

การพัฒนาการเรียนรู้และทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์
โดยใช้กิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE DEVELOPMENT OF LEARNING AND INTEGRATED
MATHEMATICAL THINKING SKILLS BY USING THE 7E LEARNING
CYCLE ACTIVITIES WITH COMMUNITY RESOURCES
FOR MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS

สุดเฉลียว ไทยกรณ์^{1*}, พิชญ์สินี ชมภูคำ² และ พวงพยอม ชิดทอง³

Sudchaleaw Thaikarn^{1*}, Phichsinee Chomphucom² and Puangpayorm Chidthong³

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 202 ถ.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300 ^{1,2,3}
Chiang Mai Rajabhat University, 202 Chang Puak Road, Chang Puak Sub-district.
Mueang District, Chiang Mai Province 50300 ^{1,2,3}

*Corresponding Author E-mail: koonkrumaam@gmail.com

(Received: May 19, 2019; Revised: Aug 19, 2019; Accepted: Aug 24, 2019)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน (2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน และ (3) เพื่อศึกษาทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสริมงามวิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การแปรผัน ฐานนิยม และ t-test แบบ Pair-test Z- test

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ประวัติความเป็นมาของการวัดความยาว การวัดพื้นที่ การวัดปริมาตร การวัดน้ำหนัก และการวัดเวลา ในการจัดกิจกรรมได้นำแหล่งเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ เช่น ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ห้องเรียน อาคารเรียน ห้องสมุด โรงอาหาร วัด กล้องปริซึมทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กระป๋อง ทรงกระบอก นักเรียน สมาชิกในครอบครัว นาฬิกา ปฏิทิน ซึ่งมีประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 79.22/84.19 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 มีผลการประเมินในระดับดีขึ้นไป และด้านคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ นักเรียนมากกว่าร้อยละ 58 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

3. ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ นักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การพัฒนาการเรียนรู้, ทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์, วัฏจักรการเรียนรู้ 7E, แหล่งเรียนรู้ในชุมชน

ABSTRACT

This research study aimed to 1) develop mathematics learning activities on measurement using the 7E learning cycle together with community learning resources for Matthayom 2 students at Soemngam withthayakhom School under the Office of Secondary Education Service Area 35 2) investigate the students' mathematics learning achievement on measurement using 7E learning cycle together with community learning resources and 3) examine the students' integrated thinking skills in mathematics. The sample was a class of 34 Matthayom 2 students in the first semester of the 2018 Academic year at Soemngamwiththayakhom School chosen by the cluster sampling method. The study was based on an educational innovation research and development. Statistics employed to analyze the data were percentage, mean, standard deviation, coefficient of variation, mode, t-test (Paired-test) and Z-test.

The findings revealed that

1. The mathematics lesson plans using the 7E learning cycle together with community learning resources for Matthayom 2 students on measurement included lesson plans on the history of measurement, length measurement, area measurement, volume measurement, weight measurement, and time measurement. Learning resources and materials integrated during the learning activities consisted of parts of a human body, classrooms, school buildings, a library, a canteen, a temple, rectangular prism boxes, cylindrical cans, students, family members, clocks and calendars. The lesson plans had the effectiveness ratio of 79.22/84.19 which was higher than the pre-determined criterion of 75/75.

2. The students' mathematics learning achievement on measurement in the aspects of knowledge after the learning activities was higher than before with a statistical significance of .01. More than seventy percent of them possessed the mathematical process skills at a high level or above. As for the evaluation of the students' integrity and desirable characteristics, over fifty-eight percent of the students was rated at a very high level.

3. For students' integrated thinking skills in mathematics, more than seventy percent of the students established the skills at a high level or above with the statistical significance of .05.

KEYWORDS: Development of Learning, Integrated Thinking Skills in Mathematics, 7E Learning Cycle, Community Learning Resources

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนของยุคปฏิรูปการศึกษาที่เน้นการพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์นั้นครูจำเป็นต้องเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ โดยเฉพาะเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นการสอนที่มุ่งจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับการดำรงชีวิตเหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียนโดยผู้เรียนมีส่วนร่วมและปฏิบัติจริงทุกขั้นตอนจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่าง

มีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ช่วยคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ชีวิตประจำวันได้ถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ผู้วิจัยได้ค้นคว้างานวิจัยจากแหล่งต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น ครูผู้สอนขาดความรู้ความเข้าใจในทฤษฎี/หลักการสอน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) ครูผู้สอนสามารถใช้วิธีการสอนคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงความรู้อยู่กับเหตุการณ์และสิ่งแวดล้อมรอบตัว สามารถนำผลการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ (สุนทรย์ สันธพานนท์, 2554) และเมื่อผู้วิจัยได้พิจารณาถึงสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากอดีตถึงปัจจุบันส่วนใหญ่ครูเป็นผู้บรรยายและสรุปให้นักเรียน นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเองจนทำให้นักเรียนขาดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ขาดการฝึกคิดฝึกแก้ปัญหาและขาดการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์อื่น ๆ อีกทั้งธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมทำให้ยากที่จะอธิบายให้เด็กเข้าใจได้โดยง่าย นักเรียนจึงรู้สึกเบื่อหน่าย ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการสอนไม่ดีเท่าที่ควร จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้สาระคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ พิจารณาได้จากการประเมินผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ O-NET ปีการศึกษา 2560 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเสริมงามวิทยาคม ได้คะแนนเฉลี่ย 17.82 จากคะแนนเต็ม 100 และพบว่ามาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ

ได้แก่ สาระที่ 2 การวัดมาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด จากผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยจะต้องเร่งปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติองค์การมหาชน, 2560)

การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เป็นหนึ่งในรูปแบบกระบวนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความคิด 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ซึ่งจะก่อให้เกิดองค์ความรู้ที่คงทน เนื่องจากนักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ อย่างมีความหมายด้วยตนเอง การเลือกใช้สื่อต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ผู้เรียน เนื้อหา เวลา วิธีการสอนที่มีขั้นตอน และปัจจัยสำคัญ นอกจากครูผู้สอนจะต้องวางแผนการเรียนการสอน โดยเฉพาะการเลือก จัดหา หรือใช้แหล่งเรียนรู้ เช่น แหล่งเรียนรู้ในชุมชนใกล้ตัวที่เหมาะสมกับผู้เรียน และการจัดบรรยากาศสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดได้ และปฏิบัติจริงจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างหลากหลายและต่อเนื่อง ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล การบริหารจัดการแหล่งเรียนรู้ ควรดำเนินการให้เหมาะสมกับความสนใจของผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้

เข้ากับเหตุการณ์และสิ่งแวดล้อมรอบตัว สามารถนำผลการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเน้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิดได้ลงมือปฏิบัติและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมได้นำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาใช้เป็นสื่อ ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลายและสัมผัสกับแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การวัด โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การวัด โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. เพื่อศึกษาทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สมมติฐานการวิจัย

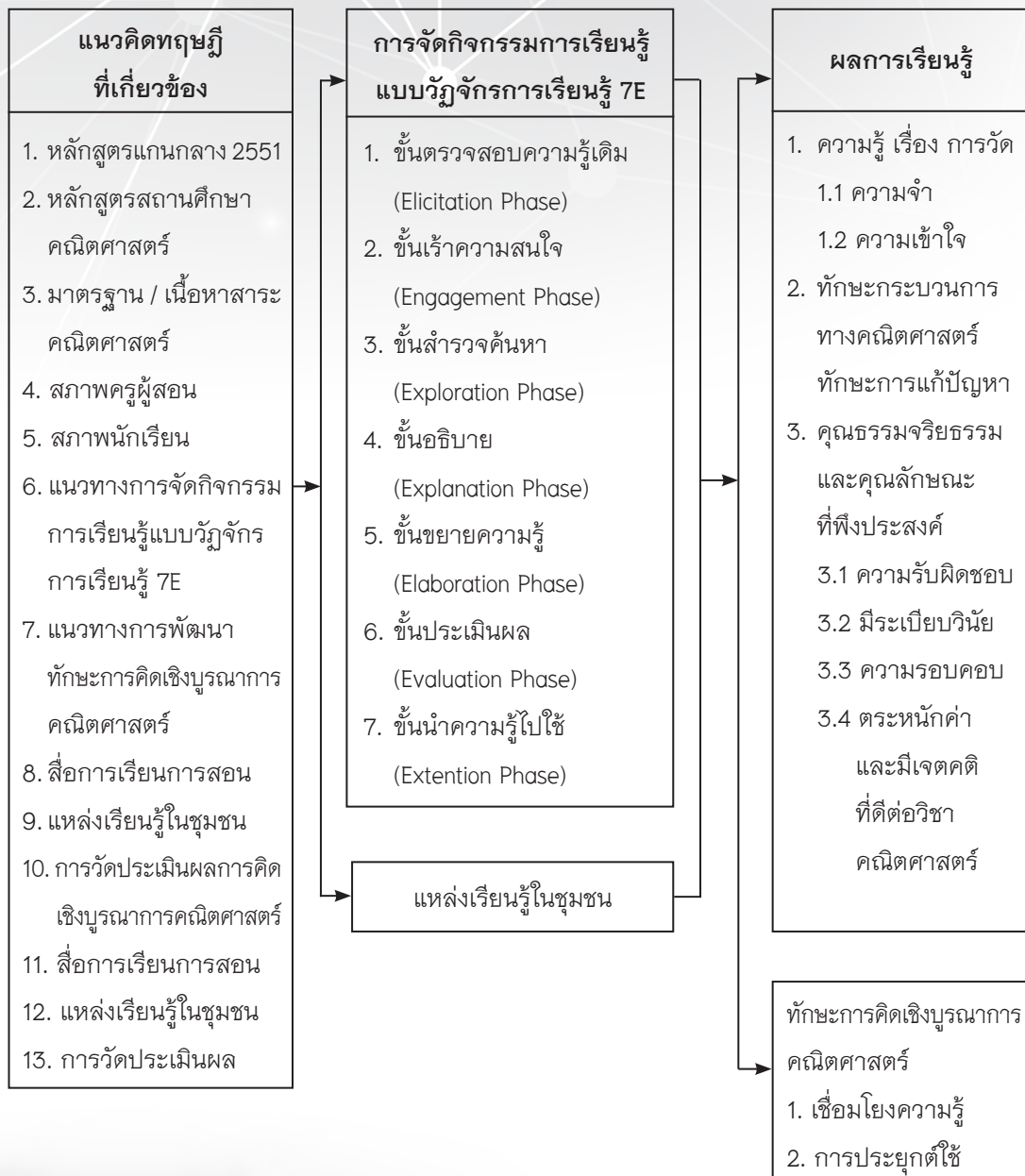
1. นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 70

กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาการเรียนรู้และทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดโดยใช้กิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังภาพที่ 1





ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนาวัตกรรมการศึกษา ประเมินผล การเรียนรู้แบบกลุ่มเดี่ยวทดสอบก่อนหลัง (รัตนะ บัวสนธ์, 2552)

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสริมงามวิทยาคม จำนวน 190 คน จำนวน 6 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสริมงามวิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

เครื่องมือการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับการใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน จำนวน 15 แผน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูลผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.1 ด้านความรู้ใช้แบบทดสอบ วัดความรู้ ด้านความจำและความเข้าใจวิชา คณิตศาสตร์

2.2 ด้านทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

2.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรมและ คุณลักษณะที่พึงประสงค์แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทาง คณิตศาสตร์ ประเมินด้านความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย และความรอบคอบ และด้าน

ตระหนักคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชา คณิตศาสตร์

3. ทักษะการคิดเชิงบูรณาการ คณิตศาสตร์ใช้แบบประเมินทักษะการคิด เชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ ด้านเชื่อมโยงความรู้ และด้านการประยุกต์ใช้

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความรู้

ขั้นสร้าง

ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การวัดและกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ สร้างแบบทดสอบวัดความรู้ วิชาคณิตศาสตร์

ขั้นพัฒนา

นำแบบทดสอบวัดความรู้เสนออาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และเหมาะสมของเนื้อหาจากนั้นนำข้อเสนอแนะ ไปปรับปรุงแก้ไข แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน หาความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.2–0.8 มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป หาค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อ มั่นเท่ากับ 0.88

ขั้นนำไปใช้

นำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนที่เป็น กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน เพื่อเก็บ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

ขั้นสร้าง

ศึกษาเนื้อหาเรื่องการวัด และแนวคิดหลักการ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดกับทักษะการแก้ปัญหา ดำเนินการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

ขั้นพัฒนา

นำแบบทดสอบวัดความรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาจากนั้นนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน หาความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.2–0.8 มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีของหอยที่ได้ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ 0.73 แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชั้นเดียวกันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ขั้นนำไปใช้

นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน เพื่อเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3. แบบประเมินด้านคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

ขั้นสร้าง

ศึกษาแนวคิด หลักการ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดำเนินการสร้างแบบประเมิน โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน

ค่าน้ำหนักเฉลี่ยของคะแนนเจตคติของนักเรียนโดยรวม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินค่าน้ำหนักเฉลี่ยของคะแนนเจตคติของนักเรียนโดยรวม

ช่วงของค่าเฉลี่ย	ระดับเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
3.50 – 4.00	ดีมาก
2.50 – 3.49	ค่อนข้างดี
1.50 – 2.49	ค่อนข้างไม่ดี
1.00 – 1.49	ไม่ดีมาก

ขั้นพัฒนา

นำแบบประเมินด้านคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาจากนั้นนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

ขั้นนำไปใช้

นำแบบประเมินด้านคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน เพื่อเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. แบบประเมินทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์

ขั้นสร้าง

ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน และแบบประเมินทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน สร้างแบบประเมินทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์
ขั้นพัฒนา

นำแบบประเมินทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาจากนั้นนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพิจารณาคำสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 นำไปทดลองแบบกลุ่มเล็ก 1 : 3 จำนวน 9 คน
ขั้นนำไปใช้

นำแบบประเมินทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน ประเมินชิ้นงานการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อหา E_1/E_2 กับนักเรียนกลุ่มทดลองโรงเรียนเสริมงามวิทยาคม อำเภอเสริมงาม จังหวัดลำปาง จำนวน 9 คน

