

การพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

The Development of Mathematics Criterion-Referenced Test on the
Surface Area and Volume for Matthayom Suksa 3 Students

วัฒนะ สีนาสันต์¹, ปาริชาติ รัตนราช² และเสนอ ภิรมจิตร์ผ่อง³

Wattana Seenasun¹, Parichat Ruttanaraj² and Saner Piromjitpong³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้าง 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพ และ 3) เพื่อกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 741 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์เลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 6 ฉบับ รวม 100 ข้อ พัฒนาโดยการทดสอบ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ครั้งที่ 3 เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความตรง ค่าความเที่ยงและคะแนนจุดตัด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าอำนาจจำแนก ค่าความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าความเที่ยง และคะแนนจุดตัด

ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 6 ฉบับ จำนวน 100 ข้อ ฉบับที่ 1 เรื่องลักษณะพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ฉบับที่ 2 เรื่องลักษณะพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก ฉบับที่ 3 เรื่องลักษณะและปริมาตรของพีระมิด ฉบับที่ 4 เรื่องลักษณะและปริมาตรของกรวย ฉบับที่ 5 เรื่องลักษณะและปริมาตรของทรงกลม และฉบับที่ 6 เรื่องการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร

2. แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทั้งหมด 6 ฉบับ จำนวน 100 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.43–0.72 ค่าความตรงเชิงโครงสร้าง ตั้งแต่ 0.85–0.96 ค่าความเที่ยง ตั้งแต่ 0.65–0.79

3. แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 6 ฉบับ มีคะแนนจุดตัดอยู่ในช่วง 8–14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 57.14–60.86

คำสำคัญ การพัฒนาแบบทดสอบ, แบบทดสอบอิงเกณฑ์, คะแนนจุดตัด

¹ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
15 หมู่ 6 ตำบลโนนผึ้ง อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190 E-mail : wattana19905@gmail.com

² อาจารย์ ดร., คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี : อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี : อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

Abstract

The purposes of the research were : 1) to construct and develop a criterion-referenced test 2) to validate the criterion referenced test 3) to determine the cutting point scores of the criterion-referenced test in mathematics on the surface and volume for Matthayom Suksa 3 students. Samples used in the research were 741 Matthayom Suksa 3 students. The instruments constructed were six sets of criterion-referenced tests, a 4 choices of 100 items. The tests were validated for three try-outs. The first and second try-outs were to verify the discrimination and the third try-out was to verify construct validity, reliability, and cutting point scores. Statistical analysis included average, standard deviation, discrimination power, content validity, construct validity, reliability, and cutting point scores.

The research findings were as follows:

1. The mathematics criterion-referenced tests on the surface area and volume consisted of six sets with a total of 100 items. Set one was on the surface and volume of prism, set two was on the surface and volume of a cylinder, set three was on the surface and volume of pyramid, set four was on the surface and volume of cone, set five was on the surface and volume of sphere, and set six was on problem solving on surface and volume.
2. The mathematics criterion-referenced test developed indicated the discrimination in the range of 0.43-0.72, the construct validity in the range of 0.85-0.96, and the reliability in the range of 0.65-0.79.
3. The cutting point scores of the mathematics criterion-referenced test developed were 8-14 points with 57.14-60.86 percent.

Keywords Test Development, Criterion-Referenced Test, Cutting Point Scores

บทนำ

จุดมุ่งหมายที่สำคัญของกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนไปในทิศทางที่พึงประสงค์หรือเกิดการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องมีความคิดและเชื่อว่าสามารถพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียนให้ได้รับการพัฒนาเต็มศักยภาพของแต่ละบุคคล ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงมีเป้าหมายให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามกำลังความสามารถ ความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนจะประสบความสำเร็จในการเรียนแตกต่างกันไปตามพื้นฐานของตนเองและต่างก็เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ไม่เท่ากัน ดังนั้น การที่จะสามารถทราบได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนจะประสบผลสัมฤทธิ์มากน้อยเพียงใดจำเป็นต้องมีการวัดผลและประเมินผล และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพการเรียนของผู้เรียน ใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการสอนของครู การประเมินผลหลักสูตรและการจัดระบบทั่วไปของโรงเรียน และเป็นการประเมินผลเพื่อหาข้อบกพร่องและจุดอ่อนในด้านต่าง ๆ อันจะช่วยพัฒนาการเรียนของผู้เรียนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น (อนันต์ ศรีโสภณ 2525 : 2)

