# การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

# LEARNING MANAGEMENT BASED ON STEM EDUCATION FOR THE DEVELOPMENT OF PROBLEM-SOLVING THINKING (HOT: PRB) IN GRADE 10 STUDENTS

**[1]จิลัดดา สารสิทธิ์ และ [2]น้ำเพชร นาสารีย์**

[1]Jiladda Sarasit and [2]Numphet Nasaree

**มหาวิทยาลัยรามคำแหง, ประเทศไทย**

Ramkhamhaeng University, Thailand

6412390003@rumail.ru.ac.th

**Received**: July 12, 2023; **Revised**: July 28, 2023; **Accepted**: August 25, 2023

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และ (2) ศึกษาพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญ โดยการเลือกอย่างสุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยลักษณะเชิงทดลอง แบบ one-group pretest-posttest design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (3) แบบประเมินการคิดแก้ปัญหา สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test dependent ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 2) พัฒนาการคิดแก้ปัญหาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายแผนการจัดการเรียนรู้

---

[1]นักศึกษา, หลักสูตรศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิทยาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรามคำแหง

พบว่า แผนที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับพอใช้ แผนที่ 2 ประเภทของปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับดี แผนที่ 3 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำโดยอาศัยประสบการณ์เดิมส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ

**คำสำคัญ**: การคิดแก้ปัญหา, การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา, ปฏิกิริยาเคมี

## Abstract

The objectives of this study are (1) to compare the students' learning achievements before and after experiencing a lesson on chemical reactions based on STEM Education, and (2) to investigate the students' development of problem-solving thinking (HOT-PRB) within the lesson on chemical reactions. The study is among grade 10 students who experienced the learning management based on STEM Education. Through sampling, the samples are a group of grade 10 students who studied at Assumption College. The current study adopted a one-group pretest design. The research instruments are (1) lesson plans based on STEM Education under the topic "chemical reactions", (2) tests of learning achievement on the topic, and (3) evaluation forms for problem-solving thinking. Regarding data analysis, the statistics used are (1) mean, (2) standard deviation, and (3) dependent t-test. The results of the study revealed that (1) learning achievement after experiencing STEM-based learning management was significantly higher than before studying using this system at .05, and (2) the overall development of problem-solving thinking was at a good level. Considering each lesson plan, the researcher found that, for the first lesson on chemical reactions, the level of development of problem-solving thinking was only fair. For the second lesson on types of chemical reactions, the level was found to be good, and for the third lesson on chemical reactions in daily life, the level was very good. Students' experience and opportunity to practice could be the reason for the increase in levels of development of problem-solving thinking.

**Keywords**: Development of Problem-Solving Thinking, Learning Management based on STEM Education, chemical reactions

## บทนำ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาสังคมโลกและเศรษฐกิจให้เจริญก้าวหน้า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ที่เป็นเหตุผล คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับเป้าหมายหลักของแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่

12 (พ.ศ.2560-2564) ซึ่งมีเป้าหมายให้คุณภาพการศึกษาของไทยดีขึ้น มีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาประเทศในอนาคต เพื่อเสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันของประเทศ ให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้ ด้านเทคโนโลยี นวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน โดยกรอบความคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะในศตวรรษที่ 21

จากผลการจัดระบบการศึกษาของประเทศไทย ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นผลจากระบบการศึกษาของประเทศที่ยังไม่สามารถเตรียมและพัฒนาคนที่พร้อมจะรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเศรษฐกิจและสังคม จากการศึกษาสรุปผลการประเมิน PISA 2015 พบว่าผลการประเมินผลด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยรวมลดต่ำลง จาก PISA 2012 ถึง PISA 2015 คะแนนวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) การจัดการเรียนการสอนในประเทศไทยในปัจจุบันยังไม่ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน จากการประเมิน พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับต่ำ (อาภรณ์ เพลินพนา, 2561: 83) นอกจากนี้อนุสรา พุ่มพิกุล (2562 :89-91) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการออกแบบวิธีแก้ปัญหาตามมาตรฐานสะเต็มศึกษาของนักเรียน จากการวิเคราะห์แบบประเมินความสามารถในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนยังไม่สามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็นหรือเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ จากการที่ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนระบุปัญหาได้แต่ไม่ครอบคลุมปัญหาทั้งหมดในสถานการณ์ นอกจากนี้วิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้นำเสนอเป็นวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบเดิมๆ เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเคยพบเห็นมาก่อน ไม่หลากหลายหรือแปลกใหม่ ส่งผลทำให้การแก้ปัญหาไม่มีประสิทธิภาพและไม่มีความสร้างสรรค์ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

สะเต็มศึกษา เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงประจำวันหรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอ มาประยุกต์กับการเรียนการสอนโดยออกแบบให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในชั้นเรียนกับบริบทโลกของความเป็นจริง เกิดทักษะสำคัญเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมและการนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของประเทศ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556 : 35) ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวตามสะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อผู้เรียน คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา

การคิดแกปญหา (Problem Solving Thinking :HOT-PRB) เป็นกระบวนที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีการคิดที่ใชในการแกปญหา ด้วยการกำหนดปญหา เขาใจเหตุและผลของปญหา ฝึกการวางแผนการแกปญหาโดยรวบรวมข้อมูลเพื่อออกแบบวิธีการแกปญหาที่หลากหลาย และเลือกวิธีการแกปญหาที่ดีที่สุดสามารถดำเนินการแกไขปญหาตามแผนที่วางไวอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินและตรวจสอบผลของการแกปญหา ปรับปรุง จนปญหาได้รับการแกไข

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียน ซึ่งสะเต็มศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านของกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนรู้ จากแบบดั้งเดิมไปสู่การเรียนรู้ที่เน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) นั่นหมายถึงว่า ผู้เรียนจะเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวน การแก้ปัญหาจนนำไปสู่การพิสูจน์ข้อเท็จจริงและกระบวนการในหาคำตอบเพื่อนำมาสู่การรู้แจ้งเห็นจริงได้ด้วยการอธิบายถึงความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลและหลักฐานที่ปรากฏได้ การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเสริมสร้างผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งการเรียนรู้ในประเด็นทางสังคมหรือสถานการณ์จริงจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการในแก้ปัญหา (Problem Solving) จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยแท้จริง ด้วยเหตุนี้เองการศึกษาแบบสะเต็มหรือสะเต็มศึกษาจึงตอบโจทย์เป้าหมายของการจัดการศึกษาในยุคนี้ เพราะมุ่งเน้นทักษะของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) ด้วยการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

2. เพื่อศึกษาพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

## วิธีดำเนินการวิจัย

**1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญ ทั้งหมด 3 ห้อง จำนวน 112 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนอัสสัมชัญ 1 ห้อง จำนวน 32 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

**2. ขอบเขตด้านเนื้อหา**

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ แบ่งเนื้อหาเป็น 4 เรื่อง ได้แก่ ส่วนประกอบของอากาศ ชั้นบรรยากาศ ลมฟ้าอากาศ และอุตุนิยมวิทยาและการพยากรณ์อากาศ ประกอบด้วย 6 ตัวชี้วัด ได้แก่ ว 2.2 ม.1/1, ว 3.2 ม.1/1, ว 3.2 ม.1/2, ว 3.2 ม.1/3, ว 3.2 ม.1/4, ว 3.2 ม.1/5 โดยบูรณาการร่วมกับรายวิชาเทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) ศิลปะ (Art : A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M)

**3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 แผน รวมเวลาสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย แผนที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี แผนที่ 2 สมดุลปฏิกิริยาเคมี และแผนที่ 3 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประวัน ประเมินคุณภาพโดยการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ 6 องค์ประกอบ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ การจัดกระบวนการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญผ่านเกณฑ์ประเมินแต่ละประเด็นได้ค่าระหว่าง 0.50 ขึ้นไป

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งใช้ทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Bloom (1956) เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.3 แบบประเมินการคิดแก้ปัญหาแบบ Rubrics Score ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิด 3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

**4. การวิเคราะห์ข้อมูล**

4.1 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Index of Objective Congruence: IOC)

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย ( $\overline{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

4.3 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินการคิดแก้ปัญหา โดยแบบประเมินการคิดแก้ปัญหา ใช้ค่าเฉลี่ย ( $\overline{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) นำเสนอในรูปแบบตารางและความเรียง

## ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยได้ผลดังตาราง 1

**ตาราง 1** เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้วย t-test แบบ Dependent

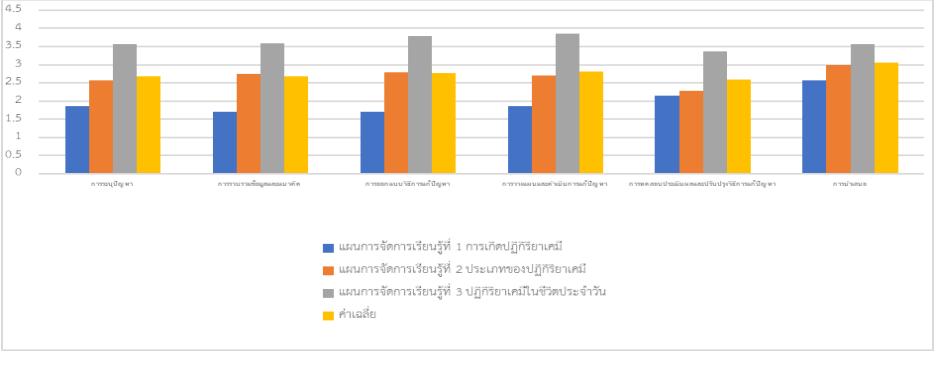
| การทดสอบ | จำนวนนักเรียน | คะแนนเต็ม | $\overline{X}$ | S.D. | t-test | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| แบบทดสอบก่อนเรียน | 32 | 20 | 9.03 | 1.96 | 14.11 | .00* |
| แบบทดสอบหลังเรียน | 32 | 20 | 16.13 | 2.18 | | |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ย ( $\overline{X}$ =16.13 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.= 2.18 และมีคะแนนร้อยละ 80.65 สูงกว่าก่อนเรียน ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ =9.03 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. = 1.96 และมีคะแนนร้อยละ 45.15

2. ผลการศึกษาพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ประเมินการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน 6 ด้าน ดังนี้ ภาพ 1 และตาราง 4

**ภาพ 1** แสดงพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา




จากภาพ 1 แสดงผลการศึกษาพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าพัฒนาการการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้นในทุกๆ ด้านตามลำดับ

**ตารางที่ 2** แสดงผลการศึกษาพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

| แผนการจัดการเรียนรู้ | การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | การระบุปัญหา | | | การรวบรวมข้อมูลและแนวคิด | | | การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา | | | การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา | | |
| | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับ | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับ | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับ | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับ |
| 1.การเกิดปฏิกิริยาเคมี | 1.86 | 0.63 | พอใช้ | 1.71 | 0.45 | ปรับปรุง | 1.71 | 0.45 | ปรับปรุง | 1.86 | 0.35 | พอใช้ |
| 2.ประเภทของปฏิกิริยาเคมี | 2.57 | 0.49 | ดี | 2.74 | 0.29 | ดี | 2.78 | 0.52 | ดี | 2.71 | 0.45 | ดี |
| 3.ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน | 3.57 | 0.72 | ดีมาก | 3.60 | 0.35 | ดีมาก | 3.78 | 0.36 | ดีมาก | 3.85 | 0.34 | ดีมาก |
| **รวม** | **2.67** | **0.62** | **ดี** | **2.69** | **0.37** | **ดี** | **2.76** | **0.45** | **ดี** | **2.81** | **0.38** | **ดี** |

จากตาราง 4 แสดงผลการศึกษาพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ =2.77, S.D.= 0.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับพอใช้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 1.97, S.D.= 0.16 แผนที่ 2 ประเภทของปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 2.68, S.D.= 0.07) และ) แผนที่ 3 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 3.62, S.D. = 0.14) แสดงให้เห็นว่าพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้นตามลำดับ

## อภิปรายผล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ซึ่งตรวจสอบสมมุติฐานพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมเข้าร่วมกัน เพื่อนำความรู้มาบูรณาการสำหรับการแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถเกิดกระบวนการทักษะการแก้ไขปัญหาจนนำไปสู่การสร้างสรรค์ผลงานใหม่ๆ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญต่อตนเองในศตวรรษที่ 21 ที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ ฝึกให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน เริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา รู้จักการวางแผนในการออกแบบกระบวนการต่างๆ โดยอาศัยความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนค้นคว้าด้วยตนเองเพื่อนำไปแก้ปัญหาและสามารถสร้างชิ้นงานตามแนวคิด

ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น (กมลฉัตร กล่อมอิ่ม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วารีรัตน์ แก้วอุไร และวิเชียร ธำรงโสตถิสกุล. 2557:129-135) นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสร้างองค์ความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันรวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่ของนักเรียนแต่ละคนที่มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน โดยครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้จนสามารถสร้างชิ้นงานได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของเกศินี อินทา, ภาณุพัฒน ชัยวร, อโนดาษ์ รัชเวทย์ (2558) เรื่องการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรูเรื่อง“มหัศจรรย์ยางพารา” โดยใชแนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. การศึกษาพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผลพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จากการศึกษาพบว่านักเรียนมีพัฒนาการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking: HOT-PRB) โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีและมีพัฒนาการสูงขึ้น ตามลำดับ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับดี เพื่อพิจารณารายด้านได้ผลดังนี้

จากผลการวิจัย พัฒนาการการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา สูงเป็นดับอับที่ 1 โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีเมื่อพิจารณารายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาสูงขึ้นตามลำดับ การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาแบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความถูกต้องของการสรุปผลการทดลองการศึกษาค้นคว้า และด้านรูปแบบการนำเสนอข้อมูลในด้านความถูกต้องของการสรุปผลการทดลองการศึกษาค้นคว้า นักเรียนสามารถนำความรู้จากการทำกิจกรรม สรุปองค์ความรู้เชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในด้านต่างๆ นักเรียนสามารถนำข้อมูลในด้านต่างมาจัดทำในรูปแบบต่างเพื่อนำเสนอผลงาน เช่น ในแผนที่ 1 นักเรียนเขียนสรุปองค์ความรู้ตามแผนผังที่ครูครูออกให้ โดยเขียนในกรอบข้อความ แต่แผนที่ 2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มมีการนำเสนอในรูปแบบโปสเตอร์ที่หลากหลาย โดยนักเรียนอธิบายในแต่ละส่วนของกิจกรรมได้อย่างชัดเจน และแผนที่ 3 พบว่านักเรียนบางกลุ่มนำเสนอผลงานในรูปแบบวีดีโอ โปสเตอร์ เพื่อนำเสนอผลงาน จากการสอนพบว่านักเรียนมีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้พัฒนาการการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา มีพัฒนาการสูงสุดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธัญมาศ ทองมูลเล็ก (2560) ที่ได้พบว่านักเรียน (ช่วงอายุ 15-18 ปี) มีความสามารถในการใช้งานเทคโนโลยีและสื่อออนไลน์ โดยกลุ่มคนรุ่นใหม่ที่มีความรู้ความสามารถในการใช้งานเทคโนโลยีต่างๆ เนื่องจากคนกลุ่มนี้เติบโตมาในยุคที่มีเทคโนโลยี

และอินเทอร์เน็ตเข้ามาเกี่ยวข้องจึงสามารถเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันได้ง่าย

พัฒนาการการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนรองอันดับที่ 2 โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีเมื่อพิจารณารายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาสูงขึ้นตามลำดับ เนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานตามแผนที่นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอาศัยประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีองค์ความรู้เดิมในการสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยหลักการการออกแบบกระบวนการทางวิศวกรรมและสร้างแบบประเมินเพื่อประเมินผลงานตนเองให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่นักเรียนตั้งไว้ โดยพบว่าในแผนที่ 1 นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานตามที่นักเรียนออกแบบได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานนาน เนื่องจากนักเรียนภายในกลุ่มยังแบ่งหน้าที่ไม่ชัดเจน แต่ในแผนที่ 2 และ 3 นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานได้โดยใช้เวลาน้อยลง จากการสังเกตของครูนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่ชัดเจนและนักเรียนเริ่มเข้าใจในกระบวนการในการสร้างชิ้นงานมากขึ้น และเริ่มมีประสบการณ์ที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ชิ้นงานเป็นไปตามแผนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มวางไว้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ไขปัญหาจนสามารถพัฒนาชิ้นงานขึ้นได้

พัฒนาการการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา มีคะแนนเป็นอันดับที่ 3 โดยภาพรวมอยู่ในระดับ ดี เมื่อพิจารณารายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาสูงขึ้นตามลำดับ เนื่องจากนักเรียนสามารถออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาในรูปแบบแผนผัง รูปภาพที่แสดงถึงการออกแบบชิ้นงาน พร้อมระบุวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน โดยพบว่าในแผนที่ 1 มีคะแนนต่ำสุดระดับคุณภาพคือปรับปรุง โดยนักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานได้ แต่นักเรียนไม่ได้ระบุขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานอย่างชัดเจน และส่วนประกอบของชิ้นงานไม่ครบถ้วน เช่น จากภาพไม่ได้ระบุส่วนประกอบว่าทำจากวัสดุอะไร และใช้สารอะไรบ้าง จากแผนที่ 1 ครูยังอธิบายไม่ครอบคลุม ครูจึงอธิบายเพิ่มเติมในส่วนนี้ ส่งผลให้แผนที่ 2 และ 3 พัฒนาการการออกแบบวิธีการแก้ปัญหามีการพัฒนาการสูงขึ้น ในระดับคุณภาพดี และดีมาก ตามลำดับ นักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานได้พร้อมระบุขั้นตอนการสร้างชิ้นงานอย่างชัดเจน และจากภาพเขียนอธิบายแต่ละส่วนระบุส่วนประกอบอย่างชัดเจน ส่งผลให้พัฒนาการการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนสูงขึ้น

พัฒนาการการรวบรวมข้อมูลและแนวคิด มีคะแนนเป็นอันดับที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาสูงขึ้นตามลำดับ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดแบ่งออกมา 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 2) ด้านการออกแบบการศึกษาค้นคว้า 3) ด้านการบันทึกผลการค้นคว้า 4) ด้านการสรุปผลการค้นคว้า พบว่า ในด้านด้านแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า นักเรียนไม่ได้ระบุแหล่งอ้างอิง หรือถ้าระบุแหล่งอ้างอิงไม่น่าเชื่อถือ แต่ในด้านการออกแบบการศึกษาค้นคว้า ด้านการบันทึกผลการค้นคว้า ด้านการสรุปผลการค้นคว้า นักเรียนสามารถทำกิจกรรมในส่วนนี้ได้ เนื่องจาก ในการเรียนการสอนที่ผ่านมาครูมีการฝึกให้นักเรียนออกแบบการทดลอง บันทึกผล และ สรุปการทดลองอยู่เป็นประจำ เมื่อนักเรียนได้ทำเป็นประจำจึงทำให้นักเรียนเกิดความเคยชินและปฏิบัติได้ดีในส่วนนี้ แต่ในส่วนการนำความรู้จากการทดลองมาประยุกต์รวมกับสถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดให้ จากแผนการเรียนรู้ที่ 1 ระดับคุณภาพ คือ ปรับปรุง เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้ด้วยตนเอง

และไม่มีแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ซึ่งครูต้องอธิบายเพิ่มเติมระหว่างทำกิจกรรม แต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ระดับคุณภาพสูงขึ้น คือ ดี และดีมาก ตามลำดับ นักเรียนเริ่มนำความรู้มาประยุกต์รวมกับสถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดให้เชื่อมโยงองค์ความรู้ได้และมีแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ พัฒนาการการระบุปัญหา มีคะแนนเป็นอันดับที่ 5 โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาสูงขึ้นตามลำดับ นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยข้อมูลต้องมีความสัมพันธ์กันทุกด้าน จากข้อมูลพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีระดับคุณภาพ พอใช้ จากข้อมูลพบว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ดี เนื่องจากการเรียนการสอนจากกิจกรรมต่างๆ ครูได้ฝึกให้นักเรียนระบุปัญหาเป็นประจำ ส่งผลทำให้นักเรียนทำส่วนนี้ได้ดี แต่ด้านสิ่งที่ต้องการเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา นักเรียนทำในส่วนได้ไม่ค่อยดีโดยข้อมูลทั้ง 3 ด้าน บางส่วนไม่ได้มีความสัมพันธ์กัน และนักเรียนยังให้ข้อมูลที่ยังไม่ชัดเจน เช่นในด้านแนวทางการแก้ปัญหา มีนักเรียนบางกลุ่มตอบว่า“ใช้ปฏิกิริยาเคมีในการรักษาอุณหภูมิในอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับไข่เต่าได้ และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ เข้ามาช่วยอีกด้วย” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่าคำตอบของนักเรียนไม่ได้เป็นคำตอบเฉพาะเจาะจงเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสร้างชิ้นงาน ครูผู้สอนจึงแนะนำเพิ่มเติมในส่วนนี้ จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาสูงขึ้นระดับคุณภาพ ดีและดีมากตามลำดับ นักเรียนสามารถระบุปัญหา สิ่งที่ต้องการ แนวทางที่ต้องการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยทั้ง 3 ด้านมีความสัมพันธ์สอดคล้องกันและมีพัฒนาการสูงขึ้นสอดคล้องกับ Jamin Carson (2007) พบว่านักเรียนที่มีประสบการณ์ในการปัญหาสามารถระบุปัญหาและเข้าใจถึงสาเหตุเพื่อหาทางแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

พัฒนาการการทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหา มีคะแนนน้อยที่สุดโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาสูงขึ้นตามลำดับ การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหา แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านประเมิน/ทดสอบชิ้นงาน และด้านกระบวนปรับปรุงแก้ไข นักเรียนสามารถทดสอบประสิทธิภาพหรือทดสอบชิ้นงานได้ โดยกิจกรรมในการทดสอบชิ้นงานแต่ละกิจกรรมใช้เวลานานด้วยช่วงเวลาในการจัดกิจกรรมที่น้อยส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ชิ้นงานแต่ไม่สามารถทดสอบซ้ำได้ได้ทุกกลุ่ม โดยครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมนักเรียนควรบริหารเวลาให้ดีขึ้น จากการแนะนำของครูส่งผลให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 นักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้น ระดับคุณภาพ ดี และดีขึ้นตามลำดับ

## องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา

การจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการใช้วัสดุอุปกรณ์ ซึ่งอาจมีอันตรายจากสารเคมี ครูควรให้คำปรึกษาและดูแลผู้เรียนอย่างใกล้ชิด ด้านพัฒนาการคิดแก้ปัญหา พบว่า ด้านการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการปัญหา มี

คะแนนต่ำสุด เนื่องจากในแต่ละกิจกรรมใช้เวลาทดสอบค่อนข้างนาน ครูควรจัดเวลาเพิ่มในแต่ละกิจกรรมให้เหมาะสมกับการทดสอบและปรับปรุงแก้ปัญหา

## เอกสารอ้างอิง


กมลฉัตร กล่อมอิ่ม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วารีรัตน์ แก้วอุไร และวิเชียร ธำรงโสตถิสกุล. (2557). *การพัฒนารูปแบบ การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16(2), 129-135.

เกศินี อินทา, ภาณุพัฒน ชัยวร และ อโนดาษ์ รัชเวทย์. (2558). *การสร้างชุด กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง “มหัศจรรย์ยางพารา” โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครุพิบูล*, 4(1), 132-141.

ธัญมาศ ทองมูลเล็ก และ ปรีชา วิจิตรธรรมรส.(2560). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับและการใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์ในสังคมไทย. วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*, 5 (2), 114-124

ยุพาพันธ์ มินวงษ์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วารสารศึกษาศาสตร์, 26(1), 210-233

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา*. สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *คู่มือสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สืบค้นวันที่ 17 ธันวาคม 2565. แหล่งที่มา http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER6/DRAWER056/GENERAL/DATA0000/00000070.PDF

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564).* สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2565. แหล่งที่มาhttps://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2017/20170313-Education-Development-Plan-12.pdf

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. (2563). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. สืบค้นวันที่ 20 ธันวาคม 2565. แหล่งที่มา https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2016/09/20160908101755_51855.pdf

อนุสรา พุ่มพิกุล. (2562). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อสมรรถนะการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. สืบค้น วันที่ 5 มกราคม 2566. แหล่งที่มา http://irithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/668/1/gs581130268.pdf

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). *สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในประเทศสหรัฐอเมริกา.* สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

อาภรณ์ เพลินพนา. (2561). *การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็ม ในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความสุขในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องเรียนพิเศษ.* [ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. http://irithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/309/1/gs571130060.pdf

Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. (2007). *Engineering design processes: a comparison of students and expert practitioners*. Journal of Engineering Education, 96(4), 359-379.

B Utami, R M Probosari, S Saputro, Ashadi, and M Masykuri. (2018). *Empowering critical thinking skills with problem solving in higher education*. Journal of Physics: Conference Series.

Jamin Carson. (2007). *A Problem With Problem Solving:Teaching Thinking Without Teaching Knowledge***.** The Mathematics Educator, 17(2), 7-14.