2. การใช้แผนการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนเสริมงามวิทยาคม อำเภอเสริมงาม จังหวัดลำปาง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 15 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการหาร้อยละเฉลี่ยของการทดสอบวัดความรู้ระหว่างเรียน (E_1) กับร้อยละเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียน (E_2) จากสูตร E_1/E_2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 ใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใช้สัมประสิทธิ์การแปรผัน (C.V.) สถิติ t-test แบบ Pair test โดยกลุ่มประชากรไม่เป็นอิสระกัน ฐานนิยม ค่าร้อยละ และสถิติ Z - test

สังเคราะห์สรุปผลงานชิ้นงานบูรณาการของนักเรียน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงผลการบูรณาการสร้างชิ้นงานในชีวิตจริง สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไข พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	กิจกรรม	แหล่งเรียนรู้ ในชุมชน
1	E ₁ การวัดความยาว E ₂ มหัตถกรรมร่างกายมนุษย์ E ₃ จริงหรือไม่อะนาโตมี	- ร่างกายมนุษย์
2	E ₁ อุปกรณ์ใช้วัดความยาว E ₂ การสร้างเก้าอี้ E ₃ สักรวจวัดสิ่งรอบตัว	- ห้องเรียน
3	E ₁ การใช้อุปกรณ์ในการวัด E ₂ ทำโมเดลเมริก้าไม่ใช้ระบบเมตริก E ₃ สักรวจวัดสิ่งรอบตัว E ₄ นำเสนอผลการวัด	- อาคารเรียน
4	E ₁ การใช้อุปกรณ์ในการวัด E ₂ การดูงานในห้างสรรพสินค้า E ₃ สักรวจวัดสิ่งรอบตัวในห้างสรรพสินค้า E ₄ อธิบายหน้าชั้นเรียน	- ห้างสรรพสินค้า
5	E ₁ หน่วยการวัดความยาว E ₂ แผนผังการสรุปหน่วยการวัดความยาว E ₃ การเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาว E ₄ อธิบายการเปลี่ยนหน่วยหาข้อสรุป E ₆ ทดสอบ E ₇ ทำชิ้นงาน	- โรงอาหาร
6	E ₁ ทบทวนรูปเรขาคณิต E ₂ การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก E ₃ หาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก E ₄ ทำใบกิจกรรม	- วัด
7	E ₁ การวัดพื้นที่ E ₂ หนึ่งในภูธร วัดหลวงนางอย E ₃ ช่วยกันค้นหาคำตอบ	- วัด
8	E ₁ การเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาว E ₂ รูปจำลองโหนดที่ดิน E ₃ ตีตาราง E ₄ อธิบายการเปลี่ยนหน่วย	- วัด

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	กิจกรรม	แหล่งเรียนรู้ ในชุมชน
9	E ₁ ตอบคำถาม E ₂ สร้างแบบจำลอง E ₃ ทำใบกิจกรรม E ₆ ทดสอบ E ₇ ทำชิ้นงาน	- วัด
10	E ₁ การหาปริมาตร E ₂ ประวัติของอาคิมีดิส E ₃ พิสูจน์ปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก E ₄ ปริมาตรกล่องทรงปริซึมของฉั่น	-กล่องทรง ปริซึม สี่เหลี่ยม มุมฉาก
11	E ₁ การหาปริมาตร E ₂ การขายของในตลาด E ₃ สำนักรวปริซึม E ₅ แสดงวิธีคิดหาคำตอบโจทย์ปัญหา E ₆ ทดสอบ E ₇ ทำชิ้นงาน	-กระป๋อง ทรงกระบอก
12	E ₁ การวัดน้ำหนัก E ₂ คาดคะเนน้ำหนัก E ₃ ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง	-ตัวนักเรียน
13	E ₁ การวัดน้ำหนัก E ₂ ค่าดัชนีมวลกาย E ₃ สำนักรวดัชนีมวลกาย E ₆ ทดสอบ E ₇ ทำชิ้นงาน	-สมาชิกใน ครอบครัว
14	E ₁ การคาดคะเนเวลา E ₂ นาฬิกา E ₃ การคาดคะเนเวลา E ₄ ระบบของการบอกเวลา E ₅ การคำนวณเกี่ยวกับเวลา	-นาฬิกา
15	E ₁ การคาดคะเนเวลา E ₂ ปฏิทินสมัยโบราณ E ₃ ป็อธิกสุรทิน E ₆ ทดสอบ E ₇ ทำชิ้นงาน	-ปฏิทิน

แผนเรื่อง	แผนที่	จำนวน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนหลังเรียน
			คะแนนเต็ม	คะแนนเต็ม	คะแนน	(เต็ม 78 คะแนน)
			แต่ละคน	รวมทุกคน	ที่ได้ทุกคน	(E ₂)
การวัดความยาว	1 – 5	9	34	306	234	84.19
การวัดพื้นที่	6 – 9	9	34	306	248	
การวัดปริมาตร	10 – 11	9	34	306	241	
การวัดน้ำหนัก	12 – 13	9	34	306	232	
การวัดเวลา	14 – 15	9	34	306	257	
รวมร้อยละเฉลี่ย (E) = 79.22						

