหาพื้นที่ผิวจากการแทนค่าในสูตรการหาพื้นที่ผิว และการหาขนาดของสิ่งต่าง ๆ โดยที่ กำหนดพื้นที่ผิวและข้อมูลที่เหลืออื่นๆ ให้ได้อย่างถูกต้อง
7. การหาปริมาตรของปริซึมใด ๆ เท่ากับ พื้นที่ฐาน x ความสูง หรือ พื้นที่หน้าตัด x ความยาว	จุดประสงค์ที่ 7 สามารถหาปริมาตรของปริซึม โดยการหาปริมาตรจากการแทนค่าในสูตรการหาปริมาตร และการหาขนาดของด้านหนึ่ง ๆ โดย กำหนดปริมาตรและข้อมูลที่เหลืออื่นๆ ให้ได้อย่างถูกต้อง
8. การหาปริมาตรของทรงกระบอก เท่ากับ พื้นที่ฐาน x ความสูง	จุดประสงค์ที่ 8 สามารถหาปริมาตรของทรงกระบอก โดยการหาปริมาตรจากการแทนค่าในสูตรการหาปริมาตร และการหาขนาดของด้านหนึ่ง ๆ โดยกำหนดปริมาตรและข้อมูลที่เหลืออื่นๆ ให้ได้อย่างถูกต้อง
9. การหาปริมาตรของพีระมิด เท่ากับ $\frac{1}{3} \times$ พื้นที่ฐาน x ความสูง	จุดประสงค์ที่ 9 สามารถหาปริมาตรของพีระมิด โดยการหาปริมาตรจากการแทนค่าในสูตรการหาปริมาตร และการหาขนาดของด้านหนึ่ง ๆ โดย กำหนดปริมาตรและข้อมูลที่เหลืออื่นๆ ให้ได้อย่างถูกต้อง
10. การหาปริมาตรของทรงกรวย เท่ากับ $\frac{1}{3} \times \pi r^2 h$ เมื่อ r เป็นรัศมีของฐานกรวย และ h เป็นความสูงของกรวย	จุดประสงค์ที่ 10 สามารถหาปริมาตรของกรวย โดยการหาปริมาตรจากการแทนค่าในสูตรการหาปริมาตร และการหาขนาดของด้านหนึ่ง ๆ โดย กำหนดปริมาตรและข้อมูลที่เหลืออื่นๆ ให้ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
11. การหาปริมาตรของทรงกลม เท่ากับ $\frac{4}{3}\pi r^3$	จุดประสงค์ที่ 11 สามารถหาปริมาตรของทรงกลม โดยการหาปริมาตรจากการแทนค่าในสูตรการหาปริมาตร และการหาขนาดของด้านหนึ่ง ๆ โดยกำหนดปริมาตรและข้อมูลที่เหลืออื่น ๆ ให้ได้อย่างถูกต้อง
2. การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร และการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร	
1. การเลือกใช้หน่วยความจุ หน่วยปริมาตรต่าง ๆ	จุดประสงค์ที่ 12 สามารถเลือกใช้หน่วยความจุ หน่วยปริมาตรต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้อง
2. การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตรและความจุ การเปรียบเทียบหน่วยและความจุที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากเช่น 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000 ลิตร 20 ลิตร เท่ากับ 1 ถัง 2,000 ลิตร เท่ากับ 1 เกวียน	จุดประสงค์ที่ 13 สามารถเปรียบเทียบหน่วยความจุ หน่วยปริมาตรในระบบเดียวกัน และต่างระบบได้อย่างถูกต้อง
3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับหน่วยความจุ	จุดประสงค์ที่ 14 สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับหน่วยความจุได้อย่างถูกต้อง
4. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิว	จุดประสงค์ที่ 15 สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวได้อย่างถูกต้อง
5. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตร	จุดประสงค์ที่ 16 สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรได้อย่างถูกต้อง
6. การประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรในการแก้ปัญหา	จุดประสงค์ที่ 17 สามารถประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

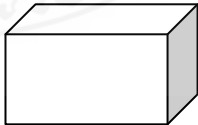
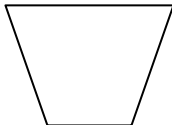
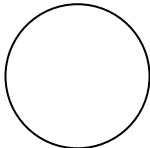
1.3 สร้างแบบสอบเพื่อสำรวจ 2 ฉบับ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำข้อสอบที่เขียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน (รายชื่อในภาคผนวก) ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามวิธีของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้พบว่าการพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่าระหว่าง .80 – 1.0 แสดงว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นทุกข้อวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มุ่งวัดจริง

ดังตัวอย่างแบบประเมิน

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ๆ หรือไม่ ดังนี้

1. ถ้าท่านมั่นใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง ให้กาเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่เป็น +1
2. ถ้าท่านไม่มั่นใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง ให้กาเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่เป็น 0
3. ถ้าท่านมั่นใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง ให้กาเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่เป็น -1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
1. การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย ทรงกลม จุดประสงค์ที่ 1 สามารถจำแนกและอธิบายลักษณะของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลมได้อย่างถูกต้อง	1. ภาพใดเป็นทรงกระบอก ก.  ข.  ค.  ง. 			