การวัดและประเมินผลผู้เรียนต้องอยู่บนพื้นฐานสองประการคือ ประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียนในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ และสะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกๆระดับไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษาและระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาผู้เรียนโดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ

หลักการประเมินผลการเรียนการสอนควรจะวัดและประเมินผลเพื่อการปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอน และรักษามาตรฐานการศึกษา การประเมินผลการเรียนประกอบด้วย การประเมินผลก่อนเรียน การประเมินผลระหว่างเรียน และประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียน จากการประเมินผลการเรียนการสอนจะทำให้ทราบว่าจุดประสงค์การเรียนเหมาะสมเพียงใดกับกิจกรรมการสอน ก่อให้เกิดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ทางการเรียนหรือไม่ อีกทั้งผลการประเมินทำให้ทราบว่า ในการสอนครั้งนี้ประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด สมควรที่จะต้องปรับปรุงการเรียนการสอนส่วนใดบ้างหรือไม่ (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ 2537 : 76) กระบวนการวัดผลประเมินผลที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบ คือ การประเมินแบบอิงกลุ่ม และการประเมินแบบอิงเกณฑ์ (สุนันท์ ศลโกสุม 2525:74) การประเมินแบบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Evaluation) คือการประเมินที่มุ่งนำผลการประเมินมาจำแนกผู้เรียนออก ตามความสามารถ โดยจะพิจารณาจากการเปรียบเทียบผลการประเมินของผู้เรียนแต่ละคนกับผู้เรียนด้วยกัน โดยมีความคิดในการจัดการเรียนการสอนว่า นักเรียนย่อมมีความแตกต่างเป็นรายบุคคล การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Evaluation) คือ การประเมินที่มุ่งเอาผลการเรียน ของผู้เรียนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (Criterion) ที่ตั้งขึ้นโดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับผู้เรียนคนอื่น ๆ โดยมีแนวความคิดว่า ในการจัดการเรียนการสอนควรให้ผู้เรียน เรียนอย่างรอบรู้ (Master learning) การประเมินแบบอิงเกณฑ์ จะนำผลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขการเรียนประจำบทเรียน จึงจำเป็นต้องอาศัยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมประจำบทเรียนเพื่อสะดวกในการกำหนดเกณฑ์ และสร้างเครื่องมือวัดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่วางไว้ ถ้าผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ต้องสอนซ่อมเสริม (สมนึก ภัททิยธนี 2537 : 142)

จากระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตร ได้กำหนดหลักการในการประเมินการเรียนว่า จะต้องประเมินให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ในแต่ละวิชาและต้องประเมินผลเพื่อปรับปรุงผลการเรียน และเพื่อตัดสินผลการเรียนซึ่งการประเมินจะต้องทำอย่างต่อเนื่อง จัดการวัดผลเป็นระยะ ๆ ทุกจุดประสงค์ โดยใช้วิธีการ และเครื่องมือให้สอดคล้องกับจุดประสงค์จะเห็นว่าการวัดผลประเมินผลดังกล่าว สอดคล้องกับการวัดและประเมินแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและจำแนกผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ออกจากกันเพื่อสำรวจความก้าวหน้าและวินิจฉัยความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนว่าบรรลุถึงเกณฑ์ที่วางไว้หรือไม่ (กาญจนา วัฒนสุนทร 2521 : 3) และการวัดมิได้ตีความหมายคะแนนในการเปรียบเทียบกับคะแนนของเพื่อนร่วมชั้นจะเน้นการวัดผลเพื่อผลักดันให้เกิดการเรียนแบบเกื้อกูลช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ 2524 : 14) โดยผู้สอนอาจซ่อมเสริมให้ผู้เรียนบางคนที่ยังไม่รอบรู้ในเนื้อหา นั้น ๆ ให้เกิดความเข้าใจ และมีความสามารถเพิ่มขึ้น หรือให้ผู้เรียนมีความรอบรู้ ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ แก่ผู้ที่ยังไม่รอบรู้อันจะก่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