จากตารางที่ 3 พบว่า แผนการจัดการ
เรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ
79.22/84.19 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการเรียนรู้
เรื่อง การวัด โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน เรื่อง
การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 4 คะแนนผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนที่ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบการเรียนรู้
แบบ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการเรียนรู้	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$		S.D.		C.V.		t – test	P – value
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		
		เรียน	เรียน	เรียน	เรียน	เรียน	เรียน		
1. ความจำ	10	4.29	8.15	1.03	1.05	24.00	12.88	14.78**	2.07E-16
2. ความเข้าใจ	20	7.91	15.79	2.05	1.41	25.91	8.93	20.52**	1.16E-20
3. ทักษะการแก้ปัญหา	48	13.29	40.26	1.41	3.56	10.61	8.84	28.96**	2.42E-25
รวม	78	25.50	64.21	6.59	4.64	25.84	7.23	32.78**	1.7E-26

** $p. \leq .01$

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนผลการเรียนรู้
ด้านความจำ ความเข้าใจ และทักษะการแก้ปัญหา
ก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน
สูงกว่าก่อนเรียน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้าน
ความจำและทักษะการแก้ปัญหา หลังเรียน
มากกว่าก่อนเรียน ด้านความเข้าใจ หลังเรียน

น้อยกว่าก่อนเรียน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน
หลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียน
นักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อ
ทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า
ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ระหว่างเรียนที่ได้จากแผนการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน เรื่อง การวัด สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนเรื่อง	แผนที่	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
การวัดความยาว	1 – 5	10	7.47	1.33	ดี
การวัดพื้นที่	6 – 9	10	7.68	0.84	ดีมาก
การวัดปริมาตร	10 – 11	10	7.88	0.88	ดีมาก
การวัดน้ำหนัก	12 – 13	10	7.85	0.78	ดีมาก
การวัดเวลา	14 – 15	10	7.88	0.91	ดีมาก
สรุปผลการประเมินความรู้ระหว่างเรียน			7.75	0.97	ดีมาก

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินความรู้ 7.47-7.88 มีระดับคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ระดับดีมาก
แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง

ตารางที่ 6 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาระหว่างเรียน โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชนเรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนเรื่อง	แผนที่	ระดับ คุณภาพ	ทักษะการแก้ปัญหา				ฐานนิยม
			ความเข้าใจ ปัญหา	การเลือก วิธีการ แก้ปัญหา	การใช้วิธีการ แก้ปัญหา	การสรุป คำตอบ	
			ร้อยละ (จำนวน)	ร้อยละ (จำนวน)	ร้อยละ (จำนวน)	ร้อยละ (จำนวน)	
การวัด	1 – 5	ดีมาก	76.74(26)	73.53(25)	73.53(25)	85.29(29)	ดีมาก
ความยาว		ดี	23.53(8)	26.47(9)	26.47(9)	14.71(5)	
		พอใช้	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	
		ควรปรับปรุง	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	
การวัดพื้นที่	6 – 9	ดีมาก	73.53(25)	67.65(23)	73.53(25)	82.35(28)	ดีมาก
		ดี	26.47(9)	32.35(11)	26.47(9)	17.65(6)	
		พอใช้	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	
		ควรปรับปรุง	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	
การวัดปริมาตร	10 – 11	ดีมาก	73.53(25)	73.53(25)	67.65(23)	76.74(26)	ดีมาก
		ดี	26.47(9)	26.47(9)	32.35(11)	23.53(8)	
		พอใช้	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	
		ควรปรับปรุง	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	
การวัดน้ำหนัก	12 –13	ดีมาก	73.53(25)	76.47 (26)	73.53(25)	76.74(26)	ดีมาก
		ดี	26.47(9)	23.53(8)	26.47(9)	23.53(8)	
		พอใช้	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	
		ควรปรับปรุง	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	
การวัดเวลา		ดีมาก	73.53(25)	67.65(23)	67.65(23)	82.35(28)	ดีมาก
		ดี	26.47(9)	32.35(11)	32.35(11)	17.65(6)	
		พอใช้	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	
		ควรปรับปรุง	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินทักษะ ฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
การแก้ปัญหาระหว่างเรียน โดยภาพรวมจาก

ตารางที่ 7 ร้อยละและฐานนิยมระดับคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการเรียน เรื่อง การวัด โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน เรื่อง การวัดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรับผิดชอบ ด้านมีระเบียบวินัย และด้านความรอบคอบ