1.4 นำแบบสอบเพื่อสำรวจ 2 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 กับนักเรียนชั้น ม.3/4 จำนวน 49 คนเพื่อสำรวจข้อบกพร่องและรวบรวมคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดของ ข้อสอบแต่ละข้อเพื่อนำมาเป็นตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นต่อไป

ตัวอย่างแบบสอบเพื่อสำรวจ

ฉบับที่ 1 เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย

ทรงกลม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ และเขียนคำตอบตามกรอบที่กำหนดให้

1. ขวดบรรจุน้ำดื่มทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยที่ก้นขวดมีด้านกว้าง 5 เซนติเมตร ด้านยาว 5 เซนติเมตร ใส่น้ำสูง 30 เซนติเมตร จงหาว่าขวดบรรจุน้ำเท่าไร

วิธีทำ สิ่งที่ต้องหาค่าให้

โจทย์ต้องการหา

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

แทนค่าจากสูตร

แสดงวิธีหาคำตอบ

คำตอบข้อนี้คือ

2. ครอบน้ำมันเครื่องทรงกระบอกมีความสูง 20 เซนติเมตร บรรจุ น้ำมันเครื่อง

5 ลิตร ได้เต็มพอดี ครอบนี้มีพื้นที่ฐานเท่าไร

วิธีทำ สิ่งที่ต้องหาค่าให้

โจทย์ต้องการหา

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

แทนค่าจากสูตร

แสดงวิธีหาคำตอบ

.....

คำตอบข้อนี้คือ

2. สร้างแบบสอบวินิจัย มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 นำผลของแบบสอบเพื่อสำรวจที่ไปทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มาสร้างตัว
 ลวงโดยคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดของข้อสอบแต่ละข้อและวิเคราะห์ข้อบกพร่อง
 ของการตอบผิดของแต่ละตัวลวง แล้วนำไปสร้างแบบสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิว
 และปริมาตร แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก โดยแบ่งเป็น 2
 ฉบับคือ

ฉบับที่ 1 ประกอบด้วย เรื่อง

1. การหาพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย ทรงกลม จำนวน 27 ข้อ
2. การหาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย ทรงกลม จำนวน 20 ข้อ

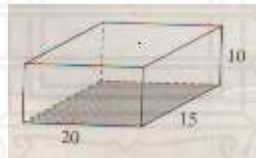
ฉบับที่ 2 ประกอบด้วย เรื่อง

1. การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร จำนวน 20 ข้อ
2. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 25 ข้อ

ตัวอย่างแบบสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ฉบับที่ 1 เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย
 ทรงกลม

0. จากภาพ ถ้าจะหาพื้นที่ผิวของปริซึมรูปนี้ ควรเลือกใช้สูตรในข้อใด



- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ก. กว้าง x ยาว x สูง | ข. พื้นที่ด้านข้าง + 2 พื้นที่ฐาน |
| ค. พื้นที่ด้านข้าง x 2 พื้นที่ฐาน | ง. พื้นที่ด้านข้าง x พื้นที่ฐาน |

การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง

ถ้าตอบตัวเลือก ก แสดงว่า เลือกใช้สูตรไม่ถูกต้อง เนื่องจากเลือกใช้สูตร

การหาปริมาตรของปริซึมมาแทนค่า

ถ้าตอบตัวเลือก ข แสดงว่า ข้อถูก

ถ้าตอบตัวเลือก ค แสดงว่า เลือกใช้สูตรไม่ถูกต้องเนื่องจากจำสูตรผิดในเรื่อง

เครื่องหมายซึ่งใช้เครื่องหมายบวกแทนเครื่องหมายคูณ

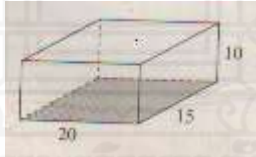
ถ้าตอบตัวเลือก ง แสดงว่า เลือกใช้สูตรไม่ถูกต้องเนื่องจาก ไม่เข้าใจลักษณะของ
รูปทรงปริซึม ซึ่งต้องหาพื้นที่ฐาน 2 ด้าน

