

การพัฒนาชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
Development of Teaching Sets Basing on Guidelines on STEM Education
Integrated with the 7 Learning Steps of the Learning Cycle (7E)
on the Topic of Polymer for Mathayom Suksa 4 Students

ภัทรวดี สิทธิสาร¹

Pattharawadee Sitthisarn¹

ทำวิจัยเมื่อ พ.ศ. 2560

Email : pattharawadee2516@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัย (1) เพื่อพัฒนาชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (4) เพื่อศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ของโรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์ องค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) ชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

¹ ครูชำนาญการพิเศษ, โรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์ ตำบลเสื่อโก้ว อำเภอนาคู จังหวัดมหาสารคาม

¹ Highly Specialized Teachers, Suakok Wittayasan, Tambon Suakok, Wapi Pathum District, MahaSarakhm Province

* ได้รับบทความ: 6 มิถุนายน 2561; แก้ไขบทความ: 15 กรกฎาคม 2561; ตอบรับการตีพิมพ์: 23 กรกฎาคม 2561.

Received: June 6, 2018; Revised: July 15, 2018; Accepted: July 23, 2018

เรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 5 ชุด เวลา 15 ชั่วโมง (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.38 - 0.69 มีค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.44 - 0.71 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.85 (3) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.32-0.75 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.67 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.83 และ (4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41-0.68 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.85 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test (Dependent Sample)

ผลการวิจัยปรากฏผลดังนี้ (1)ชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หาประสิทธิภาพเป็นรายชุด ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2)ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6919 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6919 หรือคิดเป็นร้อยละ 69.19 (3)ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (5)นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ คำแนะนำในการใช้ชุดการสอนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย สะดวกในการใช้ด้วยตนเอง รองลงมาคือนักเรียนมีความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และการเรียนด้วยชุดการสอนช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์กว้างขวางและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

โดยสรุปการพัฒนาชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ ช่วยให้นักเรียนภายในกลุ่มมีการช่วยเหลือกันในการทำงาน มีการสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

คำสำคัญ : 1. ชุดการสอน 2. สะเต็มศึกษา 3. วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น(7E)

ABSTRACT

The research aimed to : (1) develop teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of

Polymer for Mathayom Suksa 4 Students to meet the 80/80 efficiency criterion; (2) study the effectiveness index of the teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer for Mathayom Suksa 4 Students; (3) compare the learning achievements before and after learning using the teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer for Mathayom Suksa 4 Students; (4) study the analytical thinking ability of Mathayom Suksa 4 Students before and after learning using the teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer for Mathayom Suksa 4 Students; (5) study the students' satisfaction with learning using the teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer. The sample comprised 32 Mathayom Suksa 4/1 Students of Suakokwittayasan School, Mahasarakham Provincial Administrative Organization in the 1st semester of the academic year 2017, obtained through cluster random sampling, using the learning group as the sampling unit. The research instruments consisted of (1) 5 teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer, for 15 hours; (2) a 4-choice learning achievement test on Polymer containing 30 questions with the difficulty (P) of 0.38 - 0.69, the discrimination (B) of 0.44 - 0.71 and the total reliability of 0.85 ; (3) a 4-choice form to measure analytical thinking ability containing 30 questions with the difficulty of 0.32 - 0.75, the discrimination of 0.25 - 0.67 and the total reliability of 0.83 ; and (4) a students' satisfaction questionnaire containing 20 questions with the discrimination of 0.41 - 0.68 and the total reliability of 0.85. The statistics employed in the research were percentage, the mean, standard deviation and t-test (dependent samples) for hypothesis testing.

The results are as follows: (1)The efficiency of each teaching set basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer for Mathayom Suksa 4 Students, which could meet the 80/80 efficiency criterion. (2)The effectiveness index of the teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer for Mathayom Suksa 4 Students was 0.6919 which indicates that the teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer increased the students' knowledge at 0.6919 or 69.19 percent. (3)The comparison of the Mathayom Suksa 4 Students' learning achieve-

ments revealed that the average posttest score was higher than the average pretest score, with statistical significance at the .05 level. (4)The comparison of the Mathayom Suksa 4 Students' average scores of analytical thinking revealed that the average posttest score was higher than the average pretest score, with statistical significance at the .05 level. (5) The grade 10 students' overall satisfaction with learning using the teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer was at a high level. When considered item by item, the 3 items with the highest average scores, ranked in descending order, are: the item with the highest score -instruction on using the teaching set was clear, easy to understand and convenient to be used by students independently; the item with the score second to highest the students had the ability to conclude relationships of the data correctly; and -learning with the teaching sets helped widen the students' experiences and they can be applied in daily life.

In summary, the development of the teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the Learning Cycle (7E) on the topic of Polymer for Mathayom Suksa 4 Students which had been constructed and developed had suitable efficiency which can be used in organizing learning activities with quality. They helped the students in the group to help each other doing their work and creating good relationship in the group. All these resulted in higher learning achievements and students' satisfaction at a high level.