แผนเรื่อง	แผนที่	ระดับ คุณภาพ	ด้านความรับผิดชอบ		ด้านมีระเบียบวินัย		ด้านความรอบคอบ	
			ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม
การวัดความยาว	1 – 5	ดีมาก	64.71(22)		61.76(21)		58.82(20)	
		ดี	35.29(12)	ดีมาก	38.24(13)	ดีมาก	41.18(14)	ดีมาก
		พอใช้	0.00 (0)		0.00 (0)		0.00(0)	
		ควรปรับปรุง	0.00 (0)		0.00 (0)		0.00 (0)	
การวัดพื้นที่	6 – 9	ดีมาก	64.71(22)		58.82(20)		61.76(21)	
		ดี	35.29(12)	ดีมาก	41.18(14)	ดีมาก	38.24(13)	ดีมาก
		พอใช้	0.00 (0)		0.00(0)		0.00 (0)	
		ควรปรับปรุง	0.00 (0)		0.00 (0)		0.00 (0)	
การวัดปริมาตร	10 – 11	ดีมาก	67.65(23)		67.65(23)		64.71(22)	
		ดี	32.35(11)	ดีมาก	32.35(11)	ดีมาก	35.29(12)	ดีมาก
		พอใช้	0.00(0)		0.00(0)		0.00 (0)	
		ควรปรับปรุง	0.00 (0)		0.00 (0)		0.00 (0)	
การวัดน้ำหนัก	12 – 13	ดีมาก	67.65(23)		61.76(21)		58.82(20)	
		ดี	32.35(11)	ดีมาก	38.24(13)	ดีมาก	41.18(14)	ดีมาก
		พอใช้	0.00(0)		0.00(0)		0.00(0)	
		ควรปรับปรุง	0.00 (0)		0.00 (0)		0.00 (0)	
การวัดเวลา	14 – 15	ดีมาก	64.71(22)		64.71(22)		61.76(21)	
		ดี	35.29(12)	ดีมาก	35.29(12)	ดีมาก	38.24(13)	ดีมาก
		พอใช้	0.00 (0)		0.00 (0)		0.00(0)	
		ควรปรับปรุง	0.00 (0)		0.00 (0)		0.00 (0)	
สรุป			ดีมาก		ดีมาก		ดีมาก	

จากตารางที่ 7 คุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความรับผิดชอบด้านมีระเบียบวินัย และ

ความรอบคอบ โดยภาพรวมจากฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ด้านตระหนักคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

รายการ	ระดับความคิดเห็น		การแปลผล
	$\bar{x}$	S.D.	
1. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์และน่าเรียน	3.56	0.70	ดีมาก
2. การเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย และมีความรอบคอบ	3.65	0.60	ดีมาก
3. นักเรียนชอบแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เพราะช่วยฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ	3.71	0.63	ดีมาก
4. การเรียนรู้โดยใช้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายขึ้น	3.82	0.58	ดีมาก
5. เมื่อได้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความสุขสนุกสนานในการเรียน	3.65	0.77	ดีมาก
6. การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชนทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์มากขึ้น	3.65	0.77	ดีมาก
7. นักเรียนไม่มีความสุขกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน	3.53	0.79	ดีมาก
8. ความรู้วิชาคณิตศาสตร์ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	3.35	0.92	ค่อนข้างดี
9. นักเรียนไม่ชอบเมื่อถูกถามเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.41	0.92	ค่อนข้างดี
10. นักเรียนรู้สึกกังวลเมื่อต้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์	3.71	0.72	ดีมาก
11. การเรียนคณิตศาสตร์ทำให้ยุ่งยาก และน่าเบื่อ	3.65	0.77	ดีมาก
12. การเรียนคณิตศาสตร์ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนวิชาอื่น ๆ ได้	3.76	0.61	ดีมาก
ภาพรวม	3.62	0.73	ดีมาก

จากตารางที่ 8 คุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ด้านตระหนักคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความตระหนักคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.62

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน เรื่องการวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 9 การทดสอบสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ ด้านเชื่อมโยงความรู้

แผนเรื่อง	แผนที่	ร้อยละของนักเรียน		Z – test	P – value
		ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด		
การวัดความยาว	1 – 5	94.12	70	2.22*	0.0169
การวัดพื้นที่	6 – 9	91.18	70	1.95*	0.0297
การวัดปริมาตร	10 – 11	94.12	70	2.22*	0.0169
การวัดน้ำหนัก	12 – 13	88.24	70	1.68*	0.0486
การวัดเวลา	14 – 15	91.18	70	1.95*	0.0297
ชิ้นงานบูรณาการรวม	15	94.12	70	2.22*	0.0169

* $p. \leq .05$

ตารางที่ 10 การทดสอบสัดส่วนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ด้านการประยุกต์ใช้

แผนเรื่อง	แผนที่	ร้อยละของนักเรียน		Z – test	P – value
		ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด		
การวัดความยาว	1 – 5	91.18	70	1.95*	0.0297
การวัดพื้นที่	6 – 9	88.24	70	1.68*	0.0486
การวัดปริมาตร	10 – 11	88.24	70	1.68*	0.0486
การวัดน้ำหนัก	12 – 13	94.12	70	2.00*	0.0169
การวัดเวลา	14 – 15	91.18	70	1.95*	0.0297
ชิ้นงานบูรณาการรวม	15	97.06	70	2.49*	0.0089

