



การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6"
ของ ภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

(ดร.น้ำทิพย์ งามอาภาภิรักษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การวิจัยย่อยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	ภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์
ประธานที่ปรึกษา	ดร.น้ำทิพย์ งามอาภาวิชย์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	แบบทดสอบวินิจฉัย, เว็บแอปพลิเคชัน, ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชันและเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้มีส่วนร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 31 คน ของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดแพร่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ ผ่านเว็บแอปพลิเคชันแบ่งข้อบกพร่องเป็น 2 ด้านด้านที่ 1 การใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตรจำนวน 25 ข้อและด้านที่ 2 การคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหาจำนวน 25 ข้อ เว็บแอปพลิเคชันจะวิเคราะห์ค่าคุณภาพข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ หาคะแนนจุดตัด 2) แบบสัมภาษณ์ของนิวมาน

ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวินิจฉัย มีผลการประเมินความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.20 - 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.78 ค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.50 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.83 สำหรับคะแนนจุดตัด ร้อยละ 50 นักเรียนมีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหาและด้านการใช้บทนิยาม ด้านบทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร ตามลำดับ มีนักเรียนที่มีข้อบกพร่องจากการทำแบบทดสอบและแบบสัมภาษณ์ร่วมวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 7 คน

Title	DIAGNOSIS OF MATHEMATICAL DEFICIENCIES IN THREE-DIMENSIONAL FOR STUDENT IN GRADE 6 THROUGH WEB APPLICATION
Author	Phattaraporn Phanudomsak
Advisor	Namthip Ongardwanich
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2022
Keywords	web application, test for diagnosing, mathematical deficiencies

ABSTRACT

This study aimed to construct and assess the quality of test for diagnosing mathematical deficiencies in three-dimensional geometry of grade 6th students. The 31 participants were grade 6th students studying in a medium-scaled primary school of Phrae province in the second semester of academic year 2022. The research instruments were as follows. 1) An online test for diagnosing mathematical deficiencies, consisting of 4-multiple choice questions concerning 2 mathematical deficiencies: 1. the use of definition, concept, theorem, and formulas which consisted of 25 questions; and 2. computation and mathematical problems, consisting of 25 questions. The test quality was analyzed using web application in order to select the questions and find the passing score. 2) Neuman's interview was also considered one of the research instruments.

The findings revealed that the index of item-objective congruence of the test for diagnosing mathematical deficiencies was between 0.20 - 1.00 while the value of test difficulty was between 0.30 - 0.78. The discrimination value was between 0.20 - 0.50 and the test reliability was 0.83. In terms of the passing score, it was found that 50 percent of students had the mathematical deficiencies regarding computation and mathematic problems; and the use of definition, concept, theorem, and formula, respectively. there study were 7 students with mathematical deficiencies in three-dimensional geometry.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.น้ำทิพย์ องอาจวานิชย์ ประธานที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ที่ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง ทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ จนการค้นคว้าอิสระประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์, รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม นางวิมลสิริ ประเทือง นายณัฐพงศ์ ถิ่นจันทร์ และนายศุภการณ์ สว่างเมืองวรกุล ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จนทำให้การค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณอาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ คอยสนับสนุนเป็นกำลังใจสำคัญ เป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ จนการค้นคว้าอิสระประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู และขอปบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านร่องกวาง(จันทิมาคม) และโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายผานางคอย อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลการค้นคว้าอิสระครั้งนี้เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว และครูอาจารย์ในทุกระดับการศึกษาทุกท่าน หากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ประการใด ขอมอบสิ่งดีงามเหล่านั้นให้แก่ท่านผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ได้กล่าวมา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็ประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ต่อไป

ภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
ประกาศคุุณุปการ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560.....	7
แบบทดสอบวินิจฉัย.....	9
ข้อบกพร่องทางการเรียน.....	23
รูปแบบของการวินิจฉัย.....	26
เว็บแอปพลิเคชัน.....	36
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	45
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	46
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
การวิเคราะห์ข้อมูล	55
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	59
ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูป เรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	59
ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน คณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6.....	60
ตอนที่ 3 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	62
ตอนที่ 4 สัมภาษณ์นักเรียนที่มีผลการทดสอบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ กำหนด.....	71
บทที่ 5 บทสรุป.....	78
สรุป.....	78
อภิปรายผล	81
ข้อเสนอแนะ	86
บรรณานุกรม.....	87
ภาคผนวก.....	90
ประวัติผู้วิจัย	143

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 สารที่ 2 การวัดและเรขาคณิต	9
ตาราง 2 ข้อเสนอแนะในการเลือกข้อสอบจากค่าความยากง่าย	21
ตาราง 3 วิธีการใช้คำถามในการสัมภาษณ์ของ Newman.....	29
ตาราง 4 เกณฑ์การวัดและประเมินผล	36
ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้	47
ตาราง 6 ค่าความยากง่ายในแต่ละข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน	61
ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการทำแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6.....	62
ตาราง 8 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการทำแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6.....	71
ตาราง 9 ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในแต่ละข้อ	131
ตาราง 10 ค่าความยากง่ายในแต่ละข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	134
ตาราง 11 ค่าอำนาจการจำแนก ในแต่ละข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการ เรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ...	137
ตาราง 12 การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการทำแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6.....	140

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แสดงคิวอาร์โค้ดสำหรับนักเรียนสแกนเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งาน	49
ภาพ 2 แสดงหน้าจอการคลิกเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งานสำหรับนักเรียน	49
ภาพ 3 แสดงหน้าจอสำหรับใส่รหัสของผู้ใช้	50
ภาพ 4 แสดงหน้าจอแบบทดสอบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	50
ภาพ 5 แสดงหน้าจอ Student Report แสดงการรายงานผลคะแนนของนักเรียน	51
ภาพ 6 แสดงคิวอาร์โค้ดสำหรับครูผู้สอนสแกนเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งาน	51
ภาพ 7 แสดงหน้าจอการคลิกเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งานสำหรับครูผู้สอน	52
ภาพ 8 แสดงหน้าจอการแสดงผลการสอบของนักเรียนสำหรับครูผู้สอน	52
ภาพ 9 รูปแบบการวิจัยและพัฒนาแบบทดสอบการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน คณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6	54
ภาพ 10 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 44	73
ภาพ 11 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 44	74
ภาพ 12 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 44	74
ภาพ 13 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 49	76
ภาพ 14 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 49	76
ภาพ 15 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 50	77
ภาพ 16 แสดงคิวอาร์โค้ดสำหรับสแกนเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งานสำหรับผู้ดูแล	126
ภาพ 17 แสดงหน้าจอการคลิกเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งานสำหรับผู้ดูแล	126
ภาพ 18 แสดงหน้าจอสำหรับใส่รหัสของผู้ใช้	127

ภาพ 19 แสดงภาพหน้าหลักสำหรับผู้ดูแล 127

ภาพ 20 แสดงภาพการนำแบบทดสอบเข้าใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน..... 128

ภาพ 21 แสดงภาพรายละเอียดการนำแบบทดสอบเข้าใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน 128

ภาพ 22 แสดงภาพรายละเอียดการนำข้อบกพร่องใส่ในตัวเลือก 129



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์คิดอย่างเป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ เป็นระเบียบแบบแผน ช่วยให้วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น มีความสมดุลทั้งทางร่างกายจิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็นแก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ, 2551) สอดคล้องกับสังคมปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วส่งผลต่อการดำรงชีวิต ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโลกในหลายๆด้านทั้งด้านเศรษฐกิจสังคม วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการสื่อสาร อันนำไปสู่การปรับตัวเพื่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขันท่ามกลางกระแสโลกาภิวัตน์

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ครูต้องมีความตื่นตัวและเตรียมพร้อมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อ(กรมวิชาการ,2545:2) นอกจากการจัดการเรียน การสอนแล้ว การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ก็เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องดำเนินการด้วยเทคนิควิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถวัดและประเมินผลผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน ทั้งด้านความรู้ ความคิด กระบวนการ พฤติกรรมและเจตคติ เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดธรรมชาติวิชา และระดับชั้นของผู้เรียน โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเที่ยงตรง ยุติธรรม และเชื่อถือได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553 : 12-28)

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะให้ความสำคัญและความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แต่การเรียนการสอนเท่าที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) สำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาแพร่เขต 1 พบว่า ในปีการศึกษา 2564 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนเท่ากับ 29.49 และระดับประเทศเท่ากับ 32.90 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ และสาระที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา คือ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จากการวิเคราะห์แบบทดสอบระดับชาติขั้น

พื้นฐาน (O-NET) พบว่า เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ปัญหาส่วนใหญ่ คือ นักเรียนมองภาพไม่ออกว่า รูปทรงแต่ละรูปเป็นรูปทรงอะไร นักเรียนไม่สามารถหาความสัมพันธ์ จำแนก และแยกแยะ ส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้ รวมไปถึงการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำให้ ความเข้าใจค่อนข้างยาก และมีเนื้อหาความรู้เพื่อนำไปต่อยอดสู่องค์ความรู้ใหม่ เช่น รูปทรงทาง เรขาคณิต การหาพื้นที่ การหาปริมาตร ในระดับชั้นที่สูงขึ้นไป หากผู้เรียนยังมีข้อบกพร่องใน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ก็จะทำให้การเรียนรู้ในเรื่องต่อไป เป็นอุปสรรคทางการเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่ สามารถสร้างองค์ความรู้จากพื้นฐานที่ได้เรียนมาได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ผู้สอน จะต้องหาวิธีการที่จะทำให้ข้อบกพร่องต่าง ๆ ของผู้เรียนลดน้อยลง เพื่อหาทางป้องกันแก้ไขได้ ทันทีทั้งที่ การค้นหาข้อบกพร่องหรือจุดที่เป็นอุปสรรคในการเรียนของผู้เรียนก็คือ แบบทดสอบ วินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่องที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนของ ผู้เรียนแต่ละคนหรือทั้งชั้นเรียน ทั้งนี้เพื่อที่จะหาแนวทางแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น อันจะสามารถทำให้ ช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนหรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น ๆ (นางสาว บุรมา นิสาลักษณ์ 2562 อ้างอิงในบุญชม ศรีสะอาด, 2553) เพื่อจะได้เป็นข้อมูลย้อนกลับไปยังครูผู้สอน และผู้เรียน ทำให้ทราบถึงส่วนที่เป็นจุดเด่นและส่วนที่เป็นข้อบกพร่อง ซึ่งจะเป็นการช่วยในการ ปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การปรับปรุงแก้ไขข้อสอบที่มีคุณภาพ จะทำให้ ครูผู้สอนสามารถวัดในสิ่งที่ควรจะวัดและทราบผลการเรียนของนักเรียนตามความเป็นจริงว่า นักเรียน เข้าใจในบทเรียนที่ครูได้สอนไปหรือไม่ ถ้านักเรียนไม่เข้าใจครูก็จะสามารถช่วยเหลือนักเรียนและ ดำเนินการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ในการเรียนต่อไป และการที่นักเรียนได้ทราบผลการเรียนของตนเอง จะช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้ นักเรียนมีความพยายามในการเรียนรู้มากขึ้น (สิริพร ทิพย์คง, 2545 : 205) จากข้อความข้างต้น แบบทดสอบวินิจฉัย จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ เพราะแบบทดสอบวินิจฉัยมีลักษณะ เป็นนามธรรม มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยข้อตกลงเบื้องต้นในรูปของคำนิยามและสัจพจน์ การใช้ เหตุผลเพื่อสร้างทฤษฎีบทต่างๆ ที่นำไปใช้ได้อย่างเป็นระบบเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบ แผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตนเอง (พิรภัทร เรื่องเพชร อ้างถึงสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 2)

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีมีมากขึ้น การทำแบบทดสอบวินิจฉัยต้องเก็บ ข้อมูลกับคนจำนวนมาก ใช้เวลานาน และผู้ที่ทำแบบทดสอบไม่สามารถรู้ผลการสอบได้ทันที ดังนั้น จึงมีการพัฒนาโดยการนำเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) มาใช้เพื่ออำนวยความสะดวก เนื่องจากเป็นแอปที่ถูกเขียนขึ้นมาให้สามารถเปิดใช้ใน Web browser ได้โดยตรง ไม่ต้องโหลด Application แบบเต็มๆลงเครื่อง ทำหน้าที่คล้ายกับเว็บไซต์ แต่จะสามารถเป็นแอปพลิเคชันได้ด้วย คือ เน้นให้ผู้คนเข้ามา “ใช้งาน” มากกว่าดู สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานของผู้ใช้ได้

อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเชื่อมต่อได้ทันทีโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม จึงไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของความหลากหลายและความแตกต่างกัน ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันจะช่วยในการออกแบบทดสอบของรายวิชาต่างๆ และการประเมินผล (Evaluating) ที่สามารถกำหนดเกณฑ์ตัดสินและเปรียบเทียบคุณภาพหรือประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าไปทำแบบทดสอบได้อย่างสะดวกรวดเร็วสามารถทราบผลคะแนนได้ทันที และทราบข้อบกพร่องในการเรียนรู้นั้นหลังจากการทำแบบทดสอบครบทุกข้อ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญของปัญหา จึงมีความสนใจวิจัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีการนำเอาเทคโนโลยีที่ช่วยให้นักเรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนผ่านสมาร์ทโฟน เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ โดยระบบสามารถประมาณค่าความสามารถ พร้อมทั้งรายงานผลและให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที ทำให้นักเรียนทราบข้อบกพร่องทางการเรียน รวมถึงค่าความสามารถของตนเองหลังจากการทำแบบทดสอบ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาและรายวิชาอื่น ๆ ได้ อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและนำผลที่ได้ไปปรับปรุง พัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างถูกต้อง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาผานางคอย จำนวน 9 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 135 คน

2. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาผานางคอย จำนวน 1 โรงเรียน มีนักเรียนจำนวน 31 คน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อหาข้อบกพร่อง

เนื้อหาที่นำมาสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ คือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. ลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ
2. ลักษณะและส่วนต่างๆของปริซึม, ทรงกระบอก, พีระมิด, กรวย และทรงกลม
3. รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ และการสร้างรูปเรขาคณิตจากรูปคลี่
4. การหาปริมาตร และความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
5. โจทย์ปัญหาปริมาตรหรือความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวินิจฉัยหาข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
2. การวินิจฉัยข้อบกพร่อง หมายถึง การค้นหาอุปสรรคหรือข้อบกพร่องในการเรียน ในที่นี้ผู้วิจัยมุ่งค้นหาข้อบกพร่องของการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้
 - 2.1 ด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้
 - จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด
 - ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด
 - ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้
 - ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้
 - 2.2 ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้
 - ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ
 - ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา

- การนำข้อมูลมาใช้ผิด
- การแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์

3. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยที่พิจารณาจากค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และ ความเชื่อมั่น

3.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนตอบถูกต้องกับจำนวนคนทั้งหมด โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.78

3.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกกลุ่มรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) กับกลุ่มไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) โดยกลุ่มรอบรู้คือกลุ่มที่ได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับคะแนนที่เกณฑ์กำหนด และกลุ่มไม่รอบรู้ คือ กลุ่มที่ได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนที่เกณฑ์กำหนด หาโดยวิธีการของแบรนนัน (B)

3.3 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาพิจารณาตรวจสอบค่าความสอดคล้อง (IOC)

3.4 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยวัดความคงที่ของคะแนนนักเรียนแต่ละคนจากการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย

4. เว็บแอปพลิเคชัน หมายถึง การทดสอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือสมาร์ตโฟน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ คือ แบบทดสอบ และเครื่องมือการประเมินผล เมื่อผู้ใช้ทำการทดสอบแล้ว ระบบสามารถตรวจคำตอบและแจ้งคะแนนให้กับผู้ใช้ได้ทันที มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งการให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกต้อง 1 และตอบผิดได้ 0 ได้เท่านั้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพ

2. ครูผู้สอน นักเรียน ทราบข้อบกพร่องทางการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นข้อมูลสารสนเทศในการ วางแผนแก้ไขปัญหาและปรับปรุง แก้ไขการจัดการเรียนรู้

3. เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยผ่านเว็บแอปพลิเคชันสำหรับครูผู้สอน กลุ่มสาระอื่น ๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อใช้เป็นพื้นฐานแนวคิดในการวิจัยและเพื่อให้การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้อย่างมีคุณภาพ ผู้วิจัยได้ศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560
 - 1.1 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์
 - 1.2 คุณภาพของผู้เรียน
 - 1.3 มาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบทดสอบวินิจฉัย
 - 2.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 2.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 2.3 เทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 2.4 การหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัย
3. ข้อบกพร่องทางการเรียน
 - 3.1 ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน
 - 3.2 ลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียน
4. รูปแบบของการวินิจฉัย
 - 4.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน
 - 4.2 เกณฑ์การวินิจฉัย
5. เว็บแอปพลิเคชัน
 - 5.1 ความหมายของเว็บแอปพลิเคชัน
 - 5.2 การออกแบบ และเทคโนโลยีที่ใช้ในเว็บแอปพลิเคชัน
 - 5.3 ข้อดี และข้อจำกัดของแอปพลิเคชัน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาและตั้งจุดประสงค์ที่จะใช้ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชันเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 แสดงรายละเอียด ดังนี้

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖

อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

นำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปร่างกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

มาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง 2560 พบว่า สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มี 4 สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ จำนวน 10 มาตรฐาน แสดงรายละเอียด ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหา ที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.3 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 24 เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สาระที่ 4 แคลคูลัส

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้เนื้อหาที่ผู้วิจัยเลือกใช้ คือ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษามาตรฐานและตัวชี้วัด ดังนี้

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตาราง 1 สารระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๖	๑. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ปริมาตรและความจุ ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
	๒. บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ	รูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด
	๓. ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่ และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	รูปคลี่ของทรงกระบอก กรวย ปริซึมพีระมิด

แบบทดสอบวินิจฉัย

ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัย มีนักวิชาการและนักวิจัยได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย แสดงรายละเอียด ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2558) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อให้เห็นจุดที่เป็นปัญหา ข้อบกพร่องอุปสรรคในการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งของนักเรียนแต่ละคน

กัญวลัญช์ จิตรดี (2559,น.27) ได้สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อน และสาเหตุของความบกพร่อง ที่ทำให้ทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญของนักเรียนลดลง เป็นการวัดรายบุคคล โดยมีเนื้อหาย่อยๆ ตลอดจนมีความตรงเชิงเนื้อหามากกว่าแบบทดสอบประเภทอื่น นำไปสู่การแก้ไขจุดบกพร่อง และสาเหตุของความบกพร่องนั้นๆ ได้ตรงจุด สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น อีกทั้งช่วยให้ครูสามารถปรับวิธีสอนของตนได้อย่างเหมาะสมและสอนซ่อมเสริมนักเรียนได้ตรงกับข้อบกพร่อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและการสอนซ่อมเสริม

พิรภัทร เรื่องเพชร (2561, น. 15) ได้สรุปความหมายแบบทดสอบวินิจฉัย คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบความรู้ของนักเรียน เพื่อให้ครูผู้สอนได้ทราบว่านักเรียนมีจุดบกพร่อง จุดอ่อนในเรื่องใด และแบบทดสอบวินิจฉัยที่ครูสร้างขึ้นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านต่างๆ ได้แก่ ค่าความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย เป็นต้น เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่ดี และเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่จะใช้ในการสอนซ่อมเสริมแก่ผู้เรียนต่อไป

ปานทอง ซาลีเครือ (2564, น.11) ได้สรุปความหมายแบบทดสอบวินิจฉัย คือ เป็นแบบทดสอบที่สร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน จุดด้อย และหาสาเหตุว่าเหตุใดผู้เรียนจึงมีผลการเรียนบกพร่อง เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องจัดหาวิธีการสอนหรือแก้ปัญหาได้ตรงจุด และเป็นการช่วยปรับปรุงความรู้ของนักเรียนให้ดีขึ้นด้วย

Singha (1974) ได้กล่าวถึงความหมายแบบทดสอบวินิจฉัยว่า แบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนในส่วนที่จะให้ความช่วยเหลือซ่อมเสริม โดยแบบทดสอบประเภทนี้ การสุ่มเนื้อหาจำเป็นต้องละเอียดมาก และแบบทดสอบประเภทนี้ ความเที่ยงตรง ของเนื้อหา มีความจำเป็นมากกว่าแบบทดสอบประเภทอื่น

Ahmann and Glock (1975) กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลังจากสิ้นสุดให้การเรียนการสอนแล้ว จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย คือ ช่วยให้ผู้ทราบถึงข้อบกพร่องเฉพาะที่เป็นพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังของนักเรียน

จากการศึกษาความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัย คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ ข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อหาแนวทางในการแก้ไข และสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่มีข้อบกพร่องได้อย่างตรงจุด อีกทั้งช่วยให้ครูสามารถปรับวิธีสอนของตนได้อย่างเหมาะสม และแบบทดสอบวินิจฉัยที่ครูสร้างขึ้นจะต้องหาคุณภาพของเครื่องมือ เพื่อเป็นการยืนยันว่าเครื่องมือดังกล่าวมีคุณภาพ

ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

มีนักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ให้ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย แสดงรายละเอียด ดังนี้

มยุรี ศรีวรรณะ (2555, หน้า 21) ได้กล่าวสรุปถึงลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนดังต่อไปนี้

1. เป็นการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัยอย่างละเอียดแล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อศึกษาเป็นตอน ๆ ไป
2. วิเคราะห์ทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อยในเนื้อหาแต่ละตอน
3. ศึกษา รวบรวมสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาแต่ละทักษะย่อย

4. ควรสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey test) ขึ้นมาก่อนเพื่อนำผลจากแบบทดสอบนี้ไปเลือกใช้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยเฉพาะเรื่อง เฉพาะตอนได้ตรงยิ่งขึ้น

5. ข้อสอบควรจะง่าย เพื่อให้สามารถจำแนกระหว่างเด็กที่มีปัญหาได้ ข้อสอบแต่ละข้อควรมีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป และควรมีมากข้อ

6. เน้นการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ (Part score) และการให้คะแนนของข้อสอบในแต่ละส่วนไม่เป็นคะแนนรวม

7. เวลาให้ทำแบบทดสอบ ต้องให้เวลากับนักเรียนอย่างเพียงพอจนกระทั่งนักเรียนทำเสร็จหรือนักเรียนบอกว่าทำไม่ได้ ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบนี้เพื่อมุ่งค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียน และการใช้แบบทดสอบนี้ใช้สอบเมื่อเรียนแต่ละบทเรียนเสร็จสิ้น

8. มีเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำสำหรับเทียบ อธิบายความบกพร่องแต่ละทักษะ

กมลรัตน์ นักพรชชา (2559, หน้า 42) ได้สรุปลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นแบบทดสอบที่ง่าย และไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) แต่ต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำ (Low criteria) ที่เหมาะสม เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องทางด้านใด

รัตติมา เจริญสุข (2559, หน้า 28) ได้กล่าวสรุปถึงลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียน ดังต่อไปนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่แยกออกเป็นฉบับย่อย ๆ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นด้าน ๆ ของแต่ละรายวิชา

2. เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

3. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

4. เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการทดสอบ

5. เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

6. เป็นแบบทดสอบที่ให้เวลาเต็มที่ในการทำข้อสอบ

7. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติเพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลแต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ใช้ในการวินิจฉัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องหรือไม่

8. คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนจะมีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนรายข้อ

Bloom (1971) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า

1. เป็นแบบทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานเพื่อหาระดับการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการค้นหาที่บกพร่อง จัดสอนซ้ำหรือสอนซ่อมเสริม ปรับปรุงวิธีสอน
2. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้รับการสอนพอสมควรแล้ว
3. ใช้ประเมินได้ทั้งพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective-Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)
4. แบบทดสอบวินิจฉัยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยมาตรฐานหรือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น
5. ต้องมีจำนวนข้อมากโดยแต่ละข้อมีความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป
6. การประเมินผลคะแนนจากแบบทดสอบอาจใช้ได้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์แต่เน้นที่แบบอิงเกณฑ์
7. วิธีรายงานจากแบบทดสอบทำได้โดยการเขียนเส้นภาพ (Profile) ของแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

Singha (1974) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. มีจำนวนคำถามมากข้อและครอบคลุมจุดประสงค์ของการเรียน (Learning Point)
2. จะต้องมีการวิเคราะห์เนื้อหา
3. มักเป็นคำถามง่าย ๆ
4. ไม่จำกัดเวลาสอบ
5. ในแบบทดสอบย่อยประกอบด้วย ข้อสอบที่วัดในลักษณะเดียวกัน
6. ไม่มีการตั้งเกณฑ์ปกติ เพราะแบบทดสอบชนิดนี้ต้องการค้นหาจุดอ่อนของนักเรียนมากกว่าใช้ผลเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียน

Gronlund (1976) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ไว้ดังนี้

1. ยืดความบกพร่องในการเรียนเป็นข้อช่วยในการวัด
2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะอย่าง
3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย
4. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
5. สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน
6. นำผลไปใช้การพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

Mehrens and Lehmann (1984) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า

1. การทดสอบวินิจฉัยไม่ได้คำนึงถึงคะแนนการสอบเพียงอย่างเดียวแต่จะพิจารณาถึงรายละเอียดต่าง ๆ จากผลงานของนักเรียนประกอบด้วยเพื่อเป็นแนวทางในการจัดสอนซ่อมเสริม

2. แบบทดสอบวินิจฉัยจะต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่ต้องการจะแสดงว่าโดยทั่วไปนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่ม และไม่มีเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่เราถือว่าเกณฑ์ปกติ(Norm) ได้มาจากข้อสอบมาตรฐานอื่นๆซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norm) อยู่แล้ว

3. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน ในกรณีที่เครื่องมือนั้นถูกใช้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

4. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจใช้เกณฑ์แบบปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ หรือเกณฑ์ปกติแบบ เทียบชั้น (Grade Equivalent Norm) ได้ตามความเหมาะสม

5. แบบทดสอบวินิจฉัย จะใช้เฉพาะกับนักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการดำเนินการสอบ การตรวจและการตีความหมายของคะแนน

6. แบบทดสอบวินิจฉัยสร้างยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อื่น ๆ เพราะนอกจากจะต้องการคำตอบของนักเรียนแล้ว ยังต้องทำให้สามารถรู้ว่าคุณนักเรียนมีข้อบกพร่องในด้านใด

จากการศึกษาลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดหาสาเหตุ ข้อบกพร่อง และความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล
2. เป็นแบบทดสอบควรมีหลายๆข้อ และสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
3. เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย โดยมีระดับความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป
4. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำเพื่อใช้ในการวินิจฉัยว่าคุณนักเรียนมีความบกพร่องหรือไม่

เทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

นักการศึกษาและนักวิจัยทั้งไทยและต่างประเทศได้กล่าวถึงเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย แสดงรายละเอียด ดังนี้

วิภาดา โพธิ์กุดสัย (2554, หน้า 26) ได้กล่าวสรุปถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัย เอกสาร หลักการ คู่มือการสอนภาษาไทย หนังสือเรียน
3. วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจให้ผู้เชี่ยวชาญให้พิจารณาความเที่ยงตรง
6. นำแบบทดสอบสำรวจเพื่อหาตัวลวง จุดบกพร่อง

7. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
8. ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบ
9. ทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 1
10. หาคุณภาพเครื่องมือ ปรับปรุงข้อสอบ
11. ทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 2
12. หาคุณภาพเครื่องมือ ปรับปรุงข้อสอบ
13. ทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 2
14. หาคุณภาพเครื่องมือ
15. จัดพิมพ์แบบทดสอบและคู่มือดำเนินการสอบ

สุมานี กลิ่นพูน (2555, หน้า 37) จากการศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยได้ ดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการทำเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตร
3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะของแบบทดสอบและจำนวนข้อสอบ
4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยใช้คำตอบที่รวบรวมมาจากการตอบของ
นักเรียนที่ตอบผิดในการทดสอบเพื่อสำรวจมาสร้างเป็นตัวลวง แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียน
6. วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของ
นักเรียน เพื่อใช้ในการปรับปรุงแบบทดสอบต่อไปจัดพิมพ์แบบทดสอบและคำชี้แจงในการสอบ

นฤมล อุดรประจักษ์ (2555, หน้า 30) เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย สามารถสรุปเป็น
ขั้นตอนในการสร้างได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาเนื้อหาเพื่อวิเคราะห์เนื้อหา แล้วเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
4. กำหนดจำนวนคำถามลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรง
6. นำไปทดสอบกับนักเรียนเพื่อหาข้อบกพร่อง
7. นำผลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
8. นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ และพัฒนาแบบทดสอบให้มีคุณภาพ
9. จัดทำคู่มือและพิมพ์เป็นรูปเล่ม

วรรณุช ชำนาญกิจ (2559, หน้า 18) ได้กล่าวสรุปเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์สาระเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดอย่างละเอียดแล้ว กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
2. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีจำนวนข้อคำถามที่มากเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้
3. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้
4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบสาเหตุข้อบกพร่อง
5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยคัดเลือกแบบคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ผิดมาสร้างเป็นตัวลวง ส่วนข้อคำถามสร้างตามสภาพปัญหาที่นักเรียนมี
6. ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ประสิทธิภาพของตัวลวง และปรับปรุงข้อสอบ

7. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแบบทดสอบเพื่อกำหนดคะแนนเกณฑ์
 8. ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ
 9. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบวินิจฉัย
- จำรัส ธงทอง (2560) ได้สรุปเทคนิคการสร้างข้อสอบวินิจฉัย ไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตร คู่มือครูและหนังสือแบบเรียน
3. วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. สร้างแบบทดสอบสำรวจ
5. ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
6. ทดสอบเพื่อสำรวจหาจุดบกพร่องและหาตัวลวงของแบบทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง
7. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
8. ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้องของข้อบกพร่อง
9. ทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 1
10. วิเคราะห์หาค่าความยาก อำนาจจำแนก และปรับปรุงข้อสอบ
11. ทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 2
12. วิเคราะห์หาค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

13. ทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 3

14. วิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนรู้ของนักเรียน

15. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

Lindquist (1966) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพมากที่สุด มีเกณฑ์ในการสร้างดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัย ต้องสอดคล้องกับหลักสูตร และมีความชัดเจนในจุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
2. คำถามในแบบทดสอบ ต้องสร้างให้สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
3. ทำการวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยอาศัยการทดสอบค้นหาอุปสรรคในการตอบหรือความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
4. แบบทดสอบ ต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนได้อย่างเพียงพอและต้องใช้ค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนได้

Singha (1974) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ไม่จำเป็นต้องสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร เนื่องจากไม่ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับวิธีการ
2. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติในการวินิจฉัยเพราะจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่อง
3. หากสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อไม่น้อยกว่าสามข้อในแต่ละจุดประสงค์
4. การสร้างอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standard Test) หรือแบบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-made Test) แต่แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นค้ำค่ามากกว่าเพราะประหยัดเวลาและกำลังงานมากกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน

Clark and Star (1976) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน ดังนี้

1. จัดตั้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีจำนวนหลาย ๆ ข้อต่อหนึ่งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. รวบรวมและจัดเรียงแบบทดสอบ

Mehrens and Lehmann (1984) ได้อธิบายถึง หลักในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนให้มีคุณภาพดีจำเป็นต้องอาศัยหลักการต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ทักษะหรือความรู้ให้เป็นทักษะหรือความรู้ย่อย ๆ
2. ความสามารถในการพัฒนาตัวข้อสอบให้มีความตรงในการวัดทักษะย่อย ๆ

จากการศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุป เทคนิค และวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้
3. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ นำแบบทดสอบที่ สร้างเสร็จแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง
4. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
5. นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องผ่านเว็บแอปพลิเคชันไปทดสอบกับนักเรียนที่ ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เว็บแอปพลิเคชันจะวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และตัดทิ้งข้อสอบที่ไม่มีคุณภาพออก
6. นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องที่ผ่านการวิเคราะห์และปรับปรุงคัดเลือกไป ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

การหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ผู้วิจัยขอเสนอ การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยตามแนวแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ดังนี้

ความตรงตามเนื้อหา (Content validity)

ค่าความยากง่าย (Difficulty)

อำนาจจำแนก (Discrimination)

ความเที่ยง (Reliability)

4.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content validity)

การหาค่าความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้แนวคิดและข้อเสนอแนะถึงค่าความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

ปิยะธิดา ปัญญา (2558 : 195) ได้ให้ความหมายความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้กำหนดไว้ แบบทดสอบที่ใช้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นั่นคือ ข้อคำถามในแบบทดสอบนั้นต้องเป็น ตัวแทนของเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน

ไพศาล วรคำ (2555, หน้า 260-263) ได้กล่าวความหมายของแบบทดสอบ อิงเกณฑ์ เกี่ยวกับความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ว่าเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดตรง ตามเนื้อหาที่จะวัดหรือเป็นดัชนีที่บ่งบอกว่าเนื้อหาของเครื่องมือ เนื้อหาของข้อคำถาม วัดได้ตรงตาม วัดได้ตรงตามเนื้อหาของที่จะวัด ดังนั้นประเด็นสำคัญของความตรงเนื้อหาจึงอยู่ที่การเลือกใช้กลุ่ม

ตัวอย่างเนื้อหาที่เป็นตัวแทนที่ดี (Representative sample) ของเนื้อหาที่ต้องการวัดว่าจะเป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมดและมีความเพียงพอ (Adequate) ต่อการวัดเนื้อหานั้นหรือไม่

สุรวาท ทองบุ (2553 : 105) ได้ให้ความหมายความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นวิธีหาความตรงโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ความถูกต้องของแบบทดสอบที่จะสะท้อนความถูกต้องของความคิดรวบยอด (Concept) ตลอดทั้งการตรวจเฉลยหรือให้คะแนนถูกต้องเหมาะสมหรือไม่การตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญดัชนีที่บ่งบอกถึงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งคำนวณได้จากความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น ดัชนี เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC)

สอดคล้อง มีคะแนน +1

ไม่แน่ใจ มีคะแนน 0

ไม่สอดคล้อง มีคะแนน -1

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์
 $\sum R$ หมายถึง ระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ
 N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

สมนึก ภัททิยธนี (2553, หน้า 218-222) หาความตรงของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ ความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงโครงสร้าง ดังนี้

1. ความตรงตามเนื้อหาแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ อาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการวัดผล และอาศัยเทคนิคการตรวจสอบจากการทดลองหรือเทคนิคเชิงประจักษ์ทั้ง 2 กรณี ใช้สูตร Rovinelli and Hambleton, (1977, pp. 214-221) เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC: Index of item objective congruence) ซึ่งพิจารณาต่อไปนี้

1.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่

1.2 ข้อสอบที่จะวัดแต่ละข้อ วัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือไม่ทั้ง 2 กรณี ซึ่งมีขั้นตอนการพิจารณา ดังนี้

1.2.1 ผู้สร้างข้อสอบพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง ชื่อเรื่อง ความคิด รวบยอด (Concept) จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ประจําบทหรือหน่วยการเรียนรู้ และพิจารณาจำนวนฉบับของแบบทดสอบ

1.2.2 เขียนชื่อเรื่องและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมลงในแบบฟอร์มเพื่อมอบให้ผู้เชี่ยวชาญประมาณ 3 - 5 คน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับชื่อเรื่อง และระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พร้อมทั้งกำหนดคะแนนความคิดเห็น

1.2.3 หาผลรวมของคะแนนในแต่ละจุดประสงค์หรือในข้อสอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
 $\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2.4 พิจารณาคัดเลือกจุดประสงค์หรือข้อสอบที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งแสดงว่าจุดประสงค์นั้นวัดได้ครอบคลุมกับเนื้อหาตามชื่อเรื่องนั้น หรือข้อสอบข้อนั้น วัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตรงตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้นหรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ การหาความตรงทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมใช้คือ วิธีของ Carver (Carver method)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) โดยใช้สูตรของ Rovinelli and Hambleton ในการหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

4.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty)

การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดและข้อเสนอแนะถึงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

ประกาย เครือเนตร (2558, หน้า 24) ได้กล่าวสรุปถึงความยากของแบบทดสอบว่าเป็นสัดส่วนที่แสดงว่า ข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้าเป็นข้อสอบที่มีคนทำถูกมากก็จะแสดงว่าเป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบที่ยาก ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาความยากใช้เกณฑ์มีค่าตั้งแต่ 0.20 - 0.80

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้เสนอแนวความคิดเห็นว่าข้อสอบอิงเกณฑ์ จะพิจารณาค่าความยากง่ายของข้อสอบแตกต่างจากแบบอิงกลุ่ม โดยข้อสอบอิงเกณฑ์ในแต่ละข้อ จะต้องมียาค่าความยากง่ายน้อยกว่า 0.40 ก่อนที่นักเรียนจะได้รับการสอน และเมื่อนักเรียนได้รับการ สอนแล้ว ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมียาค่าความยากง่ายมากกว่า 0.75 ทั้งนี้เป็นเพราะการวิเคราะห์ ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ไม่ได้เน้นที่จะนำค่าความยากง่าย เพื่อมาเลือกข้อสอบแต่เน้นที่คุณภาพในการ สอนของครู ส่วนการคำนวณค่าความยากง่าย นั้นจะคำนวณจากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ปิยะธิดา ปัญญา (2558) กล่าวว่า ดัชนีความยากเป็นดัชนีผูกพันกับการแปลความหมาย คือ ถ้ามีดัชนีความยากต่ำ ข้อสอบยาก ถ้ามีดัชนีความยากสูง ข้อสอบง่าย การตรวจสอบความยาก ของข้อสอบ จะสามารถสะท้อนปัญหาเกี่ยวกับการทดสอบและการจัดการเรียนการสอนได้

พิสนุ ฟองศรี (2552, หน้า 21) ความยาก เป็นสัดส่วนของการตอบถูกผิดของข้อสอบ แต่ละข้อในแบบสอบ ข้อคำถามใดที่มีคนตอบถูกมากถือว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย จะมีค่าความยากมาก ข้อใดที่มีคนตอบถูกน้อยถือว่าเป็นความยากมาก แต่จะได้ค่าความยากน้อย ค่าความยากมีค่าระหว่าง 0.00-1.00 ค่าความยากยิ่งสูง ข้อสอบยิ่งง่าย ค่าที่ใช้ได้ค่าระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าที่ดีที่สุด คือ 0.50

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่าน ผู้วิจัยสามารถสรุป ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ คือ อัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคน ทั้งหมด ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก วิธีการวิเคราะห์เป็น การวิเคราะห์แบบรายข้อ (Item Analysis) ไม่ใช่เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมทั้งฉบับ ค่าความยากมีค่า อยู่ระหว่าง 0 - 1 รายละเอียด ปรากฏดังต่อไปนี้

ตาราง 2 ข้อเสนอแนะในการเลือกข้อสอบจากค่าความยากง่าย

ค่าความยาก		ความหมายระดับ ความยาก	คุณภาพข้อสอบ
ร้อยละ	สัดส่วน		
80 - 100	0.80 - 1.00	ง่ายมาก	ไม่ดีตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่
60 - 79	0.60 - 0.79	ง่าย	พอใช้ได้
40 - 59	0.40 - 0.59	ปานกลาง	ดีมาก
20 - 39	0.20 - 0.39	ยาก	พอใช้ได้
0 - 19	0.00 - 0.19	ยากมาก	ไม่ดีตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่

4.3 อำนาจจำแนก (Discrimination)

การหาค่าอำนาจของแบบทดสอบ มีนักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบไว้ดังต่อไปนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2558) ได้เสนอแนวคิดเห็นว่า อำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นประสิทธิภาพในการจำแนกผู้สอบเป็นผู้รอบรู้หรือสอบผ่านกับผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่าน

สุรวาท ทองบุ (2553) ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อแบบอิงเกณฑ์ จะมุ่งเน้นการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งเสนอไว้ 2 วิธี คือ การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบสองครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน) และจากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) เป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอ โดยแบรนแนน ค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้เรียกว่า ดัชนีบี (B-Index) หรือ Brennan

ทรงศักดิ์ ภูศรีอ่อน (2556, หน้า 57-63) ได้กล่าวสรุปถึงความหมายอำนาจจำแนกของแบบทดสอบว่า เป็นตัวชี้วัดแสดงถึงคุณภาพรายข้อของข้อสอบและข้อคำถามในแบบสอบถามเป็นค่าที่วัดเกี่ยวกับความสามารถของข้อสอบหรือข้อคำถามที่จะแยกกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สามารถแยกกลุ่มคนเก่ง และกลุ่มคนอ่อนได้

การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ มีวิธีพิจารณาหลายวิธี ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ การหาค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของแบรนแนน (Brenan) ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีสูตรใน การคำนวณ ดังต่อไปนี้

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

เมื่อ B หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์

U หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) ที่ตอบข้อสอบนั้นถูก

L หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) ที่ตอบข้อสอบนั้นถูก

N_1 หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์)

N_2 หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์)

4.4 ความเที่ยง (Reliability)

การหาความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีนักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ไว้ดังต่อไปนี้

ปิยะธิดา ปัญญา (2558) ได้กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นนั้นจะขึ้นอยู่กับข้อสอบที่เป็นตัวแทนของเนื้อหาที่จะทำการวัด ถ้าข้อสอบที่ปรากฏในแบบทดสอบสามารถเป็นตัวแทนของข้อสอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดอย่างเพียงพอ แบบทดสอบนั้นก็จะมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเพียงพอ แต่ถ้าแบบทดสอบไม่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สิ่งที่จะเกิดตามมามี 2 ประการคือ ประการที่หนึ่ง ผู้เรียนไม่สามารถแสดงทักษะที่พวกเขาทำได้ เพราะทักษะเหล่านั้นไม่ได้รับการทดสอบ และประการที่สอง ข้อสอบที่นำมาสอบจะไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ครูสอนทำให้ผู้เรียนทำข้อสอบไม่ได้หรือคำตอบของผู้เรียนไม่ถูกต้อง ดังนั้น ผลที่ตามมาคือแบบทดสอบจะคะแนนต่ำ ซึ่งแปลความหมายได้ว่าคะแนนของแบบทดสอบไม่เพียงพอที่จะวัดความสามารถของผู้เรียนตามเนื้อหาที่ครูได้ทำการสอนไปแล้ว สำหรับครูส่วนใหญ่แล้วมักจะคุ้นเคยกับเนื้อหาที่ครูต้องสอนเป็นอย่างดี ดังนั้นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยธรรมชาติอยู่แล้ว

ไพศาล วรคำ (2555, หน้า 272-290) ได้กล่าวสรุปถึงความเที่ยง (Reliability) ว่าเป็นความคงที่ของผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ยังคงให้ผลการวัดที่ไม่เปลี่ยนแปลงแบบวัดที่มีความเที่ยงแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนั้นไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัดเพราะวัดกี่ครั้ง ก็ได้ผลการวัดที่คงที่ ความเที่ยงจึงมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของการคลาดเคลื่อน (Error variance) กล่าวคือ ถ้าแบบวัดมีความเที่ยงสูงความคลาดเคลื่อนของการวัดจะต่ำนั่นเอง การหาความเที่ยงของแบบวัดทำได้หลายวิธีแต่ขอยกตัวอย่างวิธีที่ใช้แบบทดสอบวินิจฉัย ดังต่อไปนี้

วิธีวิเคราะห์ความเที่ยงแบบอิงเกณฑ์ของโลเวทท์ (Lovett's method) เป็นการหาความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการทดสอบเพียงครั้งเดียว คำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$r_{cc} = \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

k แทน จำนวนข้อสอบ

x แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

c แทน คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ข้อบกพร่องทางการเรียน

ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน

มีนักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ให้ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน แสดงรายละเอียด ดังนี้

สาคร บุญคว (2537 : 36) ได้สรุปความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ว่า นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์จะมีพัฒนาการทางความคิดช้า ระดับการเรียนรู้ต่ำ ขาดทักษะทางภาษา ซึ่งไม่สามารถตีความในภาษาได้ ไม่เข้าใจโครงสร้างในเนื้อหาคณิตศาสตร์ และขาดแรงจูงใจ

วรรณรัตน์ วิบูลสุข (2539 : 7) ได้สรุปความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่เป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้ผลการเรียนไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์

ัญญสินี ฐานา (2546 : 24) ได้ให้ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ .ดังนี้ ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ข้อผิดพลาดหรือสาเหตุที่เป็นปัญหาอันมาจากการทำผิด การเลือกผิด การคิดที่แตกต่างซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ หรือไม่สามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนสามารถสรุปได้ว่า ข้อบกพร่องทางการเรียน คือ ข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำผิด หรือความคิดที่แตกต่าง ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน

ลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

การศึกษาลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะหลังจากที่ได้ข้อบกพร่องจากนักเรียนแล้ว ต้องนำข้อบกพร่องมาจำแนก วิเคราะห์หาลักษณะของข้อบกพร่อง ดังที่มีนักการศึกษาและนักวิจัยหลายๆท่านได้เสนอลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียน แสดงรายละเอียด ดังนี้

Movshovitz-Hadar, Zaslacsky, & Inbar (1987, pp. 3-14) อ้างใน พิรภัทร เรื่องเพชร 2562 หน้า 41) ได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบของข้อบกพร่องของนักเรียนในรายวิชาพีชคณิต และได้จัดกลุ่มข้อบกพร่องไว้เป็น 6 ด้าน คือ

1. ข้อบกพร่องจากการใช้ข้อมูลผิด หมายถึง การที่นักเรียนนำข้อมูลจากโจทย์มาใช้ผิด อาจผิดตอนเริ่มต้นหรือภายหลังจากการนำข้อมูลมาแก้ปัญหาจากโจทย์แล้ว
2. ข้อบกพร่องในการใช้ภาษา เป็นการตีความจากโจทย์ผิดหรือไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้เขียน
3. ข้อบกพร่องในการอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์

4. ข้อบกพร่องจากการบิดเบือนทฤษฎี สูตร นิยามและสมบัติ
5. ข้อบกพร่องที่เกิดจากการขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
6. ข้อบกพร่องที่เกิดจากความผิดพลาดในด้านเทคนิคการทำ

อัมพร ม้าคนอง (2536, หน้า 23-24) ได้สรุปลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ ดังนี้

1. ด้านการตีความจากโจทย์ มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้
 - 1.1 แปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
 - 1.2 นำข้อมูลมาใช้ผิด
2. ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติ มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้
 - 2.1 จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด
 - 2.2 ขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติ
 - 2.3 ขาดทักษะในการเลือกทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติที่เหมาะสมมาใช้
 - 2.4 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติไม่ถูกต้อง
3. ด้านการคิดคำนวณ มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้
 - 3.1 ขาดความเข้าใจในหลักเลขคณิตเบื้องต้น
 - 3.2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นในการแก้สมการและอสมการ
 - 3.3 ทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคำนวณ
 - 3.4 ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ
 - 3.5 สรุปผลไม่ถูกต้องหรือสรุปผลไม่ครบทุกกรณี

Blando, Kelly, Sohacider, & Sleeman (1989, pp. 301-308) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์และหารูปแบบข้อบกพร่องทางเลขคณิต ได้สรุปข้อบกพร่องเลขคณิตไว้ 4 ด้าน คือ

1. ข้อบกพร่องในการคิดผิดลำดับขั้นตอน เช่น บวกก่อนคูณ ลบก่อนหาร ละเลยการคำนวณในวงเล็บก่อน
2. ข้อบกพร่องในเรื่องของการทำผิดความหมาย เช่น หารแทนการบวก คูณแทนการบวก หารแทนการลบ
3. ข้อบกพร่องเนื่องจากการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ เช่น $6 + 4$ เป็น 9
4. ข้อบกพร่องอื่นๆ คือ ปฏิเสธที่จะแก้ปัญหา เช่น $8 - (2 + 4)$ ได้เป็น -2

วิทยาเวช (2551: 33 อ้างถึง The National Longitudinal Study of Mathematical Abilities, NLSMA) ได้จัดระดับความคิดสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ 5 ชั้น เรียงลำดับจากระดับต่ำไปหาระดับสูง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of facts) หมายถึง การระลึกข้อเท็จจริงเฉพาะเรื่องได้ เช่น คำศัพท์คณิตศาสตร์ สัญลักษณ์ จุดเน้นคือ การระลึกได้หรือจำได้เท่านั้น ไม่ใช่การสังเคราะห์ หรือการแปลสิ่งที่ระลึกได้

2. การคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในการทำตามกฎหรือหลักการที่เรียนรู้มาแล้ว จุดเน้นคือ การจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ (บวก ลบ คูณ หาร) ซึ่งระบุไว้ชัดเจนแล้วไม่ต้องตัดสินใจว่าจะจัดกระทำด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์แบบใด

3. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการตีความโจทย์ปัญหากราฟ แผนภูมิ การแปลโจทย์ปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ การใช้เหตุผล จุดเน้น คือ ความเข้าใจ เขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ ไม่ใช่การคำนวณหาคำตอบ

4. การนำไปใช้ (Application) เป็นการนำความคิดรวบยอดหรือหลักการที่เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่โดยตรง เช่น นำความรู้ที่เรียนไปแก้โจทย์ปัญหาที่คล้ายกับโจทย์ปัญหาที่เคยทำมาแล้ว นอกจากนี้ยังครอบคลุมความสามารถในการเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อหาว่าข้อมูลใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นต้องนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

5. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการนำความคิดรวบยอด และหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ซับซ้อนขึ้น ต้องใช้ความคิดลึกซึ้งขึ้น เช่น คิดอย่างสร้างสรรค์ แยกแยะส่วนประกอบสำคัญอย่างละเอียด การคิดหากระบวนการใหม่ในการแก้ปัญหา การนำความสัมพันธ์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การนำความสัมพันธ์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การแสดง การพิสูจน์ การสร้างหลักการ

Casay (1988 p.92) ได้ทำการวิจัย เรื่อง "การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนและเทคนิคการสอนเพื่อการแก้ไขความคลาดเคลื่อนนั้น" แล้วสรุปลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนในการหาสาเหตุที่ผิดและแบ่งระดับความผิดพลาดที่นักเรียนจะบกพร่อง 9 ด้าน คือ

1. รูปแบบคำถาม
2. การอ่านคำถาม
3. ความเข้าใจในคำถาม
4. กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้
5. ทักษะการเลือกใช้ความรู้
6. ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้
7. การเสนอคำตอบ
8. ความผิดพลาดซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้เนื่องจากการขาด
9. ความผิดพลาดซึ่งครูจะทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

จากการศึกษาลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

ด้านที่ 1 การใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง

- ดังนี้
- จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด
 - ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด
 - ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้
 - ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้

ด้านที่ 2 การคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้

- ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ
- ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา
- การนำข้อมูลมาใช้ผิด
- การแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์

รูปแบบของการวินิจฉัย

Underhill (1972) ได้แบ่งประเภทของการวินิจฉัยออกเป็น 3 ประเภท คือ การวินิจฉัยแบบทั่วไป การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ และการวินิจฉัยแบบคลินิก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวินิจฉัยแบบทั่วไป (General Diagnosis) การวินิจฉัยแบบทั่วไปเป็นเพียงการสำรวจเพื่อให้ทราบถึงระดับความสามารถต่างๆไปของเด็กที่เป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบ

2. การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ (Analytical Diagnosis) การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องที่ใด เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบเช่นเดียวกับการวินิจฉัยแบบทั่วไป แต่จะวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงไปที่เรื่องใดเรื่องหนึ่ง

3. การวินิจฉัยแบบคลินิก (Clinical Diagnosis) การวินิจฉัยแบบละเอียดเป็นการศึกษาแบบลึกซึ้งเกี่ยวกับสมรรถภาพของนักเรียน ที่มีข้อมูลแสดงให้เห็นชัดเจนว่ามีปัญหาซับซ้อนเครื่องมือที่ใช้นอกจากแบบสอบแล้วยังต้องใช้วิธีอื่นด้วย เช่น ชีวิตครอบครัว ทักษะคิดต่อคณิตศาสตร์ สุขภาพ อารมณ์ บุคลิกภาพ เป็นต้น

โดยงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวินิจฉัยแบบวิเคราะห์

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน

สำหรับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวินิจฉัยมีวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่เป็นที่นิยมมากในการนำมาศึกษาหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน นอกจากแบบทดสอบวินิจฉัยแล้วยังมีวิธีการอื่นๆ ที่สามารถนำมาเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้อีก เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์หรือการวิเคราะห์จากแบบฝึกหัด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การสัมภาษณ์

สำเร็จ พิมพ์ดี (2538, หน้า 8) กล่าวว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยอาศัยการสนทนา ซึ่งในการสนทนาดังกล่าวนอกจากการใช้คำพูดแล้วยังต้องใช้ตาและหูเพื่อดูและฟังประกอบการพิจารณา เพื่อหาข้อเท็จจริงอีกด้วย

เขียน ไชยศร(2526, หน้า 94) กล่าวว่า ในการสัมภาษณ์ต้องมีการวางแผนล่วงหน้าว่าต้องการอะไรจากการสัมภาษณ์ในครั้งนั้น จะใช้คำถามในการสัมภาษณ์นั้นอย่างไร จะใช้วิธีการบันทึกอย่างไรและเมื่อไหร่ที่ควรทำการบันทึก

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2535, หน้า 119-120) ได้แบ่งประเภทของการสัมภาษณ์ ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อความเหมือนกันทุกข้อ และก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ควรทำความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อนเพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็นอีก 3 ประเภท ดังนี้

- 2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ การสัมภาษณ์วิธีนี้ อาจไม่ต้องเตรียมคำถามล่วงหน้าเป็นเพียงแต่การพูดคุยกันอย่างธรรมดา ไม่มีกฎเกณฑ์ที่ตายตัวว่าจะเริ่มต้นสิ่งใดและจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่างการสนทนา ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูลสามารถบรรยายความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึกนึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่น ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไรขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรงซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการ

สัมภาษณ์และผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุดเพื่อให้ ผู้ถูกสัมภาษณ์ อยู่ในอารมณ์ที่สบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มี จุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้ว จึงพยายามให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างมี อิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น ๆ

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงจากผู้ถูก สัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิด ข้อเท็จจริงโดยเป็นคำถามที่ถามว่า เพราะเหตุใด หรือทำไม ฯลฯการสัมภาษณ์แบบนี้ ผู้สัมภาษณ์ จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

เทคนิคของการสัมภาษณ์

Clement and Ellerton (1996, pp. 48-50) กล่าวถึง เทคนิคการสัมภาษณ์นิเวศน์ว่าเป็น วิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาด 5 ขั้นตอนที่เกิดจากการตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังจาก ที่นักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้วจะใช้การสัมภาษณ์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลดีและเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน ในปี ค.ศ. 1977 Newman ได้ใช้ เทคนิคการสัมภาษณ์ดังกล่าวและได้เผยแพร่ใช้ในวงการศึกษของประเทศออสเตรเลียจนได้ผลดีและ มีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีวิเคราะห์ความผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนิเวศน์ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน มีดังนี้ ขั้นแรก คือความผิดพลาดจากการอ่าน (Reading errors) ความผิดพลาด ในขั้นนี้ พิจารณาได้จากการที่นักเรียนไม่สามารถอ่านคำสำคัญ (Key word) หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ใน คำถาม ทำให้นักเรียนถูกจำกัดขอบเขตที่ดำเนินการแก้ปัญหาให้ครบสมบูรณ์ได้ ขั้นที่สองคือความ ผิดพลาดจากการทำความเข้าใจ(Comprehension errors) แม้ว่านักเรียนจะสามารถอ่านคำทุกคำที่ อยู่ในคำถามได้ แต่นักเรียนอาจจะไม่เข้าใจความหมายของคำเหล่านั้นได้ทั้งหมด ทำให้นักเรียนก็ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปได้ ขั้นที่สามคือความผิดพลาดจากการเปลี่ยนรูป (Transformation errors) ในขั้นนี้ถึงแม้นักเรียนจะเข้าใจ โจทย์แต่นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้การ กระทำทางคณิตศาสตร์ (Operation) เช่น การบวก การลบ การคูณและการหารได้หรือไม่สามารถ บอกลำดับการกระทำที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้ ขั้นที่สี่ คือ ความผิดพลาดจากการใช้ทักษะ กระบวนการ (Process skill errors) ในขั้นนี้นักเรียนไม่สามารถนำการกระทำทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าวไปใช้อย่างถูกต้องแม่นยำได้ ซึ่งทำให้เกิดการคำนวณที่ผิดพลาดขึ้น และขั้นสุดท้ายคือ ความ

ผิดพลาดจากการสรุปคำตอบ (Encoding errors) ความผิดพลาดในขั้นนี้ เกิดจากการที่นักเรียนทำตามกระบวนการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องแต่ไม่สามารถแสดงคำตอบในรูปแบบที่ โจทย์ต้องการ

กรรณิการ์ ป่วนภาศ (2543, หน้า 13-14) ได้กล่าวถึงวิธีการสัมภาษณ์ของ Newman ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำการสัมภาษณ์หลังจากการทำแบบทดสอบเสร็จแล้วทันที โดยต้องแยกสัมภาษณ์ทีละคน ระหว่างการสัมภาษณ์นั้นก็ควรมีการบันทึกไว้ด้วย นอกจากนี้ผู้สัมภาษณ์ต้องระวังในเรื่องของการพูด เพราะอาจจะทำให้นักเรียนไขว้เขวหรือเปลี่ยนความคิดได้และที่ผู้สัมภาษณ์ไม่ควรบอกนักเรียนว่าโจทย์ที่นำมาสัมภาษณ์นั้น เป็นข้อที่นักเรียนเคยทำผิดมาแล้ว ส่วนวิธีการ ใช้คำถามในการสัมภาษณ์นั้นนิวมานเสนอว่า คำถามดังต่อไปนี้จะเป็นแนวทางไปสู่การวิเคราะห์ความผิดพลาดของนักเรียนจากการเขียนตอบในแบบทดสอบคณิตศาสตร์ได้

ตาราง 3 วิธีการใช้คำถามในการสัมภาษณ์ของ Newman

ขั้นที่	การวิเคราะห์ความผิดพลาด	คำถามที่ใช้
1	ความผิดพลาดจากการอ่าน (Reading errors)	นักเรียนลองอ่านคำถามให้ครูฟัง
2	ความผิดพลาดจากความเข้าใจ (Comprehension errors)	บอกครูว่าคำถามต้องการให้เธอทำอะไร
3	ความผิดพลาดจากการเปลี่ยนรูป (Transformation errors)	บอกครูถึงแนวคิดที่เธอจะใช้หาคำตอบ
4	ความผิดพลาดจากการใช้ทักษะ กระบวนการ (Process skill errors)	ลองแสดงวิธีที่เธอใช้คำนวณหาคำตอบ พร้อมอธิบายตามไปด้วย
5	ความผิดพลาดจากการสรุปตอบ (Encoding errors)	ที่นี่ให้เธอเขียนคำตอบของคำถาม

วิธีการบันทึกการสัมภาษณ์ลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ของ Newman มีวิธีการดังต่อไปนี้

1. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการอ่าน (Reading recognition) การสัมภาษณ์นักเรียนในขั้นนี้ ผู้ศึกษาจะ ให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบ ถ้านักเรียนอ่านได้ถูกต้องผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C (Correct) แต่ถ้านักเรียนอ่านคำใดคำหนึ่งผิดหรืออ่านไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E (Errors) พร้อมกับบันทึกรายละเอียดของการอ่านผิดอย่างย่อ ๆ

2. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจ (Comprehension) การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจโดย โจทย์ เมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการให้นักเรียนทำแล้ว ผู้ศึกษาจะบันทึกผล ถ้านักเรียนบอกได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิด หรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดสิ่งที่ผิด

3. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการเปลี่ยนรูป (Transformation) ในขั้นนี้ถ้านักเรียนสามารถบอกแนวคิด หรือวิธีที่จะ ใช้หาคำตอบ ๆ ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะบันทึกผลโดยวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิด หรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

4. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการใช้ทักษะกระบวนการ (Process skills) ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณหาคำตอบได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณผิด หรือแสดงวิธีคิดคำนวณไม่ได้ ผู้ศึกษาจะบันทึกขั้น Process skills ดังนี้

4.1 นักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณซึ่งเป็นการเดาคำตอบที่ผิด ผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ การนำข้อมูลมาใช้ผิด

4.2 นักเรียนเลือกการกระทำทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคำนวณไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม หรือไม่ตรงกับโจทย์ที่ต้องการ ผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนนักเรียนไม่เข้าใจในเรื่องที่เรียนมา

4.3 นักเรียน ได้นำการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตรงกับที่ โจทย์ต้องการให้ทำแล้วมาใช้คำนวณอย่างผิด ๆ ผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนนักเรียน

4.5 นักเรียนไม่แสดงวิธีคิดคำนวณ หรือทำไม่ได้เลย

5. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการสรุปคำตอบ (Encoding & ability) ถ้านักเรียนสรุปคำตอบได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบ C ถ้าสรุปผิด ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E

การสังเกต

จำนง พรายแย้มแข (2533, หน้า 11) กล่าวว่า การสังเกต หมายถึง การดูด้วยตาว่าการปฏิบัติงานและการปฏิบัติตนของนักเรียนนั้น อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจหรือมีข้อบกพร่องอะไรที่จะต้องซ่อมเสริมหรือไม่ และเขียน ไชยศรี (2326, หน้า 94) กล่าวว่า การสังเกตมีความละเอียดลออมากกว่า การดูธรรมดา นอกจากจะใช้การดูแล้วยังต้องใช้การฟังในการรวบรวมข้อมูลด้วย