2.2 นำแบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับ ไปใช้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน (รายชื่อในภาคผนวก) ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง และการวิเคราะห์จุดบกพร่อง ตามวิธีของ โรวินอลดีและแฮมเบลตัน

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวลงและการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าตัวลงและการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง มีความสอดคล้องหรือไม่ ดังนี้

1. ถ้าท่านมั่นใจว่าตัวดวงและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องนั้นมีความสอดคล้องกัน ให้กาเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่เป็น +1
2. ถ้าท่านไม่มั่นใจว่าตัวดวงและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องนั้นมีความสอดคล้องกัน ให้กาเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่เป็น 0
3. ถ้าท่านมั่นใจว่าตัวดวงและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องนั้นไม่มีความสอดคล้องกัน ให้กาเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่เป็น -1

ข้อความ			คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. จากภาพ ถ้าจะหาพื้นที่ผิวของปริซึมรูปนี้ ควรเลือกใช้สูตรในข้อใด  ก. กว้าง x ยาว x สูง ข. พื้นที่ด้านข้าง + 2 พื้นที่ฐาน ค. พื้นที่ด้านข้าง x 2 พื้นที่ฐาน ง. พื้นที่ด้านข้าง x พื้นที่ฐาน การวิเคราะห์จุดบกพร่อง					
ก	แสดงว่า	เลือกใช้สูตรไม่ถูกต้อง เนื่องจากเลือกใช้สูตรของการหาปริมาตรของปริซึมมาแทนค่า			
ข	แสดงว่า	ข้อถูก			
ค	แสดงว่า	เลือกใช้สูตรไม่ถูกต้องเนื่องจากจำสูตรผิดใน เรื่องเครื่องหมาย ซึ่งใช้เครื่องหมายบวกแทนเครื่องหมายคูณ			
ง	แสดงว่า	เลือกใช้สูตรไม่ถูกต้องเนื่องจาก ไม่เข้าใจลักษณะ ของรูปทรงปริซึม ซึ่งต้องหาพื้นที่ฐาน 2 ด้าน			

2.3 นำแบบสอบวินิจัยทั้ง 2 ฉบับ ไปทดสอบขั้นที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 จำนวน 43 คน

การสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบโดยตนเองและชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจและทราบถึงวัตถุประสงค์ในการสอบครั้งนี้

ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบดังนี้

ฉบับที่ 1 จำนวน 47 ข้อ ใช้เวลา 80 นาที

ฉบับที่ 2 จำนวน 45 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที

ผลที่ได้จากการคุมสอบทั้ง 2 ครั้งด้วยตนเองและจากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง เป็นเวลาไม่มากหรือน้อยเกินไปในการทำแบบทดสอบ เพราะกลุ่มตัวอย่างทุกคนทำได้ทันเวลาและได้ตอบทุกข้อ

2.4 นำผลที่ได้จากข้อ 2.3 มาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบ โดยการตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด ตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์

2.5 นำข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ มาปรับปรุงแก้ไข จากการพิจารณาพบว่า ข้อสอบฉบับที่ 1 มีข้อสอบที่ต้องปรับปรุง คุณภาพจำนวน 2 ข้อ คือ ข้อที่ 37 และ 38

ข้อสอบฉบับที่ 2 ไม่มีข้อสอบที่ต้องปรับปรุงคุณภาพ

ข้อสอบที่ปรับปรุงจะมีลักษณะคำถาม ตัวเลือกที่กำกวมผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง และแก้ไขตัวเลือกให้มีความชัดเจนขึ้น

2.6 นำแบบสอบวินิจัยที่หลังจากวิเคราะห์ปรับปรุงแล้วทั้ง 2 ฉบับไปทดสอบขั้นที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 45 คน การสอบและการบริหารเวลาการสอบจะดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2.3

2.7 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อและคัดเลือกโดยดำเนินการเช่นเดียวกับ ข้อ 2.4 จากการพิจารณาพบว่าข้อสอบมีคุณภาพเข้าเกณฑ์ทุกข้อ

2.8 นำแบบสอบวินิจัยที่ได้ปรับปรุงแล้วทั้ง 2 ฉบับ ไปทดสอบหาคุณภาพแบบสอบวินิจัยทั้งฉบับ กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 4 คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 , 3/6 และ 3/7 จำนวน 180 คน การสอบและการบริหารเวลาการสอบจะดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2.3 และในการทดสอบครั้งที่ 4 นี้จะหาคุณภาพของข้อสอบ

2.9 จัดทำคู่มือดำเนินการสอบและพิมพ์เป็นรูปเล่ม