* $p. \leq .05$

จากตารางที่ 9 – 10 ร้อยละของนักเรียน มีทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม นักเรียนมากกว่า ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดมีทักษะการคิด เชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการเชื่อมโยง และด้านการประยุกต์ใช้ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพของแผน การจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 79.22/84.19 สูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ 75/75

2. การศึกษาผลการเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการแก้ปัญหานักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 มีผลการประเมินในระดับดีขึ้นไป

2.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ นักเรียนมากกว่าร้อยละ 58 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก การประเมินด้านตระหนักคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 3.62 อยู่ในระดับดีมาก

3. การประเมินทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ นักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ และทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเสริมงามวิทยาคม สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 79.22/84.19 เป็นไปตามเกณฑ์ที่

กำหนดไว้ 75/75 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ตามแนวการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้กิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมีความแตกต่างจากการเรียนที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน โดยการใช้กระบวนการ 7E ในทุกขั้นตอนจะนำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาสอดแทรกในเนื้อหา นำมาสร้างโจทย์ตัวอย่างทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ประกอบด้วย 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความคิด 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ซึ่งในขั้นสำรวจและค้นหาได้ใช้การสำรวจร่างกายมนุษย์ หาความสัมพันธ์โดยการพิสูจน์ทฤษฎีร่างกายมนุษย์ (Anatomy) ทำให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็นกระตือรือร้นในการวัดส่วนต่างๆ ของร่างกาย หรือการวัดความยาวในห้องอาศรมเรียน ห้องสมุด โรงอาหาร วัดพื้นที่ของสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในวัดในหมู่บ้าน ผู้เรียนได้ฝึกการใช้อุปกรณ์การวัด ได้รู้จักการช่วยเหลือกัน ได้รับความรู้จากประสบการณ์นอกห้องเรียนและเกิดความสนุกสนาน วัดปริมาตรของกล่องทรงปริซึม กระทบ จากของจริง สามารถนำไปใช้เปรียบเทียบในการซื้อสินค้า วัดน้ำหนักตัวของนักเรียนและสมาชิกในครอบครัว ทำให้สมาชิกในครอบครัวได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้รับความอบอุ่น เป็นการสร้างสื่อสัมพันธ์ในครอบครัว การวัดเวลาโดยใช้นาฬิกา และปฏิทิน ศึกษาการวัดเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทำให้ได้รับประสบการณ์จากการค้นหา

คำตอบด้วยตนเอง ได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ นอกห้องเรียนด้วยการออกไปศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในชุมชนตามแนวการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับนิภาพรรณ สิงห์คำ, วีระศักดิ์ ชมภูคำ และพิชญ์สินี ชมภูคำ (2560) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งใช้เกณฑ์ การประเมินชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 75/75 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.60/ 80.34 สูงกว่าเกณฑ์ที่ต้องกำหนดไว้ 75/75 เช่นเดียวกับอณนันท์ อ่อนหนองหว่า (2559) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์เรื่อง บรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เช่นเดียวกับไอริน ธารณันท์ (2561) ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการ วิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับเร วัตร เพ็งด้วง (2561) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้วย การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการ ใช้ผังกราฟิก เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ

ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผัง กราฟิกมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทาง วิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเรียนรู้ เรื่อง การวัด พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 มีทักษะการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยภาพรวมจากฐานนิยมทุกแผนการจัดการเรียนรู้ มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และผลการ ศึกษาคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่ พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจาก การเรียน เรื่อง การวัด พบว่า นักเรียนมากกว่า ร้อยละ 58 มีคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรับผิดชอบ ด้านมีระเบียบวินัย และด้านความรอบคอบ อยู่ในระดับดีมาก ส่วนคุณธรรมจริยธรรมและ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านตระหนักคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมี ความตระหนักคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชา คณิตศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7E เป็นวิธีที่เน้นผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง โดยการค้นพบ สืบเสาะค้นหาความรู้ ทำให้เกิดการพัฒนาด้านสมอง เกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ

โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน ซึ่งทำให้เกิดความคิดที่ชัดเจนและถูกต้องในเนื้อหาวิชา ได้ดีกว่าการใช้สื่อชนิดอื่น ๆ ทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ดีเพราะใช้การปฏิบัติจริงโดยให้นักเรียนออกไปสัมผัสของจริงในแหล่งเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงพฤติกรรมของผู้เรียนทั้งทางด้านสติปัญญา (Cognitive) ทักษะ (Skill) และจิตใจ (Affective) สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรีย์ ผลดีความ (2557) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS เช่นเดียวกับอ้นนันทน์ อ่อนหนองหว้า (2559) ที่พบว่าภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง บรรยายภาค ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด โดยใช้กิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน พบว่า ระดับทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกด้านอยู่ในระดับคุณภาพดีและดีมากทั้งรายแผนการจัดการเรียนรู้และโดยภาพรวมมีระดับคุณภาพ