อัมพร ม้าคะนอง (2546, หน้า 90) กล่าวว่า การสังเกตนักเรียนในขณะที่ทำงาน ทั้งงานเดี่ยวหรืองานกลุ่ม จะทำให้ผู้สอนทราบว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถมากน้อยเพียงใด แต่อย่างไรก็ตามหากนักเรียนในชั้นมีจำนวนมาก ก็อาจจะเป็นอุปสรรคหรือทำให้เกิดปัญหาในการสังเกต

นักเรียนเหล่านั้นเป็นรายบุคคลได้ตั้งนั้นครูจึงใช้การจดบันทึกเข้ามาช่วยซึ่งวิธีง่าย ๆ ที่ครูสามารถทำได้ เช่น การใช้มาตราวัดและแบบตรวจสอบการสังเกตและการแก้ปัญหา เป็นต้น

พนม ลิ้มอารีย์ (2538, หน้า 57-58) และฤตินันท์ สมุทรทัย (2545, หน้า 43) ได้กล่าวถึงวิธีการบันทึกจากการสังเกตซึ่งสอดคล้องกันว่า การบันทึกจากการสังเกตสามารถทำได้โดยการบันทึกย่อย ซึ่งเป็นการบันทึกรายละเอียดในสิ่งที่ได้สังเกตมา ไม่มีการแปลความหมายไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้บันทึกลงไป การบันทึกแบบนี้จะทำให้เห็นภาพของผู้ถูกบันทึกชัดเจนซึ่งเรียก วิธีการบันทึกแบบนี้ว่า "ระเบียนพฤติกรรม" และอีกวิธีหนึ่งของการบันทึกก็คือ ระเบียนสะสมเป็นการบันทึกเกี่ยวกับตัวนักเรียนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเป็นเครื่องมือที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งเพื่อดูการพัฒนาการทางด้านร่างกาย สติปัญญาของเด็ก เป็นต้น ส่วนพนม ลิ้มอารีย์ กล่าวเสริมว่าการบันทึกการสังเกตแบบพรรณนาความ บันทึกเรื่องราวเป็นถ้อยคำตามที่ได้สังเกตเห็น การบันทึกการสังเกต แบบนี้ผู้สังเกตจะต้องรู้ว่าจะบันทึกอะไรและบันทึกอย่างไร ไม่ว่าผู้สังเกตจะเขียนบันทึกอย่างไร ก็ควรจะเขียนบอกให้ทราบถึงรายละเอียดในสิ่งต่อไปนี้ด้วย พฤติกรรมที่เด็กแสดงออกมา ความหมายของพฤติกรรมที่เด็กแสดงออกมา ข้อเสนอแนะของผู้สังเกตที่เกี่ยวกับการแก้ไขพฤติกรรมนั้น และในการบันทึกเรื่องราวแต่ละตอนก็ควรบันทึกแยกกัน ทั้งนี้เพื่อไม่ให้สับสนหรือเข้าใจผิดเกี่ยวกับพฤติกรรมของเด็กที่แสดงออกมา

ธีรวิภา ประทุมพรรัตน์ (2525, หน้า 34) ได้กล่าวถึงหลักในการสังเกตว่า ให้สังเกตแบบพฤติกรรมที่แท้จริงของเด็กที่แสดงออกมา โดยสังเกตจากการแสดงออกของเด็กในกิจกรรมที่เด็กทำอยู่เสมอซึ่งอาจจะสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับพฤติกรรมของเด็กด้วยก็ได้และในการสังเกตนั้นต้องสังเกตเด็กคนเดียว ไม่ควรสังเกตเด็กที่เดี๋ยวหลาย ๆ คน

พรจันทร์ เจียรอดิศักดิ์ (2527, หน้า 11-12) ได้กล่าวเสริมในหลักการการสังเกตว่า ควรมีการวางแผนล่วงหน้าก่อนการสังเกตว่า จะสังเกตพฤติกรรมอะไร สังเกตเมื่อไหร่ เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีการสังเกตพฤติกรรมในหลาย ๆ ด้าน หลาย ๆ สถานการณ์ เพื่อให้เห็นพฤติกรรมที่แท้จริงของนักเรียนที่แสดงออกมา และที่สำคัญควรมีการใช้เครื่องมือในการบันทึกการสังเกตด้วย และการสังเกตนั้นไม่มีข้อจำกัดว่าจะต้องสังเกตพฤติกรรมอะไรบ้างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการ หรือวัตถุประสงค์ของผู้สังเกตมากกว่า ดังนั้นพฤติกรรมของนักเรียนต่อไปนี้ ก็อาจจะเป็นพฤติกรรมที่ควรสังเกต ความตั้งใจ ความพยายาม ความเอาใจใส่ ความมีเหตุมีผล ความคิดริเริ่ม ความคล่องตัวกล้าแสดงออก ความรับผิดชอบ การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม การเรียนรู้สิ่งต่างๆ มนุษย์สัมพันธ์ อารมณ์ที่แสดงออกมาเมื่อเผชิญหน้ากับปัญหา เป็นต้น

เวียน ไชยศรี (2526, หน้า 125) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสังเกตว่า สามารถให้รายละเอียดเพิ่มเติมจากข้อมูลที่ได้มาจากวิธีการอื่นๆ เช่น การทดสอบ การสัมภาษณ์ เป็นต้น ซึ่งการสังเกตก็อาจจะให้ข้อเท็จจริงบางประการ ซึ่งวิธีการบางวิธีการก็ไม่สามารถทำได้ เช่น แบบทดสอบไม่สามารถบอกการแสดงปฏิกิริยาของนักเรียนที่มีต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการแข่งขันกีฬาได้ เป็นต้น นอกจากนี้ การสังเกตช่วยให้เห็นตัวอย่างพฤติกรรมอันแท้จริงเนื่องจากการทดสอบส่วนใหญ่เป็นการเก็บข้อมูลโดยการกระทำอยู่ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ตามความต้องการของผู้เก็บข้อมูลนั้น การแสดงพฤติกรรมของผู้ถูกทดสอบจึงไม่ค่อยเสรีมากนักแต่ถ้าปล่อยให้แสดงพฤติกรรมไปตามธรรมชาติแล้ว ก็จะทำให้เห็นพฤติกรรมที่แท้จริงของนักเรียนได้มากที่สุด

แบบฝึกหัด

Dutton and Adams (1965, pp. 61 1-612) ได้กล่าวถึงวิธีการหาข้อบกพร่องในการเรียน เลขคณิตของนักเรียนไว้ว่าอาจทำได้ โดยใช้การสังเกตนักเรียน ขณะที่นักเรียนกำลังทำงานในชั้นเรียน หรืออาจจะดูจากสมุดแบบฝึกหัดหรือจากงานที่ครูสั่งอย่างสม่ำเสมอ จากการวิเคราะห์ความบกพร่องจากแบบฝึกหัด

Leonard and Irving (199 1, p.63) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์แบบฝึกหัดของนักเรียนว่า เทคนิควิธีการอื่น ๆ ที่จะทำให้การสังเกตนั้นสมบูรณ์แบบมากที่สุด ได้แก่ การวิเคราะห์จากการถามนักเรียน การวิเคราะห์จากแบบฝึกหัด เป็นต้น ซึ่งวิธีการใช้คำถาม ถามนักเรียนเกี่ยวกับงานในสมุดคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะทำให้ ครูผู้สอนได้ทราบข้อบกพร่องในกระบวนการ การแก้ปัญหาของนักเรียน นอกจากนั้นการวิเคราะห์แบบฝึกหัดของนักเรียน ก็ทำให้ครูผู้สอนได้เห็น ความบกพร่องในการใช้วิธีคิดของนักเรียน เทคนิคที่ไม่สมบูรณ์ในการแก้โจทย์ปัญหา หรือแม้กระทั่ง การขาดความรู้พื้นฐานในทักษะกระบวนการอีกด้วย

จากการศึกษาวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน นอกจากจะใช้แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพแล้ว การวินิจฉัยข้อบกพร่องควรมีการสัมภาษณ์ การสังเกตและแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เพื่อจะช่วยให้ได้ข้อมูลของนักเรียนแต่ละคนที่เป็นสาเหตุข้อบกพร่องและมองเห็นข้อผิดพลาดในกระบวนการคิดของนักเรียนได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นร่วมกับแบบสัมภาษณ์ของ Newman เพิ่มเติมหลังจากที่นักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จ

เกณฑ์การวินิจฉัย

การกำหนดคะแนนจุดตัด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่า คะแนนจุดตัด(Cut - Off Score) เป็นคะแนนที่ใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการนำผลการสอบไปเปรียบเทียบกับว่านักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำกว่าจุดตัด ถ้าคะแนนผลการสอบของนักเรียนคนใดสูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนคนนั้นมีความรอบรู้ (Master) สมควรที่จะผ่านไปเรียนจุดประสงค์ใหม่ต่อไป แต่ถ้าคะแนนผลการสอบต่ำกว่าคะแนนจุดตัดก็แสดงว่านักเรียนไม่รอบรู้ (Nonmaster) จะต้องกลับมาเรียนซ่อมเสริมในจุดมุ่งหมายในการเรียนนั้นอีก ดังนั้น คะแนนจุดตัดจะเป็นจุดที่กำหนดความสามารถขั้นต่ำ (Minimum Competence) ของความต้องการในการเรียนรู้ (Minimum Requirement) บางครั้งเรียกว่า การกำหนดมาตรฐาน (Standard Setting) การกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบในแต่ละครั้งนั้น

		ผลการสอบ	
		ไม่รอบรู้	รอบรู้
สถานภาพจริง (True Status)	รอบรู้	ความคลาดเคลื่อน แบบไม่ยอมรับ	การตัดสินใจถูกต้อง
	ไม่รอบ	การตัดสินใจถูกต้อง	ความคลาดเคลื่อน แบบไม่ยอมรับ

ลักษณะที่เกิดจากการกำหนดคะแนนจุดตัด 4 ลักษณะด้วยกัน ดังนี้

1. ลักษณะที่เกิดจากการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่านทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนแบบไม่ยอมรับ (Error of Rejection) หรือความผิดพลาดแบบลบ (False Negative) คือ เป็นผู้ที่ไม่รอบรู้แบบไม่จริง
2. ลักษณะที่เกิดจากการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วผู้ไม่มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกความคลาดเคลื่อนแบบยอมรับ (Error of Acceptance) หรือความผิดพลาดแบบบวก (False Positive) คือ เป็นผู้รอบรู้แบบไม่จริง
3. ลักษณะที่เกิดจากการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ และสถานภาพจริงเป็นผู้มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินใจผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct Decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

4. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์และสถานภาพจริงเป็นผู้ไม่มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct Decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

จากลักษณะ 4 ประการข้างต้น การตัดสินผลการสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์หลังจากกำหนดคะแนนจุดตัดแล้ว ต้องการการตัดสินที่ถูกต้อง คือ แบบที่ 3 กับแบบที่ 4 ส่วนแบบที่ 1 และแบบที่ 2 นั้นไม่ต้องการให้เกิดหรือเกิดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นในการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม คือ จุดที่ทำให้ผลการตัดสิน แบบ 1 กับแบบ 2 (ความผิดพลาดแบบลบกับความผิดพลาดแบบบวก) มีค่าน้อยที่สุดหรือมีค่าเป็นศูนย์

วิธีกำหนดจุดตัด

การกำหนดคะแนนจุดตัดนั้น แฮมเบลตันและไอก์เนอร์ (ลัวน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543 : 268 ; อ้างอิงจาก Berk. 1980 ; Citing Hambleton and Eignor. 1979) ได้แบ่งวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดออกเป็น 3 วิธี คือ การกำหนดจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา (Judgmental Methods) การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์ (Empirical Methods) และการกำหนดคะแนนจุดตัดแบบผสม (Combination Method) มีวิธีการกำหนด ดังนี้

1. การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา

วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสิน จากเนื้อหาและข้อสอบแต่ละข้อ แล้วคำนวณหาค่าคะแนนจุดตัด ซึ่งมีผู้เสนอหาค่าคะแนนจุดตัดหลายวิธี ดังวิธีของนีเดลสกี วิธีของแองกอฟฟ์ และวิธีของอีเบล ดังนี้

1.1 วิธีของนีเดลสกี (Nedelsky) เป็นวิธีที่กำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบเลือกตอบโดยมีวิธีการ ดังนี้

1.1.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณาตัวเลือกของแบบทดสอบเลือกตอบแต่ละข้อว่า ตัวเลือกใดที่คิดว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุด (Lowest D Student) จะไม่เลือกตอบ

1.1.2 นำตัวเลือกที่เหลือมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบเช่นข้อสอบมี 5 ตัวเลือกและผู้เชี่ยวชาญคิดว่า นักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุดจะไม่เลือกตอบ 2 ตัวเลือก แล้วตัวเลือกที่เหลือ 3 ตัวเลือก มาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบมีค่า $1/3$ หรือ 0.33 คำนวณผลรวมของค่าความน่าจะเป็นของแต่ละข้อของแบบทดสอบใช้สัญลักษณ์ว่า M

1.1.3 เอาค่า M ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณค่าเฉลี่ยใช้สัญลักษณ์ μ_M และค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ M ใช้สัญลักษณ์ σ_M แล้วคำนวณคะแนนจุดตัดจากสูตร

$$\text{คะแนนจุดตัด } (C_X) = \mu_M + K \sigma_M$$

เมื่อ K คือ ค่าคงตัวที่มีค่า -1, 0, 1 และ 2 เมื่อให้นักเรียนที่มีความรู้ต่ำสุด มีโอกาสตก 16%, 50%, 84% และ 98% ตามลำดับ ซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาโดยทั่วไปแล้ว มักจะกำหนดค่า K อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.0

1.2 วิธีของแองกอฟฟ์ (Angoff) เป็นวิธีที่กำหนดคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิชานั้น โดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่า ผู้ที่มีความรู้มีค่าความน่าจะเป็น (โอกาสที่จะตอบถูก) ในการตอบถูกข้อนั้นอย่างน้อยเท่าไร แล้วหาค่าของผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นเป็นคะแนนจุดตัด ดังตัวอย่างของแบบทดสอบเลือกตอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกในแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ข้อมูลดังนี้

ค่าความน่าจะเป็นของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

ค่าความน่าจะเป็นของ ผู้เชี่ยวชาญ	ข้อสอบ					รวม
	1	2	3	4	5	
1	.33	.80	.20	.20	.50	2.03
2	.50	.90	.33	.90	.75	3.38
3	.40	1.00	.20	.33	.50	2.43
	รวม					7.84

จากข้อมูลคะแนนจุดตัด มีค่า = $7.84/3 = 2.61$ หรือเท่ากับ 3 คะแนน แสดงว่าแบบทดสอบ 5 ข้อนี้มีคะแนนจุดตัด 3 คะแนน

2. การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์

วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วยคะแนนจากการทดสอบนักเรียน ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีของลิวิงสตัน (Livingston), วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision-Theoretic Approach) ของแกลสส์ (Glass), วิธีของครายวอลล์ (Krie - Wall) วิธีการหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเดาตอบและการสุ่มข้อสอบ (Errors due to Guessing and item sampling)

3. การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีแบบผสม มีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีกลุ่มตรงข้าม (Contrasting Groups) ของไซกี และลิวิงตัน (Zieky and Novick) เป็นต้น

4. แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียน (ตามหลักสูตรแกนกลาง 2551, หน้า 30) ใช้คะแนนการตัดสินผลการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อตัดสินว่านักเรียนผ่านหรือไม่ผ่าน ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การตัดสินผ่านที่ร้อยละ 50.00 ดังนี้

ตาราง 4 เกณฑ์การวัดและประเมินผล

ระบบร้อยละ	ระบบที่ใช้คำสำคัญสะท้อนมาตรฐาน		
	5 ระดับ	4 ระดับ	2 ระดับ
80 -100	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ผ่าน
75 - 79	ดี	ดี	
70 - 74	พอใช้		
65 - 69		ผ่าน	
60 -64	ผ่าน		
55 - 59			
50 - 54	ผ่าน	ผ่าน	
0 - 49	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าการหาคะแนนจุดตัดมีหลายวิธี ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้วิธีไหนหาคะแนนจุดตัดนั้น อยู่ที่ดุลพินิจของผู้วิจัยว่ามีความสะดวกและความถูกต้องในการเก็บข้อมูลมากน้อยเพียงใด ก็ใช้วิธีนั้นหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือก แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียน (ตามหลักสูตรแกนกลาง 2551) ในการตัดสินว่าใครผ่านหรือไม่ผ่าน เนื่องจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์

เว็บแอปพลิเคชัน

ความหมายของเว็บแอปพลิเคชัน

เอกชัย แน่นอุดร (2551) ให้ความหมายว่า เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือ โปรแกรมประยุกต์ ที่จะเข้าถึงด้วยโปรแกรม Internet Browser ซึ่งทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการข้อมูลแบบ Real Time จะพบข้อดีของเว็บแอปพลิเคชัน คือ ข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบที่มีการไหลเวียนในแบบ Online จึงสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้บริการแบบ Real Time ทำให้เกิดความประทับใจ รวมทั้งสามารถใช้งานได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้อง ติดตั้ง Client Program จะทำให้ไม่ต้อง Upgrade Client Program และสามารถใช้ผ่าน Internet Connection ที่มีความเร็วต่ำกว่า ส่งผลให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้โปรแกรมได้จากทุกแห่งในโลก ตัวอย่างระบบออนไลน์ที่เหมาะสมกับเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ระบบการจองสินค้าหรือบริการต่าง ๆ ระบบงานบุคลากร ระบบงานแผน การตลาด ระบบการสั่งซื้อแบบพิเศษ และระบบงานในโรงเรียน

Wikimedia (2560) กล่าวว่า โปรแกรมประยุกต์บนเว็บหรือเว็บแอปพลิเคชัน (web application) คือโปรแกรมประยุกต์ที่เข้าถึงด้วยโปรแกรมค้นดูเว็บผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่าง อินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต เว็บแอปพลิเคชันเป็นที่นิยมเนื่องจากความสามารถในการอัปเดต และดูแล โดยไม่ต้องแจกจ่าย และติดตั้งซอฟต์แวร์บนเครื่องผู้ใช้ ตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชัน ได้แก่ เว็บเมล การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ การประมูลออนไลน์ กระดานสนทนา บล็อก

จากการศึกษาความหมายผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายเว็บแอปพลิเคชันคือแอปพลิเคชันที่ถูกสร้างขึ้นให้สามารถเปิดใช้ใน Web browser ได้โดยตรงทำหน้าที่คล้ายกับเว็บไซต์ สามารถใช้งานบนอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น คอมพิวเตอร์ มือถือ อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่าน อินเทอร์เน็ตและ อินทราเน็ตในความเร็วต่ำได้ ไม่ต้องโหลดแอปพลิเคชันแบบเต็มๆ ลงเครื่อง ทำให้สามารถเปิดใช้งานได้ไว

การออกแบบ และเทคโนโลยีที่ใช้ในเว็บแอปพลิเคชัน

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ทราบถึงรูปแบบการใช้งาน ข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบ บุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ สามารถแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานในระบบ ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ผู้ดูแลระบบ (Admin) มีหน้าที่ รับผิดชอบการดูแลระบบตรวจสอบการทำงานของระบบ และฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีคุณภาพ และพร้อมใช้งานอยู่เสมอ จัดการข้อมูลในระบบโดยสามารถเพิ่ม ลบ ค้นหาข้อมูล และแก้ไขข้อมูลต่างๆ ได้ ตลอดจน คัดกรองข่าวสารต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานส่งเข้ามาในระบบ เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง และตรงกับความเป็นจริง
2. ผู้ใช้งานทั่วไป (Users) สามารถดูข้อมูล ดูรูปภาพสถานที่ที่สามารถเรียกดูข้อมูลต่าง ๆ หรือสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ของระบบได้

เทคโนโลยีที่ใช้ในเว็บแอปพลิเคชัน

ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

- PHP Laravel framework ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมสำหรับเซิร์ฟเวอร์
- Html ใช้สำหรับ สร้างหน้าแสดงผล
- JavaScript ใช้สำหรับ สร้างหน้าแสดงผล
- CSS ใช้สำหรับ สร้างหน้าแสดงผล

โปรแกรมที่ใช้สำหรับตกแต่งและใช้งาน

- photoshop ใช้สำหรับปรับแก้รูปภาพ
- visual studio code ใช้สำหรับเขียนเว็บแอปพลิเคชัน
- xamppใช้สำหรับจำลองเซิร์ฟเวอร์
- ใช้ chrome browser สำหรับ เปิดใช้งานโปรแกรม หรือ แสดงผลโปรแกรม

ข้อดี และข้อเสียของเว็บแอปพลิเคชัน

ข้อดีเว็บแอปพลิเคชัน

- การใช้งานในองค์กรทำได้ง่าย เพียงมีเว็บเบราว์เซอร์ซึ่งเป็นสิ่งพื้นฐานในคอมพิวเตอร์ปัจจุบันแทบทุกเครื่องก็ใช้งานได้
- ข้อมูลจัดเก็บที่เดียว ง่ายต่อการจัดการ และไม่เกิดความซ้ำซ้อน
- ไม่ต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูงซึ่งมีราคาแพง ใช้ได้ทั้งคอมพิวเตอร์ และมีมือถือ ใช้งานง่าย เพราะไม่ต้องโหลดแอปพลิเคชัน ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรม สามารถใช้งานได้ทุกที่
- ไม่ต้องมีบุคลากรที่ดูแลระบบด้วยตัวเอง เพราะผู้ทำระบบหรือผู้ให้บริการระบบ จะทำการดูแลระบบเอง
- เชื่อมต่อกับเว็บแอป หรือ บริการออนไลน์อื่นๆได้ง่าย

ข้อเสียเว็บแอปพลิเคชัน

- รูป ร่าหน้าตา และการใช้งานมีได้จำกัด อาจไม่เหมาะกับงานบางประเภทที่ต้องการรูปแบบโปรแกรมที่แตกต่างจากโปรแกรมทั่วไปเช่น โปรแกรมตกแต่งรูป โปรแกรมตัดต่อวิดีโอ
- เว็บแอปหลายๆตัวต้องการอินเทอร์เน็ตในการใช้งานเสมอ (มีบางตัวที่สามารถทำงานออฟไลน์ได้ด้วยเช่น Gmail)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

ว่าที่ร้อยตรีหญิงวิไลลักษณ์ ไกรไสว (2560: 49-52) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100,000 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐาน จำนวน 10 ข้อ ตอนที่ 2 การบวกจำนวนนับที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100,000 จำนวน 9 ข้อ ตอนที่ 3 การลบจำนวนนับที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100,000 มีจำนวน 7 ข้อ และตอนที่ 4 บวก ลบระคน มีจำนวน 4 ข้อ โดยมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาวัดจากค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.65-0.76 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 - 0.59 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 ผลการวิจัยพบว่ามีความบกพร่องในการเรียนเรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100,000 คือ การคำนวณเลขผิด คิดเป็นร้อยละ 46.73 การลืมตัวทศ คิดเป็นร้อยละ 19.17 การคำนวณเลขกับ

เครื่องหมายผิด คิดเป็นร้อยละ 9.14 การกระจายเลขผิด คิดเป็นร้อยละ 7.17 การนำเลขมากลบเลขน้อย คิดเป็นร้อยละ 4.98 ไม่เข้าใจการดำเนินการลบ คิดเป็นร้อยละ 3.98 ไม่เข้าใจการดำเนินการบวก ลบ ระคน คิดเป็นร้อยละ 2.30 ไม่เข้าใจการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 1.89 ไม่เข้าใจการดำเนินการจำนวนสามจำนวน คิดเป็นร้อยละ 1.68 ตั้งเลขไม่ตรงกัน คิดเป็นร้อยละ 1.66 และทศเลขผิด คิดเป็นร้อยละ 1.30 ตามลำดับ

ปานทอง ชาลีเครือ (2564 :53-70) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย และแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งแบบทดสอบเป็น 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องทางการเรียน เป็นชนิดเติมคำ จำนวน 40 ข้อ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วนำมาสร้างเป็นข้อสอบฉบับที่ 2 เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ พบว่า มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.12 ถึง 0.77 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ -0.18-0.72 แล้วตัดข้อสอบออกให้เหลือ 30 ข้อ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 170 คน พบว่า มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.31-0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.21-0.73 ซึ่งเข้าเกณฑ์ทั้ง 30 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 ส่วนผลจากการหาค่าความเที่ยงตรงตามสภาพซึ่งใช้วิธีคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 2 กับเกรดเฉลี่ยสะสมวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวม 5 ภาคเรียน ได้เท่ากับ 0.72 พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เพื่อใช้เป็นข้อสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ส่วนที่ 2 ศึกษาแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูที่มีความรู้และเชี่ยวชาญในเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คนและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนภูเขียว อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 10 คน ได้มาโดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi Structure Interview) จำนวน 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 ใช้สำหรับครูจำนวน 12 ข้อ ฉบับที่ 2 ใช้กับนักเรียนจำนวน 9 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ ขาดความเข้าใจในลักษณะของรูปทรงสามมิติ การมองภาพสามมิติ และรูปคลี่ของรูปทรงสามมิติ จำสูตรไม่ได้เพราะขณะที่ครูทำการสอนขาดการสาธิตให้เห็นจริงทำให้นักเรียนไม่สามารถหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงต่าง ๆ ได้ ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรได้ และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงสามมิติ แนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชานี้ 3.1 ครูผู้สอนต้องทบทวนเนื้อหาเดิมให้กับนักเรียนทุกครั้งก่อนเข้าสู่บทเรียน 3.2 ครูผู้สอนควรสอนหาทั้งปริมาตรและพื้นที่ผิวของรูปทรงแต่ละชนิดให้จบเรื่อง ๆ ก่อน

แล้วจึงสอนเรื่องถัดไป นอกจากนี้ควรสอนทั้งบทในภาคเรียนเดียวกัน 3.3 เมื่อเริ่มทำการสอนเกี่ยวกับรูปทรง ครูควรสรุปให้นักเรียนเห็นว่า รูปทรงปริซึม พีระมิด ทรงกระบอกและกรวย มี 2 ชนิด ส่วนทรงกลมมีเพียง 1 ชนิด นอกจากนี้ครูควรย้ำให้นักเรียนทราบว่ารูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแบ่งเป็น 3 ชนิด 3.4 ครูผู้สอนควรมีการใช้เพลงประกอบการสอนเพื่อดึงดูดความสนใจในการเรียนของนักเรียน และใช้สื่อการสอนของจริงหรือสื่อที่ทำให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนเช่น การแสดงภาพสามมิติของรูปทรงเรขาคณิตด้วยโปรแกรม GSP 3.5 มีการแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้นักเรียนออกมาอภิปรายหน้าห้องเรียน 3.6 มีการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนจากการทดสอบวินิจฉัย เพื่อช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

ศุภการณ สว่างเมืองวรกุล (2551) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านการตีความ โจทย์ ด้านการใช้หลักการ สูตร กฎ นิยามและสมบัติ และด้านการคิดคำนวณโดยแยกเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 5 หน่วย แบบฝึกหัด แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.30 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.27 - 0.80 และมีค่าความเชื่อมั่นแต่ละหน่วยเป็น 0.76 , 0.82 , 0.90 , 0.73 และ 0.87 ตามลำดับ แบบบันทึกการสัมภาษณ์ของนิเวศน์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ในด้านการตีความ โจทย์มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 47.09 รองลงมาคือ ด้านการใช้หลักการ สูตร กฎ นิยาม และสมบัติ คิดเป็นร้อยละ 35.45 และรองถัดมาคือ ด้านคิด คำนวณ คิดเป็นร้อยละ 17.46 ลักษณะข้อบกพร่องในแต่ละด้านมีดังนี้ 1) ด้านการตีความ โจทย์ นักเรียนมีข้อบกพร่องในการตีความความหมายของอัตราส่วนมากที่สุดรองลงมาคือการตีความจากรูปภาพและข้อความไปเป็นสัญลักษณ์ และการเขียนสัดส่วน 2) ด้านการใช้หลักการ สูตร กฎ นิยาม และสมบัติ นักเรียนมีข้อบกพร่องในการใช้หลักการคูณไขว้มากที่สุดรองลงมาคือ การหาค่าของตัวแปรในสัดส่วน ถัดมาคือ การเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละและการเขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วน และข้อบกพร่องในการอธิบายความหมายของอัตราส่วน และ 3) ด้านการคิดคำนวณ นักเรียนมีข้อบกพร่องจากความสะเพร่าในการคิดคำนวณมากที่สุดรองลงมาคือ การหารจำนวนและการเขียนคำตอบ

กัญวลัญช์ จิตรดี (2559) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบ ของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษา ประถมศึกษานครนายก และหาคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก ความตรงตามสภาพ ความเที่ยง ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ มีค่าความตรงตามเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.80 - 1.00 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.54 - 0.70 ค่าอำนาจจำแนกใช้สูตรของ

Brennan มีค่าตั้งแต่ 0.54 - 0.86 ค่าความตรงตามสภาพใช้สูตรสหสัมพันธ์ของ Spearman มีค่าตั้งแต่ 0.762 - 0.986 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ส่วนค่าความเที่ยงใช้สูตรของ Livingston มีค่าตั้งแต่ 0.96 - 0.97 สำหรับคะแนนจุดตัดหาโดยวิธีของ Angoff แต่ละฉบับเท่ากับ 12 คะแนน จากคะแนนเต็มฉบับละ 20 คะแนน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุด ในเรื่องตัวประกอบและการหาตัวประกอบ การแยกตัวประกอบและตัวคูณร่วมน้อย

สุมานี กลิ่นพูน (2555, หน้า 125-128) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 375 คน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2 ได้สร้างแบบทดสอบเริ่มจากการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจแบบเติมคำตอบ เพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการทำแบบทดสอบ จากนั้นนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดในแบบทดสอบสำรวจมาสร้างเป็นตัวเลือก ได้ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 เพื่อปรับปรุง ครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ การทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาข้อบกพร่องของนักเรียน ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.67-0.86 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 2.1-0.78 และค่าความเที่ยง มีค่าเท่ากับ 0.88 ฉบับที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 - 0.82 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.39-0.83 และค่าความเที่ยง มีค่าเท่ากับ 0.83 ฉบับที่ 3 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 - 0.74 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.44-0.77 และค่าความเที่ยงมีค่าเท่ากับ 0.74 ฉบับที่ 4 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 - 0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42- 0.71 และค่าความเที่ยง มีค่าเท่ากับ 0.78 ฉบับที่ 5 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.40- 0.70 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.49-0.64 และค่าความเที่ยง มีค่าเท่ากับ 0.72 ส่วนค่าความตรงเชิงเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ตั้งแต่ 0.80-1.00 และข้อบกพร่องของนักเรียนเรียงลำดับจากมากไปน้อย 3 ลำดับ พบว่าแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน นักเรียนมีข้อบกพร่องในการคำนวณวิธีการบวกเศษส่วนผิด โดยเข้าใจว่าหาคำตอบแบบเดียวกับตัวส่วนเท่ากันมากที่สุด รองลงมาคือ บวกตัวทศไม่ครบทุกหลักและบวกตัวทศเกิน แบบทดสอบฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน นักเรียนมีข้อบกพร่องในเรื่อง ขาดความรู้ความเข้าใจในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนมากที่สุด รองลงมาคือลบตัวเลขไม่ครบทุกหลัก และแปลความหมายจากโจทย์ผิด แบบทดสอบฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน นักเรียนมีข้อบกพร่องในเรื่อง การขาดความรู้ความเข้าใจในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนมากที่สุด รองลงมาคือ คำวนคำตอบไม่ได้และนำโจทย์มาตอบแบบทดสอบ ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน นักเรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องการขาดความรู้ความเข้าใจในการหาร โจทย์ปัญหาเศษส่วนมากที่สุด รองลงมาคือ นำโจทย์มาตอบและสับสนในโจทย์ปัญหาการหาร

เศษส่วน และแบบทดสอบฉบับที่ 5 โจทย์ปัญหาการ บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนระคน นักเรียนมีความบกพร่องในการลำดับขั้นตอนในการคิดหาคำตอบผิด มากที่สุด รองลงมาคือสับสนเกี่ยวกับการหาคำตอบ และเขียนประโยคสัญลักษณ์ผิด บกพร่องและผู้ไม่มีความบกพร่องของนักเรียนในการเรียนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สิ่งนี้นักเรียนบกพร่องมากที่สุด คือ ทักษะการคิดคำนวณที่เกิดจากการไม่รอบคอบในการคิดคำนวณ รองลงมาคือ ความบกพร่องที่เกิดจากความไม่เข้าใจวิธีหาตัวแปรในสัดส่วน และความบกพร่องที่เกิดจากการคำนวณอัตราส่วนผิดตามลำดับ

วิสารรัตน์ วงศ์ภูรี (2556) ได้สร้างสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 623 คน ของปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเขตบางแค สังกัดกรุงเทพมหานคร ได้สร้างแบบทดสอบสำรวจชนิดให้เติมคำตอบและให้แสดงวิธีทำเพื่อค้นจุดบกพร่องในการทำแบบทดสอบ หลังจากนั้นนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดในแบบทดสอบสำรวจมาสร้างเป็นตัวลวงแล้วนำไปทดสอบ 2 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ฉบับที่วัดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการมีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.35-0.79 และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.20-0.58 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรไบเนเมียลมีค่า 0.9289 และ 0.9197 สำหรับคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่า 20

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Tatsuoka, Corter, Curtis (2004) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของการวินิจฉัยเนื้อหาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของโครงการ TIMSS-R โดยอาศัยวิธีการวินิจฉัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากทุกทวีป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของแต่ละทวีป รวมทั้งหมด 20 ประเทศ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเรียบเรียงใหม่ครั้งที่ 3 ของ International Math และ Science Study ใช้เทคนิควิธีการ Rule-Space Method ทำการวัดนักเรียนที่มีความถนัดในวิชาคณิตศาสตร์ ในส่วนของความรู้ทางด้านเนื้อหา 23 เรื่อง และทักษะกระบวนการย่อยต่างๆ(คุณลักษณะ) ภายใต้คะแนนจากการทำแบบทดสอบของนักเรียน โดยอาศัยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะของนักเรียนที่มีความถนัดในวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 20 ประเทศ ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด ระหว่างนักเรียนแต่ละประเทศในรูปแบบของผลจากทักษะกระบวนการย่อยๆ นักเรียนใน

ประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีทักษะในการอ่าน และความรู้ในเนื้อหาวิชาที่แม่นยำ และขาดความแม่นยำในเรื่องเรขาคณิตอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งการที่จะทำความเข้าใจในเรื่องเรขาคณิตนั้น จะต้องมีความเชื่อมโยงกับเรื่องการให้เหตุผลเชิงตรรกะ และทักษะกระบวนการคิดในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องต่างๆ

Knight (1984) ได้ศึกษาผลการทดสอบวินิจฉัยในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เกรด 3 การศึกษาครั้งนี้เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย กลุ่มตัวอย่างเลือกสุ่มจากโรงเรียนที่มีนักเรียนเกรด 3 - 4 ในรัฐออนตาริโอตะวันออก จำนวน 30 โรงเรียน และครู 120 คน ผลการวิจัยว่า 1) แบบทดสอบวินิจฉัยที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้เป็นประโยชน์มากสำหรับนักเรียน 2) เป็นไปได้ว่าในการที่ครูชู่เชิญ จะทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จเท่ากับการที่ครูสนับสนุนให้ทดสอบอย่างเต็มที่ 3) ผลสัมฤทธิ์จากการทดสอบของกลุ่มที่วัดโดยแบบทดสอบหลังเรียนพบว่า สูงกว่า 2 ใน 3 เกรดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Graham (1998: 4957-A อ้างถึง เดือนฉาย ดลไหว 2557:56) ได้ศึกษาการพัฒนาและการหาคุณภาพของระดับความสามารถในการปฏิบัติและรูปแบบความบกพร่องของแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนโดยใช้คอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจำนวน 50 คน ผู้วิจัยได้ศึกษาชุดขั้นตอนคณิตศาสตร์ที่จะให้คำตอบในการแก้ปัญหาหลายชุด และรูปแบบของความคลาดเคลื่อนซึ่งพบว่าความคลาดเคลื่อน 5 รูปแบบ ได้รับการวินิจฉัยสำเร็จโดยใช้แบบทดสอบจากคอมพิวเตอร์ ผลจากการศึกษาพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ยอมรับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับวินิจฉัยและระบุปัญหาในแบบทดสอบทางคอมพิวเตอร์โดยเฉลี่ยจะยากกว่าปัญหาในแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน อย่างไรก็ตามแบบทดสอบทางคอมพิวเตอร์จะตอบเสร็จใช้เวลานานกว่าเมื่อเทียบกับแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ สรุปได้ว่าในต่างประเทศให้ความสนใจในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทุกสาขาวิชา เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษามีทั้งแบบทดสอบวินิจฉัย แบบทดสอบวัดความสามารถ แบบทดสอบเพื่อสำรวจและการอภิปราย กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนอยู่ระหว่าง 50-716 คน ในส่วนคุณภาพของเครื่องมือพบว่า ค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.38 - 0.90 และผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความบกพร่องทางการเรียน แสดงให้เห็นว่าความบกพร่องทางการเรียนสามารถเกิดขึ้นได้กับการเรียนทุกสาขาวิชา

Truran (1987 :66 - 61) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความผิดพลาดและเทคนิคการแก้ไขในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยทำการศึกษา กับกลุ่มนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 7-15 ปี ที่มีอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ทำการวิจัยเป็นแบบทดสอบและการสัมภาษณ์ซึ่งมีการบันทึกเสียงไว้ แล้วนำมาสรุปผลการหาสาเหตุของข้อผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคน ตามระดับความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งพิจารณาโดยใช้รูปแบบความผิดพลาด 9 ด้าน ของคาเซีย คือ รูปแบบของ

คำถาม การอ่านคำถาม ความเข้าใจคำถาม กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้ ทักษะการเลือกใช้ความรู้ ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ การเสนอคำตอบความผิดพลาดซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้ เนื่องมาจากความระมัดระวังและความผิดพลาดซึ่งครูจะทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ผลการศึกษาพบข้อผิดพลาดตามรูปแบบนี้ แล้วนำเสนอวิธีการแก้ไข คือ ให้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เป็นนามธรรมมาช่วย ให้นักเรียนใช้สมุดจดคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ที่พบใหม่พร้อมทั้งความหมาย ใช้ทักษะการอ่านในการแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับขั้น วิเคราะห์ประโยคอ่านซ้ำข้อความที่ไม่เข้าใจ ค้นหาคำถามซึ่งต้องการคำตอบ ค้นหาว่าตนเองกำลังศึกษาโจทย์ถึงขั้นใด อ่านประโยคซ้ำ ๆ ถ้ายังไม่เข้าใจ การอ่านให้ตรงกับเนื้อหาจนเข้าใจในเนื้อหาของคำถาม แล้วแปลความหมายของสิ่งที่อ่านไปสู่การคำนวณ นอกจากนี้ ครูควรช่วยเหลือนักเรียนแก้ปัญหาของบทเรียน โดยการอธิบายในชั้นเรียน ก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือทำ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาแล้ว พอสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย จะใช้แบบทดสอบมาตรฐานหรือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นก็ได้ แต่แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจะมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดมากกว่า โดยมีวิธีวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่น ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่าย การกำหนดคะแนนจุดตัด และข้อบกพร่องของนักเรียนในเนื้อหาที่แตกต่างกัน อีกทั้งมีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย การทดสอบเพื่อสำรวจ ปรับปรุงพัฒนาแบบทดสอบ และหาคุณภาพ ซึ่งสามารถค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนได้ทั้งที่เป็นรายบุคคลและทั้งชั้น ที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียน เพื่อครูจะได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของครูด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำมาเป็นแนวคิดในการทำวิจัย การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยย่อยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิต สามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในครั้งนี้มีขั้นตอนในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาผานางคอย จำนวน 9 โรงเรียน เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 1 แห่ง โรงเรียนขนาดกลาง (ขยายโอกาส) จำนวน 4 แห่ง โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 5 แห่ง รวมจำนวนนักเรียน 135 คน ดังนี้

รายชื่อโรงเรียน	ขนาดโรงเรียน	จำนวนนักเรียน
โรงเรียนบ้านร่องกวาง(จันทิมาคม)	ขนาดใหญ่	46
โรงเรียนบ้านห้วยโรงนอก	ขยายโอกาส	20
โรงเรียนแม่ทราย(คุรุราษฎร์เจริญวิทย์)	ขยายโอกาส	14
โรงเรียนแม่แรม	ขยายโอกาส	16
โรงเรียนไผ่โทน	ขยายโอกาส	8
โรงเรียนร่องเข้ม	ขนาดเล็ก	15
โรงเรียนผาราง	ขนาดเล็ก	5
โรงเรียนทุ่งคัวะ	ขนาดเล็ก	8
โรงเรียนบ้านวังปึง	ขนาดเล็ก	3
	รวม	135

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาผานางคอย จำนวน 1 โรงเรียน มีนักเรียนจำนวน 46 คน เนื่องจากเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบการสอน จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 15 คน ออกจากนักเรียนปกติ ดังนั้น ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย จำนวน 31 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบ และแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1) การสร้างแบบทดสอบปรนัย (Objective Test)

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choices) 4 ตัวเลือก เป็นแบบทดสอบที่มุ่งเน้นการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาผานางคอย ในปีการศึกษา 2565 มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ โดยเฉพาะสาระการเรียนรู้ที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องเกี่ยวกับการเรียนรู้รูปเรขาคณิตสามมิติ คือ นักเรียนไม่สามารถแยกแยะรูปทรงเรขาคณิตแต่ละรูปได้ รวมไปถึงไม่สามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาที่เรียนได้ จึงเป็นอุปสรรคทางการเรียน ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้จากพื้นฐานที่ได้เรียนมาได้อย่างถูกต้อง จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงคิดหาวิธีการที่จะแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนเรขาคณิตของนักเรียน ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลเอกสารงานวิจัยต่างๆ พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่สามารถหาจุดบกพร่องที่เป็นปัญหาและอุปสรรคในการเรียนได้ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกแบบทดสอบวินิจฉัยมาเป็นเครื่องมือสำหรับวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขั้นที่ 2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 โดยแบ่งเนื้อหาสาระตามจุดประสงค์การเรียนรู้ดังนี้

1. ลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ
2. ลักษณะและส่วนต่างๆของปริซึม,ทรงกระบอก,พีระมิด กรวย และทรงกลม
3. รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ และการสร้างรูปรูปเรขาคณิตจากรูปคลี่
4. การหาปริมาตร และความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
5. โจทย์ปัญหาปริมาตรหรือความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ซึ่งผู้วิจัยได้นำเนื้อหาในบทที่ 9 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ดังตาราง 5

ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. ลักษณะและส่วนต่างๆ ของรูปเรขาคณิต	● บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ
	● ลักษณะและส่วนต่างๆของปริซึมและทรงกระบอก
	● ลักษณะและส่วนต่างๆของพีระมิด กรวย และทรงกลม
2. รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	● รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
	● การสร้างรูปเรขาคณิตจากรูปคลี่
3. การหาปริมาตร และความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	● การหาปริมาตร และความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
4. โจทย์ปัญหา	● โจทย์ปัญหาปริมาตรหรือความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ขั้นที่ 4 ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดเลือกตอบ สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยสร้างเป็นแบบทดสอบด้านการใช้พินัยม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร เพื่อวินิจฉัยเกี่ยวกับข้อผิดพลาดในความเข้าใจ การจำทฤษฎีบท สูตรกฎ นิยามสมบัติผิด และหรือประยุกต์ใช้พินัยมไม่ถูกต้อง จำนวน 35 ข้อ และแบบทดสอบด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา จำนวน 35 ข้อ เพื่อวินิจฉัยเกี่ยวกับข้อผิดพลาดจากการคิดเลขคำนวณ ทักษะการคำนวณ และการแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ การแก้โจทย์ปัญหา รวมข้อสอบทั้งหมด จำนวน 70 ข้อ

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล และการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC) จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นที่ยอมรับได้

ขั้นที่ 6 ศึกษาเครื่องมือสำหรับที่สามารถทำการทดสอบได้กับนักเรียนจำนวนมาก และพบว่า เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับจุดประสงค์ในการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้พร้อมๆ กันเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้แพร่หลายในปัจจุบัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้การนำเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) มาใช้เป็นเครื่องมือในการนำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องเพื่อให้นักเรียนกลุ่มทดลองได้เข้าไปทำการทดสอบได้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนสามารถทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องได้จากทุกที่ เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันสามารถเปิดใช้ใน Web browser ได้โดยตรงคล้ายกับการใช้งานเว็บไซต์ นักเรียนสามารถเชื่อมต่อได้ทันทีโดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าไปทำแบบทดสอบได้อย่างสะดวกรวดเร็ว สามารถทราบผลคะแนน และทราบข้อบกพร่องหลังจากการทำแบบทดสอบได้ในทันที

ขั้นที่ 7 นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องที่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ขึ้นเผยแพร่บนเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ที่สร้างขึ้น เพื่อทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาผานางคอย จำนวน 8 โรงเรียน

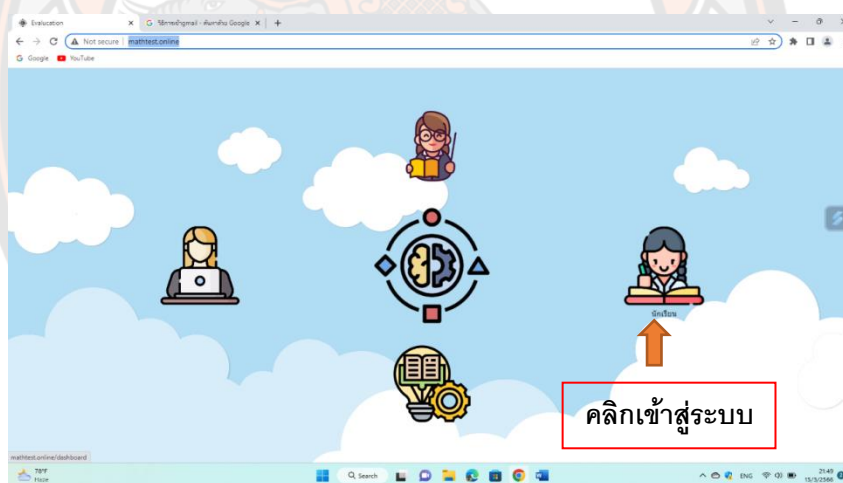
สำหรับนักเรียนที่ต้องการเข้าทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องผ่านเว็บแอปพลิเคชัน มีขั้นตอนการใช้ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนสามารถใช้งานผ่านทางมือถือ หรือผ่านทางคอมพิวเตอร์ จากนั้นให้นักเรียนเข้าไปที่เว็บไซต์ <http://mathtest.online> หรือสแกนคิวอาร์โค้ด ดังภาพ



ภาพ 1 แสดงคิวอาร์โค้ดสำหรับนักเรียนสแกนเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งาน

2. เมื่อนักเรียนได้เข้าสู่ระบบการใช้เรียบร้อยแล้วจะปรากฏหน้าจอที่แสดงการเข้าสู่ระบบ จากนั้นให้นักเรียนคลิกที่รูปภาพที่มีคำว่า “นักเรียน” ที่ปรากฏบนหน้าจอภาพ ดังภาพ

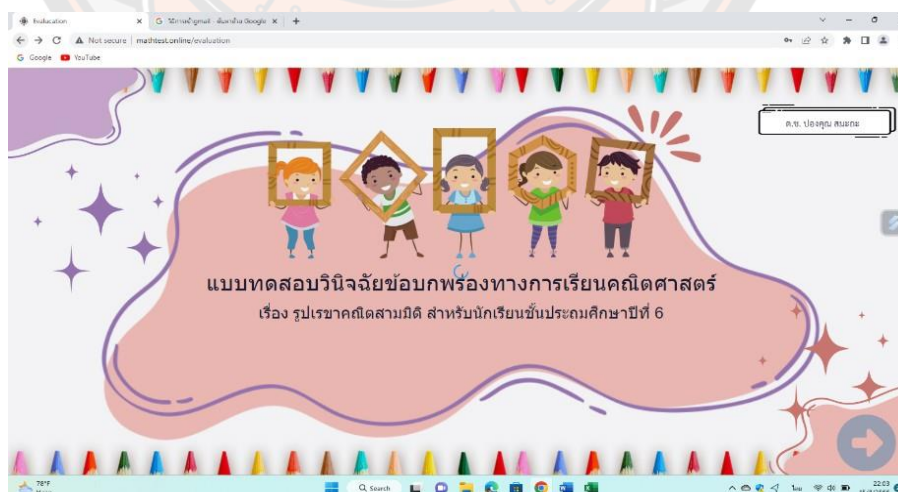


ภาพ 2 แสดงหน้าจอการคลิกเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งานสำหรับนักเรียน

3. จากนั้นให้นักเรียนใส่รหัสเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งาน โดยชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านจะเป็นตัวเลขทั้งหมด 6 หลัก ดังภาพ

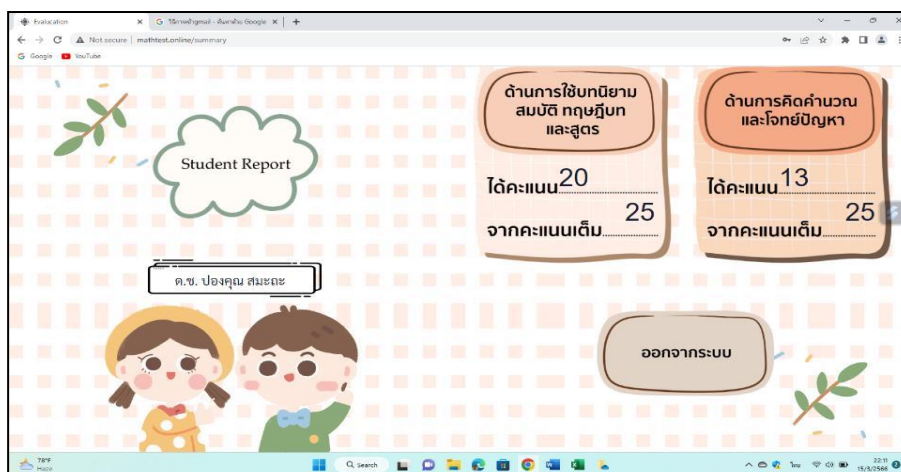
ภาพ 3 แสดงหน้าจอสำหรับใส่รหัสของผู้ใช้

4. เมื่อนักเรียนได้ใส่รหัสถูกต้องจะปรากฏหน้าจอให้นักเรียนตรวจสอบชื่อของนักเรียนด้านบนขวามือ จากนั้นให้คลิกลูกศรที่อยู่ด้านล่างจะเข้าไปหน้าแบบทดสอบทันที ขณะที่นักเรียนทำแบบทดสอบนักเรียนสามารถย้อนกลับไปเพื่อแก้ไขคำตอบได้ จากนั้นคลิกลูกศรด้านล่างขวามือ หากนักเรียนลืมคลิกเลือกคำตอบ เมื่อกดคลิกลูกศรจะไม่ไปในหน้าถัดไปให้ ดังภาพ



ภาพ 4 แสดงหน้าจอแบบทดสอบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

5. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าจอ Student Report ซึ่งเป็นหน้าจอแสดงการรายงานผลคะแนนของนักเรียนในแต่ละด้าน จากนั้นให้นักเรียนคลิกที่ปุ่มข้อความ “ออกจากระบบ” เป็นการเสร็จสิ้นทำแบบทดสอบ ดังภาพ



ภาพ 5 แสดงหน้าจอ Student Report แสดงการรายงานผลคะแนนของนักเรียน

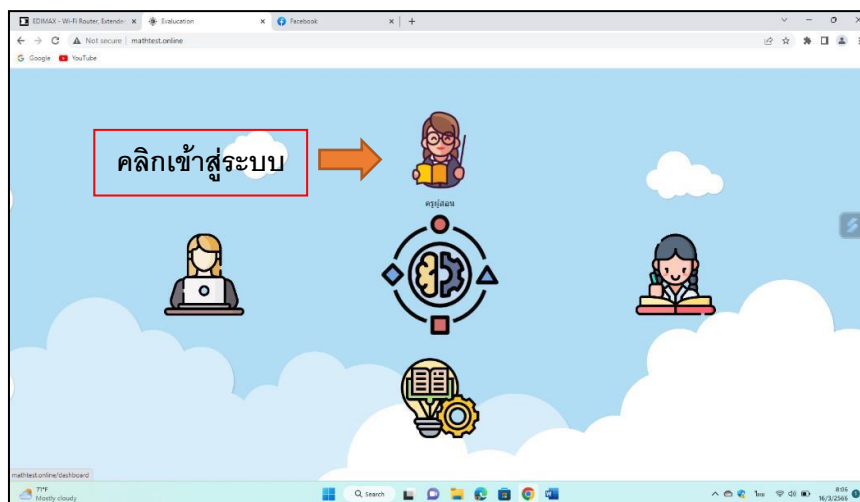
สำหรับครูผู้สอนหรือครูประจำชั้น การใช้งานแอปพลิเคชันมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ครูผู้สอนหรือครูประจำชั้นสามารถเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโดยผ่านทางมือถือหรือคอมพิวเตอร์ โดยเข้าไปที่ <http://mathtest.online> หรือสแกนคิวอาร์โค้ด ดังภาพ



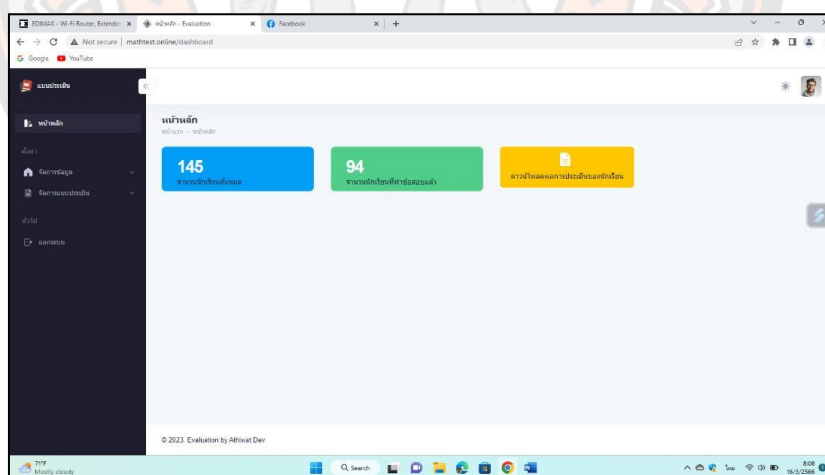
ภาพ 6 แสดงคิวอาร์โค้ดสำหรับครูผู้สอนสแกนเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งาน

2. เมื่อเข้าสู่ <http://mathtest.online> หรือสแกนคิวอาร์โค้ดแล้วจะปรากฏหน้าจอ ให้คลิกที่รูปภาพ “ครูผู้สอน” ดังภาพ



ภาพ 7 แสดงหน้าจอการคลิกเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งานสำหรับครูผู้สอน

3. คุณครูจะสามารถดูได้เฉพาะข้อมูลนักเรียนในโรงเรียนของตนเองว่ามีนักเรียนทั้งหมดกี่คน และมีจำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบเสร็จแล้วกี่คน นอกจากนี้ครูผู้สอนยังสามารถดูผลคะแนนการทำแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคนได้ แต่ไม่สามารถแก้ไขให้นักเรียนทำแบบทดสอบใหม่ได้นอกจากผู้ดูแลระบบเท่านั้น ดังภาพ



ภาพ 8 แสดงหน้าจอการแสดงผลการสอบของนักเรียนสำหรับครูผู้สอน

ขั้นที่ 8 หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการทดสอบกับนักเรียนทั้ง 8 โรงเรียนแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ผลการทดสอบทั้ง 70 ข้อมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยาก (Difficult หรือค่า P) ที่เข้าเกณฑ์หรือมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.79 และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination หรือ ค่า B) และคัดเลือกข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00

ขั้นที่ 9 นำแบบทดสอบทั้ง 70 ข้อมาวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของการวิจัยทั่วไปคือ ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป เพื่อปรับปรุงและคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาพานางคอย จำนวน 1 โรงเรียน มีนักเรียนจำนวน 31 คน

2) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์ของนิวแมน (Newman) ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งจะมอบหมายให้ครูผู้สอนทำการสัมภาษณ์หลังจากการทำแบบทดสอบวินิจัยผ่านเว็บแอปพลิเคชันเสร็จแล้วทันที โดยให้ครูผู้สอนทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่พบว่ามีข้อบกพร่องทีละคน และทำการบันทึกการสัมภาษณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนนั้นมาวิเคราะห์ร่วมกับคะแนนแบบทดสอบประเมินข้อบกพร่องของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบการวินิจัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การเก็บรวบรวมข้อมูล

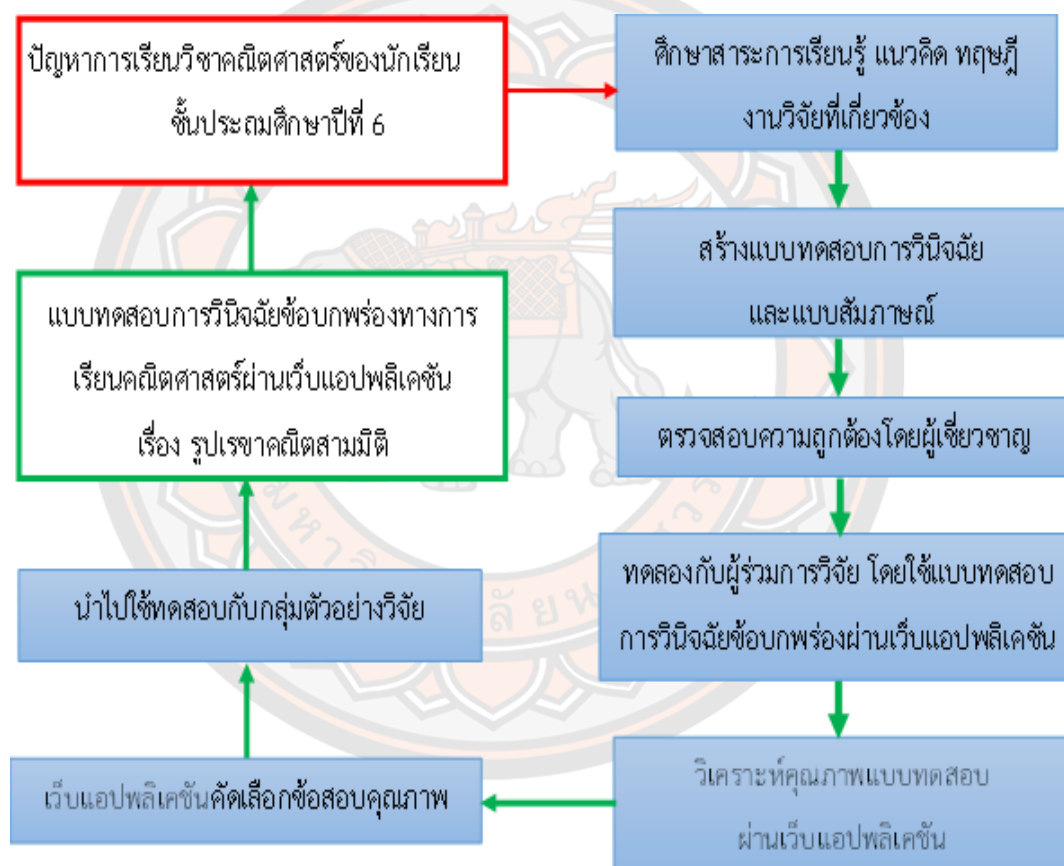
ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารหลักสูตรการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตลอดจนศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจัย

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบวินิจัย มีขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อขอความอนุเคราะห์ผู้บริหารสถานศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
2. นำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ยื่นต่อผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งนัดหมายวัน เวลา ที่จะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. นำแบบทดสอบวินิจัย จำนวน 70 ข้อ ผ่านแอปพลิเคชันที่ได้จัดเตรียมไว้ให้กับทางโรงเรียนที่เป็นกลุ่มประชากรทั้ง 8 โรงเรียน เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบ พร้อมทั้งคู่มือขั้นตอนการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

4. นำแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 50 ข้อ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขโดยแอปพลิเคชัน จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 โรงเรียน นำผลการวิเคราะห์ทางสถิติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน มานำเสนอข้อบกพร่องที่พบ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยการนำแนวคิด การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มารวมกันพัฒนาเครื่องมือสำหรับทดลองและ เครื่องมือ ดังภาพที่ 1



ภาพ 9 รูปแบบการวิจัยและพัฒนาแบบทดสอบการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Content Validity)ของแบบทดสอบการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านเพื่อมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตรการคำนวณของ Rovinelli and Hambleton ดังนี้

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

เมื่อ $\frac{\sum R}{n} =$ ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 $=$ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การกำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญอาจจะเป็นได้ทั้ง +1 หรือ 0 หรือ -1 ดังนี้

+1 = แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์ตามที่ระบุไว้จริง

0 = ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์ตามที่ระบุไว้จริง

-1 = แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์ตามที่ระบุไว้จริง

1.2 วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) นำแบบทดสอบการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาพานางคอย จำนวน 8 โรงเรียน มาวิเคราะห์แบบรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

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

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

เกณฑ์การพิจารณาค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.00 - 1.00 ซึ่งแต่ละค่ามีความหมายของระดับความยากง่าย ดังนี้

ค่าความยาก	ความหมายระดับความยาก	คุณภาพข้อสอบ
0.80 - 1.00	ง่ายมาก	ไม่ดีตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่
0.60 - 0.79	ง่าย	พอใช้ได้
0.40 - 0.59	ปานกลาง	ดีมาก
0.20 - 0.39	ยาก	พอใช้ได้
0.00 - 0.19	ยากมาก	ไม่ดีตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่

1.3 วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) การหาค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของแบรนแนน (Brenan) ซึ่งเป็นการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์มีสูตรในการคำนวณ ดังต่อไปนี้

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

เมื่อ	B	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์
	U	หมายถึง	จำนวนคนในกลุ่มรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) ที่ตอบข้อสอบนั้นถูก
	L	หมายถึง	จำนวนคนในกลุ่มไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) ที่ตอบข้อสอบนั้นถูก
	N_1	หมายถึง	จำนวนคนในกลุ่มรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์)
	N_2	หมายถึง	จำนวนคนในกลุ่มไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์)

ค่าอำนาจจำแนกมีทั้งค่าที่เป็นบวกและค่าที่ติดลบซึ่งมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจการจำแนกดังต่อไปนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี, 2552 : 171)

0.60 - 1.00	หมายถึง	ดีมาก
0.40 - 0.59	หมายถึง	ดี
0.20 - 0.39	หมายถึง	พอใช้
0.10 - 0.19	หมายถึง	ต่ำ ต้องปรับปรุง
00.00 - 0.09	หมายถึง	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง
-1.00 - 0.01	หมายถึง	ติดลบ ต้องปรับปรุง

1.4 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พิสนุ พงศรี, 2552 : 166-167)

$$r = \frac{k}{k-1} \left[\frac{S^2_t - \sum pq}{S^2_t} \right]$$

เมื่อ K = จำนวนข้อสอบ
 p = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q = 1-p
 S^2_t = ความแปรปรวนของคะแนนที่ตอบได้

เกณฑ์การผ่านค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นอย่างน้อยที่สุดไม่ควรต่ำกว่า 0.05 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงและมีมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์จุดตัดเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้คะแนนการตัดสินผลการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อตัดสินว่านักเรียนผ่านหรือไม่ผ่าน ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การตัดสินผ่านที่ร้อยละ 50.00 (แนวปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้, ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติพื้นฐาน คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าความถี่และร้อยละ

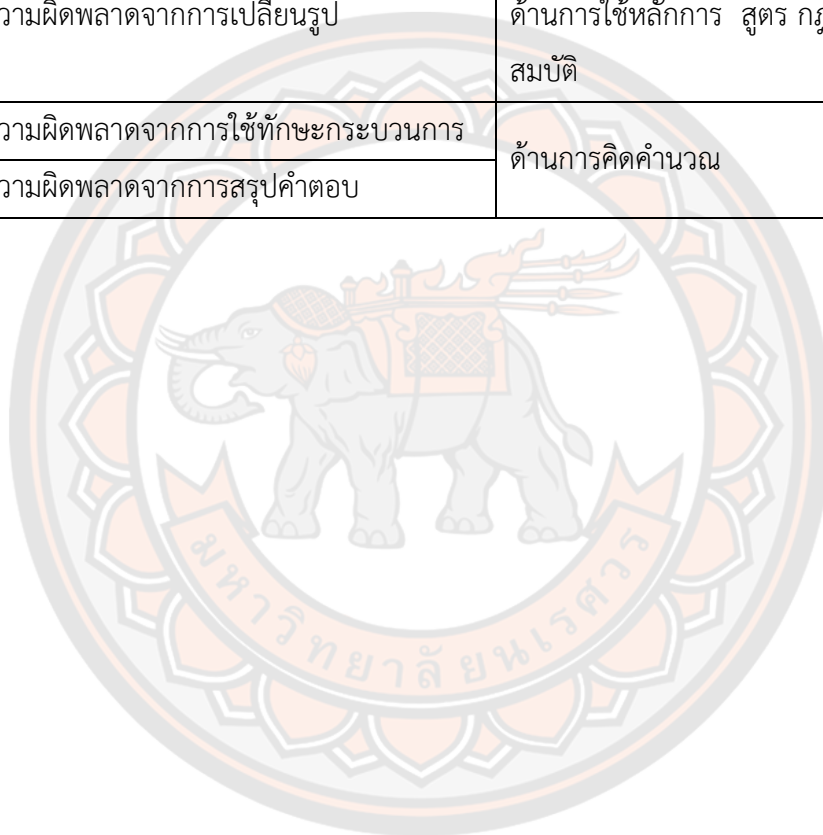
2.2 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) คำนวณจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนนักเรียนทุกคน
 N แทน จำนวนคนทั้งหมด

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกเทปจากการสัมภาษณ์มาจัดทำเป็นบทสัมภาษณ์ จากนั้นวิเคราะห์ความผิดพลาดของนิวแมนกับลักษณะข้อบกพร่องของอัมพร ม้าคนอง ดังนี้ จากนั้นบันทึกลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ของนิวแมน

ข้อผิดพลาดตามขั้นของนิวแมน	ลักษณะข้อบกพร่องของอัมพร ม้าคนอง
ขั้นความผิดพลาดจากการอ่าน	ด้านการตีความจากโจทย์
ขั้นความผิดพลาดจากการทำความเข้าใจ	
ขั้นความผิดพลาดจากการเปลี่ยนรูป	ด้านการใช้หลักการ สูตร กฎ นิยามและสมบัติ
ขั้นความผิดพลาดจากการใช้ทักษะกระบวนการ	ด้านการคิดคำนวณ
ขั้นความผิดพลาดจากการสรุปคำตอบ	



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชันเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1 การตรวจสอบความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC)

2.2 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

2.3 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Difficulty)

2.4 การวิเคราะห์ค่าอำนาจการจำแนก (Discrimination)

ตอนที่ 3 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 4 สัมภาษณ์นักเรียนที่มีผลการทดสอบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสร้างเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choices) 4 ตัวเลือก 2 ฉบับ จำนวน 70 ข้อ ดังต่อไปนี้

1.1 แบบทดสอบด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร เพื่อวินิจฉัยข้อผิดพลาดเกี่ยวกับความเข้าใจ การจำทฤษฎีบท สูตรกฎ นิยามสมบัติผิด หรือประยุกต์ใช้บทนิยามไม่ถูกต้อง ขาดทักษะในการเลือกทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติที่เหมาะสมมาใช้ จำนวน 35 ข้อ

1.2 แบบทดสอบด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา เพื่อวินิจฉัยเกี่ยวกับข้อผิดพลาดจากการคิดคำนวณ ขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องที่เรียนมา การนำข้อมูลมาใช้ผิด และการแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ การแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 35 ข้อ

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง การวิเคราะห์ความยากง่าย การวิเคราะห์ค่าอำนาจการจำแนก และการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 การตรวจสอบความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC)

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาความสอดคล้อง โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่า IOC ผลการประเมินความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.20 - 1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 132)

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังได้ให้คำแนะนำสำหรับการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ ได้แก่ การปรับปรุงรูปภาพ การระบุผลต่างโมโดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่าควรวาดเป็นทรงกลมและระบุแนวการตัดให้ชัดเจน การปรับคำขึ้นต้นของบทนิยามให้ใช้คำขึ้นต้นเหมือนกัน การปรับเปลี่ยนตัวเลือกให้ถูกต้อง และปรับปรุงข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือไม่ ให้ปรับเปลี่ยนคำถามเพิ่มเติม เช่นคำว่า ความยาว ความกว้าง ควรระบุข้อบกพร่องให้ชัดเจน และควรตรวจสอบตัวเลือกให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำไปทำการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนบ้านห้วยโรงนอก โรงเรียนแม่ทราย(คุรุราษฎร์เจริญวิทย์) โรงเรียนแม่แรม โรงเรียนไผ่โทน โรงเรียนร้องเข็ม โรงเรียนผาราง โรงเรียนทุ่งควัวะ และโรงเรียนบ้านวังปึง รวมทั้งสิ้น จำนวน 89 คน

2.2 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Difficulty)

ตาราง 6 ค่าความยากง่ายในแต่ละข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน

แบบทดสอบ	k	ก่อนการคัดเลือก	หลังการคัดเลือก
ฉบับที่ 1	70	0.08 – 0.81	0.30 -0.78

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายผ่านเว็บแอปพลิเคชันเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นข้อสอบในการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบกับกลุ่มทดลองทั้ง 8 โรงเรียน จำนวน 89 คน ข้อสอบทั้ง 70 ข้อมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.08 – 0.81 โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.78 (ภาคผนวก ง หน้า 136)

2.3 การวิเคราะห์ค่าอำนาจการจำแนก (Discrimination)

การวิเคราะห์ค่าอำนาจการจำแนกผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสม โดยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปทดสอบกับนักเรียนทั้ง 8 โรงเรียน จำนวน 89 คน จากนั้นจึงนำคะแนนที่นักเรียนตอบมาหาค่าอำนาจการจำแนกแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของแบรนแนน (Brenan) ซึ่งได้ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อและพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.50 เป็นข้อสอบสำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ ผลการพิจารณาค่าอำนาจการจำแนก (ภาคผนวก ง หน้า 139)

2.4 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากที่ได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ทั้ง 8 โรงเรียน จำนวน 89 คน เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 0.80 แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถที่จะนำไปใช้กับกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย คือ นักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาผานางคอย จำนวน 31 คน

ตอนที่ 3 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวินิจฉัยข้อบกพร่องของการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ข้อบกพร่องด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร (ข้อที่ 1-25) และข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหา (ข้อที่ 26-50) ดังนี้

1. ข้อบกพร่องด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้
 - จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด แทนค่าสัญลักษณ์ด้วย A1
 - ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิดแทนค่าสัญลักษณ์ด้วย A2
 - ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ แทนค่าสัญลักษณ์ด้วย A3
 - สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ แทนค่าสัญลักษณ์ด้วย A4
2. ข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้
 - ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ แทนค่าสัญลักษณ์ด้วย B1
 - ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา แทนค่าสัญลักษณ์ด้วย B2
 - นำข้อมูลมาใช้ผิด แทนค่าสัญลักษณ์ด้วย B3
 - ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ แทนค่าสัญลักษณ์ด้วย B4

คำตอบที่ถูกต้อง แทนค่าสัญลักษณ์ด้วย *

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
	ก	ข	ค	ง
ด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร				
1	A2 (9.68)	A2 (12.90)	(0.00)	* (77.42)
2	* (67.74)	A2 (9.68)	A2 (22.58)	

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
	ก	ข	ค	ง
ด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร				
3	A2 (9.68)	* (83.87)	(0.00)	A2 (6.45)
4	(0.00)	A2 (3.23)	* (93.55)	A2 (3.23)
5	A2 (19.35)	A2 (38.71)	* (41.94)	(0.00)
6	(0.00)	(0.00)	A2 (3.23)	* (96.77)
7	A1 (12.90)	(0.00)	A1 (6.45)	* (80.65)
8	A1 (6.45)	(0.00)	* (83.87)	A1 (9.68)
9	* (93.55)	A2 (3.23)	(0.00)	A2 (3.23)
10	* (83.87)	A2 (9.68)	A2 (3.23)	A2 (3.23)
11	A2 (3.23)	(0.00)	A2 (9.68)	* (87.10)
12	(0.00)	A2 (12.90)	* (83.87)	A2 (3.23)
13	* (83.87)	A2 (12.90)	A2 (3.23)	(0.00)
14	* (87.10)	A2 (3.23)	A2 (9.68)	(0.00)
15	A2 (6.45)	* (93.55)	A2 (0.00)	A2 (0.00)

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
	ก	ข	ค	ง
ด้านการใช้พินัยกรรม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร				
16	(0.00)	(0.00)	(74.19)	(25.81)
17	(54.84)	(22.58)	(6.45)	(16.13)
18	(96.77)	(3.23)	(0.00)	(0.00)
19	(3.23)	(96.77)	(0.00)	(0.00)
20	(0.00)	(0.00)	(12.90)	(87.10)
21	(93.55)	(3.23)	(0.00)	(3.23)
22	(70.97)	(3.23)	(3.23)	(22.58)
23	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
24	(41.94)	(3.23)	(54.84)	(0.00)
25	(3.23)	(64.52)	(6.45)	(25.81)
ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา				
26	(41.94)	(3.23)	(12.90)	(41.94)
27	(6.45)	(12.90)	(80.65)	(0.00)

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
	ก	ข	ค	ง
ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา				
28		B1		*
	(0.00)	(12.90)	(0.00)	(87.10)
29	B1,B3	B1	B1	*
	(25.81)	(6.45)	(12.90)	(54.84)
30	*	B1	A1	A1
	(83.87)	(6.45)	(3.23)	(6.45)
31	B1		*	B3
	(6.45)	(0.00)	(67.74)	(25.81)
32	B2,B4	B4	*	B1
	(3.23)	(22.58)	(70.97)	(3.23)
33	*	B1	B3,B4	B1
	(29.03)	(12.90)	(54.84)	(3.23)
34	*	B1	B3	B2
	(9.68)	(9.68)	(58.06)	(22.58)
35	B3	*	B2, B3	B2
	(9.68)	(9.68)	(48.39)	(32.26)
36	B1	B1	*	B2
	(3.23)	(41.94)	(38.71)	(16.13)
37	*	B3	B4	B2
	(51.61)	(16.13)	(12.90)	(19.35)
38	B2	*	B2	B2
	(25.81)	(45.16)	(16.13)	(12.90)
39	B3,B4	B2	B1	*
	(19.35)	(6.45)	(9.68)	(64.52)

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
	ก	ข	ค	ง
40	* (45.16)	B1 (32.26)	A1, B1 (16.13)	B3 (6.45)
41	B1 (16.13)	B1 (22.58)	* (45.16)	B4 (16.13)
42	B1 (6.45)	* (61.29)	B1 (25.81)	B2,B4 (6.45)
43	B4 (12.90)	B3, B2 (29.03)	* (38.71)	B2 (19.35)
44	B4 (41.94)	B2 (9.68)	B2 (22.58)	* (25.81)
45	B2 (38.71)	B2 (32.26)	B3 (22.58)	* (6.45)
46	B1 (12.90)	B2,B3 (22.58)	* (51.61)	B1,B2 (12.90)
47	* (32.26)	B2,B4 (35.48)	A1,B2 (16.13)	B2,B4 (16.13)
48	A1, B4 (19.35)	B1 (12.90)	* (6.45)	B4 (61.29)
49	A1 (16.13)	B1 (58.06)	B1 (16.13)	* (9.68)
50	B2 (70.97)	B1 (9.68)	B3 (16.13)	* (3.23)

จากตาราง 7 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยพิจารณาตามเกณฑ์ของแนวปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ (ตามหลักสูตรแกนกลาง 2551) คือ ข้อสอบที่มีนักเรียนตอบผิดตั้งแต่ร้อยละ 50.00 ขึ้นไป ถือว่านักเรียนมีข้อบกพร่องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในข้อนั้นๆจากการทดสอบด้วยข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก

จำนวน 50 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร จำนวน 25 ข้อ และแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา จำนวน 25 ข้อ พบว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ ด้านการใช้บทนิยามด้านบทนิยามสมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร คิดเป็นร้อยละ 4 เมื่อพิจารณาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนมีข้อบกพร่องในประเด็น ดังต่อไปนี้

ด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร จากข้อสอบ จำนวน 25 ข้อ พบว่า ข้อสอบข้อที่ 5 (จากภาพหน้าข้างเป็นรูปอะไร) เป็นข้อสอบที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุด ร้อยละ 58.06 และตอบถูก ร้อยละ 41.94 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ก (ข้อบกพร่อง A2) ร้อยละ 19.35 และข้อ ข (ข้อบกพร่อง A2) ร้อยละ 38.71 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด(A2) ดังนั้นนักเรียนจึงไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คือนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติได้

ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา พบว่า จากการวิเคราะห์ข้อสอบนักเรียนตอบผิดจำนวน 15 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อที่นักเรียนเลือกตอบมีข้อบกพร่องหลายประเด็น ดังนี้

ข้อสอบข้อที่ 26 (กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความกว้าง 150 เซนติเมตร ความยาว 120 เซนติเมตร และสูง 2 เมตร กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีปริมาตรเท่าใด) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 58.07 และตอบถูก ร้อยละ 41.93 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ข (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 3.23 ข้อ ค (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 12.90 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B3) ร้อยละ 41.94 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ (B1) ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2) การนำข้อมูลมาใช้ผิด (B3)

ข้อสอบข้อที่ 33 (ตู้เลี้ยงปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากวัดด้านในได้ความยาว 50 เซนติเมตร ความกว้าง 25 เซนติเมตร และความสูง 30 เซนติเมตร ต้องการใส่น้ำครึ่งตู้จะมีน้ำกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 70.97 และตอบถูก ร้อยละ 29.03โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ข (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 12.90 ข้อ ค (จุดบกพร่อง B3 ,B4) ร้อยละ 54.84 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 3.23 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ (B1) การนำข้อมูลมาใช้ผิด (B3)และไม่เข้าใจโจทย์และภาษาทางคณิตศาสตร์ (B4)

ข้อสอบข้อที่ 34 (ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 40 เซนติเมตร ความสูง 32 เซนติเมตร ถ้าใส่ น้ำ $\frac{3}{4}$ ของความสูง น้ำในตู้ปลาจะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์ เซนติเมตร) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 90.32 และตอบถูก ร้อยละ 9.68 โดยนักเรียนเลือก คำตอบข้อ ข (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 9.68 ข้อ ค (จุดบกพร่อง B3) ร้อยละ 58.06 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 22.58 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหา คือ ขาดความระมัดระวังในการคิด คำนวณ (B1) ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2) การนำข้อมูลมาใช้ผิด (B3)

ข้อสอบข้อที่ 35 (กล่องใส่รองเท้ามีความยาว ความกว้าง และความสูง เท่ากับ 30,60 และ 45 เซนติเมตร ตามลำดับที่มีจำนวน 11 กล่อง จะต้องหาสิ่งที่มีความจุอย่างน้อยเท่าไรสำหรับใส่กล่อง รองเท้าที่มีทั้งหมดได้) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 90.32 และตอบถูก ร้อยละ 9.68 โดยนักเรียน เลือกคำตอบข้อ ก (จุดบกพร่อง B3) ร้อยละ 9.68 ข้อ ค (จุดบกพร่อง B2, B3) ร้อยละ 48.39 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 32.26 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุป ได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องด้านการขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2) และการนำข้อมูลมาใช้ผิด (B3)

ข้อสอบข้อที่ 36 (จากรูป มีปริมาตรเท่าใด) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 61.29 และ ตอบถูก ร้อยละ 38.71 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ก (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 3.23 ข้อ ข (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 41.94 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 16.13 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จาก การวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่อง ด้านการขาดความระมัดระวังใน การคิดคำนวณ(B1) และขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2)

ข้อสอบข้อที่ 38 (สระว่ายน้ำแห่งหนึ่งมีลักษณะเป็นปริซึม และมีขนาดภายในดังรูป สระ ว่ายน้ำนี้มีความจุกี่ลูกบาศก์เมตร) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 54.84 และตอบถูก ร้อยละ 45.16 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ก (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 25.81 ข้อ ค (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 16.13 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 12.90 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องด้านขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2)

ข้อสอบข้อที่ 40 (ถังเก็บน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความสูง 5 เมตร ความกว้าง 4 เมตร ความยาว 3 เมตร โดยมีน้ำเต็มถัง ถ้าต้องการใช้น้ำวันละ 5 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 10 วัน จะมีน้ำเพียงพอ หรือไม่ เพราะเหตุใด) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 54.84 และตอบถูก ร้อยละ 45.16 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ข (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 32.26 ข้อ ค (จุดบกพร่อง A1, B1) ร้อยละ 16.13 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B3) ร้อยละ 6.45 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องเกี่ยวกับการจำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด (A1) การคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ (B1) และการนำข้อมูลมาใช้ผิด (B3)

ข้อสอบข้อที่ 41 (สระน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีน้ำอยู่ครึ่งสระ คิดเป็นปริมาตร 5,400 ลูกบาศก์เมตร สระน้ำนี้ความกว้าง 15 เมตร ความยาว 36 เมตร สระน้ำนี้มีความลึกกี่เมตร) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 77.42 และตอบถูก ร้อยละ 45.16 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ก (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 16.13 ข้อ ข (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 22.58 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B4) ร้อยละ 16.13 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ (B1) และไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ (B4)

ข้อสอบข้อที่ 43 (มีน้ำหวาน 5 ลิตร ต้องการบรรจุน้ำลงในถังทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาด กว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร จะต้องใช้กล่องอย่างน้อยกี่ใบ (1 ลิตร = 1,000 ลบ.ซม) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 61.29 และตอบถูก ร้อยละ 38.71 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ก (จุดบกพร่อง B4) ร้อยละ 12.90 ข้อ ข (จุดบกพร่อง B2, B3) ร้อยละ 29.03 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 19.35 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2) การนำข้อมูลมาใช้ผิด (B3) และไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ แทนค่าสัญลักษณ์ด้วย (B4)

ข้อสอบข้อที่ 44 (ธิดาและราตรีมีกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคนละใบ โดยกล่องของราตรีมีความกว้าง ความยาว และความสูง เป็นสองเท่าของความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่องของธิดา ตามลำดับ ถ้ากล่องของธิดามีปริมาตรเป็น 12 ลูกบาศก์หน่วย กล่องของราตรี จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 74.19 และตอบถูก ร้อยละ 25.81 โดยนักเรียนเลือก

คำตอบข้อ ก (ข้อบกพร่อง B4) ร้อยละ 41.94 ข้อ ข (ข้อบกพร่อง B2) ร้อยละ 9.68 และข้อ ค (ข้อบกพร่อง B2) ร้อยละ 22.58 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2) และไม่เข้าใจโจทย์และภาษาทางคณิตศาสตร์ (B4)

ข้อสอบข้อที่ 45 (ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง บรรจุน้ำและน้ำมันที่แยกชั้นกันอยู่ ดังรูป ภาชนะนี้มีน้ำมันอยู่ที่ลูกบาศก์เซนติเมตร) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 93.55 และตอบถูก ร้อยละ 6.45 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ก (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 38.71 ข้อ ข (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 32.26 และข้อ ค (จุดบกพร่อง B3) ร้อยละ 22.58 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2) และการนำข้อมูลมาใช้ผิด (B3)

ข้อสอบข้อที่ 47 (ตุ้เลี้ยงปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากวัดด้านในได้ความยาว 50 เซนติเมตร ความกว้าง 25 เซนติเมตร และความสูง 30 เซนติเมตร ต้องการใส่น้ำครึ่งตุ้จะมีน้ำกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 67.74 และตอบถูก ร้อยละ 32.26 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ข (จุดบกพร่อง B2, B4) ร้อยละ 35.48 ข้อ ค (จุดบกพร่อง A1, B2) ร้อยละ 16.13 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B2, B4) ร้อยละ 16.13 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องเกี่ยวกับการจำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด (A1) การขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2) และไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4

ข้อสอบข้อที่ 48 (ต้นและบอยมีกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคนละใบ โดยกล่องของบอยมีความกว้าง ความยาว และความสูง เป็นสามเท่าของความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่องของต้น ตามลำดับ ถ้ากล่องของต้นมีปริมาตรเป็น 10 ลูกบาศก์หน่วย กล่องของบอยจะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 93.55 และตอบถูก ร้อยละ 6.45 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ก (จุดบกพร่อง A1, B4) ร้อยละ 19.35 ข้อ ข (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 12.90 และข้อ ง (จุดบกพร่อง B4) ร้อยละ 61.29 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องเกี่ยวกับการจำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด (A1) การคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ (B1) และไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ (B4)

ข้อสอบข้อที่ 49 (กล่องสบู่ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความกว้าง 80 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร ความสูง 5 เซนติเมตร ต้องการบรรจุใส่ลังความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 60 เซนติเมตร ความสูง 80 เซนติเมตร จะบรรจุได้มากที่สุดกี่กล่อง) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 90.32 และตอบถูก ร้อยละ 9.68 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ก (จุดบกพร่อง A1) ร้อยละ 16.13 ข้อ ข (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 58.06 และข้อ ค (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 16.13 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องเกี่ยวกับการจำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด (A1) และการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ (B1)

ข้อสอบข้อที่ 50 (แม่ใส่ส่วนผสมของวุ้นที่เตรียมไว้ลงในภาตทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวของด้าน 10 เซนติเมตร โดยให้ส่วนผสมของวุ้นในภาต แต่ละใบสูง 3 เซนติเมตร ถ้าแม่ทำวุ้นได้ 12 ภาตพอดี แล้วส่วนผสมของวุ้นที่แม่เตรียมไว้ทั้งหมดก็ถูกบาศก์ (เซนติเมตร) พบว่า นักเรียนตอบผิด ร้อยละ 96.77 และตอบถูก ร้อยละ 3.23 โดยนักเรียนเลือกคำตอบข้อ ก (จุดบกพร่อง B2) ร้อยละ 70.97 ข้อ ข (จุดบกพร่อง B1) ร้อยละ 9.68 และข้อ ค (จุดบกพร่อง B3) ร้อยละ 16.13 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีจุดบกพร่องด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ (B1) ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา (B2) และการนำข้อมูลมาใช้ผิด (B3)

ตอนที่ 4 สัมภาษณ์นักเรียนที่มีผลการทดสอบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีผลการทดสอบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด หรือต่ำกว่าร้อยละ 50.00 ซึ่งผลจากการทดสอบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาพานางคอย จำนวน 31 คน ดังนี้

ตาราง 8 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนจุดตัด	ร้อยละของนักเรียนที่สอบผ่าน
ฉบับที่ 1	50	ร้อยละ 50	77.42

มีนักเรียนที่ไม่ผ่านการทดสอบและมีจุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการทำแบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 7 คน ดังตารางที่ 12 (ภาคผนวก ง หน้า 142) ได้แก่ นักเรียนคนที่ 20, 21, 23, 26, 27, 29 และ 30 และเพื่อวิเคราะห์ความผิดพลาดมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้สัมภาษณ์นักเรียนดังกล่าว โดยสัมภาษณ์ข้อที่นักเรียนเลือกคำตอบที่ไม่ถูกต้องมากที่สุดเพื่อวิเคราะห์ว่านักเรียนมีความผิดพลาดในการทำข้อสอบในด้านใดบ้าง เช่น การอ่านโจทย์ การทำความเข้าใจ การใช้ทักษะและกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ได้คำตอบ ผลการสัมภาษณ์สรุปได้ดังนี้

คำถามข้อที่ 35 “ ก่อ่งใส่รองเท้ามีความยาว ความกว้าง และความสูง เท่ากับ 30,60 และ 45 เซนติเมตรตามลำดับ มีจำนวน 11 ก่อ่ง จะต้องหาสิ่งที่มีความจุน้อยเท่าไรสำหรับใส่ก่อ่งรองเท้าที่มีทั้งหมดได้

- ครู : นักเรียนลองอ่านคำถามในข้อ 35 ให้ครูฟังได้ไหมคะ
 นักเรียน : อ่านคำถามข้อที่ 35 ได้อย่างถูกต้อง
 ครู : นักเรียนคิดว่าคำถามข้อนี้ ต้องการให้นักเรียนทำอะไร
 นักเรียน : อืม.....ให้หาสิ่งที่มีความจุน้อยเท่าไรสำหรับใส่ก่อ่งรองเท้าที่มีทั้งหมดได้คะ
 ครู : แล้วนักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรในการหาคำตอบข้อนี้
 นักเรียน : หนูก็เอา $30 \times 60 \times 45$ แล้วก็คูณ 11 ค่ะ
 ครู : นักเรียนลองแสดงวิธีทำในการหาคำตอบให้ครูดูได้ไหมคะ
 นักเรียน : ตอบข้อ ง ค่ะ
 ครู : หน่วยที่โจทย์กำหนดให้ กับหน่วยในตัวเลือก นักเรียนคิดว่าเป็นหน่วยเดียวกันหรือไม่
 นักเรียน : ...เจียบประมาณ 3 นาที...คนละหน่วยค่ะ
 ครู : นักเรียนยืนยันคำตอบเดิมไหมคะ
 นักเรียน : ยืม หนูคิดไม่ได้แล้วค่ะ

จากการสัมภาษณ์ นักเรียนรู้สูตรการหาปริมาตร และนักเรียนสามารถตอบคำถามครูได้ว่า โจทย์ข้อนี้ต้องการให้หาอะไร ดังนั้นนักเรียน มีความเข้าใจในเรื่องสูตร กฎ บท นิยาม และเข้าใจโจทย์เป็นอย่างดี แต่นักเรียนขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา คือ การเปลี่ยนหน่วย ซึ่งเมื่อนักเรียนหาปริมาตร $(30 \times 60 \times 45) \times 11 = 891,000$ ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อนักเรียนได้คำตอบ นักเรียนเลือกข้อ ง. 891,000 ลูกบาศก์เมตรทันทีโดยนักเรียนไม่คำนึงถึงหน่วยที่แตกต่างกัน เมื่อครูใช้คำถาม

“หน่วยที่โจทย์กำหนดให้ กับตัวเลขที่นักเรียนตอบ คิดว่าเป็นหน่วยเดียวกันหรือไม่” มีนักเรียนจำนวน 4 คนที่เลือกคำตอบเลยทันที และมีนักเรียนอีก 3 คน นักเรียนตอบว่าไม่เหมือนค่ะ และพยายามแสดงวิธีคิดโดยการนำ $891,000 \div 100 = 891$ ลูกบาศก์เมตร ซึ่งยังเป็นคำตอบที่ยังผิด

สรุปได้จากจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 7 คน มีนักเรียนที่ไม่เข้าใจเรื่องที่เรียนมา จำนวน 4 คน คือ มาสนใจหน่วยที่ต่างกันและแปลงหน่วยไม่เป็นและมีนักเรียนอีก 3 คน ที่ยังไม่เข้าใจการแปลงหน่วย นำข้อมูลมาใช้ผิด จากการวิเคราะห์บทสัมภาษณ์กับการประเมินนักเรียนผ่านเว็บแอปพลิเคชันข้อนี้ตรงกัน

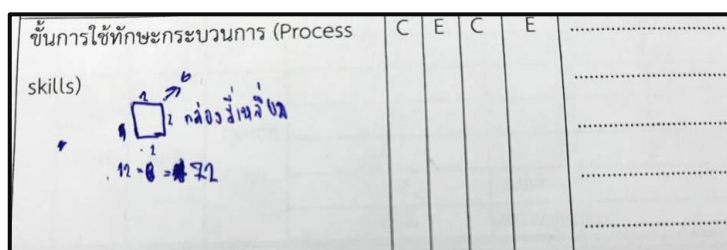
คำถามข้อที่ 44 “ธิดาและราตรีมีกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคนละใบ โดยกล่องของราตรีมีความกว้าง ความยาว และความสูง เป็นสองเท่าของความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่องของธิดา ตามลำดับ ถ้ากล่องของธิดามีปริมาตรเป็น 12 ลูกบาศก์หน่วย กล่องของราตรี จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย” นักเรียนอ่านโจทย์ได้ถูกต้อง

- ครู : นักเรียนลองอ่านคำถามในข้อ 44 ให้ครูฟังได้ไหมคะ
 นักเรียน : อ่านคำถามข้อที่ 44 นักเรียนอ่านโจทย์ได้ถูกต้อง
 ครู : นักเรียนคิดว่าคำถามข้อนี้ ต้องการให้นักเรียนทำอะไร
 นักเรียน : หาปริมาตรของกล่องราตรีค่ะ
 ครู : แล้วนักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรในการหาคำตอบข้อนี้
 นักเรียน : 12×2 ค่ะ เพราะเป็นสองเท่า
 ครู : นักเรียนลองแสดงวิธีทำในการหาคำตอบให้ครูดูได้ไหมคะ
 นักเรียน :

ขั้นการใช้ทักษะกระบวนการ (Process skills)	C	E	C	E
				$12 \times 2 = 24$

ภาพ 10 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 44

จากการสัมภาษณ์ นักเรียนไม่เข้าใจโจทย์และภาษาทางคณิตศาสตร์นักเรียนแปลความหมาย 2 เท่าของความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่องของธิดา เป็น 2 เท่าของปริมาตร จึงทำให้นักเรียนนำ 2×12 ซึ่งนักเรียนเกิดความผิดพลาดจากการทำความเข้าใจตามขั้นของนิวมานและลักษณะข้อบกพร่องของอัมพร ม้าคะนองตรงกับด้านการตีความจากโจทย์

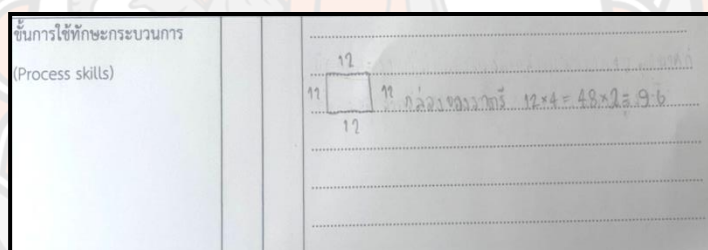


ภาพ 11 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 44

จากการสัมภาษณ์นักเรียน นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา เพราะนักเรียนคิดว่าสองเท่าของความกว้าง ความยาว และความสูง คือ ความกว้างยาว 2 เซนติเมตร ความยาวยาว 2 เซนติเมตร และความสูงยาว 2 เซนติเมตร ดังภาพ 11 จากนั้นนำความยาวแต่ละด้านมาบวกกัน แล้วคูณด้วย 12

ครูถามต่อว่า : ทำไมนักเรียนถึงเอา 12 มาคูณคะ

นักเรียน : เพราะให้หาปริมาตรของกล่องราตรีคะ



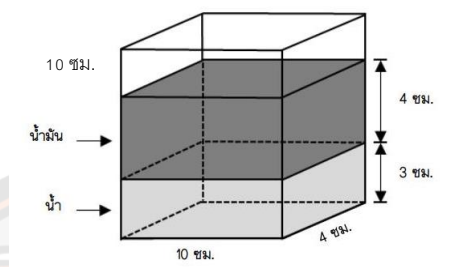
ภาพ 12 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 44

จากการสัมภาษณ์นักเรียน ถึงแม้ว่าข้อนี้ นักเรียนจะตอบถูกต้อง แต่เมื่อครูตรวจสอบขั้นตอนการใช้ทักษะกระบวนการ ดังภาพที่ 12 นักเรียนแสดงวิธีคิดโดยให้แต่ละด้านของรูปสี่เหลี่ยมยาว 12 เซนติเมตร จากนั้นนำ $12 \times 4 = 48$ สองเท่าของความกว้าง ความยาว และความสูง คือ $48 \times 2 = 96$ นักเรียนเลือกวิธีการมาใช้ในการคำนวณไม่ถูกต้อง ซึ่งตรงกับลักษณะข้อบกพร่องของอัมพร ม้าคะนอง คือ ด้านการคำนวณ

สรุปได้ว่าจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 7 คน มีนักเรียนที่นักเรียนไม่เข้าใจโจทย์และภาษาทางคณิตศาสตร์ แปลความหมาย 2 ของความกว้าง ความยาว และความสูง เป็น 2 เท่าของปริมาตร จำนวน 4 คน นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา มีจำนวน 3 คน ข้อบกพร่องที่พบ การใช้สูตรการหาปริมาตรผิด (กว้าง + ยาว + สูง), นำ 12 ไปเป็นความยาวของแต่ละด้าน จากนั้นหาความยาวรูปแทนการหาปริมาตร จากการวิเคราะห์บทสัมภาษณ์

ทำให้เห็นว่านักเรียนที่เลือกคำตอบถูกไม่ได้แปลว่านักเรียนคนนั้นจะไม่มีข้อบกพร่อง ดังนั้น การประเมินนักเรียนผ่านเว็บแอปพลิเคชันข้อนี้ยังไม่ตรงกันเท่าที่ควร

คำถามข้อที่ 45 ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง บรรจุน้ำและน้ำมันที่แยกชั้นกันอยู่ ดังรูป ภาชนะนี้มีน้ำมันอยู่ที่ลูกบาศก์เซนติเมตร



ครู : นักเรียนลองอ่านคำถามในข้อ 45 ให้ครูฟังได้ไหมคะ

นักเรียน : อ่านคำถามข้อที่ 45 ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง บรรจุน้ำและน้ำมันที่แยกชั้นกันอยู่ ดังรูป ภาชนะนี้มีน้ำมันอยู่ที่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ครู : นักเรียนคิดว่าคำถามข้อนี้ ต้องการให้นักเรียนทำอะไร

นักเรียน : หาปริมาตรของน้ำมัน ค่ะ

ครู : นักเรียนลองแสดงวิธีทำในการหาคำตอบให้ครูดูได้ไหมคะ

สรุปได้ว่าจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 7 คน มีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่ตอบข้อ 45 ถูกต้อง แต่มีนักเรียน 1 คน เมื่อครูถามว่าตัวเลขเหล่านี้นักเรียนนำมาจากส่วนใดบ้าง นักเรียนชี้ส่วนความยาว 10 เซนติเมตรผิด นักเรียนชี้ตัวเลขด้านบนมาใช้ในการคำนวณ แต่เป็นตัวเลขที่ซ้ำกับความยาวในโจทย์

คำถามข้อที่ 49 กล่องสูงทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความกว้าง 80 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร ความสูง 5 เซนติเมตร ต้องการบรรจุใส่ลังความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 60 เซนติเมตร ความสูง 80 เซนติเมตร จะบรรจุได้มากที่สุดกี่กล่อง

ครู : นักเรียนลองอ่านคำถามในข้อ 49 ให้ครูฟังได้ไหมคะ

นักเรียน : อ่านคำถามข้อที่ 49 “นักเรียนอ่านโจทย์ได้ถูกต้อง

ครู : นักเรียนคิดว่าคำถามข้อนี้ ต้องการให้นักเรียนทำอะไร

นักเรียน : หากกล่องมาบรรจุให้ได้มากที่สุดค่ะ

ครู : แล้วนักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรในการหาคำตอบข้อนี้

- นักเรียน : หาปริมาตรกล่องสบู่ แล้วก็หาอีกปริมาตรหนึ่ง แล้วนำมาลบกันค่ะ
 ครู : นักเรียนลองแสดงวิธีทำในการหาคำตอบให้ครูดูได้ไหมคะ
 นักเรียน : ...ผ่านไป 5 นาที...ครูคะหนูเปลี่ยนเอาไปหารได้ไหมคะ
 ครู : เพราะอะไรนักเรียนถึงเลือกไปหารคะ
 นักเรียน : ดูที่ตัวเล็อกคะ

Handwritten student work for question 49. The text on the left reads "ขั้นการใช้ทักษะกระบวนการ (Process skills)". The calculations are as follows:

$$80 \times 10 \times 5 = 4000$$

$$50 \times 60 \times 80 = 240,000$$

$$\begin{array}{r} 60 \times 006 \\ 4000 \overline{) 240000} \\ \underline{240000} \\ 0 \end{array}$$

ภาพ 13 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 49

Handwritten student work for question 49 showing a division problem:

$$\begin{array}{r} 6 \\ 4,000 \overline{) 24,000} \\ \underline{2400} \\ 000 \end{array}$$

ภาพ 14 ภาพแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียน ข้อที่ 49

จากการการสัมภาษณ์นักเรียน นักเรียนอ่านโจทย์ถูกต้อง แต่มีความสับสนขั้นตอนในการหาร และขาดความระมัดระวังในการคำนวณ โดยเฉพาะการหารที่ตัวท้ายเป็นศูนย์ นักเรียนมักจะละเลย มีจำนวน 5 คน และมีนักเรียน จำนวน 2 คน ที่ไม่สามารถแสดงวิธีทำในขั้นการใช้ทักษะกระบวนการได้เลย

คำถามข้อที่ 50 “แม่ใส่ส่วนผสมของวุ้นที่เตรียมไว้ลงในถาดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวของด้าน 10 เซนติเมตร โดยให้ส่วนผสมของวุ้นในถาด แต่ละใบสูง 3 เซนติเมตร ถ้าแม่ทำวุ้นได้ 12 ถาดพอดี แล้วส่วนผสมของวุ้นที่แม่เตรียมไว้ทั้งหมดก็ถูกบาศก์เซนติเมตร” นักเรียนอ่านโจทย์ได้ถูกต้อง

- ครู : นักเรียนลองอ่านคำถามในข้อ 50 ให้ครูฟังได้ไหมคะ
 นักเรียน : อ่านคำถามข้อที่ 50 นักเรียนอ่านโจทย์ได้ถูกต้อง
 ครู : นักเรียนคิดว่าคำถามข้อนี้ ต้องการให้นักเรียนทำอะไร

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้ร่วมการวิจัยในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาผานางคอย จำนวน 1 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียน 31 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน และแบบสัมภาษณ์ของ Newman ในแบบทดสอบการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านที่ 1 ด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร และด้านที่ 2 การคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 70 ข้อ แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านละ 35 ข้อ ผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่ได้จัดเตรียมไว้ให้กับทางโรงเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทั้ง 8 โรงเรียน เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น นำแบบทดสอบปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 โรงเรียน แบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 50 ข้อ แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านละ 25 ข้อ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทันที มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้ความถี่และร้อยละ สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพใช้วิธีพรรณนาวิเคราะห์

สรุป

ผลการวิจัยในครั้งนี้ได้แบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ฉบับ 50 ข้อ

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยข้อบ่งชี้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้วกำหนดเป็นตารางการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบ่งชี้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choices) 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ จำนวน 70 ข้อ ดังต่อไปนี้

แบบทดสอบด้านการใช้ทฤษฎีบท สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร เพื่อวินิจัยข้อผิดพลาดเกี่ยวกับความเข้าใจ การจำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามสมบัติผิด หรือประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทไม่ถูกต้อง และขาดทักษะในการเลือกทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติที่เหมาะสมมาใช้ จำนวน 35 ข้อ

แบบทดสอบด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา เพื่อวินิจัยเกี่ยวกับข้อผิดพลาดจากการคิดคำนวณ ขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องที่เรียนมา การนำข้อมูลมาใช้ผิด และการแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ การแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 35 ข้อ

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยข้อบ่งชี้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง การวิเคราะห์ความยากง่าย การวิเคราะห์ค่าอำนาจการจำแนก และการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังนี้

การตรวจสอบความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC)

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจัยข้อบ่งชี้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาความสอดคล้อง โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่า IOC ผลการประเมินความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.20-1.00

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Difficulty)

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นข้อสอบในการวินิจัยข้อบ่งชี้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบกับกลุ่มทดลองทั้ง 8 โรงเรียน จำนวน 89 คน ข้อสอบทั้ง 70 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.08 – 0.81 โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.78

การวิเคราะห์ค่าอำนาจการจำแนก (Discrimination)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสม โดยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปทดสอบกับนักเรียนทั้ง 8 โรงเรียน จำนวน 89 คน จากนั้นจึงนำคะแนนที่นักเรียนตอบมาหาค่าอำนาจการจำแนกแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของเบรนแนน (Brenan) ซึ่งได้ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อและพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.50 เป็นข้อสอบสำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากที่ได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ทั้ง 8 โรงเรียน จำนวน 89 คน เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 0.80 แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายการศึกษาผานางคอย จำนวน 31 คน

การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยกำหนดเกณฑ์การตัดสินผ่านที่ร้อยละ 50.00 โดยใช้คะแนนการตัดสินผลการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อตัดสินว่านักเรียนผ่านหรือไม่ผ่านการพิจารณาข้อบกพร่อง

เมื่อพิจารณาข้อบกพร่องจากแบบทดสอบการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียนมีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ ด้านการใช้ทฤษฎีบทด้านทฤษฎีสมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร คิดเป็นร้อยละ 4 ตามลำดับ ดังนี้

ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา

ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหาเป็นด้านที่นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุด ซึ่งลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียนในด้านนี้พบว่า ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนนามากที่สุด โดยข้อบกพร่องที่พบบนนั้นจะเป็นข้อบกพร่องที่เกิดจากการแปลงหน่วย, การคำนวณหาปริมาตรที่ไม่ใช่ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ข้อบกพร่องที่พบเป็นอันดับรองลงมา คือ ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจ หรือแปลความหมายผิด “สองเท่าของความกว้าง ความยาว ความสูง” และนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง ข้อบกพร่องที่พบรองลงมาอันดับสาม คือ นำข้อมูลมาใช้ผิด โดยข้อบกพร่องที่พบบนนี้ นักเรียนละเลยการใช้ข้อมูลที่จำเป็น หรือเพิ่มข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในการแก้ปัญหา และข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุด คือ ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ โดยข้อบกพร่องที่พบ นั้นจะเป็นข้อบกพร่องที่เกิดจากความสะเพร่าของนักเรียนเอง เช่น ลืมบวกตัวหัด คูณเลขผิด

ด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร

ด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร ลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียนในด้านนี้พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิดมากที่สุด โดยข้อบกพร่องที่พบ นักเรียนมีความสับสนระหว่างคำว่า หน้าข้าง, หน้าตัดหรือฐาน เป็นเพียงเรื่องเดียวที่พบในด้านนี้ แต่ข้อบกพร่องที่พบด้านการคำนวณและโจทย์ปัญหา คือ จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด โดยข้อบกพร่องที่พบบนนักเรียนใช้สูตรการหาปริมาตรผิด นักเรียนมักจะคำนวณโดยใช้สูตร กว้าง + ยาว + สูง

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย เรื่อง การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

จากการสร้างแบบทดสอบการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนผู้วิจัยได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้โดยการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิตที่ต้องการสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาเพื่อมาสร้างเป็นข้อคำถามในแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านที่ 1 ด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร และด้านที่ 2 การคิด

คำนวณ และโจทย์ปัญหา โดยศึกษาลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวินิจัยมีตัวลวงที่สามารถชี้ข้อบกพร่องในการตอบของนักเรียนได้

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัย

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจัย

จากการตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจัยโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องตามวิธีของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน ปรากฏว่า แบบทดสอบวินิจัยทางการเรียน มีดัชนีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.20 - 1.00 แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดและตัวลวงวัดได้ตรงประเด็นข้อบกพร่องที่ต้องการวัด จึงทำให้ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน สอดคล้องกับแนวคิดของ ปิยะธิดา ปัญญา (2558 : 195) ได้กล่าวไว้ว่าความตรงเชิงเนื้อหาเป็นวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับความรู้และทักษะตามที่หลักสูตรหรือเป็นไปตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 36) ที่กล่าวไว้ว่าข้อสอบวินิจัยมุ่งวัดผลเป็นเรื่อง ๆ หรือเป็นด้าน ๆ ไป ถ้าต้องการทดสอบทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ ตามทักษะย่อยนั้นและสอดคล้องกับบทมุล อุตรประจักษ์ (2555), แพงจิตร แสนสุข (2555) และมยุรี ศรีวรรณ (2555) พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80 ถึง 1.00

ค่าความยากง่าย (Difficulty)

จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.78 สอดคล้องกับ สิทธิกร พิมอักษร (2554) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนสาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีความยากง่ายของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.34 - 0.80 และงานวิจัยลักษมี สมจิตร (2547: 80) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ค่าความยาก 0.49 - 0.79 แสดงว่าแบบทดสอบวินิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยากที่เหมาะสม

ค่าอำนาจการจำแนก (Discrimination)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์กำหนดของแบรนแนน (Brenan) ซึ่งได้ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อและพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.50 ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจการจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.00 ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจา เขียวสม (2534: 46-70) ที่ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ค่าอำนาจการจำแนก

0.28 - 0.70 และสหชาติ เหล็กขาย (2538: 90) ที่ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามและสมการกำลังสอง ได้ค่าอำนาจจำแนก 0.13 - 0.77

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 0.80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไพศาล วรคำ (2558 : 292) กล่าวว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.85 - 1.00 สอดคล้องกับแนวคิดของ สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 225 - 230) กล่าวว่าแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นจะสามารถจำแนกผู้สอบว่า ใครเป็นผู้รอบรู้ (สอบผ่าน) ใครเป็นผู้ไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่าน)

ตอนที่ 2 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องทางการเรียนทั้ง 2 ด้าน คือด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร, ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยจะอภิปรายผลในแต่ละด้าน ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา

ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา เป็นข้อบกพร่องทางการเรียนที่นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุด โดยที่นักเรียนมีข้อบกพร่องที่พบคือ ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมามากที่สุด ตัวอย่างของข้อบกพร่องที่พบ เช่น โจทย์กำหนด “กล่องใส่รองเท้ามีความยาว ความกว้าง และความสูง เท่ากับ 30, 60 และ 45 เซนติเมตรตามลำดับที่มีจำนวน 11 กล่อง จะต้องหาหลังที่มีความจูน้อยเท่าไรสำหรับใส่กล่องรองเท้าที่มีทั้งหมดได้” แต่ตัวเลือกหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ซึ่งนักเรียนไม่ได้ให้ความสำคัญ เรื่อง การแปลงหน่วย และจากสัมภาษณ์นักเรียนที่มีข้อบกพร่องในข้อนี้ นักเรียนไม่ได้สนใจหน่วยที่ต่างกัน สาเหตุหนึ่งของความบกพร่องข้างต้นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในการแปลงหน่วยที่ไม่ถูกต้องมาก่อน แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในเนื้อหาอื่นที่คล้ายกัน จึงส่งผลให้ทำเกิดข้อบกพร่องดังกล่าวขึ้นมา นั้นแสดงให้เห็นว่าในการเรียนการสอนครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนมีความเข้าใจพื้นฐานความรู้ในเรื่องที่เรียนมาก่อน และควรฝึกให้นักเรียนเขียนหน่วยในการตอบทุกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญ และนำไปใช้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งเหล่านี้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับมาลา ปาจวง (2542, หน้า 65) ที่กล่าวว่านักเรียนบางคนมีความสามารถในการจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ค่อนข้างช้า จึงมักทำให้เกิด

ข้อผิดพลาดได้ง่าย ซึ่งถ้านักเรียนได้มีการฝึกเขียน เห็นหรือใช้บ่อย ๆ หรือครูผู้สอนช่วยนั้นหรือให้คำแนะนำบ้างก็อาจทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้

ข้อบกพร่องที่พบเป็นอันดับสองรองลงมา คือ ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจ หรือแปลความหมายผิด “สองเท่าของความกว้าง ความยาว ความสูง” แต่ นักเรียนหาปริมาตรทั้งหมด ดังที่มาลา ปาจวง (2542, หน้า 62) กล่าวว่า นักเรียนมองไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับปัญหาที่ต้องการแก้ และหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการแก้ไม่ได้ และผลการวิจัยในครั้งนี้ได้สอดคล้องกับ Chai (อ้างในจงกล ทำสวน, 2547, หน้า 55) ที่ได้ทำการวิจัยหาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในสิงคโปร์ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตและสมการ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีข้อบกพร่องด้านการตีความหมายจากการอ่านโจทย์และความคิดที่ผิดในการตีความหมายจากตัวอักษร นั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนควรฝึกฝนและทำความเข้าใจในการแปลความหมายจากประโยคภาษาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นเคยกับโจทย์ปัญหาและสามารถหาความสัมพันธ์จากข้อมูลในโจทย์ปัญหาได้มากขึ้น

ข้อบกพร่องที่พบรองลงมาอันดับสาม คือ นำข้อมูลมาใช้ผิด โดยข้อบกพร่องที่พบมีดังนี้ นักเรียนละเลยการใช้ข้อมูลที่จำเป็น หรือเพิ่มข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เมตตา มาเวียง (2544, หน้า 17) ที่พบว่านักเรียนใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการถามไม่ได้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (Nitsa Movshovitz - Hadar and Other, 1987 อ้างในเมตตา มาเวียง, 2544, หน้า 17) ที่พบว่าลักษณะที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการใช้ข้อมูลผิดถือนักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้แต่ใช้ข้อมูลอื่นแทน ทำผิดคำสั่ง ใช้หน่วยผิด ลอกโจทย์ผิด เป็นต้น

ข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุด คือ ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น คือ นักเรียนมักคิดว่าตนเองมีความคล่องแคล่วในการแก้โจทย์นั้นๆ จึงทำให้การคิดคำนวณของนักเรียนเป็นไปอย่างเร่งรีบ และตอบทันที โดยไม่มีการตรวจสอบคำตอบที่ได้มาว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ และอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในด้านการคิดคำนวณก็คือ ทักษะในการคูณและการหารของนักเรียนยังไม่มีคล่องแคล่วและถูกต้องมากนัก ไม่มีความแม่นยำในการนำสูตรคูณไปใช้ ซึ่งนักเรียนร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งห้องยังต้องอาศัยการเปิดสูตรคูณจากสมุดในเวลาต้องคิดคำนวณอยู่เสมอ ซึ่งสอดคล้องกับ เมตตา มาเวียง (2544, หน้า 58) และ ที่กล่าวว่า ลักษณะข้อบกพร่องที่พบในการคิดคำนวณเบื้องต้นมาจากความสะเพร่าของนักเรียนโดยเฉพาะใน

เรื่องของการหาร ซึ่งจะทำให้ผิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ วิไล อุปนันท์ (2544, หน้า 62) ที่กล่าวว่าในชั้นคิดคำนวณคำตอบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความสะเพร่าในการคิดคำนวณและการเขียนตัวเลขที่ผิดของนักเรียน เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์กับการคิดคำนวณเป็นสิ่งที่แยกออกจากกันไม่ได้ ดังนั้นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการคิดคำนวณจึงอาจถือได้ว่าเป็นเรื่องปกติที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นครูควรให้นักเรียนฝึกฝนทักษะ ในการคิดคำนวณตัวเลขอย่างสม่ำเสมอ และฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความชำนาญและทำให้กระบวนการคิดในการคิดคำนวณมีระบบระเบียบมากขึ้น

ด้านการใช้ทฤษฎีบท สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร

1. ด้านการใช้ทฤษฎีบท สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร ลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียนในด้านนี้พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิดมากที่สุด โดยข้อบกพร่องที่พบ นักเรียนมีความสับสนระหว่างคำว่า หน้าข้าง, หน้าตัดหรือฐาน ลักษณะข้อบกพร่องที่พบรองลงมา คือ จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด จากการทำแบบทดสอบ ข้อ 15 มีนักเรียนที่เลือกตอบ ข้อ ค ร้อยละ 16.13 และ ข้อ 23 มีนักเรียนที่เลือกตอบ ข้อ ก ร้อยละ 19.35 โดยข้อบกพร่องที่พบนักเรียนใช้สูตรการหาปริมาตรผิด เมื่อนักเรียนต้องนำสูตรการหาปริมาตรไปประยุกต์ใช้ในโจทย์ปัญหา นักเรียนมักจะนำ กว้าง + ยาว + สูง โดยไม่คำนึงสิ่งที่ได้เรียนมา สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไช้มุก เลื่องสุนทร (2552) การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชนบุรี เขต 1 ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการทำมโนทัศน์ แบบอัตนัย เรื่อง "จำนวน" ซึ่งประกอบด้วย 3 หัวข้อ คือ สมบัติของจำนวนนับระบบจำนวนเต็ม และเลขยกกำลัง เรียงตามลำดับความถี่จากมากไปหาน้อย คือ ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา และด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ

ข้อค้นพบเพิ่มเติม

จากการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบเพิ่มเติมในประเด็นดังนี้

1. การใช้เว็บแอปพลิเคชันยังมีข้อจำกัด เรื่อง การวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน เพราะจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เลือกคำตอบที่ถูกต้อง แต่ขั้นทักษะกระบวนการของนักเรียนยังเกิดข้อผิดพลาด ดังนั้นต้องใช้วิธีการที่หลากหลายในการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน เช่น การสัมภาษณ์ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ ดังภาพที่ 12

2. เมื่อนักเรียนต้องนำความรู้ เรื่อง การหาปริมาตร มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะประยุกต์ใช้สูตรไม่ได้ และพบว่านักเรียนไม่มีการตรวจสอบคำตอบ เมื่อคิดตรงกับตัวเลือกก็จะเลือกคำตอบที่หาได้ทันที โดยไม่มีการตรวจสอบคำตอบ

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัย เรื่อง การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำให้ผู้วิจัยได้พบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียน โดยรวมและเป็นรายบุคคล ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางและประโยชน์ในการจัดกิจกรรมกระบวนการเรียนการสอนต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหามากที่สุด และด้านการใช้หลักการ กฎ สูตร นิยามและสมบัติ ตามลำดับ ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ครูควรเน้นในเรื่องของการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหาให้มากขึ้น
2. ครูควรนำข้อบกพร่องทางการเรียนที่พบจากการวิจัยในครั้งนี้ ไปอภิปรายร่วมกับนักเรียน ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อช่วยลดข้อบกพร่องดังกล่าวให้น้อยลง
3. ครูควรหาแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนที่พบไว้ล่วงหน้า เพื่อจะได้ช่วยลดเวลาและปัญหาในการเรียนการสอน ซึ่งถ้าพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในจุดใดครูก็สามารถแก้ไขหรือซ่อมเสริมได้ทันที

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ พร้อมกับศึกษาแนวทางการแก้ไขหรือการสอนซ่อมเสริมในเนื้อหานั้นๆควบคู่กันไปด้วย
2. ควรมีการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในหลายๆด้านที่นอกเหนือไปจากด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา ด้านการใช้หลักการ กฎ สูตร นิยามและสมบัติ เช่น ด้านความคิดรวบยอด
3. การใช้เว็บแอปพลิเคชันมาช่วยในการเก็บข้อมูล หากคุณภาพแบบทดสอบได้รวดเร็วจริง แต่การวินิจฉัยข้อบกพร่อง ครูควรใช้เครื่องมือที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การวินิจฉัยข้อบกพร่องจากการปฏิบัติ แบบฝึกหัด กิจกรรมการเรียนการสอนหรือจากการบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นต้น

บรรณานุกรม



- กรมวิชาการ. (2539). *แนวทางการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*.
กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรรณิการ์ ดิลกวินิจกุล. (2562). *การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน การบวกและการลบ เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ญาณ์จรรยา สุดแท้. (2551). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- นุรมา นิสาล๊ะ. (2563). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องความสามารถในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิชาการวิจัยและประเมิน มหาวิทยาลัยทักษิณ
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : พิสนุ ฟองศรี. (2552). *การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือวิจัย*. กรุงเทพฯ : คณิตสุทธาการพิมพ์.
- เพชรชนก จันทรหอม, รัชฎา วิริยะพงศ์, และ วรินทร์ สุภาพ .(2563). *การพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (C-P-A) เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 22 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2563
- มาลา ปาจุวัง. (2542). *ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจักรคำคณาทร*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เมตตา มาเวียง. (2544). *การศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องสมบัติของจำนวนนับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น, วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- วิสารัตน์ วงศ์ภูรี. (2556). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- ศุภการณ สว่างเมืองรกุล. (2552). *การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองแพร่ จังหวัดแพร่*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อุบลวรรณ อ่อนตะวัน. (2551). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง สมการและการแก้สมการ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- Adams, Georgia S.; & Theodore, Torgerson L. (1964). *Measurement and Evaluation in Education Psychology and Guidance*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Adam, S., Ellis, L. C. and Beeson, B.F. (1997). *Teaching mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York : Harper & Row.
- Bloom, Benjamin S. Thomas J. Hastings and Georg F. Madaus. (1973). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of student Learning*. New York : McGraw Hill.
- Bowman, D. G. (1976). "A Basic Mathematics Diagnostic Instrument," *Dissertation Abstracts International*. 36, 7260 - A.
- Clyde, C. G. (1967). *Teaching mathematics in the elementary school*. New York : The Ronald press Company.
- Dianne, H. M., Loru, M., Joyce, W., Wendy, M. Y., Marc W. J. (2003). *Investigation of the Application of Cognitive Diagnostic Testing to an End-Of-Course High School Examination*. Chicago.
- Gropper, G. L. (1975). *Diagnosis and revision in the development of instructional materials*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology.
- Ismail, M.B. (1995). "Development and Validation of a Multicomponent Diagnostic Test of Arithmetic Solving Ability for Sixth - Grade Students in Malaysia," *Dissertation Abstracts International*. 55, 2356 - A.
- Lee, S. and Robinson, C. L. (2005). Diagnostic testing in mathematics: paired questions. *Teaching Mathematics and Its*



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง การ
 วิจัยย่อยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
 ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์
 ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา
 รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม
 ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ ดร.
 ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตร
 นางวิมลสิริ ประเทือง
 ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแพร่ เขต 1
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
 นายณัฐพงศ์ ถิ่นจันทร์
 ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
 โรงเรียนบ้านแม่แรม จังหวัดแพร่
5. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
 นายศุภการณ์ สว่างเมืองวรกุล
 ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
 โรงเรียนวัดเมธังกราวาส (เทศร์ฐราชภูร์นุกุล)

ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ...บัณฑิตวิทยาลัย, งานวิชาการ, โทร. ๘๘๒๗

ที่...อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๐๔๖ วันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง...ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนโพลย์พิพัฒน์

ด้วย นางสาวภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์ รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๑๐๓๕ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การวินิจฉัย
ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำทิพย์ อองอาจวานิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๐๔๖ วันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม

ด้วย นางสาวภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์ รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๑๐๓๕ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การวินิจฉัย
ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำทิพย์ อองจาวณิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาทอม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ยว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๐๔๖



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๕ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณวิมลสิริ ประเทือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์ รหัสประจำตัว ๖๔๐๔๑๐๓๕ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การวินิจฉัย
ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ อองอาจวานิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาทุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์

โทร. ๐๙-๑๐๗๖-๒๓๕๗



ที่ ฮว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๐๔๖

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๕ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณณัฐพงศ์ ถิ่นจันทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๓ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวภัทรพร พันธุ์อุตมศักดิ์ รหัสประจำตัว ๖๔๐๕๑๐๓๕ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การวินิจฉัย
ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำทิพย์ อองอาจวานิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคูณ)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวภัทรพร พันธุ์อุตมศักดิ์

โทร. ๐๙-๑๐๗๐-๒๓๕๗



ที่ ฮว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๐๔๖

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๕ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณศุภการณ์ สว่างเมืองวรกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์ รหัสประจำตัว ๖๔๐๔๑๐๓๕ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การวินิจฉัย
ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำทิพย์ อองอาจวานิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๖๖-๘๘๐๗

โทรสาร ๐-๕๕๖๖-๘๘๐๖

๒. นางสาวภัทรพร พันธุ์อุดมศักดิ์

โทร. ๐๙-๓๐๗๖-๒๓๕๗

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ตัวอย่างแบบการประเมินความสอดคล้องของข้อความกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และ ความสอดคล้องของข้อความตอบผิดกับประเด็นข้อบกพร่อง
2. แบบทดสอบวินิจฉัย
3. ตัวอย่างแบบสอบสัมภาษณ์ของ Newman
4. คู่มือการการใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน



ตัวอย่างแบบการประเมินความสอดคล้องของข้อความกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และความสอดคล้องของข้อคำตอบผิดกับประเด็นข้อบกพร่อง

แบบการประเมินความสอดคล้องของข้อความกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และ ความสอดคล้องของคำตอบผิดกับประเด็นข้อบกพร่อง

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้จะแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการประเมินความสอดคล้องของข้อความกับจุดประสงค์ โดยจะมีรายการประเมินอยู่บริเวณด้านล่างของข้อความ ขอให้ท่านพิจารณาว่าข้อความแต่ละข้อวัดได้สอดคล้องตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตัวเลข "+1" หรือ "0" หรือ "-1" ตามความหมายที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ สำหรับข้อความใดที่วัดได้ไม่สอดคล้อง หรือไม่แน่ใจว่าสอดคล้องตามพฤติกรรม โปรดเขียนความคิดเห็น หรือคำแนะนำลงในข้อเสนอแนะด้วย จักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นนี้มีจำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 แบบสอบวินิจฉัยด้านบทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร จำนวน 25 ข้อ

ด้านที่ 2 แบบสอบวินิจฉัยด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหา จำนวน 25 ข้อ

ส่วนที่ 2 เป็นการประเมินความสอดคล้องของตัวลวงกับประเด็นข้อบกพร่อง โดยจะมีรายการประเมินอยู่บริเวณด้านขวามือต่อจากประเด็นข้อบกพร่อง ขอให้ท่านพิจารณาว่า คำตอบผิดแต่ละข้อวัดได้สอดคล้องตามประเด็นข้อบกพร่องหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตัวเลข "+1" หรือ "0" หรือ "-1" ตามความหมายที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ สำหรับคำตอบผิดข้อใดที่วัดได้ไม่สอดคล้อง หรือไม่แน่ใจว่าสอดคล้องตามประเด็นข้อบกพร่อง โปรดเขียนความคิดเห็น หรือคำแนะนำลงในข้อเสนอแนะด้วย จักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

ความหมายของตัวเลข

+ 1 หมายความว่า ข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องตามพฤติกรรมที่ต้องการคำตอบผิดนั้นวัดได้ตรงตามประเด็นข้อบกพร่องที่นำเสนอ

0 หมายความว่าไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องตามพฤติกรรมที่ต้องการไม่แน่ใจว่าคำตอบผิดนั้นวัดได้ตรงตามประเด็นข้อบกพร่องที่นำเสนอ

-1 หมายความว่าข้อความนั้นวัดไม่สอดคล้องตามพฤติกรรมที่ต้องการ/คำตอบผิดนั้นวัดไม่ตรงตามประเด็นข้อบกพร่องที่นำเสนอ

**แบบสอบวินิจฉัยด้านบทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร(ข้อ 1 - ข้อ 25) และ
แบบสอบวินิจฉัยด้านการคิดคำนวณและโจทย์ปัญหา(ข้อ 26 - ข้อ 50)**

นียมศัพท์เฉพาะ

5. แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

6. การวินิจฉัย หมายถึง การค้นหาอุปสรรคหรือข้อบกพร่องในการเรียน ในที่นี้ผู้วิจัยมุ่งค้นหาข้อบกพร่องของการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านการใช้บทนิยามด้านบทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตรมีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้

- จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด
- ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด
- ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้
- สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

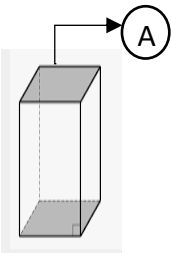

2.2 ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้

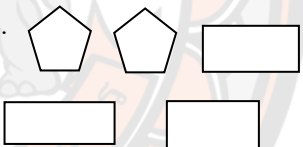
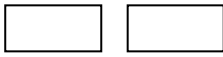
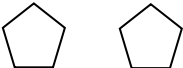
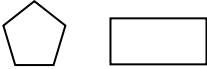

- นักเรียนขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ
- นักเรียนขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา
- นักเรียนนำข้อมูลมาใช้ผิด
- นักเรียนไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบและลักษณะของ
รูปเรขาคณิตสามมิติได้

ข้อคำถาม	คำตอบผิด	ประเด็นบกพร่อง	รายการประเมินคำตอบ
1.  จากรูป A ส่วนที่ แฉงเงาเป็นส่วนประกอบใด ของรูป ก. หน้าข้าง ข. ยอด ค. เส้นขอบ ง. ฐาน	ก. หน้าข้าง ข. ยอด ค. เส้นขอบ	- ไม่เข้าใจและ แยกแยะ ส่วนประกอบของรูป เรขาคณิตสามมิติผิด - ไม่เข้าใจและ แยกแยะ ส่วนประกอบของรูป เรขาคณิตสามมิติผิด - ไม่เข้าใจและ แยกแยะ ส่วนประกอบของรูป เรขาคณิตสามมิติผิด	○ +1 วัตถุประสงค์ตรงประเด็น ข้อบกพร่อง ○ 0 ไม่แน่ใจ ○ -1 วัตถุประสงค์ตรงประเด็น ข้อบกพร่อง ข้อเสนอแนะ ○ +1 วัตถุประสงค์ตรงประเด็น ข้อบกพร่อง ○ 0 ไม่แน่ใจ ○ -1 วัตถุประสงค์ตรงประเด็น ข้อบกพร่อง ข้อเสนอแนะ ○ +1 วัตถุประสงค์ตรงประเด็น ข้อบกพร่อง ○ 0 ไม่แน่ใจ ○ -1 วัตถุประสงค์ตรงประเด็น ข้อบกพร่อง ข้อเสนอแนะ
รายการประเมินข้อคำถาม ○ +1 วัตถุประสงค์ จุดประสงค์ ○ 0 ไม่แน่ใจ ○ -1 วัตถุประสงค์จุดประสงค์	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม		

แบบสอบวินิจฉัยด้านบทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร

<p>1. จากรูป A ส่วนที่แรเงาเป็นส่วนประกอบใดของรูป</p>  <p>ก. หน้าข้าง ข. ยอด ค. เส้นขอบ ง. ฐาน</p> <p>2. หน้าข้างของพีระมิดฐานห้าเหลี่ยมจะเป็นรูปใด</p> <p>ก. รูปสามเหลี่ยม ข. รูปสี่เหลี่ยม ค. รูปห้าเหลี่ยม ง. รูปหกเหลี่ยม</p> <p>3. รูปเรขาคณิตสามมิติใดที่ไม่มียอดแหลม</p> <p>ก. กรวย ข. ปริซึม ค. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม ง. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม</p> <p>4. รูปเรขาคณิตข้อใด มีหน้าตัดหรือฐานไม่เป็นรูปวงกลม</p> <p>ก. ทรงกระบอก ข. กรวย ค. ปริซึม ง. ทรงกลม</p>	<p>5. จากภาพ  หน้าข้างเป็นรูปอะไร</p> <p>ก. รูปวงรี ข. รูปวงกลม ค. รูปสี่เหลี่ยม ง. รูปสามเหลี่ยม</p> <p>6. ผ่าผลตัดโมทรงกลมตามแนวขวางออกเป็น 2 ส่วน หน้าตัดของผลตัดโมเป็นรูปอะไร</p> <p>ก. รูปสามเหลี่ยม ข. รูปสี่เหลี่ยม ค. ทรงกระบอก ง. รูปวงกลม</p> <p>7. ทรงกระบอกมีลักษณะตามข้อใดต่อไปนี้</p> <p>ก. มีผิวโค้งเรียบ ทุก ๆ จุดบนผิวห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน ข. มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน ค. มีฐานเป็นรูปวงกลม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน ง. มีฐานทั้งสองเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน</p>
--	---

<p>8. ปริซึมมีลักษณะตามข้อใดต่อไปนี้</p> <p>ก. มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลม ซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน</p> <p>ข. มีฐานเป็นรูปวงกลม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน</p> <p>ค. มีฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการและอยู่ในระนาบที่ขนานกัน</p> <p>ง. มีฐานทั้งสองเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน</p> <p>9. รูปเรขาคณิตข้อใดที่ไม่มีรูปสี่เหลี่ยมเป็นส่วนประกอบ</p> <p>ก. กรวย</p> <p>ข. ปริซึมสามเหลี่ยม</p> <p>ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม</p> <p>ง. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p> <p>10. รูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด ที่มีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด</p> <p>ก. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม</p> <p>ข. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม</p> <p>ค. ปริซึมฐานสามเหลี่ยม</p> <p>ง. ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม</p> <p>11. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติอะไรบ้าง</p> <p>ก. รูปสามเหลี่ยม 1 รูป, รูปสี่เหลี่ยม 2 รูป</p> <p>ข. รูปสามเหลี่ยม 2 รูป, รูปสี่เหลี่ยม 4 รูป</p> <p>ค. รูปสามเหลี่ยม 3 รูป, รูปสี่เหลี่ยม 1 รูป</p> <p>ง. รูปสามเหลี่ยม 4 รูป, รูปสี่เหลี่ยม 1 รูป</p>	<p>12. รูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยม 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยม 3 รูป</p> <p>ก. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม</p> <p>ข. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม</p> <p>ค. ปริซึมสามเหลี่ยม</p> <p>ง. ปริซึมสี่เหลี่ยม</p> <p>13. ปริซึมสี่เหลี่ยม หรือทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียกว่าอะไร</p> <p>ก. ลูกบาศก์</p> <p>ข. ปริซึมมุมฉาก</p> <p>ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม</p> <p>ง. ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้า</p> <p>14. </p> <p>จากรูปข้างบน วินัยต้องการสร้างรูปปริซึมห้าเหลี่ยม แต่รูปเรขาคณิตที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอ วินัยต้องการรูปในข้อใดมาเพิ่มอีกจึงจะสร้างได้</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>
--	--

15. จากชิ้นส่วนเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้
ข้อใดสามารถนำมาประกอบขึ้นเป็นรูปทรง
เรขาคณิตสามมิติ ได้ตรงตามที่กำหนด

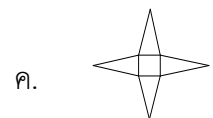
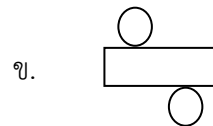
	รูปทรงเรขาคณิตสามมิติ ที่กำหนด	ชิ้นส่วนเรขาคณิตสองมิติ
A	ทรงกลม	○ ○ ○ ○
B	ทรงกระบอก	◐ ◐ ◻
C	ปริซึมสี่เหลี่ยม	◻ ◻ ◻ ◻ ◻ ◻
D	พีระมิดฐานหกเหลี่ยม	⬡ △ △ △ △ △ △

- ก. B และ C ข. C และ D
ค. B และ A ง. A และ D

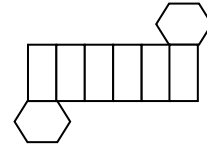
16. หากต้องการประดิษฐ์ปริซึมสามเหลี่ยม
ต้องประกอบด้วย รูปใด

- ก. รูปสี่เหลี่ยม 1 รูป, รูปสามเหลี่ยม 3 รูป
ข. รูปสามเหลี่ยม 5 รูป
ค. รูปสามเหลี่ยม 2 รูป, รูปสี่เหลี่ยม 3 รูป
ง. รูปสามเหลี่ยม 2 รูป, รูปสี่เหลี่ยม 4 รูป

17. ข้อใดไม่ใช่รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ



18. รูปคลี่ข้างล่างนี้ ประกอบกันเป็นรูป
เรขาคณิตสามมิติ ชนิดใด



- ก. ปริซึมหกเหลี่ยม
ข. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม
ค. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
ง. ปริซึมสี่เหลี่ยม

19.



จากรูปเป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
ชนิดใด

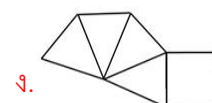
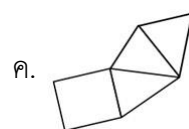
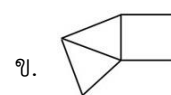
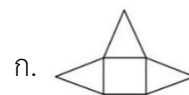
- ก. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม
ข. ปริซึมสามเหลี่ยม
ค. ทรงสี่เหลี่ยม
ง. กรวย



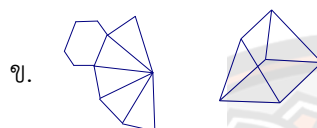
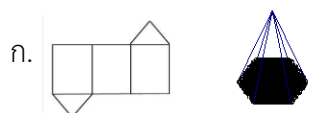
20.

รูปนี้ เมื่อคลี่

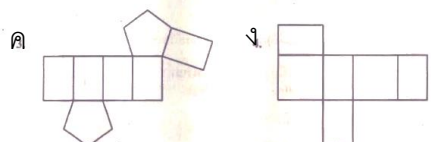
ออกมาแล้วจะได้รูปใด



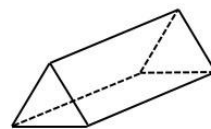
21. รูปคลี่ในข้อใดเมื่อประกอบแล้วเป็นรูป
เรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง



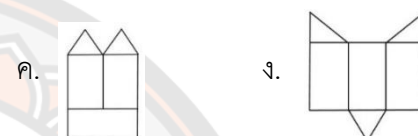
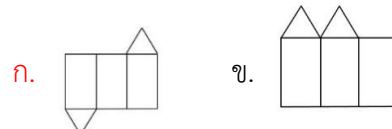
22. รูปในข้อใด **ไม่ใช่** รูปคลี่ของปริซึม



23. กำหนดรูปเรขาคณิตสามมิติดังรูป



ข้อใดเป็นรูปคลี่ด้านบน



24. สูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก คือข้อใด

- ก. ด้าน \times ด้าน
 ข. ความกว้าง \times ความยาว
 ค. ความกว้าง \times ความยาว \times ความสูง
 ง. ฐาน \times ความสูง

25. กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากความกว้าง 4 เมตร ความยาว 5 เซนติเมตร และความสูง 12 เซนติเมตร มีน้ำผลไม้อยู่ $\frac{5}{6}$ ของกล่อง ข้อใดเป็นวิธีหาปริมาตรของน้ำผลไม้

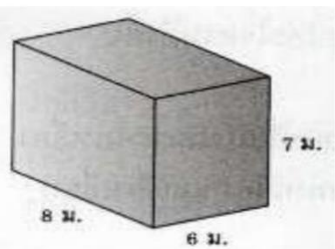
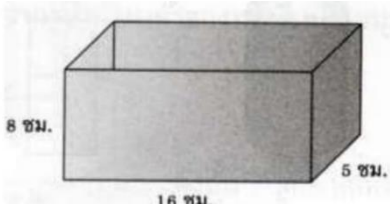
ก. $(4 + 5 + 12) \times \frac{5}{6}$

ข. $(4 \times 5 \times 12) \times \frac{5}{6}$

ค. $(4 + 5 + 12) + \frac{5}{6}$

ง. $(4 \times 5 \times 12) + \frac{5}{6}$

แบบสอบวินิจฉัยด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา

<p>26. ก่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความกว้าง 150 เซนติเมตร ความยาว 120 เซนติเมตร และสูง 2 เมตร ก่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีปริมาตรเท่าใด</p> <p>ก. 3.6 ลูกบาศก์เมตร</p> <p>ข. 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ค. 36,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ง. 3,600,000 ลูกบาศก์เมตร</p> <p>27. จากรูป มีปริมาตรเท่าใด</p>  <p>ก. 286 ลูกบาศก์เมตร</p> <p>ข. 294 ลูกบาศก์เมตร</p> <p>ค. 336 ลูกบาศก์เมตร</p> <p>ง. 448 ลูกบาศก์เมตร</p>	<p>29. มีถังไม้ 3 ใบ ดังนี้ 30</p> <p>ใบที่ 1 มีขนาดความกว้าง 15 ซม. ความยาว 20 ซม. ความสูง 15 ซม.</p> <p>ใบที่ 2 มีขนาดความกว้าง 14 ซม. ความกว้าง 20 ซม. ความกว้าง 4 ซม.</p> <p>ใบที่ 3 มีขนาดความกว้าง 10 ซม. ความกว้าง 18 ซม. ความกว้าง 30 ซม.</p> <p>ข้อใดสรุปถูกต้อง</p> <p>ก. ใบที่ 1 มีปริมาตรมากกว่าที่ 3</p> <p>ข. ใบที่ 1 มีปริมาตรมากที่สุด</p> <p>ค. ใบที่ 2 มีปริมาตรมากที่สุด</p> <p>ง. ใบที่ 3 มีปริมาตรมากที่สุด</p> <p>30. ลังทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีพื้นที่ฐาน 300 ตารางเซนติเมตร ความสูง 15 เซนติเมตร ลังใบนี้มีความจุกี่ลิตร (1 ลิตร = 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร)</p> <p>ก. 4.5 ลิตร ข. 3.5 ลิตร</p> <p>ค. 4,500 ลิตร ง. 3,500 ลิตร</p>
<p>28. ก่องใบนี้ มีความจุเท่าใด</p>  <p>ก. 29 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ข. 64 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ค. 560 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ง. 640 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p>	<p>31. ปิ๊บใบหนึ่งมีพื้นที่ก้นปิ๊บ 625 ตารางเซนติเมตร และความสูง 48 เซนติเมตร ปิ๊บใบนี้มีความจุกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ก. 7,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ข. 29,800 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ค. 30,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ง. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง</p>

32. นิตส์นต้องการชุดบ่อเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากลึก 12 เมตร โดยให้ปากบ่อมีพื้นที่ 48 ตารางเมตร เขาจะต้องชุดดินออกเป็นปริมาตรเท่าไร

- ก. 4 ลูกบาศก์เมตร
- ข. 60 ลูกบาศก์เมตร
- ค. 576 ลูกบาศก์เมตร
- ง. 566 ลูกบาศก์เมตร

33. ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากวัด ความยาว 50 เซนติเมตร ความกว้าง 25 เซนติเมตร และ ความสูง 30 เซนติเมตร ต้องการใส่น้ำครั้งตู้จะมี น้ำกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

- ก. 18,750 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 28,750 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 37,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 42,750 ลูกบาศก์เซนติเมตร

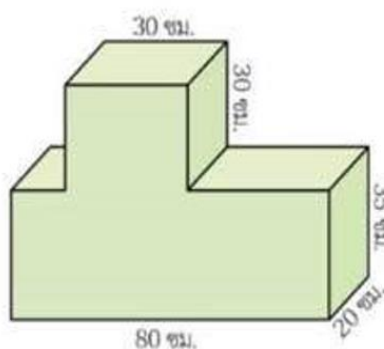
34. ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีขนาดความ กว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 40 เซนติเมตร ความสูง 32 เซนติเมตร ถ้าใส่น้ำ $\frac{3}{4}$ ของความ สูง น้ำในตู้ปลาจะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์ เซนติเมตร

- ก. 28,800 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 36,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 38,400 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 51,200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

35. กล่องใส่รองเท้ามีความยาว ความกว้าง และความสูง เท่ากับ 30, 60 และ 45 เซนติเมตร ตามลำดับที่มีจำนวน 11 กล่อง จะต้องหาลังที่มีความจุอย่างน้อยเท่าไร สำหรับใส่กล่องรองเท้าที่มีทั้งหมดได้

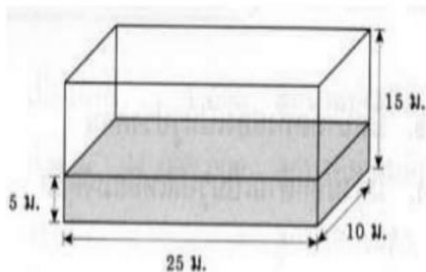
- ก. 0.081 ลูกบาศก์เมตร
- ข. 0.891 ลูกบาศก์เมตร
- ค. 891 ลูกบาศก์เมตร
- ง. 891,000 ลูกบาศก์เมตร

36. จากรูป มีปริมาตรเท่าใด



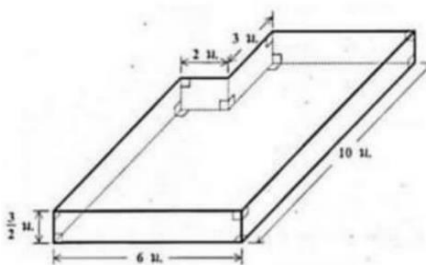
- ก. 48,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 56,900 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 74,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 83,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

37. จากรูป น้ำในตู้มีปริมาตรเท่าใด



- ก. 1,250 ลูกบาศก์เมตร
 ข. 2,500 ลูกบาศก์เมตร
 ค. 3,750 ลูกบาศก์เมตร
 ง. 18,750 ลูกบาศก์เมตร

38. สระว่ายน้ำแห่งหนึ่งมีลักษณะเป็นปริซึม และมีขนาดภายในดังรูป สระว่ายน้ำนี้มีความจุกี่ลูกบาศก์เมตร



- ก. 54 ลูกบาศก์เมตร
 ข. 81 ลูกบาศก์เมตร
 ค. 90 ลูกบาศก์เมตร
 ง. 180 ลูกบาศก์เมตร

39. ก้อนอิฐทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความกว้าง 10 เซนติเมตร ความยาว 25 เซนติเมตร หนา 3 เซนติเมตร นำมาวางซ้อนกัน 3 ก้อน จะมีปริมาตรเท่าไร

- ก. 750 ลบ.ซม.
 ข. 1,000 ลบ. ซม.
 ค. 1,500 ลบ.ซม.

ง. 2,250 ลบ.ซม

40. ถังเก็บน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความสูง 5 เมตร ความกว้าง 4 เมตร ความยาว 3 เมตร โดยมีน้ำเต็มถัง ถ้าต้องการใช้น้ำวันละ 5 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 10 วัน จะมีน้ำเพียงพอ หรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. เพียงพอ เพราะมีน้ำมากกว่า 50 ลูกบาศก์เมตร

ข. เพียงพอ เพราะมีน้ำที่เหลือมากกว่า 15 ลูกบาศก์เมตร

ค. ไม่เพียงพอ เพราะมีน้ำน้อยกว่า 50 ลูกบาศก์เมตร

ง. ไม่เพียงพอ เพราะใช้น้ำมากกว่าน้ำในถัง

41. สระน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีน้ำอยู่ครึ่งสระ คิดเป็นปริมาตร 5,400 ลูกบาศก์เมตร สระน้ำนี้ความกว้าง 15 เมตร ความยาว 36 เมตร สระน้ำนี้มีความลึกกี่เมตร

- ก. 100 เมตร
 ข. 50 เมตร
 ค. 10 เมตร
 ง. 5 เมตร

42. กล่องไม้ขีดไฟทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความกว้าง 3 เซนติเมตร ความยาว 5 เซนติเมตร ความสูง 1.5 เซนติเมตร นำมาบรรจุใส่กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากความกว้าง 6 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร ความสูง 3 เซนติเมตร จะบรรจุกล่องไม้ขีดไฟได้กี่กล่อง

- ก. 2 กล่อง
ข. 8 กล่อง
 ค. 13 กล่อง
 ง. 45 กล่อง

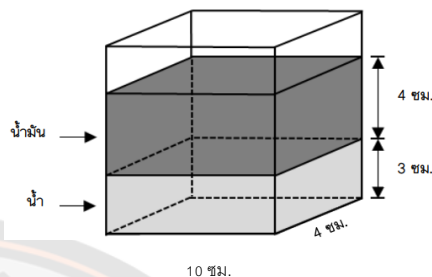
43. มีน้ำหวาน 5 ลิตร ต้องการบรรจุลงในถึงทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร จะต้องใช้กล่องอย่างน้อยกี่ใบ (1 ลิตร = 1,000 ลบ.ซม)

- ก. 4 ใบ
 ข. 6 ใบ
ค. 7 ใบ
 ง. 15 ใบ

44. ธิดาและราตรีมีกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคนละใบ โดยกล่องของราตรีมีความกว้าง ความยาว และความสูง เป็นสองเท่าของความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่องของธิดา ตามลำดับ ถ้ากล่องของธิดามีปริมาตรเป็น 12 ลูกบาศก์หน่วย กล่องของราตรี จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย

- ก. 24 ข. 48
 ค. 72 **ง. 96**

45. ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง บรรจุ น้ำและน้ำมันที่แยกชั้นกันอยู่ดังรูป ภาชนะนี้มีน้ำมันอยู่ที่ลูกบาศก์เซนติเมตร



- ก. 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ข. 62 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ค. 120 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ง. 160 ลูกบาศก์เซนติเมตร

46. หนังสือการ์ตูนโดเรมอนชุดหนึ่งมี 6 เล่ม บรรจุอยู่ในกล่องได้เต็มพอดี หนังสือแต่ละเล่มมีลักษณะ เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความยาว 21 เซนติเมตร ความกว้าง 15 เซนติเมตร และความหนา 2.0 เซนติเมตร กล่องใบนี้มีความจุกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

- ก. 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ข. 1,890 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ค. 3,780 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ง. 6,300 ลูกบาศก์เซนติเมตร

47. รถกระบะบรรทุกทุกราย มีกระบะเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.5 เมตร ถ้าต้องการบรรทุกทุกรายจำนวน 54 ลูกบาศก์เมตร จะต้องใช้รถขนทุกรายพร้อมกันกี่คัน

- ก. 2 คัน **ข. 6 คัน**
 ค. 10 คัน ง. 27 คัน

<p>48. ต้นและบอยมีกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคนละใบ โดยกล่องของบอยมีความกว้าง ความยาว และความสูง เป็นสามเท่าของความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่องของตน ตามลำดับ ถ้ากล่องของตนมีปริมาตรเป็น 10 ลูกบาศก์หน่วย กล่องของบอยจะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย</p> <p>ก. 90 ลูกบาศก์หน่วย ข. 150 ลูกบาศก์หน่วย ค. 270 ลูกบาศก์หน่วย ง. 300 ลูกบาศก์หน่วย</p> <p>49. กล่องสบู่ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความกว้าง 80 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร ความสูง 5 เซนติเมตร ต้องการบรรจุใส่ลังความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 60 เซนติเมตร ความสูง 80 เซนติเมตร จะบรรจุได้มากที่สุดกี่กล่อง</p> <p>ก. 2 กล่อง ข. 6 กล่อง ค. 20 กล่อง ง. 60 กล่อง</p>	<p>50. แม่ใส่ส่วนผสมของวุ้นที่เตรียมไว้ลงใน ถาดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่ง มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวของด้าน 10 เซนติเมตร โดยให้ส่วนผสมของวุ้นในถาด แต่ละใบสูง 3 เซนติเมตร ถ้าแม่ทำวุ้นได้ 12 ถาดพอดี แล้วส่วนผสมของวุ้นที่แม่เตรียมไว้ทั้งหมดกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ก. 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 450 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค. 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 3,600 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p>
---	---

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในแบบทดสอบวินิจฉัย

ด้านบทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร

ตาราง แสดงข้อบกพร่องที่เลือกตอบในแต่ละข้อแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติได้	1	ก	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ง	คำตอบถูกต้อง
	2	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
	3	ก	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ข	คำตอบถูกต้อง
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2

จุดประสงค์ การเรียนรู้ข้อที่	ข้อ ที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
	4	ก	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
		ค	คำตอบถูกต้อง
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
	5	ก	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
		ค	คำตอบถูกต้อง
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
	6	ก	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติผิด A2
	7	ก	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1
		ข	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1
		ค	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1
		ง	คำตอบถูกต้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
	8	ก	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติพีท A1
		ข	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติพีท A1
		ค	คำตอบถูกต้อง
		ง	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติพีท A1
2. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติได้	9	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
	10	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
	11	ก	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ง	คำตอบถูกต้อง

จุดประสงค์ การเรียนรู้ข้อที่	ข้อ ที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
	12	ก	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
		ค	คำตอบถูกต้อง
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
	13	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
	14	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
	15	ก	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
		ข	คำตอบถูกต้อง
		ค	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิด A2

จุดประสงค์ การเรียนรู้ข้อที่	ข้อ ที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
	16	ก	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ข	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
		ค	คำตอบถูกต้อง
		ง	ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด A2
3. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	17	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
		ค	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
		ง	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
	18	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
		ค	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
		ง	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
	19	ก	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
		ข	คำตอบถูกต้อง
		ค	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
		ง	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
	20	ก	ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ A4
		ข	ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ A4
		ค	ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ A4
		ง	คำตอบถูกต้อง
21	ก	คำตอบถูกต้อง	
	ข	ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
		ค	ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
		ง	ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
	22	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
		ค	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
		ง	ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ A3
	23	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ A4
		ค	ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ A4
		ง	ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ A4
4. นักเรียนสามารถบอกสูตรการหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	24	ก	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1
		ข	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1
		ค	คำตอบถูกต้อง
		ง	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1
	25	ก	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1
		ข	คำตอบถูกต้อง
		ค	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1
		ง	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในแบบทดสอบวินิจฉัย

ด้านการคำนวณ แล้โจทย์ปัญหา

ตาราง แสดงข้อบกพร่องที่เลือกตอบในแต่ละข้อแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
5. นักเรียนสามารถคำนวณการหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	26	ก	คำตอบที่ถูกต้อง
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 $1.5 \times 3 \times 120$
		ค	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เนื่องจากนักเรียนรู้สูตรการหาปริมาตร แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญของหน่วยที่ต่างกัน $150 \times 120 \times 2$
		ง	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 จากคำตอบข้อนี้ นักเรียนมีการเปลี่ยนหน่วย 2 เมตร เป็น 200 เซนติเมตรแล้ว แต่นักเรียนไม่ได้ตรวจคำตอบหรือลงข้อสรุปผิด
	27	ก	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 เนื่องจากนักเรียน (ลืมนวกตัวทศ) $8 \times 6 = 48$ $48 \times 7 = 286$
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 เนื่องจากนักเรียน (คูณเลขผิด) $8 \times 6 = 42$ $42 \times 7 = 294$
		ค	คำตอบที่ถูกต้อง
		ง	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 ใช้ตัวเลขซ้ำ $8 \times 7 \times 8$
	28	ก	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1 นักเรียนนำ $8 + 16 + 5 = 29$
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 คูณเลขผิด นักเรียนลืมนใส่ 0 ($16 \times 40 = 64$)

จุดประสงค์ การเรียนรู้ข้อที่	ข้อ ที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
		ค	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 นักเรียนท่องสูตรคูณผิด $16 \times 8 = 112$, $112 \times 5 = 560$
		ง	คำตอบที่ถูกต้อง
	29	ก	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 (นักเรียนสรูปผิด) , ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ค	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ง	คำตอบถูกต้อง
	30	ก	คำตอบถูกต้อง
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ค	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 นักเรียนไม่เข้าใจเรื่อง การเปลี่ยนหน่วย
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 นักเรียนไม่เข้าใจ เรื่องการเปลี่ยนหน่วย
	31	ก	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 คุณเลขผิด มีการวางตำแหน่งการคูณ 2 หลักที่ไม่ถูกต้อง
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 (ลืมบวกตัวทด)
		ค	คำตอบถูกต้อง
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เพราะสูตรการหาปริมาตรของปริซึมใดๆ = พื้นฐาน \times สูง
	32	ก	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 , ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 (เพราะนักเรียนแปลโจทย์ คำว่า ขุดดินออก เป็นการหาร $48 \div 12 = 4$)
		ข	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1 สาเหตุ คือ นำ $48 + 12$

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
		ค	คำตอบถูกต้อง
		ง	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 (นักเรียนลืมบวกตัวทด) จากการคูณ 48×12
	33	ก	คำตอบที่ถูกต้อง
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ค	ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 (น้ำครึ่งตู้) นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 เพราะทำผิดจากที่โจทย์ถาม $50 \times 25 \times 30$
		ง	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 มาจาก $25 \times 1,500$
	34	ก	คำตอบที่ถูกต้อง
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 $\frac{3}{4} \times 40 = 30$ $40 \times 30 \times 30$
		ค	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 ละเลยสิ่งที่โจทย์ให้หา $40 \times 32 \times 30$
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 $40 \times 32 \times 30 = 38,400 \times \frac{4}{3}$
	35	ก	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 มีความเข้าใจ เรื่อง การแปลงหน่วย แต่นักเรียนละเลยสิ่งที่โจทย์ถามนำ $0.3 \times 0.6 \times 0.45$ แต่ลืมคูณ 11
		ข	คำตอบที่ถูกต้อง
		ค	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2, นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 นักเรียนไม่สนใจหน่วยที่ต่างกัน และ $(30 \times 60 \times 45 \times 11) / 100$
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 นักเรียนไม่สนใจหน่วยที่ต่างกัน $30 \times 60 \times 45 \times 11$

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
	36	ก	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 เกิดจาก $30 \times 30 \times 20$
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 เกิดจาก $80 \times 20 \times 35$
		ค	คำตอบที่ถูกต้อง
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เพราะ ปริมาตรส่วนที่ 1 $30 \times 30 \times 30 = 27000$ และปริมาตรส่วนที่ 2 $80 \times 20 \times 35 = 56,000$ ทำให้นำปริมาตรทั้งสองส่วนมารวมกันผิด
	37	ก	คำตอบที่ถูกต้อง
		ข	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 เกิดจาก $25 \times 10 \times (15 - 5)$
		ค	ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 นักเรียนหาปริมาตรของตู้ปลาแทน $25 \times 10 \times 15$
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เพราะ $25 \times 10 \times 15 \times 5$
	38	ก	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เพราะ $(6 \times 10) - (3 \times 2)$
		ข	คำตอบที่ถูกต้อง
		ค	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 ($\frac{3}{2} \times 6 \times 10 = 90$)
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เพราะ $\frac{3}{2} \times 6 \times 10 = 9$
6. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	39	ก	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 ละเลยส่วนที่โจทย์หา ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 เพราะ $25 \times 10 \times 3$ นักเรียนขาดคูณ 3
		ข	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เพราะ $10 \times 10 \times 10$
		ค	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 เพราะ $25 \times 10 \times 3 = 750$ นำ $750 + 750$ ขาดก่อนคูณอีก 1 ก่อน

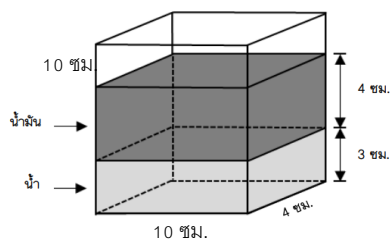
จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
		ง	คำตอบที่ถูกต้อง
	40	ก	คำตอบที่ถูกต้อง
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ค	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1 ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ง	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3
	41	ก	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 เรื่องการหาร $5,400 \div 540$
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ค	คำตอบที่ถูกต้อง
		ง	ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 มีน้ำอยู่ครึ่งสระ คิดเป็นปริมาตร 5,400 นักเรียนจึงนำอาหาร 2 จะได้ 2,700 $2,700 \div (15 \times 36)$
	42	ก	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 $(3 \times 5 \times 15) \div (6 \times 10 \times 3) \approx 2$
		ข	คำตอบที่ถูกต้อง
		ค	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 $(3 \times 5 \times 15) \div 18$
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 การคูณทศนิยม ,ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 เมื่อนักเรียนหาผลลัพธ์ได้ นักเรียนนำมาลบกัน $(3 \times 5 \times 1.5) - (6 \times 10 \times 3) = 225 - 180$
	43	ก	ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 $\{(10 \times 5 \times 15) \times 5\} \div 1,000$
		ข	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 ละเลยคำว่า “อย่างน้อย”
	ค	คำตอบที่ถูกต้อง	

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 $\{(10 \times 5 \times 15) \div 5\} \div 10$
	44	ก	ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 สองเท่าของความกว้าง ความยาว และความสูง $(12 \times 2 = 24)$
		ข	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เกิดจาก 3×4 สองเท่าคือ $(3 \times 2) + (4 \times 2)$
		ค	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เพราะ สองเท่าของความกว้าง ความยาว และความสูง $(2+2+2)$ จากนั้น 12×6
		ง	คำตอบที่ถูกต้อง
	45	ก	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เพราะ 10×4
		ข	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 $(10 \times 4) + (4 \times 3)$
		ค	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 หาปริมาตรน้ำแทน $(10 \times 4 \times 3)$
		ง	คำตอบที่ถูกต้อง
	46	ก	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ข	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3, ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 $(6 \times 21 \times 15)$
		ค	คำตอบที่ถูกต้อง
		ง	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1, ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 เรื่อง การคูณทศนิยม $(2.0 \times 21 \times 15)$
	47	ก	คำตอบที่ถูกต้อง
		ข	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2, (หารทศนิยมผิด) ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 $54 \div (2 + 3 + 1.5)$ ผิด $54 \div 5.5$
		ค	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2, (บวกทศนิยมผิด) $54 \div (2 + 3 + 1.5)$ ผิด $54 \div 2$

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง
		ง	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2, (หารทศนิยมผิด) $54 \div (2 + 3 + 1.5)$ ผิด $540 \div 5.5$
	48	ก	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1 $(10 + 10 + 10) \times 3$
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 เพราะ $5 \times 2 = 10$ แต่การหาปริมาตร $1 \times 5 \times 2$
		ค	คำตอบที่ถูกต้อง
		ง	ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ B4 ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1 $(10 \times 10 \times 10) \times 3$
	49	ก	จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด A1 $(50 + 60 + 80) \div (80 + 10 + 5)$
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ค	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ง	คำตอบที่ถูกต้อง
	50	ก	ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา B2 สูตรการหาปริมาตรของปริซึม = พื้นฐาน \times สูง $(10 \times 3 \times 12)$
		ข	ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ B1
		ค	นำข้อมูลมาใช้ผิด B3 เนื่องจาก $(10 \times 10 \times 10) \times 3$
		ง	คำตอบที่ถูกต้อง

ตัวอย่างแบบสอบสัมภาษณ์ของ Newman

45. ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง บรรจุน้ำและน้ำมันที่แยกชั้นกันอยู่ดังรูป ภาชนะนี้มีน้ำมันอยู่ที่ลูกบาศก์เซนติเมตร



ก. 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 62 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 120 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 160 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ประเด็นการวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด	C	E	รายละเอียด
ขั้นการอ่าน (Reading recognition)			
ขั้นการทำความเข้าใจ (Comprehension)			
ขั้นการเปลี่ยนรูป (Transformation)			
ขั้นการใช้ทักษะกระบวนการ (Process skills)		
ขั้นการสรุปคำตอบ (Encoding & ability)			

คู่มือการใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

จุดมุ่งหมายของการสร้างคู่มือ

คู่มือการใช้แบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางในการใช้แบบสอบวินิจฉัย และ ทำการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องมือ

เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1 ด้านการใช้ทฤษฎีบท สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้

- จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด
- ไม่เข้าใจและแยกแยะส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติผิด
- ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้
- ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้

2 ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา มีส่วนประกอบของข้อบกพร่อง ดังนี้

- ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ
- ขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมา
- นำข้อมูลมาใช้ผิด
- ไม่เข้าใจโจทย์ และภาษาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นนี้ มีจำนวน 1 ฉบับ ดังนี้

ด้านที่ 1 แบบสอบวินิจฉัยด้านทฤษฎีบท สมบัติ ทฤษฎีบทและสูตร จำนวน 25 ข้อ (ข้อ 1 - ข้อ 25)

ด้านที่ 2 แบบสอบวินิจฉัยด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา จำนวน 25 ข้อ (ข้อ 26 - ข้อ 50)

ตารางการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ (เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ)

ฉบับที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
1 ด้านบทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และ สูตร	1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้	8
	2. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้	8
	3. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	7
	4. นักเรียนสามารถบอกสูตรการหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	2
รวม		25
2 ด้านการคิด คำนวณ และ โจทย์ปัญหา	5. นักเรียนสามารถคำนวณการหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	13
	6. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	12
รวม		25

วิธีการตรวจให้คะแนนจากแบบทดสอบ

การตรวจให้คะแนนจากแบบทดสอบ มีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบในเว็บแอปพลิเคชันเรียนร้อย จะมีการประมวลผลให้นักเรียนทราบทันที ถ้านักเรียนตอบถูกให้ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน
2. รวมคะแนนที่ได้ของนักเรียนในแต่ละด้านตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ถ้านักเรียนได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนเกณฑ์ แสดงว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในด้านนั้น สำหรับการทดสอบในครั้งนี้ มีจำนวน 50 ข้อ โดยใช้คะแนนการตัดสินผลการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อตัดสินว่านักเรียนผ่านหรือไม่ผ่าน ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การตัดสินผ่านที่ร้อยละ 50.00

การเข้าใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

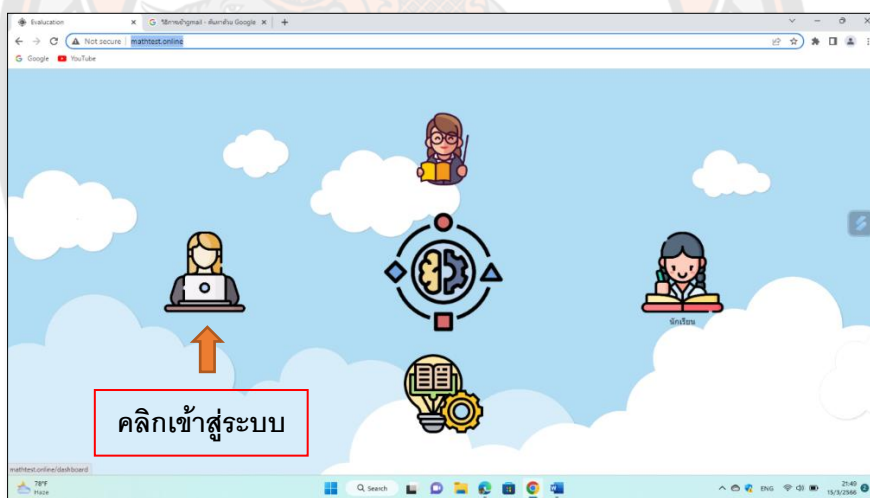
สำหรับผู้ดูแล/ผู้วิจัย การใช้งานแอปพลิเคชันมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ให้เข้าใช้งาน เว็บไซต์ <http://mathtest.online> หรือสแกนคิวอาร์โค้ด ดังภาพ



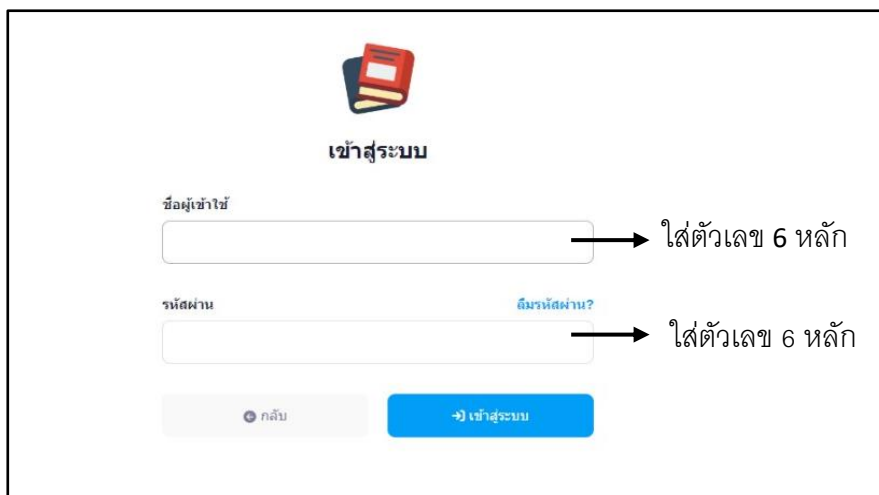
ภาพ 16 แสดงคิวอาร์โค้ดสำหรับสแกนเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งานสำหรับผู้ดูแล

2. เมื่อได้เข้าสู่ระบบการใช้เรียบร้อยแล้วจะปรากฏหน้าจอที่แสดงการเข้าสู่ระบบ จากนั้นให้คลิกที่รูปภาพที่มีคำว่า “ผู้ดูแล” ที่ปรากฏบนหน้าจอภาพ ดังภาพ



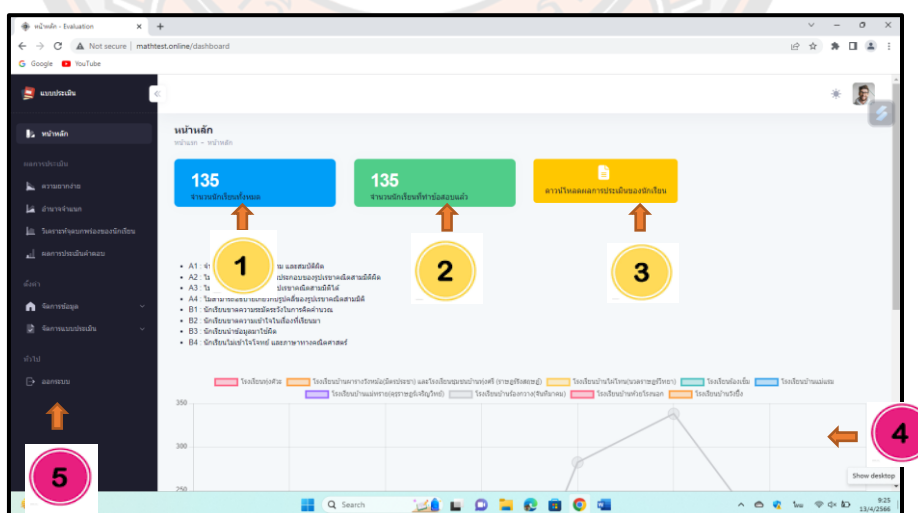
ภาพ 17 แสดงหน้าจอการคลิกเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งานสำหรับผู้ดูแล

3. จากนั้นให้ใส่รหัสเพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งาน โดยชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านจะเป็นตัวเลขทั้งหมด 6 หลัก ดังภาพ



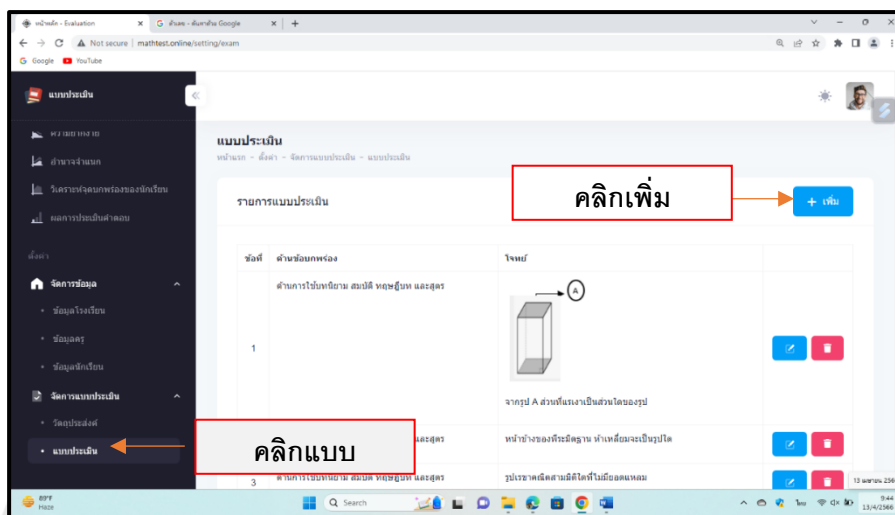
ภาพ 18 แสดงหน้าจอสำหรับใส่รหัสของผู้ใช้

1. เมื่อใส่รหัสถูกต้องจะปรากฏหน้าหลัก และแสดงรายละเอียด ดังนี้
 1. สามารถดูจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด
 2. จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบเรียบร้อยแล้ว
 3. สามารถดาวน์โหลดผลการประเมินนักเรียน
 4. กราฟแสดงข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ของนักเรียน
 5. แลบบนด้านซ้ายมือ เป็นการจัดการข้อมูลนักเรียนแต่ละโรงเรียน, การใส่แบบทดสอบ, การวิเคราะห์ผลแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียน และออกจากระบบ



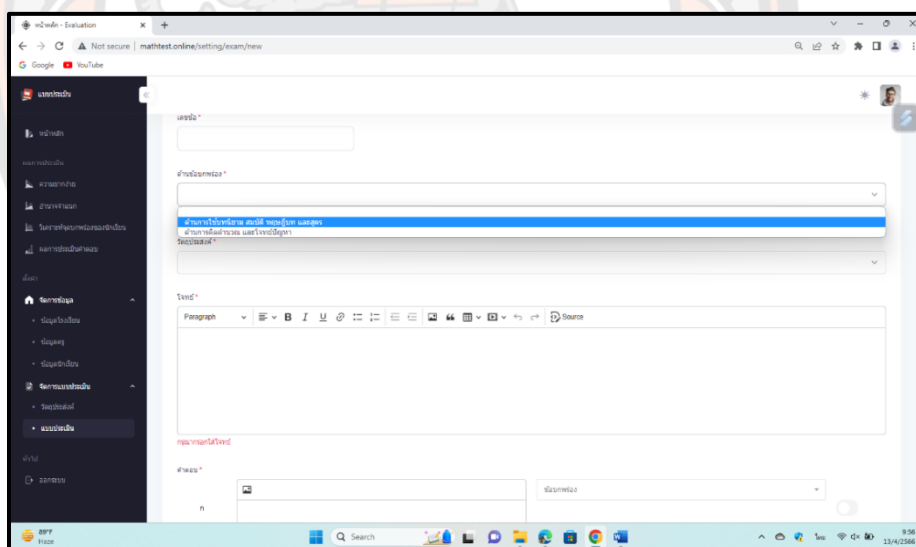
ภาพ 19 แสดงภาพหน้าหลักสำหรับผู้ดูแล

5. ขั้นตอนของการนำแบบทดสอบวินิจฉัยเข้าใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
 - 5.1 คลิกเมนูทางซ้ายมือ ตรงคำว่า “แบบประเมิน”
 - 5.2 จากนั้น คลิกตรงคำว่า “เพิ่ม” เพื่อใส่แบบทดสอบที่ได้เตรียมไว้ลงไป



ภาพ 20 แสดงภาพการนำแบบทดสอบเข้าใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

- 5.3 หลังจากคลิกเพิ่มเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าจอดังนี้



ภาพ 21 แสดงภาพรายละเอียดการนำแบบทดสอบเข้าใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

ให้ผู้ดูแลใส่รายละเอียด ดังนี้

- พิมพ์ตัวเลขลงไปข้อที่เท่าไร
- เลือกด้านข้อบกพร่องที่พบ กำหนดให้มี 2 ด้านบทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบท และสูตร และด้านการคำนวณและโจทย์ปัญหา
- จากนั้นใส่จุดประสงค์การเรียนรู้

ภาคผนวก ง

1. ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในแต่ละข้อ
2. ค่าความยากง่ายในแต่ละข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. ค่าอำนาจการจำแนก ในแต่ละข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
4. การวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ตาราง 9 ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในแต่ละข้อ

ข้อ ที่	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน รวม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ด้านบทนิยาม สมบัติ ทฤษฎีบทและสูตร								
1	1	1	0	1	1	4	0.80	ควรปรับปรุงภาพให้ชัดเจน
2	1	1	1	1	1	5	1.00	
3	1	1	1	1	1	5	1.00	
4	1	1	0	0	1	3	0.60	ควรระบุหน้าตัด ว่าตัดแนวไหน แนวขวาง
5	1	1	0	1	1	4	0.80	ควรระบุหน้าตัด ว่าตัดแนวไหน แนวขวาง
6	1	1	0	0	1	3	0.60	ควรระบุผลแต่งโมเป็นทรงกลม และระบุแนวการตัด
7	1	1	0	1	1	4	0.80	ปรับคำขึ้นต้นของบทนิยามให้ใช้คำขึ้นต้นเหมือนกัน
8	1	1	1	1	1	5	1.00	
9	1	1	1	1	1	5	1.00	
10	1	1	1	1	1	5	1.00	
11	1	1	1	1	1	5	1.00	
12	1	1	1	1	1	5	1.00	
13	1	1	1	1	1	5	1.00	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ ที่	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน รวม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
14	1	1	1	1	1	5	1.00	
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ปรับเปลี่ยนตัวเลือก ตัวเลือกน่าจะผิด
16	1	1	1	0	0	3	0.60	
17	1	1	1	1	1	5	1.00	
18	1	1	1	1	1	5	1.00	
19	1	1	1	1	1	5	1.00	
20	1	1	1	1	1	5	1.00	
21	1	1	1	1	1	5	1.00	
22	1	1	1	1	1	5	1.00	
23	1	1	1	1	1	5	1.00	
24	1	1	1	1	0	4	0.80	ข้อคำถามกับจุดประสงค์ หรือไม่ อาจจะต้อง ปรับเปลี่ยนคำถาม
25	0	1	0	0	1	2	0.40	ข้อคำถามกับจุดประสงค์ หรือไม่ อาจจะต้อง ปรับเปลี่ยนคำถาม
26	0	0	1	0	1	2	0.40	
27	1	0	1	1	0	3	0.60	
28	0	1	0	1	1	3	0.60	
29	0	1	0	0	1	2	0.40	
30	1	1	1	0	0	3	0.60	
31	0	0	1	1	0	2	0.40	
32	0	0	0	1	0	1	0.20	
33	0	1	1	0	0	2	0.40	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ ที่	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน รวม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ด้านการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหา								
34	1	0	0	1	0	2	0.40	
35	1	0	1	0	1	3	0.60	
36	1	0	1	0	1	3	0.60	เพิ่มเติม คำว่า ความยาว ความกว้าง
37	1	1	1	1	1	5	1.00	
38	1	1	1	1	1	5	1.00	
39	1	1	1	1	1	5	1.00	
40	1	1	1	1	1	5	1.00	
41	1	1	1	1	1	5	1.00	
42	1	1	1	1	1	5	1.00	ตัวเลือก ควรระบุ ข้อบกพร่องให้ชัดเจน
43	1	1	0	1	1	4	0.80	
44	1	1	1	1	1	5	1.00	
45	1	1	1	1	1	5	1.00	
46	1	1	1	1	1	5	1.00	
47	1	1	1	1	1	5	1.00	
48	1	1	1	1	1	5	1.00	
49	1	1	1	1	1	5	1.00	
50	1	1	1	1	1	5	1.00	
51	1	1	1	1	1	5	1.00	
52	1	1	1	1	1	5	1.00	
53	1	1	1	1	1	5	1.00	
54	1	1	1	1	1	5	1.00	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ ที่	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน รวม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
55	1	1	1	1	1	5	1.00	ไม่แน่ใจตัวเลือกผิด หรือไม่
56	1	1	1	1	0	4	0.80	
57	1	1	1	1	1	5	1.00	
58	1	1	1	1	1	5	1.00	
59	1	1	1	1	1	5	1.00	
60	1	1	1	1	1	5	1.00	
61	1	1	1	1	1	5	1.00	
62	1	1	1	0	0	3	0.60	
63	1	1	0	0	0	2	0.40	
64	1	1	0	0	1	3	0.60	
65	1	0	1	0	0	2	0.40	
66	1	0	0	0	1	2	0.40	
67	1	0	0	1	0	2	0.40	
68	0	1	1	0	1	3	0.60	
69	0	1	0	0	1	2	0.40	
70	0	1	1	1	0	3	0.60	

ตาราง 10 ค่าความยากง่ายในแต่ละข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ระดับความยาก	คุณภาพข้อสอบ	การพิจารณา
1	0.61	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
2	0.60	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
3	0.57	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
4	0.81	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
5	0.82	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
6	0.82	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
7	0.82	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
8	0.70	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
9	0.84	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
10	0.82	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
11	0.60	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
12	0.65	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
13	0.64	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
14	0.63	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
15	0.81	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
16	0.81	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
17	0.72	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
18	0.64	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
19	0.78	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
20	0.65	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
21	0.64	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
22	0.61	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
23	0.82	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
24	0.81	ง่ายมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
25	0.67	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
26	0.57	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ระดับความยาก	ความหมาย	การพิจารณา
--------	----------------	--------------	----------	------------

27	0.78	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
28	0.69	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
29	0.61	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
30	0.67	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
31	0.61	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
32	0.69	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
33	0.69	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
34	0.58	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
35	0.63	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
36	0.54	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
37	0.56	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
38	0.46	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
39	0.18	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
40	0.11	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
41	0.56	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
42	0.51	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
43	0.57	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
44	0.46	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
45	0.49	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
46	0.60	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
47	0.54	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
48	0.57	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
49	0.45	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
50	0.49	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
51	0.46	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
52	0.52	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ระดับความยาก	ความหมาย	การพิจารณา
--------	----------------	--------------	----------	------------

53	0.47	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
54	0.52	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
55	0.44	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
56	0.46	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
57	0.47	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
58	0.45	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
59	0.51	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
60	0.35	ยาก	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
61	0.44	ปานกลาง	ดีมาก	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
62	0.64	ง่าย	พอใช้ได้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
63	0.19	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
64	0.10	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
65	0.13	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
66	0.09	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
67	0.16	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
68	0.13	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
69	0.19	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
70	0.12	ยากมาก	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง

ตาราง 11 ค่าอำนาจการจำแนก ในแต่ละข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ค่าอำนาจการจำแนก	คุณภาพข้อสอบ	การพิจารณา
1	0.28	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
2	0.22	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
3	0.31	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
4	0.06	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
5	-0.00	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
6	-0.00	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
7	0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
8	0.33	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
9	-0.05	ติดลบ ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
10	0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
11	0.22	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
12	0.24	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
13	0.22	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
14	0.28	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
15	-0.07	ติดลบ ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
16	-0.07	ติดลบ ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
17	0.38	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
18	0.35	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
19	0.26	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
20	0.24	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
21	0.31	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
22	0.24	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
23	-0.05	ติดลบ ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจการจำแนก	คุณภาพข้อสอบ	การพิจารณา
24	0.02	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
25	0.28	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
26	0.35	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
27	0.22	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
28	0.35	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
29	0.37	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
30	0.24	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
31	0.24	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
32	0.22	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
33	0.31	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
34	0.28	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
35	0.28	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
36	0.42	ดี	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
37	0.28	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
38	0.35	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
39	0.00	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
40	0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
41	0.24	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
42	0.35	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
43	0.35	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
44	0.30	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
45	0.28	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
46	0.22	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
47	0.46	ดี	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
48	0.31	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
49	0.23	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ

ข้อที่	ค่าอำนาจการจำแนก	คุณภาพข้อสอบ	การพิจารณา
50	0.37	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
51	0.35	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
52	0.51	ดี	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
53	0.42	ดี	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
54	0.24	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
55	0.30	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
56	0.44	ดี	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
57	0.55	ดี	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
58	0.32	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
59	0.30	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
60	0.30	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
61	0.39	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
62	0.26	พอใช้	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
63	0.16	ต่ำ ต้องปรับปรุง	เลือกไว้เป็นข้อสอบ
64	0.02	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
65	0.05	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
66	0.00	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
67	0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
68	0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
69	-0.02	ติดลบ ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง
70	0.07	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง	ตัดทิ้ง

ตาราง 12 การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นักเรียน คนที่	คะแนนด้านการใช้บท นิยาม สมบัติ ทฤษฎี บท และสูตร (25 คะแนน)	คะแนนด้านการคิด คำนวณ และโจทย์ ปัญหา (25 คะแนน)	คะแนน เต็ม 50 คะแนน	ร้อยละ	เกณฑ์ การ ตัดสิน
1	12	20	32	64.00	ผ่าน
2	11	21	32	64.00	ผ่าน
3	12	17	29	58.00	ผ่าน
4	15	23	38	76.00	ผ่าน
5	10	18	28	56.00	ผ่าน
6	12	21	33	66.00	ผ่าน
7	20	8	28	56.00	ผ่าน
8	20	9	29	58.00	ผ่าน
9	12	21	33	66.00	ผ่าน
10	13	22	35	70.00	ผ่าน
11	14	19	33	66.00	ผ่าน
12	12	19	31	62.00	ผ่าน
13	15	23	38	76.00	ผ่าน
14	17	23	40	80.00	ผ่าน
15	12	21	33	66.00	ผ่าน
16	10	20	30	60.00	ผ่าน
17	13	20	33	66.00	ผ่าน
18	9	21	30	60.00	ผ่าน

นักเรียน คนที่	คะแนนด้านการใช้บท นิยาม สมบัติ ทฤษฎี บท และสูตร (25 คะแนน)	คะแนนด้านการคิด คำนวณ และโจทย์ ปัญหา (25 คะแนน)	คะแนน เต็ม 50 คะแนน	ร้อยละ	เกณฑ์ การ ตัดสิน
19	11	20	31	62.00	ผ่าน
20	16	6	22	44.00	ไม่ผ่าน
21	18	3	21	42.00	ไม่ผ่าน
22	13	22	35	70.00	ผ่าน
23	6	13	19	38.00	ไม่ผ่าน
24	12	19	31	62.00	ผ่าน
25	22	8	30	60.00	ผ่าน
26	17	6	23	46.00	ไม่ผ่าน
27	6	15	21	42.00	ไม่ผ่าน
28	12	23	35	70.00	ผ่าน
29	17	5	22	44.00	ไม่ผ่าน
30	10	14	24	48.00	ไม่ผ่าน
31	10	17	27	54.00	ผ่าน