Keywords : 1. teaching sets basing on guidelines 2. STEM education 3. 7 learning steps of the learning cycle (7E)

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงด้านเนื้อหาความรู้ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนนำมาปรับใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 9) จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการนำกิจกรรมการทดลอง เทคโนโลยีและสื่อต่างๆ มาประกอบการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องที่เข้าใจยากหรือเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรม อีกทั้งเรื่องที่ต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีและเข้าใจได้ลึกซึ้ง (สุพรรณิชาญประเสริฐ, 2557 : 5) ครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ภาคทฤษฎี

และภาคทดลองให้มากที่สุด ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย

จากรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ในรายวิชาเคมีพื้นฐาน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 66.71 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนตั้งไว้คือ ร้อยละ 70 (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์, 2559 : 4) และจากการสัมภาษณ์ข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 คน พบว่า “...นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาในรายวิชาที่ครูสอน กระบวนการเรียนรู้มีเพียงการนั่งฟังครูบรรยายและจดตามครู รู้สึกเบื่อบรรยากาศเดิมๆ ในการเรียนรู้บางครั้งจดไม่ทัน และไม่เข้าใจว่าจะตั้งคำถามและคำตอบแบบไหน ในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและไม่กล้าแสดงความคิดเห็นหรือไม่กล้าถาม ไม่ได้รับการฝึกปฏิบัติกิจกรรมที่นำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองค่อนข้างน้อย ...” จากปัญหาดังกล่าวครูจึงต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นทักษะกระบวนการคิด และใช้รูปแบบการสอน วิธีการสอน และเทคนิคการสอนที่หลากหลาย (ทิสนา แชนมณี, 2551 : 40)

จากการศึกษาหลักการ เหตุผล และสภาพปัญหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีพื้นฐาน ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนมีความสนใจที่จะพัฒนาความเป็นวิชาชีพครูให้เกิดในตนเอง สู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงสนใจที่จะพัฒนาชุดการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา บูรณาการกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ เพื่อใช้ในการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ที่เป็นรูปแบบการเรียนที่มุ่งบูรณาการศาสตร์ทั้งสี่ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดแบ่งเป็น 6 ขั้น ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนออกแบบและวิธีแก้ปัญหา ขั้นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นการทดสอบและประเมินผล และขั้นวิธีนำเสนอวิธีแก้ปัญหา บูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) บูรณาการเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรจะละเลยหรือละทิ้งเนื่องจากการตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นพื้นฐานที่สำคัญของผู้เรียน ภายในคู่มือประกอบด้วยรายละเอียด ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้สอนได้ศึกษาให้เข้าถึงขั้นตอนและวิธีการใช้ พร้อมทั้งให้ครูได้เตรียมตัวจนเกิดความมั่นใจว่า สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการของกิจกรรมการเรียนรู้ให้บรรลุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2.2 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.4 เพื่อศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.5 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทาง สะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น

3.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.5 นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในระดับมาก

4. ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

4.1 ด้านผู้เรียน

4.1.1 ความรู้ ผู้เรียนได้รับความรู้เชิงเนื้อหา มีความรู้ เรื่อง ความหมาย ประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดพอลิเมอร์และสมบัติบางประการของพอลิเมอร์ ความรู้เรื่องพลาสติก ยางและเส้นใยพอลิเมอร์ในชีวิตประจำวันและการรักษาสีแวดล้อม

4.1.2 ทักษะ ส่งเสริมและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน ได้แก่ ทักษะด้านความรู้ ความสามารถ การคิดแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ กล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ กล้าแสดงออกในแบบการเรียนรู้ในแต่ละแบบของผู้เรียนผ่านการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.2 ด้านครู

4.2.1 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

4.2.2 ครูพัฒนาความเป็นวิชาชีพครูให้เกิดในตนเอง ได้แก่ ความรู้ในวิชาที่สอน ความสามารถในการใช้สื่อและเทคโนโลยี การประเมินผลและทบทวนสิ่งที่ตนเองสอน

4.2.3 ครูส่งเสริมบรรยากาศในห้องเรียนด้วยสื่อหรือนวัตกรรมที่ทันสมัย ส่งผลให้การเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไม่เบื่อหน่าย

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ของโรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์ องค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) ชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 5 ชุด เวลา 15 ชั่วโมง (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.38 - 0.69 มีค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.44 - 0.71 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.85 (3) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.32-0.75 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.67 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.83 และ (4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41-0.68 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.85 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test (Dependent Sample)

6. ผลการวิจัย

การพัฒนาชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้สรุปผลดังนี้

6.1 ชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หาประสิทธิภาพเป็นรายชุด ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ได้ดังนี้ (1) ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง พอลิเมอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.89/82.81 (2) ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/84.38 (3) ชุดการสอนที่ 3 เรื่อง พลาสติก มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.50/86.88 (4) ชุดการสอนที่ 4 เรื่อง ยางและเส้นใย มีประสิทธิภาพ

เท่ากับ 83.83/85.63 (5) ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.72/85.00