ดีมาก กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน ซึ่งใช้สิ่งแวดล้อมในชุมชน ได้แก่ ร่างกายมนุษย์ อาคารเรียน ห้องสมุด โรงอาหาร วัด กล้องทรงปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก กระบอง ทรงกระบอก ตัวนักเรียน สมาชิกในครอบครัว นาฬิกา ปฏิทิน เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ทำให้การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังที่สันติ สีลา (2553) ได้กล่าวไว้ว่า การบูรณาการเป็นทักษะในการเรียนรู้ให้เชื่อมโยงสัมพันธ์เป็นสิ่งแวดล้อมกัน ให้โอกาสผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองให้มากที่สุด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Active Learning เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายได้ลงมือปฏิบัติเองก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ร้อยละ 60 และถ้าได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่หลากหลายจะเพิ่มโอกาสที่จะเรียนรู้ได้ถึง ร้อยละ 90 ซึ่งกิจกรรมวัฏจักร 7E มีขั้นตอนที่สามารถนำแหล่งเรียนรู้มาประกอบเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับศิลารัตน์ สุริยวงศ์ (2554) ที่กล่าวไว้ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 7E เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่พัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้ การสรุปองค์ความรู้ และการประยุกต์ใช้ความรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยการให้ลงมือปฏิบัติร่วมกัน รวมทั้งเน้นการเชื่อมโยงและถ่ายโอนการเรียนรู้ตลอดจนให้ความสำคัญกับพื้นความรู้เดิมของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธิพงศ์ จันทสิทธิ์ (2559) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดเชิงบูรณาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนราชวินิต โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดเชิงบูรณาการของนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกคน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ความสามารถในการคิดเชิงบูรณาการของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูควรศึกษารายละเอียดของเนื้อหาให้เข้าใจ และจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ให้ครบตามที่กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามขั้นตอน และบรรลุวัตถุประสงค์

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบางขั้นตอน นักเรียนอาจใช้เวลาทำกิจกรรมนานกว่าที่กำหนด ดังนั้นครูผู้สอนอาจปรับเวลาได้ตามความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมอย่างเต็มที่

3. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีความหลากหลายและสอดคล้องกับศักยภาพ ความถนัดของผู้เรียนแต่ละบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนจะได้ฝึกฝนมากขึ้น เกิดการพัฒนาศักยภาพอย่างสูงสุด และมีความสนุกกับการเรียนมากขึ้น

4. ควรนำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน เรื่อง การวัด ไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ เรื่องอื่น ๆ เช่น ทฤษฎีบทพีทาโกรัส พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นต้น เพื่อให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนต่อไป

5. การนำการคิดเชิงบูรณาการคณิตศาสตร์มาใช้ควรศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น เอกสาร หนังสือ ตำรา ผลงานวิจัย เป็นต้น เพื่อนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชนกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์และกลุ่มสาระอื่น ๆ

2. ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อตัวแปรทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านอื่น ๆ ได้แก่ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และคุณธรรมจริยธรรมและลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ด้านการมีวิจารณญาณ ด้านการมีความเชื่อมั่นในตนเอง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2553 (ฉบับที่ 3). กรุงเทพฯ: สยามสปอร์ต ซินดิเคท .
- ฐิติพงศ์ จันทสิทธิ์. (2559). การศึกษาความสามารถในการคิดเชิงบูรณาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชวินิต โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ. (สารนิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ).
- ธัญนันท์ อ่อนหนองหว่า. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแผนผังมโนคติ เรื่องบรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).
- นิภาพรณัฐ สิงห์คำ, วีระศักดิ์ ชมภูคำ และพิชญ์สินี ชมภูคำ. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารบัณฑิตวิจัย, 9(2), 1-20.
- พัชรีย์ ผลความดี. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา).
- รัตนะ บัวสนธ์. (2552). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: คำสมัย.
- เรวัตร เพ็งด้วง. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา).
- ศิลารัตน์ สุริยวงศ์. (2554). ผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 7 อี เรื่อง แสงและการเกิดภาพที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช).

- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน. (2560). *ประกาศผลสอบ O-NET ม.3 ปีการศึกษา 2560*. สืบค้นจาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/Announcement Web/School/ReportSchoolBySchool.aspx?mi=2>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วี.พรีน.
- สันติ สีลา. (2553). *ผลของการบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ในวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น หน่วยภาวะโลกร้อน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2554). *วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2546). *บทบาทของครูในการเรียนรู้แบบ Active Learning*. สืบค้นจาก <https://www.kroobannok.com/20651>
- ไอริน ธารณันท์. (2561). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา).