ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

The Effects of Learning Management Based on 7E Learning Cycle on Mathematical Problem Solving Ability and Mathematic Learning Achievement of Mathayomsuksa 2 Students

แอนนา สุภาพญาติ[1] พรรณทิพา ตันตินัย[2] และเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร[3]
Anna Supharbyard[1], Pantipa Tantinai[2] and Vetcharit Angganapattarakajorn[3]

Received : August 22, 2018; **Revised :** November 20, 2018; **Accepted :** December 17, 2018

บทคัดย่อ (Abstract)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) จำนวน 4 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample) ผลการวิจัยพบว่า

[1]นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา; Master Student of Education in Mathematics Teaching, Faculty of Education, Burapha University, Thailand; e-mail : a.supharbyard@gmail.com

[2]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา; Faculty of Education, Burapha University, Thailand

[3]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา; Faculty of Education, Burapha University, Thailand

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ (Keywords) : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E), ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to compare the student' s mathematical problem solving ability and mathematic learning achievement on "Applications of Linear Equations with One Variable" of Mathayomsuksa 2 students after learning from activities management based on 7E learning cycle with 70 percent criterion. The design of research was one-group posttest-only design. The subjects of this study were 37 Mathayomsuksa 2 students in the second semester of the 2017 academic year at Pluakdaengpittayakom School in Rayong. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments used in the study were; 4 lesson plans, mathematical problem solving ability test and mathematic learning achievement test. The data were analyzed by Mean, Standard Deviation and t-test for one sample. The findings were as follows:

1. The mathematical problem solving ability on "Applications of Linear Equations with One Variable" of Mathayomsuksa 2 students after learning from activities management based on 7E learning cycle was statistically higher than the 70 percent criterion at the .05 level of significance.

2. The mathematic learning achievement on "Applications of Linear Equations with One Variable" of Mathayomsuksa 2 students after learning from activities management based on 7E learning cycle was statistically higher than the 70 percent criterion at the .05 level of significance.

Keywords : Learning Management Based On 7E Learning Cycle, Mathematical Problem Solving Ability, Mathematic Learning Achievement

บทนำ (Introduction)

การแก้ปัญหานั้นถือว่าเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยเฉพาะทักษะในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง (Thipkong, 2001 : 4) ถึงแม้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญและจำเป็น แต่ยังพบว่า นักเรียนมีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาก มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ยังแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ โดยอุปสรรคในการทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนบกพร่องในการอ่าน และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ไม่สามารถแปลความหมายโจทย์ได้ถูกต้อง ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ และบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังขาดความเข้าใจในกระบวนการหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอีกด้วย (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008 : 163) ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในการสอบ PISA 2015 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017 : 14) นอกจากนี้ จากการรายงานการผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยในแต่ละปีการศึกษา อยู่ในช่วงต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำเฉลี่ยร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเห็นได้จากปีการศึกษา 2558 – 2559 (National Institute of Educational Testing Service, 2017) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงปีการศึกษา 2558– 2559 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำได้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับประเทศทุกปีการศึกษา (Pluakdaengpittayakom School, 2017 : 9) และยังสอดคล้องกับผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นเนื้อหาในสาระที่ 4 พีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง ในปีการศึกษา 2559 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของโรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง ซึ่งกำหนดไว้ที่คะแนนเฉลี่ย 50 คะแนน (Pluakdaengpittayakom School, 2017 : 15) ซึ่งสอดคล้องกับ Ministry of Education (2013 : 6) ที่กล่าวว่า นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ตั้งแต่เริ่มเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้รับคำบอกเล่ามาว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากไม่สามารถทำความเข้าใจได้ นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้วไม่เข้าใจ ทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ จึงทำให้นักเรียนไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ และ Pattanatragoonsuk (2003 : 54-58) ยังกล่าวถึงปัญหาในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า สภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาโดยทั่ว ๆ ไป ครูมักจะเน้นความจำในเรื่องสูตร บทนิยาม และวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยสอนให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการแน่นอนวิธีเดียว และมักจะให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา

โดยนำเอาสูตร และบทนิยามที่ท่องจำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งลักษณะของโจทย์ปัญหาเป็นการฝึกใช้สูตรและฝึกทำตามขั้นตอนที่ครูสอนไว้ มากกว่าการฝึกกระบวนการคิดและแก้ปัญหา

จากปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมานั้น มีสาเหตุมาจากครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบอธิบาย โดยครูเขียนสิ่งที่อธิบายทั้งหมดให้นักเรียน สิ่งที่นักเรียนได้รับจึงเป็นความรู้ความจำเท่านั้น แต่ไม่ได้ฝึกกระบวนการคิด มุ่งเน้นไปที่ความรวดเร็วในการได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าพิจารณาที่กระบวนการคิดของนักเรียน (Pattanatragoonsuk, 2003 : 54–58) ดังนั้นครูควรลดบทบาทจากการเป็นผู้แสดงตัวอย่างให้นักเรียนดูแล้วให้นักเรียนทำตามไปเป็นผู้คอยซักถามปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนคิดและเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำนักเรียนให้คิดเองลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง (Naoyenpol, 1994 : 92) ในการที่ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเรียนคณิตศาสตร์นั้นคือ การสอนของครูเป็นสำคัญ การเลือกใช้เทคนิคและวิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มผู้เรียนเป็นเรื่องที่ควรคำนึงถึง แต่ละเนื้อหาอาจจะเหมาะสมกับวิธีการที่แตกต่างกันออกไป แม้แต่เนื้อหาเดียวกันก็อาจใช้วิธีสอนได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของผู้เรียนและอาจต้องใช้วิธีการสอนหลาย ๆ อย่างร่วมกัน ใช้อุปกรณ์การสอน สื่อการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรม เข้าใจบทเรียนได้ง่าย เร็วและชัดเจนขึ้น (Chuesuwannatawee, 1999 : 1)

ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้า หลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวิธีการสอนของครูที่จะช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนจะใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งพบว่า Eisenkraft (2003 : 57-59) ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ว่าเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียน คิด แก้ปัญหา ประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตประจำวัน ซึ่งช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ และ Nuangchalerm (2007 : 25-29) ก็ได้กล่าวว่ารูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวน และตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนการประยุกต์และนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาความรู้ดังกล่าวได้อย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Whungsukglang (2009) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 57.14 ได้คะแนนในด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 60.78 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนจำนวนร้อยละ 71.42 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 73.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongjamrat (2012) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนตามวงจรการเรียนรู้ 7E ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามวงจรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามวงจรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำรูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methods)

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 392 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง จำนวน 37 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งนักเรียนในแต่ละห้องมีผลการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.90 และ 0.20 ตามลำดับ

4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .41-.69 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .51-.86 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .90

4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .36 - .76 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .27 - .87 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

5.1 ชี้แจงให้นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกัน และได้ปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

5.2 ดำเนินการสอน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที

5.3 ทดสอบหลังเรียน (Posttest) หลังการสอนสิ้นสุดลง ดำเนินการสอบกับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เวลา 50 นาที

5.4 ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที

5.5 นำผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังเรียนของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

5.6 นำผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

6. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้โดยใช้สถิติ t-test for one samples

6.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้โดยใช้สถิติ t-test for one samples

ผลการวิจัย (Research Results)

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กลุ่มตัวอย่าง	*n*	*df*	คะแนนเต็ม	μ (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	*s*	*t*	*p*
คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	37	36	32	22.40	25.57	3.91	4.93*	.00

*$p < .05$ ($t_{0.05, 36} = 1.6883$)

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เท่ากับ 25.57 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.90 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กลุ่มตัวอย่าง	*n*	*df*	คะแนนเต็ม	μ (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	*s*	*t*	*p*
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	37	36	20	14	14.89	2.97	1.83*	.038

*$p < .05$ ($t_{0.05, 36} = 1.6883$)

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เท่ากับ 14.89 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.46 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย (Research Discussion)

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ โดยการ

แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ และในชีวิตประจำวัน โดยครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ Department of Curriculum and Instruction Development (2001 : 19) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นวิธีสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสอดคล้องกับ Gerdtham (2002 : 36) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนตั้งคำถามให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ Eisenkraft (2003 : 57-59) ยังได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ว่าเป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียน คิด แก้ปัญหา ประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตประจำวัน ซึ่งช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาของนักเรียนได้

เมื่อพิจารณาตามขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นมีกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้แก่

1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) เป็นขั้นที่การที่นักเรียนได้มีการทบทวนความรู้เดิมก่อนการเริ่มต้นการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม โดยครูตั้งคำถาม หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม เพื่อให้ครูได้ทราบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมเป็นอย่างไร ซึ่งในขั้นนี้จะทำให้นักเรียนมีความรู้เดิมมากพอที่จะเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา

2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้คำตอบ โดยการใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนได้รับรู้ปัญหาที่เกิดจากการสังเกตสถานการณ์ เป็นการทำความเข้าใจปัญหาโดยใช้พื้นฐานความรู้เดิม สะท้อนสิ่งที่กำลังเรียนรู้ว่า มีความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ จะต้องใช้ความรู้เดิมอะไร และจะต้องมีความรู้อะไรเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานี้บ้าง

3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการลงมือปฏิบัติหาคำตอบตามที่ได้วางแผนไว้ โดยครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการตรวจสอบปัญหาหรือหาวิธีในการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยขั้นตอนดังกล่าวจะช่วยฝึกให้นักเรียนได้แก้ปัญหาอย่างมีระบบ

4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูล โดยให้นักเรียนอธิบายความคิดตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบการอธิบาย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมบูรณ์

5) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่ครูยกสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เรียนมา เพื่อให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหามากขึ้น ทำให้นักเรียนมีความรู้เข้าใจที่ถูกต้องและสมบูรณ์

6) ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งเป็นการประเมินด้านความรู้และความเข้าใจ ใช้วิธีการประเมินผลโดยการใช้คำถามที่เป็นสถานการณ์ปัญหา แล้วให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยครูและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินซึ่งในขั้นนี้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและเกิดความแม่นยำในความรู้ที่นักเรียนได้รับได้อย่างถูกต้อง

7) ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นที่ครูยกสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากที่ได้เรียนรู้มา พร้อมทั้งตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิด และนำสิ่งที่ได้จากเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนได้นำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีการแก้ปัญหาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆต่อไป

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนข้างต้น จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongjamrat (2012) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนตามวงจรการเรียนรู้ 7E ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามวงจรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hachai (2013) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ 7E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสารสาสน์ ประชาอุทิศพิทยาคาร ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ 7E สูงกว่า การจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกคิดและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างมีระบบ การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นในระหว่างที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม ได้ร่วมแสดงความคิดเห็น และร่วมกันสรุปองค์ความรู้โดยผ่านการกระตุ้นจากครูผู้สอน จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจมากกว่าการจดจำได้ สอดคล้องกับ Nuangchalerm (2007 : 25-29) ก็ได้กล่าวว่ารูปแบบการสอน

ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวน และตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนการประยุกต์และนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาความรู้ดังกล่าวได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Whungsukglang (2009) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 71.42 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 73.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sukjaiworawate (2010) ได้ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ผลการศึกษาพบว่า คะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongjamrat (2012) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนตามวงจรการเรียนรู้ 7E ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามวงจรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะการวิจัย (Research Suggestions)

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการลงมือปฏิบัติหาคำตอบตามที่ได้วางแผนไว้ ครูควรให้เวลากับนักเรียนในการค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ และความเข้าใจ เพื่อหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมากที่สุด และเน้นให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด และหาแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ครูควรจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้ลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ รวมไปถึงการนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่หลากหลายและมากพอที่จะทำให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเกตเปรียบเทียบหาลักษณะร่วม จนกระทั่งนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองได้

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ

อาจได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้น ครูควรตรวจสอบข้อสรุปนั้นทุกครั้ง โดยการใช้คำถามนำ เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ทักษะการให้เหตุผล หรือทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น การวัด ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เส้นขนาน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง (References)

กรมวิชาการ. (2544). **คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). **การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

กิตติ พัฒนตระกูลสุข. (2546). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยล้มเหลวจริงหรือ. **วารสารคณิตศาสตร์.** 46(530-532) : 54-58.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). **การสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชาตรี เกิดธรรม. (2545). **เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

นภารัตน์ หวังสุขกลาง. (2552). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. **วารสารวิชาการ.** 10(4) : 25-29.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). **การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใน เอกสารการสอนชุดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์หน่วยที่ 12–15**. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มัญธญา หาชัย. (2556). **ผลการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ 7E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6โรงเรียนสารสาสน์ ประชาอุทิศพิทยาคาร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน โครงการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.

โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม. (2560). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ประจำปีการศึกษา 2559**. ระยอง : โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม.

โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม. (2560). **รายงานผลการพัฒนาการเรียนการสอน ประจำปีการศึกษา 2559.** ระยอง: โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม.

สถาบันการทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2560). “รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558-2559.” [ออนไลน์]. เข้าได้ถึงจาก : **http://www.neits.or.th.** สืบค้น 21 สิงหาคม 2560.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี[สสวท.]. (2551). **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มืออาชีพ.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ส.เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2560). “สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015.” [ออนไลน์]. เข้าได้ถึงจาก : **https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSaHpGemExYVhjYUk/view.** สืบค้น 21 สิงหาคม 2560.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี[สสวท.]. (2560). “สรุปผลการวิจัย PISA 2015.” [ออนไลน์]. เข้าได้ถึงจาก : **https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTlk/view.** สืบค้น 21 สิงหาคม 2560.

สมศักดิ์ วงษ์จำรัส. (2555). **ผลของการเรียนการสอนตามวงจรการเรียนรู้ 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. งานนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สิริพร ทิพย์คง. (2544). **หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.** กรุงเทพ : ศูนย์พัฒนาหนังสือ.

อารีย์ สุขใจวรเวทย์. (2553). **การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Eisenkraft, A. (2003). “Expanding the 5E Model.” [Online]. Available : **http://www.its-about-time.com/iat/5e.pdf.** Retrieved August 21, 2017.

Translated Thai References

Chuesuwannatawee, C. (1999). **Teaching mathematics.** Bangkok: Department of Curriculum and Instruction, Srinakharinwirot University. [In Thai]

Department of Curriculum and Instruction Development. (2001). **A Guide to Classification and Standards of Learning in Mathematics.** Bangkok : Organization of Transfer Products and Packging Printing House. [In Thai]

Gerdtham, C. (2002). **Teaching techniques that focus on learners are important.** Bangkok : Thaiwattanapaned Printing House. [In Thai]

Hachai, M. (2013). **Learning Management Results by 7E Model on Mathematics Problems Solving Ability, and Learning Achievement on Solving Fractions of Grade 6 Students of Sarasas Pracha U-thit Pithayakarn School.** Master Thesis of Education in Curriculum and Instruction, Graduate Program, Dhonburi Rajabhat University. [In Thai]

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2008). **Skills/ mathematical processes Professional.** 2nd Ed. Bangkkok : S Jaroen Printing. [In Thai]

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). "Summary information PISA 2015." [Online]. Available : **https://drive.google.com/file/d/ 0BwqFSkq5b7zSaHpGemExYVhjYUk/view.** Retrieved August 21, 2017. [In Thai]

Ministry of Education. (2013). **Solving Mathematic Problems**. 2nd Ed. Bangkok : Printing House. [In Thai]

Naoyenpol, P. (1994**). Mathematical Problem Solving in Mathematics Teaching Activity Package Unit 12-15.** Nonthaburi : Sukhothai Thammathirat Open University. [In Thai]

National Institute of Educational Testing Service. (2017). "Ordinary National Educational Test Report Mattayomsuksa 3 for the academic year 2014-2016." [Online]. Available : **http://www.neits.or.th.** Retrieved August 21, 2017. [In Thai]

Nuangchalerm, P. (2007). "Learning to Learn 7 Steps to Learn." **Academic Journal.** 10(4) : 25-29. [In Thai]

Pattanatragoonsuk, K. (2003). "Mathematics teaching in Thailand's secondary schools has failed." **Journal of Mathematics.** 46(530-532) : 54-58. [In Thai]

Pluakdaengpittayakom School. (2017). **Development of teaching Report for the academic year 2016.** Rayong : Pluakdaengpittayakom School. [In Thai]

Pluakdaengpittayakom School. (2017). **Ordinary National Educational Test Report for the academic year 2016.** Rayong : Pluakdaengpittayakom School. [In Thai]

Sukjaiworawate, A. (2010). **The development of learning outcome on adding and subtracting of first grade students taught by 7E learning cycle approach**. Master Thesis of Education in Curriculum and Instruction, Graduate School, Silpakom University. [In Thai]

Thipkong, S. (2001). **Mathematics Experience Primary school And mathematics problem solving.** Bangkok : Book Development Center. [In Thai]

Whungsukglang, N. (2009). **The Effects of the Instructional Activity using 7E Learning Cycle model to Develop Problem Solving Skills in Mathematics of Mattayomsuksa I student.** Master Thesis of Education in Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Khonkaen University. [In Thai]