6.2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมนกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6919 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมนกับการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6919 หรือคิดเป็น ร้อยละ 69.19

6.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมนกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 อันดับ พบว่า มีความพึงพอใจอันดับแรกคือ คำแนะนำในการใช้ชุดการสอนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย สะดวกในการใช้ด้วยตนเอง รองลงมาคือนักเรียนมีความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และการเรียนด้วยชุดการสอนช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์กว้างขวางและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

7. อภิปรายผลการวิจัย

7.1 ชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมนกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หาประสิทธิภาพเป็นรายชุด ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ทุกชุดการสอน สอดคล้องกับการวิจัยของพิมพ์ลภัส อุ่นทรัพย์ (2554 : 245) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนา ชุดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ชุดการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.18/81.56

7.2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมนกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6919 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมนกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6919 หรือคิดเป็นร้อยละ 69.19 สอดคล้องกับผลการวิจัยของบุษราคัม บุญกลาง (2557 : 177) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7700 สอดคล้องกับผลการวิจัยของกนิษฐา ดวงจิตต์ (2557 : 192) ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเท่ากับ 0.6744 และ 0.6670 ตามลำดับ

7.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ทั้งนี้

อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมด้วยชุดการสอนเป็นการมุ่งให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน กระบวนการเรียนของชุดการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา ถูกบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สอดคล้องกับผลการวิจัยของรัตนด้าว วรรณปะเถาว์ (2560 : 216) ที่ได้วิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 100 สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุภาณี วังกานนท์ (2558 : 188) ที่ได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาชุดการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สอดคล้องกับผลการวิจัยของนางนุช เอกตระกูล (2557 : 223) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน โดยการลงมือปฏิบัติ รู้จักแก้ปัญหาโดยการสืบเสาะหาความรู้

7.5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง พอลิเมอร์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 อันดับพบว่า มีความพึงพอใจอันดับแรกคือคำแนะนำในการใช้ชุดการสอนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย สะดวกในการใช้ด้วยตนเอง รองลงมาคือนักเรียนมีความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และการเรียนด้วยชุดการสอนช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์กว้างขวางและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของรุ่งทิพา การะกุล (2559 : 197) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

8.1.1 ครูต้องมีการเตรียมตัวล่วงหน้า โดยศึกษาขั้นตอนต่างๆ ให้เข้าใจ รวมทั้งสำรวจประเด็นปัญหาที่น่าสนใจใกล้ตัวและใช้ในชีวิตประจำวันได้

8.1.2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ช่วยกันตั้งปัญหาและคิดค้นหาคำตอบ โดยให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

8.1.3 ครูสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากแก้ปัญหาโดยใช้หลักการและแนวคิดต่างๆ ที่สร้างสรรค์

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

8.2.1 ควรมีการศึกษาในระยะเวลาสั้นขึ้น เพื่อสังเกตความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในการติดตามผลและพัฒนานวัตกรรมให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

8.2.2 ควรจัดการเรียนให้กับนักเรียนในชั้นต่างๆ และในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆตามความเหมาะสม

8.2.3 ควรทำการศึกษาวิจัยผลของการใช้ชุดการสอนต่อทักษะด้านอื่นๆ เช่น การคิดปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

9. เอกสารอ้างอิง

กนิษฐา ดวงจิตต์. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ทิตินา แคมมณี. (2551). สติการการเรียนรู้-สติการสอน. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงนุช เอกตระกูล. (2557). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. สืบค้นเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2560. จาก http://swis.act.ac.th/html_edu/act/temp_emp_research/2605.pdf

บุษราคัม บุญกลาง. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนเสือโก้ววิทยาสรรค์. (2559). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำปีการศึกษา 2559. มหาสารคาม : ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนเสือโก้ววิทยาสรรค์.

- พิมพ์ลักษณ์ อุ่นทรัพย์. (2554). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่องกรด-เบส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- รัตน์ด้าว วรรณปะเถาว์. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทาง สะเต็มศึกษา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รุ่งทิวา การะกุล. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุภาณี ว่างานนท์. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สสวท. 42(18). 3-5.

10. คำขอบคุณ

การพัฒนาชุดการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยการจุดประกายแนวคิดให้เกิดองค์ความรู้ การให้คำปรึกษาแนะนำ และสนับสนุนจากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์ อำเภอลำดวน จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ เมย์ไธสง อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาการ บริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านการวิจัย ทางการศึกษาและการบริหารการศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอนก ศิลปนิลมาลย์ อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ด้านหลักสูตรและการสอน ดร.สุเชษฐ์ ศรีบุญเรือง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนปทุมรัตน์พิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา นางปานจิต แสนจันทร์ ครูวิทยา ฐานะ ครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนหนองเหล็กศึกษา ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้าน เนื้อหา ดร.ประจวบ บุตรศาสตร์ ครูวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่า ขอนยางพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ช่วยให้ผลงานสำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณะครูโรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์ และชอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์และโรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาจนสำเร็จได้ด้วยดี