แต่ในสภาพความเป็นจริงการจัดการเรียนการสอนในระดับต่าง ๆ ในปัจจุบัน ครูยังขาดความเข้าใจในการวัดผลแบบอิงเกณฑ์อยู่มาก ทั้งนี้เนื่องจากผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา มักจะมองการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ไปในด้านการแปลความหมายคะแนนของผู้เรียนเป็นไปตามเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนมากกว่า ซึ่งเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนดังกล่าวมุ่งที่จะนำข้อมูลไปใช้สำหรับตัดสินความสำเร็จในการเรียน การผ่านช่วงชั้น และการจบหลักสูตรการศึกษาในระดับต่าง ๆ ที่จริงแล้วการประเมินผลตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำผลการประเมินไปใช้พัฒนาคุณภาพผู้เรียน ให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ในแต่ละตัวชี้วัด นักเรียนต้องได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดดังนั้นปัญหาจึงอยู่ที่ว่า ทำอย่างไรครูผู้สอนจะมีแบบทดสอบเพื่อวัดความรอบรู้ของผู้เรียนในแต่ละตัวชี้วัดที่เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่หลักสูตรต้องการและใช้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุพฤติกรรม ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบบทดสอบที่มีคุณภาพที่ดี ซึ่งหมายถึงแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีความตรงและความเที่ยงสูง สามารถจำแนกผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ๆ ออกจากกันได้ และนำผลที่ได้จากการวัดไปส่งเสริม พัฒนาและปรับปรุงแก้ไข ให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถสูงสุดตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ายังไม่มีผู้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อวัดความรอบรู้ของผู้เรียนได้ครบทุกจุดประสงค์ตามตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตร เช่น แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้ง ๆ เป็นวิชาที่มีความสำคัญ ทั้งในด้านการพัฒนาความคิดของผู้เรียน เป็นเครื่องมือนำไปสู่

ความก้าวหน้าในวิทยาการต่าง ๆ ตลอดจนมีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของบุคคลและเป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผลจึงจะเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ได้ (สุชัย รัตนกุล 2526 : 3)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์และหาคะแนนจุดตัด ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค23101 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตร ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ และบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดตามที่หลักสูตรกำหนด และเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่มีคุณภาพในเรื่องอื่นและวิชาอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี เขต 29 จำนวน 10,324 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี เขต 29 จำนวน 741 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling)

ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาจากการวิจัยในครั้งนี้ ได้จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. คุณภาพของแบบทดสอบพิจารณาจาก ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Reliability)
2. คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Cut-off Score)

การสร้างเครื่องมือ

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีลำดับขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาดังภาพต่อไปนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ กำหนดเนื้อหา กำหนดขอบเขตเนื้อหา พฤติกรรมที่บ่งชี้และตัวชี้วัดอย่างละเอียดเพื่อให้ทราบแนวทางในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์
2. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตรคู่มือครู หนังสือแบบเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์
3. ศึกษาแนวการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยอาศัยหลักการสร้างที่สรุปไว้จากวิธีการของนักวัดผลประเมินผล กำหนดขอบข่ายตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายวิชา พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำสาระมาตรฐานและตัวชี้วัดมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดแล้วเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

4. สร้างข้อสอบวัดพฤติกรรมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจุดประสงค์ละ 10 ข้อตามนิยามปฏิบัติการลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นแบบปรนัยเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก โดยให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวภายในเวลาที่กำหนดให้ ข้อสอบทั้งสิ้นมี 6 ฉบับ ตามโครงสร้างของจุดประสงค์และตัวชี้วัด จำนวน 100 ข้อ

5. นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา แล้วแก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น แล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คัดเลือกข้อสอบที่ได้ค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

6. ทดลองครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบจำนวน 6 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี เขต 29 จำนวน 4 โรงเรียนแต่ละโรงเรียนสุ่มมา 1 ห้องมีจำนวนนักเรียนสุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 119 คน ขณะที่ทำการสอบได้ให้เวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบแต่ละฉบับเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดเวลาในการทดลองครั้งที่ 2

7. วิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อเพื่อหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ ด้วยการหาค่าสหสัมพันธ์รายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับเพื่อคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกถึงเกณฑ์ตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อสอบทั้ง 6 ฉบับได้ข้อสอบเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

8. การทดลองครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ปรับปรุงและเป็นไปตามเกณฑ์จากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี เขต 29 ที่สุ่มได้จำนวน 4 โรงเรียนและสุ่มห้องเรียนโรงเรียนละ 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 147 คน

9. นำผลจากสอบครั้งที่ 2 มาวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อเพื่อหาอำนาจจำแนก ด้วยการหาค่าสหสัมพันธ์รายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับเพื่อคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกถึงเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อสอบทั้ง 6 ฉบับได้ข้อสอบเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

10. การทดลองครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบที่เข้าเกณฑ์จากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี เขต 29 ที่สุ่มได้จำนวน 4 โรงเรียน เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 5 ห้อง โรงเรียนขนาดใหญ่ 4 ห้อง โรงเรียนขนาดกลาง 2 ห้อง โรงเรียนขนาดเล็ก 1 ห้องรวม 12 ห้อง มีจำนวนนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 471 คน

11. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ดังนี้

11.1 ตรวจสอบความเที่ยง คำนวณโดยใช้วิธีของ Lovett

11.2 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยใช้วิธีของ Carver

11.3 หาคะแนนจุดตัดด้วยวิธีของ Berk

12. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบปรนัยเลือกตอบมี 4 ตัวเลือกมีทั้งหมด 6 ฉบับ จำนวน 100 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ

1.1 ค่าความเชื่อถือได้คำนวณจากสูตรของ Lovett

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

เมื่อ $r_{cc}(\text{Binomial})$	แทน	ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
x	แทน	คะแนนของแต่ละคน
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนสอบแต่ละด้วยกำลังสอง
k	แทน	จำนวนข้อสอบ
c	แทน	คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

1.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง คำนวณโดยวิธีของ Carver

$$r_c = \frac{a+c}{a+b+c+d}$$

- เมื่อ a แทน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์หลังจากได้รับการสอน
 b แทน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์โดยไม่ได้รับการสอน
 c แทน นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์โดยไม่ได้รับการสอน
 d แทน นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์หลังจากได้รับการสอน

1.3 หาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบด้วยวิธีของ Berk

1.3.1 การหาคะแนนพยากรณ์

คะแนนพยากรณ์	การจำแนกเกณฑ์	
	ได้รับการสอน	ไม่ได้รับการสอน
	รอบรู้	รอบรู้ไม่จริง(FM)
รอบรู้	รอบรู้จริง(TM)	รอบรู้ไม่จริง(FM)
ไม่รอบรู้	ไม่รอบรู้ไม่จริง(FN)	ไม่รอบรู้จริง (TN)

- TM แทน กลุ่มที่รอบรู้จริงคือกลุ่มที่ได้รับการสอนและได้คะแนนสูงกว่าหรือเท่ากับคะแนนจุดตัด
 FM แทน กลุ่มที่รอบรู้ไม่จริงคือกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนแต่ได้คะแนนสูงกว่าหรือเท่ากับคะแนนจุดตัด
 TN แทน กลุ่มไม่รอบรู้จริงคือกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนและได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด
 FN แทน กลุ่มที่ไม่รอบรู้ไม่จริงคือกลุ่มที่ได้รับการสอนแต่ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด

1.3.2 พิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้ความน่าจะเป็น

$$P(TM) = TM/(M+N)$$

$$P(FM) = FM/(M+N)$$

$$P(TN) = TN/(M+N)$$

$$P(FN) = FN/(M+N)$$

$$BR = P(FN)+P(TM)$$

$$SR = P(TM)+P(FM)$$

M แทน จำนวนคนในกลุ่มที่ได้รับการสอน

N แทน จำนวนคนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอน

1.3.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดโดยใช้สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของเกณฑ์

$$\phi_{vc} = \frac{P(TM) - BR(SR)}{\sqrt{BR(1 - BR)SR(1 - SR)}}$$

- เมื่อ ϕ_{vc} แทน สัมประสิทธิ์ความแม่นยำเชิงเกณฑ์
 P(TM) แทน ความน่าจะเป็นของการรอบรู้จริง (TM)/(M+N)
 BR แทน ความน่าจะเป็นของความรอบรู้ของประชากร P(FN)+P(TM)
 SR แทน ความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ผู้รอบรู้ในประชากร P(TM)+P(TN)

1.3.4 คะแนนจุดตัดที่เหมาะสม

$P(TM)+P(TN)$ แทน ความน่าจะเป็นของการตัดสินใจถูก

$P(FN)+P(FM)$ แทน ความน่าจะเป็นของการตัดสินใจผิด

สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เป็นแบบทดสอบวัดความรอบรู้จากการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 6 ฉบับ ฉบับที่ 1 ลักษณะพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม จำนวน 3 จุดประสงค์การเรียนรู้มี 21 ข้อ ฉบับที่ 2 ลักษณะพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก จำนวน 2 จุดประสงค์การเรียนรู้มี 14 ข้อ ฉบับที่ 3 ลักษณะและปริมาตรของพีระมิดจำนวน 2 จุดประสงค์การเรียนรู้มี 14 ข้อ ฉบับที่ 4 ลักษณะและปริมาตรของกรวยจำนวน 2 จุดประสงค์การเรียนรู้มี 14 ข้อ ฉบับที่ 5 ลักษณะและปริมาตรของทรงกลม จำนวน 2 จุดประสงค์การเรียนรู้มี 14 ข้อ ฉบับที่ 6 การแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรจำนวน 4 จุดประสงค์การเรียนรู้มี 23 ข้อ รวมการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรในครั้งนี้ได้ข้อสอบรวมทั้งสิ้น 100 ข้อ

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง ฉบับที่ 1-6 มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60-1.00 ทั้ง 6 ฉบับ มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (S) แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1-6 มีค่าอำนาจจำแนก (S) ตั้งแต่ 0.43-0.72 ทั้ง 6 ฉบับ มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงเชิงโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้คำนวณค่าความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ทั้ง 6 ฉบับเป็นค่าที่หาจากการจำแนกผู้เรียนแล้วกับผู้ที่ยังไม่ได้เรียน ถือแนวคิดว่าผู้เรียนแล้วจะสอบผ่าน ผู้ที่ยังไม่ได้เรียนจะสอบไม่ผ่าน ปรากฏว่ามีความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.85 -0.96

2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง

ผู้วิจัยได้คำนวณค่าความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ทั้ง 6 ฉบับปรากฏว่ามีความเที่ยงตั้งแต่ 0.73-0.84 เป็นค่าความเที่ยงสูง

3. ผลการกำหนดคะแนนจุดตัด ข้อสอบฉบับที่ 1-6 มีจำนวนข้อสอบ ตั้งแต่ 14-23 ข้อ มีคะแนนเต็ม 14-23 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์ความแม่นยำของคะแนนจุดตัด (O_v) มีค่า 0.86-0.92 ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิด $P(FM)+P(FN)$ มีค่าต่ำสุดคือ 0.03 ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูก $P(TM)+P(TN)$ มีค่าสูงสุดคือ 0.88-0.96 คะแนนจุดตัดตั้งแต่ 8-14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 57.14-61.90

อภิปรายผลการวิจัย

1. ในการหาความตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธีของ Rovinelli and Hambleton โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมผลปรากฏดังนี้ แบบทดสอบฉบับที่ 1-6 จำนวน 100 ข้อ มีค่าความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80-1.00 เป็นข้อสอบที่มีความเหมาะสมมากที่สุด 100 ข้อ จะเห็นว่าแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ มีความตรงเชิงเนื้อหาสูง วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

2. การหาคุณภาพ

2.1 นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดลองครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์อำนาจจำแนก (ดัชนี S) ปรากฏว่า มีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ตั้งแต่ 0.05–0.73 และมีข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์ 25 ข้อ ทั้งนี้การได้ค่าอำนาจจำแนกต่ำนั้นอาจสืบเนื่องมาจากการเป็นทดสอบครั้งแรกอาจมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง เช่น ข้อสอบยากมาก หรือผู้เรียนอาจใช้การเดา หรือเกิดจากการดำเนินการสอนก็ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ มาปรับปรุง แล้วนำไปทดลองครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้คัดและนำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปไว้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงไว้จุดประสงค์ละ 7 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 3 ปรากฏว่ามีอำนาจจำแนก 0.26-0.76 ซึ่งมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ เกณฑ์เดียวกับ เสาวนิต รมศรี(2541 : 103) ที่สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เมตริกซ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้แบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.66 แสดงว่าการคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบจะช่วยให้ได้ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีขึ้น

2.2 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 6 ฉบับผู้วิจัยได้คำนวณค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยวิธีของ Lovett ผลปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1-6 มีความเที่ยงในช่วง 0.73-0.89 ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับ เสาวนิต รมศรี (2541 : 107) ที่ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเมตริกซ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งคำนวณหาความเที่ยงของแบบทดสอบโดยวิธีของ Lovett ได้ค่าความเที่ยงอยู่ในช่วง 0.75–0.92

2.3 ค่าความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 6 ฉบับ ผู้วิจัยได้คำนวณค่าความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบด้วยวิธีของ Carver สอบนักเรียนกลุ่มเดียวสองครั้งคือก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏว่า มีค่าความตรงเชิงโครงสร้าง ของแบบทดสอบฉบับที่ 1-6 เท่ากับ 0.94-0.96 ซึ่งเป็นค่าที่สูง ทั้งนี้เป็นเพราะการวางแผนการดำเนินงาน และผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบเป็นอย่างดี พงษ์รัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 311) อธิบายว่า ค่าความตรงเชิงโครงสร้างจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนคนที่สอบ ไม่ผ่านก่อนเรียนและจำนวนคนที่สอบผ่านหลังเรียน ดังนั้นค่าความตรงเชิงโครงสร้าง จึงขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการสอนเป็นสำคัญ เกณฑ์เดียวกับ ปิยพร ปรีพัฒน์กุล (2537 : 76) ที่ศึกษาพบว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีค่าความแม่นยำเชิงโครงสร้างอยู่ตั้งแต่ 0.82-0.93 และสอดคล้องกับ เกียรติพงษ์ พิศวรปราการ. (2546: 92-93) ที่ศึกษาพบว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีค่าความตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ 0.89-0.94 สรุปได้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 6 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้างอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

3. คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ผู้วิจัยได้คำนวณหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น โดยใช้วิธีของ Berk ซึ่งเป็นการหาคะแนนจุดตัดโดยใช้การสอบเป็นการจำแนกกลุ่มที่ได้เรียนและไม่ได้เรียน เพื่อคำนวณหาความน่าจะเป็นของการตัดสินใจผิดพลาดที่สุด ความน่าจะเป็นของการตัดสินใจสูงที่สุด และค่าสัมประสิทธิ์ความตรงของคะแนนจุดตัดมีค่าสูงสุด พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1-6 จำนวนข้อสอบ 100 ข้อ มีคะแนนจุดตัด 8-14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 57.14-73.91 เกณฑ์เดียวกับ สุรพล ฝันศิริ (2534 : 102) ที่ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ปวช. 1 เรื่องการเคลื่อนที่ คะแนนจุดตัดเท่ากับ 17 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 47.17 และสอดคล้องกับ วุฒิคุณ

เสาวรัตน์ (2526 : 147-150) ที่ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ด้วยวิธีของ Berk มีค่าตั้งแต่ 40-80 เปอร์เซนต์ จะเห็นว่าคะแนนจุดตัดนี้ขึ้นอยู่กับผลการสอบของผู้เรียนหรืออาจเป็นเพราะธรรมชาติของเนื้อหาวิชา

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 6 ฉบับ มีคุณภาพคือมีความตรงเชิงเนื้อหา มีคะแนนจุดตัดสามารถจำแนกผู้เรียนออกเป็น 2 ประเภทคือ กลุ่มรอบรู้และกลุ่มไม่รอบรู้ มีความเที่ยง มีความตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ และปรับปรุงการเรียนการสอน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรได้ดี

ข้อเสนอแนะ

จากการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ด้านการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 6 ฉบับ ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 เท่านั้น การนำไปวัดกับนักเรียนกลุ่มอื่นควรหาคะแนนจุดตัดในการจำแนกผู้เรียนใหม่

1.2 ควรนำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 6 ฉบับ ไปประกอบการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนให้ทราบถึงศักยภาพของผู้เรียนว่าเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ เพื่อเป็นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียน

1.3 ผู้บริหาร ครู และผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษา ควรให้ความสำคัญกับการวัดผลประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อจะได้พัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรอบรู้ถึงระดับเป็นที่ยอมรับได้

2. ด้านการวิจัย

2.1 ควรให้ครูผู้สอนมีการวิจัย เพื่อสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ในเนื้อหาและรายวิชาอื่น ๆ ระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อได้แบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตรและระเบียบของการวัดผล ประเมินผลการศึกษา

2.2 ในการหาค่าอำนาจจำแนก หาโดยวิธีของ Kryspin and Feldhuson ใช้ค่าดัชนี S (บุญชม ศรีสะอาด 2535 : 89) คำนวณจากผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยใช้กับแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ถ้าสอนโดยวิธีอื่นควรเลือกวิธีการหาอำนาจจำแนกอย่างอื่นเช่นการหาค่าดัชนี B (B-Index)

บรรณานุกรม

กาญจนา วัฒนสุนทร. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.

เกียรติพงษ์ พิศวรปราการ. การพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, 2546.

บุญชม ศรีสะอาด, นิภา ศรีไพโรจน์ และนุชวัน ทอทวี. การวัดผลและการประเมินผลทางการศึกษา.

มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2528.

_____. การวิจัยเบื้องต้น. มหาสารคาม: ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2532.

- ปิยพร ปรีพัฒน์กุล. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์พหุขนัยกรรม 1 เรื่อง บำเหน็จตัวแทน
และบำเหน็จนายหน้า ส่วนลดการค้าและส่วนลดเงินสด และการตั้งราคาขาย สำหรับระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2537.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- วีระพล เจริญชนม์. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เราเริ่มต้นเรียนวิทยาศาสตร์
กันอย่างไร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
- วุฒิคุณ เสาวรัตน์. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- สมนึก ภัททิยธนี. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. มหาสารคาม: ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูมหาสารคาม, 2537.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. . “แนวคิดพื้นฐานในการประเมินผลการเรียนและระบบประเมินการเรียนอิงเกณฑ์อิงกลุ่ม”
ครูศาสตร์. 10,1 -2 (มกราคม- มิถุนายน 2537) : 76.
- สุชาย รัตนกุล. วิธีการสอนคณิตศาสตร์ ตำราชุดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ ตอนที่ 3.
กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว, 2526.
- สุนันท์ ศลโกสม. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.
- สุรพล ผืนศิริ. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ปวช.1. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2534.
- เสาวนิต รมศรี. การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เมตริกซ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2541.
- อนันต์ ศรีโสภ. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2525.