

**การพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้  
แบบสะเต็มในชั้นเรียนของครูประจำการ**  
**PROFESSIONAL DEVELOPMENT FOR ENHANCING IN-SERVICE TEACHERS’  
UNDERSTANDING AND TEACHING STEM IN THEIR CLASSROOM**

ศุภชัย ทวี<sup>1\*</sup> ทีปพิพัฒน์ สันตะวัน<sup>2</sup> และ สุริยะ ทวีบุญญาวัตร<sup>3</sup>  
Supachai Tawe<sup>1\*</sup>, Teeppipat Suntawan<sup>2</sup> and Suriya Thaweeboonyawat<sup>3</sup>

สังกัดสาขาวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์<sup>1</sup>

สังกัดสาขาวิชาพื้นฐานการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์<sup>2</sup>

สังกัดสาขาวิชาบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น<sup>3</sup>

\*Corresponding author. E-mail: supachai.t@nsru.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจแนวคิดของครูประจำการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 2) พัฒนาขั้นตอนการพัฒนาครูประจำการที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 3) ผลการพัฒนาครูประจำการที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม กลุ่มเป้าหมายคือ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่สอนในระดับมัธยมศึกษา ในจังหวัดนครสวรรค์ที่เป็นอาสาสมัคร จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้ 1) แบบวัดแนวคิดของครูประจำการ ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 2) หลักสูตรการพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 3) บันทึกภาคสนามของผู้วิจัย 4) แบบสอบถามความคิดเห็นของครูประจำการที่มีต่อการพัฒนาครูประจำการและนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) ครูวิทยาศาสตร์ประจำการส่วนใหญ่มีแนวคิด 4 เรื่อง คือ ประสิทธิภาพเกี่ยวกับเกี่ยวกับสะเต็ม การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม การวัดและประเมินผล พบว่าครูประจำการมีแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มก่อนการอบรม ไม่เข้าใจแนวคิด (NU) แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) เฉลี่ยร้อยละ 41.63, 47.27, 10.23 และ 0.88 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และแนวคิดคลาดเคลื่อน เฉลี่ยร้อยละ 51.83, 43.60, 3.52 และ 1.04 ตามลำดับ 2) ขั้นตอนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มมีรูปแบบมี 7 ขั้นตอนคือ (1) การทดสอบวัดแนวคิด (2) การให้ครูวิทยาศาสตร์ประจำการสะท้อนความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ของตนเอง (3) การให้ความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม (4) การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ (5) การปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ (6) การประเมินความเชื่อและการจัดการเรียนรู้ของครู (7) การติดตามผลการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ประจำการในชั้นเรียน 3) ผลการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม มีการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มแนวคิดก่อนการอบรมจากไม่เข้าใจแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) แนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) ร้อยละ 10, 15, 15 ตามลำดับ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มแนวคิดก่อนการอบรมจากแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เป็นแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) แนวคิดเข้าใจบางส่วน (PU) เป็นแนวคิดที่สมบูรณ์ ร้อยละ 15, 25, 20 ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** การพัฒนาวิชาชีพครูประจำการ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม และแนวคิด



## Abstract

The research objectives were whether a In-service teachers could 1) to survey the concept learning of STEM approach 2) step development for professional development that promotes teaching STEM. 3) results of the professional development that promote STEM learning management. The target group of developed was done with 20 In-service science teachers. The instruments were 1) the concept test of In-service science teachers which were the conceptual STEM approach 2) development course' In-service science teachers for STEM 3) the field note of the researcher 4) the questionnaire of In-service science teachers' opinions on the development of regular teachers and students.

The results were: 1) Most of the regular In-service science teachers had the concept of STEM Education : STEM philosophy, STEM Learning Management, the results obtained from the STEM learning management, measurement and evaluation. There were no understanding (NU), specific misconception (SM) and partial understanding with specific misconception (PU/SM) were less than 50 percent on all conception. 2) The step development for professional development that promotes teaching STEM with 7 steps were (1) testing prior concepts, (2) giving teachers regular reflections on their own learning management providing knowledge about learning management, (3) educating about STEM learning management (4) development of learning management lesson plans in STEM, (5) compliance with the learning management lesson plan, (6) evaluating beliefs and learning management of teachers. (7) monitoring of learning management of regular teachers in the classroom. 3) Results of the development of In-service science teachers that promote STEM learning management. There was a change from pre-training concept group from no understanding (NU), partial understanding with specific misconception (PU/SM), partial understanding (PU), sound understanding (SU) 10%, 15%, 15% respectively. The regular In-service science teachers have changed from the pre-training concept group from specific misconception (SM) to partial understanding with specific misconception (PU/SM) and partial understanding (PU) to 15%, 25%, 20% respectively.

**Keywords:** In-service Professional Development, STEM approach, Concept Learning

## บทนำ

ในปัจจุบันพบว่านักเรียนไทยมีผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติทุกวิชา และมีแนวโน้มลดต่ำลงทุกวิชาเมื่อเทียบกับการประเมินปี 2018 ผลการประเมินปี 2018 (PISA 2018) (Organization for Economic Co-operation and Development or OECD) (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, น. 3) ประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 66 จากจำนวนทั้งหมด 79 ประเทศ โดยวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ลำดับที่ 52 วิชาคณิตศาสตร์อยู่ลำดับที่ 58 และวิชาการอ่านอยู่ลำดับที่ 67 และยังพบอีกว่านักเรียนขาดสมรรถนะในการเรียนรู้ ด้านความรู้ ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้เชิงกระบวนการ นักเรียนทำข้อสอบที่เป็นความรู้กระบวนการและด้านเนื้อหาได้มากที่สุด และสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน (37.9% และ 37.7 % ตามลำดับ) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทำข้อสอบได้น้อยที่สุดมีเพียงหนึ่งในสี่เท่านั้น แสดงว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่สามารถพัฒนาให้มีความรู้ ความสามารถและทักษะต่าง ๆ มากขึ้น และยังน้อยกว่าประเทศอื่น ๆ ทำให้รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาให้ความสนใจในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพราะในชีวิตประจำวันของ

ผู้เรียนนั้นต้องใช้ความรู้งามกายหลายด้านในการทำงาน โดยเฉพาะการทำงานเป็นทีม เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม และเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างยั่งยืน

ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดนครสวรรค์ ผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2564 วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจุดหมายของการทดสอบเพื่อศึกษากับเกณฑ์มาตรฐานของหลักสูตรแกนกลาง นั่นคือการวัดด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนระดับต่าง ๆ มีผลการทดสอบคือชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ย 34.98 ซึ่งสูงกว่าระดับประเทศที่ค่าคะแนนเฉลี่ย 34.31 ส่วนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น คะแนนเฉลี่ย 31.42 ซึ่งสูงกว่าระดับประเทศที่มีค่าคะแนนเฉลี่ย 31.45 และวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย คะแนนเฉลี่ย 28.57 ซึ่งต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 28.65 โดยภาพรวมทุกวิชาผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติจะมีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ร้อยละ 50 (สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดนครสวรรค์, 2565, 7-9)

จากปัญหาที่กล่าวมาจึงทำให้เกิดการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ให้มีแนวโน้มที่จะเป็นการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์หรือใช้แก้ปัญหาต่างๆ โดยมีการบูรณาการความรู้ที่หลากหลายเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ โดยสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 แขนงวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ที่เน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้เข้ากับกับชีวิตจริงได้ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (NRC. 2012, Pattamaporn and Willams, 2020)

การเรียนรู้แบบบูรณาการดังกล่าว มีความสำคัญทำให้รัฐบาลและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ทำโครงการ STEM education เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เกิดการบูรณาการกับศาสตร์อื่น ๆ และนำไปสู่การแก้ไขปัญหาของการศึกษาที่ขาดการจัดการเรียนรู้ให้เกิดการบูรณาการ เพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ไขปัญหา เกิดทักษะการคิด การสื่อสาร ดังนั้นเมื่อพิจารณาแล้ว การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มนั้นได้มีการบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เป็นการจัดการเรียนรู้วิธีหนึ่งโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะมีโอกาสได้แก้ปัญหา ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ของตนเองอย่างเป็นธรรมชาติ และเกิดทักษะในการแก้ปัญหาของตนเอง รวมทั้งได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีทักษะของการทำงานร่วมกับผู้อื่น ถือว่าเป็นลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน (active learning) อีกด้วย หลักการการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ตรวจสอบว่าผู้เรียนอยากเรียนรู้เกี่ยวกับอะไร และให้ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา นั้น ๆ ได้อย่างไร ผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยอำนวยความสะดวกให้แทน (facilitator) สนับสนุนสิ่งต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา ให้คำแนะนำ และคอยติดตามตรวจสอบกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมุ่งสร้างให้ผู้เรียนนั้นมีความกล้า ความมั่นใจที่จะเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ และคอยสร้างความเชื่อมั่น ส่งเสริมความมั่นใจให้กับผู้เรียนในขณะที่ผู้เรียนกำลังเกิดการเรียนรู้อยู่ ซึ่งจะต่างจากการเรียนรู้ในรูปแบบปกติ (Moallem, Hung and Dabb: 2019) การจัดการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องพัฒนาครูให้สามารถจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสำรวจความรู้ความเข้าใจเดิมของครูวิทยาศาสตร์ประจำการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
2. เพื่อพัฒนาขั้นตอนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
3. ผลการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม



## การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญในการส่งเสริมสมรรถภาพครู 3 ด้าน (Jonathan and Turner (2000, 963) คือ

1. การพัฒนาทางสังคม (social development) คือ การทำงานแบบร่วมมือกับเพื่อนครูและผู้อื่นโดยให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและมีเป้าหมายเพื่อสร้างสรรค์สังคมแห่งการเรียนรู้
2. การพัฒนาบุคคล (personal development) คือ การประเมินเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษาและมีเป้าหมายเพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแนวคิด
3. การพัฒนาวิชาชีพ (professional development) คือ การพัฒนาและปรับปรุง ทักษะ สมรรถภาพรวมทั้งความเชื่อและแนวคิดในการจัดการเรียนรู้เพื่อผลิตผลที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนและเพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการและการจัดการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมโรงเรียนที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (Retallick, 1997, 21; Bell และ Baker, 1997, 1-4 และ Hassel, 1999, 1)

การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ (Professional development of Science Teacher) (OECD, 2021, 50) ได้เสนอการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ไว้ 7 วิธีคือ

1. การกำหนดเนื้อหาวิชาและการปฏิบัติการ (Courses and workshops)
2. การประชุมและสัมมนา (Education conferences and seminars)
3. การพัฒนาโปรแกรมเฉพาะด้าน (Qualification programmes)
4. การสังเกตและดูงานจากโรงเรียนอื่นๆ (Observation visits to other schools)
5. การพัฒนาโดยเครือข่าย (Professional development network)
6. การวิจัยด้วยตนเองและการร่วมมือด้วยกัน (Individual and collaborative research)
7. การให้คำปรึกษาและการสังเกตร่วมมือกัน (Mentoring and peer observation)

เนื่องจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาตลอดเวลาและเกี่ยวข้องกับนักเรียนและสังคม นักเรียนแต่ละคนมีความสามารถและประสบการณ์แตกต่างกันจึงต้องพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (National Research Council, 1996, 55) ในส่วนของการพัฒนาวิชาชีพ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ นักวิจัย และนักการศึกษา สายวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เป็นผู้นำการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษามีความเห็นเกี่ยวกับเป้าหมาย หลักการ กลวิธีบริบทของโรงเรียนกับการพัฒนาวิชาชีพครูและบทบาทของผู้พัฒนาวิชาชีพครูดังนี้

เป้าหมายในการพัฒนาวิชาชีพครู เป้าหมายในการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับและมีความเห็นสอดคล้องกันในประชาคมวิทยาศาสตร์ศึกษา มีดังนี้

1. เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดตาม ศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน
2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ทักษะการสอน ส่งเสริมสมรรถภาพทาง สติปัญญาและความเป็นผู้นำของครูและนักการศึกษา
3. เพื่อส่งเสริมให้ครูเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการสะท้อนความคิดเห็นอย่าง สร้างสรรค์ต่อวิชาชีพของครูวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้ครูใช้วิธีการสืบเสาะปรับปรุงการสอน ใช้เหตุผลและข้อค้นพบจากการวิจัย ประกอบการตัดสินใจและการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และเพื่อให้การจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในหลายสาขาวิชา

เป้าหมายหลักประการหนึ่งของโรงเรียน คือ การพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษา ให้แก่เยาวชน โดยกำหนดพันธกิจในการพัฒนาและส่งเสริมบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพตาม มาตรฐาน ในส่วนของกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งนี้กลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์กำหนดให้มีการ พัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

การปฏิบัติงาน ซึ่งจะส่งผลให้มีการพัฒนาคุณภาพ บุคลากร นักเรียน และโรงเรียนไปในขณะเดียวกันพันธกิจและเป้าหมายดังกล่าวเป็นสาเหตุสำคัญให้ โรงเรียนต้องเร่งรัดให้มีการพัฒนาบุคลากร

หลักการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ตามแนวทางที่องค์กรและหน่วยงานที่ปฏิบัติงานด้านการพัฒนาวิชาชีพ ครูวิทยาศาสตร์ นักวิจัย และนักการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นหลักการที่สำคัญ สรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาวิชาชีพครูมีเป้าหมายหลักเพื่อให้ครูพัฒนาความเชี่ยวชาญในเนื้อหา กลวิธีและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานและส่งผลกระทบ ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคน
  2. หลักการพัฒนาวิชาชีพครูให้ความสำคัญกับการเรียนรู้จากประสบการณ์ของครู และเป็นความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอน โดยเน้นความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีการจัดการเรียน การสอน หลักสูตร เนื้อหา กลวิธีสอน และการประเมินผล
  3. การพัฒนาวิชาชีพครูควรจะใช้โมเดลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม (Model Constructivist Teaching) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมให้ครูเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม และให้ความสำคัญกับครูในฐานะที่เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้เพื่อให้ครูเรียนรู้เนื้อหาที่จะสอนอย่างลุ่มลึก และนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ครูสำรวจ ตั้งคำถามและโต้แย้งในประเด็นที่ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้
  4. การพัฒนาวิชาชีพครูควรจะเป็นการพัฒนาที่เกิดจากครูโรงเรียน และเขตการศึกษา เน้นการพัฒนาตนเอง และการพัฒนาจากหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน โดยใช้ผลการวิจัยและการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนของครูเป็นประเด็นในการพัฒนา ยอมรับ และให้ความสำคัญต่อสมรรถภาพทางสติปัญญา และความเป็นผู้นำของครูครูใหญ่และ บุคลากรในชุมชน
  5. การพัฒนาวิชาชีพครูควรจะสอดคล้องและส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็น ระบบทั้งระดับบุคคล และระดับองค์การเป็นการพัฒนาที่สอดคล้องกับการปรับปรุงโครงสร้างและการ พัฒนาการสอนของโรงเรียน เกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นส่วนหนึ่งของภารกิจประจำวันของโรงเรียน มีการบูรณาการการพัฒนาวิชาชีพกับกระบวนการพัฒนา และประเมินหลักสูตร กิจกรรมการ เรียนรู้และการประเมินผลนักเรียน โดยกำหนดเป็นส่วนหนึ่งของงานครูเชื่อมโยงกับกำหนด การจัดกิจกรรมและตารางเรียนของโรงเรียน การจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของ นักเรียน
  6. ส่งเสริมการทำงานและความร่วมมือทางปัญญาระหว่างบุคคล ชุมชนและสังคม ผ่านเครือข่ายวิชาชีพ โดยกำหนดในมาตรฐานให้เชื่อมโยงระบบการศึกษาอื่น ๆ เป็นชุมชนหรือ ศูนย์กลางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์
  7. ใช้ผลการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางการพัฒนาวิชาชีพ โดยกำหนดเป็นมาตรฐานให้มีการประเมินกิจกรรมการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดหลักการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มในชั้นเรียน ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาวิชาชีพครูงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยในการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) โดยดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้
    - ระยะที่ 1 สำรวจแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ประจำการเรื่องปรัชญาเกี่ยวกับสะเต็ม การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และศึกษาสภาพการสอนสะเต็มของครูผู้สอนว่า เป็นอย่างไร เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและขั้นตอนการพัฒนาวิชาชีพขั้นต่อไป
    - ระยะที่ 2 ผู้วิจัยกับผู้ร่วมวิจัยพัฒนาขั้นตอนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการ โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบวงจรเชิงปฏิบัติการ เพื่อปรับปรุงหลักสูตรการพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ได้ข้อความรู้ขึ้นมา โดยวงจรแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้
1. ศึกษาสภาพการณ์และปัญหา และวางแผนเพื่อการปฏิบัติการ (Plan) โดยร่วมกันวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์



2. ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการดำเนินงานตามแผนที่ได้ร่วมกันวางไว้ในขั้นแรก โดยนำไปใช้จัดการเรียนรู้ในสภาพจริง

3. สังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) เป็นขั้นตอนในการร่วมกันวิเคราะห์การดำเนินงานที่เกิดขึ้นว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่อย่างไร และสิ่งใดที่ควรปรับปรุง ซึ่งเป็นการร่วมกันสังเกตในผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยทุกคน

4. สะท้อนความคิด (Reflect) คือการทบทวนอย่างพินิจพิเคราะห์ร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่การปรับแผนการปฏิบัติงานและลงปฏิบัติใหม่อีกครั้ง เป็นวงจรที่ต่อเนื่องกันต่อไปจนสามารถแก้ปัญหาได้

#### กลุ่มเป้าหมายวิจัย

กลุ่มเป้าหมายวิจัยคือ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่อยู่ภายใต้สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดนครสวรรค์ โดยเป็นอาสาสมัครในการร่วมวิจัยเพื่อการพัฒนาวิชาชีพ จำนวน 20 คน

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวัดแนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม แบบวินิจฉัย มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบพร้อมแสดงเหตุผลประกอบ (two-tier diagnostic concept test) จำนวน 15 ข้อ เพื่อวัดแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มโดยครอบคลุมแนวคิดหลักทั้งหมด 4 แนวคิด (Hassel, 1999) ได้แก่ ปรัชญาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม การวัดและประเมินผล มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.4 – 0.7 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.7 – 0.9 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 โดยมีรายละเอียดการวัดความรู้ความเข้าใจเดิม 5 แบบดังนี้

1.1. แนวคิดที่สมบูรณ์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง ตัวเลือกถูกและเหตุผลของครูประจำการถูกครบถ้วน ถือว่ามีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

1.2. แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (Partial Understanding: PU) หมายถึง ตัวเลือกถูกและเหตุผลของครูประจำการตอบถูกแต่ไม่สมบูรณ์ ถือว่ามีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มอย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

1.3. แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PU/SM) หมายถึง ตัวเลือกถูกและเหตุผลของครูประจำการมีส่วนที่ถูกและบางส่วนผิด ถือว่ามีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มอย่างน้อย 1 องค์ประกอบและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วย

1.4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) หมายถึง ตัวเลือกถูกและ 4 เหตุผลของครูประจำการตอบผิดหรือตัวเลือกผิดและเหตุผลผิด ถือว่ามีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

1.5. ไม่เข้าใจแนวคิด (No Understanding: NU) หมายถึง ครูประจำการไม่เลือกตอบและไม่บอกเหตุผล ถือว่าไม่มีแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

2. หลักสูตรการพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม เป็นหลักสูตรการอบรมกลุ่มเป้าหมายการวิจัยที่เข้าร่วมการพัฒนาวิชาชีพที่เป็นอาสาสมัคร โดยมีหลักการ แนวคิด การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม การวัดและประเมินผล

3. บันทึกภาคสนามของผู้วิจัย เป็นลักษณะการบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองให้กลุ่มตัวอย่างใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็ม ปัญหาต่างๆ ข้อจำกัด ที่ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นผลที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้ชุดกิจกรรมการพัฒนาการเรียนรู้ซึ่งจะบันทึกทันทีทันใด กับส่วนที่แสดงความคิดเห็นของผู้ใช้เกี่ยวกับความรู้สึก และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติการทดลอง

4. แบบสอบถามความคิดเห็นของครูประจำการที่มีต่อการพัฒนาครูประจำการและนักเรียน เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) จำนวน 10 ข้อ และคำถามปลายเปิด

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีขั้นตอนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มเป้าหมายการวิจัย ในเรื่องอายุงานในการสอน พื้นฐานความรู้ วิชาที่สอน
2. อบรมการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานให้กับกลุ่มเป้าหมายวิจัยที่ไม่มีความรู้และทักษะพื้นฐาน จำนวน 8 คน จำนวน 4 วัน
3. ผู้วิจัยทดลองปฏิบัติการตามแผนที่กำหนดไว้ โดยเริ่มทดลองและเก็บข้อมูล ในระหว่างการทดลองผู้วิจัยบันทึกวิธีที่ค้นกลุ่มวิจัย
4. ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ เหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบรมและการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของครูประจำการทุกครั้ง

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม โดยการตรวจสอบคำตอบและเหตุผลประกอบคำตอบที่ครูวิทยาศาสตร์ประจำการเขียนตอบกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน และจัดกลุ่มแนวคิดของครูประจำการออกเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์ของ Haidar (1997) โดยแบบวัดแนวคิดประกอบด้วย 4 แนวคิดหลัก จำนวน 15 ข้อ
2. หาค่าความถี่และค่านวนค่าร้อยละของครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่อยู่ในแต่ละกลุ่มแนวคิด
3. การสร้างหลักสูตรการพัฒนาคูในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ที่เหมาะสมในการพัฒนาครูที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูประจำการที่มีต่อหลักสูตรการพัฒนาคูประจำการ นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) แล้วแปลความหมายของค่าคะแนน
4. วิเคราะห์จากการสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ประจำการต่อหลักสูตรการพัฒนาคู แล้วนำมาถอดเทปข้อความสัมภาษณ์ วิเคราะห์โดยจำแนกประเด็นการตอบของครูประจำการ เพื่อสร้างเป็นข้อสรุป การบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย ผู้วิจัยจำแนกประเภทของข้อมูล เปรียบเทียบข้อมูล และสร้างข้อสรุป

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การสำรวจสภาพแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ประจำการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม เป็นการสำรวจความแนวคิดสะเต็ม แสดงตารางที่ 1
- ตารางที่ 1** ร้อยละของครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มก่อนการอบรมและหลังการอบรม (n =20 คน)

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม	แบบแนวคิดของครูประจำการ (%)									
	SU		PU		PU/SM		SM		NU	
	ก่อนอบรม	หลังอบรม	ก่อนอบรม	หลังอบรม	ก่อนอบรม	หลังอบรม	ก่อนอบรม	หลังอบรม	ก่อนอบรม	หลังอบรม
1. ปรัชญาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา	0	60.0	0	35.0	13.33	5.0	50.0	0	36.67	0
1.1 การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	0	60.0	0	25.0	5.0	15.0	60.0	0	35.0	0
1.2 โครงงานและการแก้ปัญหา	0	60.0	0	40.0	25.0	0	20.0	0	55.0	0
1.3 การบูรณาการศาสตร์ต่างๆ	0	60.0	0	40.0	10.0	0	70.0	0	20.0	0



ตารางที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม	แบบแนวคิดของครูประจำการ (%)									
	SU		PU		PU/SM		SM		NU	
	ก่อนอบรม	หลังอบรม	ก่อนอบรม	หลังอบรม	ก่อนอบรม	หลังอบรม	ก่อนอบรม	หลังอบรม	ก่อนอบรม	หลังอบรม
2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม	0	54.0	1.0	44.0	13.0	2.0	52.0	0	34.0	0
2.1 การพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	0	60.0	0	35.0	20.0	5	70.0	0	10.0	0
2.2 ชั้นการกำหนดปัญหา	0	60.0	0	40.0	0	0	70.0	0	30.0	0
2.3 ชั้นการออกแบบวิศวกรรม	0	50.0	5.0	50.0	25.0	0	20.0	0	50.0	0
2.4 ชั้นการสร้างนวัตกรรม	0	40.0	0	55.0	10.0	5	50.0	0	40.0	0
2.5 ชั้นฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี	0	60.0	0	40.0	10.0	0	50.0	0	40.0	0
3. ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม	0	50	2.5	43.75	11.25	3.75	33.75	2.5	52.5	0
3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	0	50.0	10.0	40.0	15.0	10.0	25.0	0	50.0	0
3.2 ทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์	0	50.0	0	45.0	30.0	5.0	30.0	0	40.0	0
3.3 แนวคิดการผสมผสานวิศวกรรม	0	60.0	0	40.0	0	0	50.0	0	50.0	0
3.4 แนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับวิทยาศาสตร์	0	40.0	0	50.0	0	0	30.0	10.0	70.0	0
4. การวัดและประเมินผล	0	43.33	0	51.67	3.33	3.33	53.33	1.67	43.33	0
4.1 การบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	0	50.0	0	40.0	0	10.0	70.0	0	30.0	0
4.2 ความคิดสร้างสรรค์	0	40.0	0	55.0	10.0	0	40.0	5.0	50.0	0
4.3 การบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์	0	40.0	0	60.0	0	0	50.0	0	50.0	0
เฉลี่ยร้อยละ	0	51.83	0.88	43.60	10.23	3.52	47.27	1.04	41.63	0



**หมายเหตุ :** SU = แนวคิดที่สมบูรณ์, PU = แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน, PU/SM = แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM = แนวคิดคลาดเคลื่อน, NU = ไม่เข้าใจแนวคิด

จากตาราง 1 ครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มก่อนการอบรมและหลังการอบรม (n =20 คน) พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มก่อนการอบรมแบบไม่เข้าใจแนวคิด (NU) แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) เฉลี่ยร้อยละ 41.63, 47.27, 10.23 และ 0.88 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และแนวคิดคลาดเคลื่อน เฉลี่ยร้อยละ 51.83, 43.60, 3.52 และ 1.04 ตามลำดับ โดยพิจารณารายละเอียดดังนี้

1) ประสิทธิภาพเกี่ยวกับสะเต็ม 1.1) ด้านการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ไม่เข้าใจแนวคิด (NU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 60.0, 35.0 และ 5.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 60.0, 25.0 และ 15.0 ตามลำดับ 1.2) ด้านโครงงานและการแก้ปัญหา ครูวิทยาศาสตร์ประจำการไม่เข้าใจแนวคิด (NU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 55.0, 25.0 และ 20.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 60.0 และ 40.0 ตามลำดับ 1.3) การบูรณาการศาสตร์ต่างๆ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ไม่เข้าใจแนวคิด (NU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 70.0, 20.0 และ 10.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 60.0 และ 40.0 ตามลำดับ

2) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 2.1) ด้านการพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และไม่เข้าใจแนวคิด (N) ร้อยละ 70.0, 20.0 และ 10.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 60.0, 35.0 และ 5.0 ตามลำดับ 2.2) ด้านขั้นการกำหนดปัญหา ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ไม่เข้าใจแนวคิด (NU) ร้อยละ 70.0 และ 30.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 60.0 และ 40.0 ตามลำดับ 2.3) ด้านขั้นการออกแบบวิศวกรรม ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมไม่เข้าใจแนวคิด (NU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และมีแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 50.0, 25.0, 20.0 และ 5.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 50.0 เท่ากัน 2.4) ด้านขั้นการสร้างนวัตกรรม ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ไม่เข้าใจแนวคิด (NU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 50.0, 40.0 และ 10.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) แนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 55.0, 40.0 และ 5.0 ตามลำดับ 2.5) ด้านขั้นฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการ



อบรมมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ไม่เข้าใจแนวคิด (NU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 50.0, 40.0 และ 10.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 60.0 และ 40.0

3) ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 3.1) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมไม่เข้าใจแนวคิด (NU) ความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 50.0, 25.0, 15.0 และ 10.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 50.0, 40.0 และ 10.0 ตามลำดับ 3.2) ด้านทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ ครูประจำการก่อนการอบรมไม่เข้าใจแนวคิด (NU) ความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 40.0, 30.0 และ 30.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 50.0, 45.0 และ 5.0 ตามลำดับ 3.3) ด้านแนวคิดการผสมผสานวิศวกรรม ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่เข้าใจแนวคิด (NU) เท่ากันร้อยละ 50.0 หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 60.0 และ 40.0 ตามลำดับ 3.4) ด้านแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมไม่เข้าใจแนวคิด (NU) และมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 70.0 และ 30.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) แนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) และมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 50.0, 40.0 และ 30.0 ตามลำดับ

4) การวัดและประเมินผล 4.1) ด้านการบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมมีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่เข้าใจแนวคิด (NU) ร้อยละ 70.0 และ 30.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 50.0, 40.0 และ 10.0 ตามลำดับ 4.2) ความคิดสร้างสรรค์ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมไม่เข้าใจแนวคิด (NU) มีความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 50.0, 40.0 และ 10.0 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) แนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) และแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 55.0, 40.0 และ 5.0 ตามลำดับ 4.3) ด้านการบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการก่อนการอบรมไม่เข้าใจแนวคิด (NU) และความแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 50.0 เท่ากัน หลังการอบรมมีแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) และมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) ร้อยละ 60.0 และ 40.0 ตามลำดับ

## 2. การพัฒนาขั้นตอนการพัฒนาครูประจำการที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มวิจัยคือครูประจำการได้พัฒนาขั้นตอนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการ นำไปใช้และประเมินผล โดยระหว่างการสร้างและนำไปปรับปรุงดังกล่าวไปใช้ จะใช้กระบวนการวิจัยแบบวงจรเชิงปฏิบัติการ ได้ขั้นตอนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการ ดังนี้ 1) การทดสอบวัดแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 2) การให้ครูประจำการสะท้อนความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ของตนเอง 3) การให้ความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 4) การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ 5) การปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ 6) การประเมินความเชื่อและการจัดการเรียนรู้ของครู 7) การติดตามผลการจัดการเรียนรู้ของครูประจำการในชั้นเรียน แสดงตารางที่ 2 - 4

**ตารางที่ 2** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อหลักสูตรการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการ ด้านกระบวนการ

องค์ประกอบ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ ความ คิดเห็น
1. ขั้นตอนการพัฒนาสามารถทำให้ครูประจำการมีการพัฒนาจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ได้	4.60	0.69	มากที่สุด
2. ครูประจำการมีความรู้ความเข้าใจสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม	4.50	0.70	มาก
3. ครูประจำการที่รับการอบรมมีความสามารถใช้ในการพัฒนาตนเอง	4.60	0.70	มากที่สุด
4. ขั้นตอนการพัฒนาสามารถสร้างความสนใจของครูประจำการ	4.60	0.69	มากที่สุด
5. ขั้นตอนการพัฒนามีเนื้อหาพื้นฐานเพียงพอสำหรับการนำไปใช้ได้	4.40	0.69	มาก
<b>รวมเฉลี่ย</b>	<b>4.54</b>	<b>0.69</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าโดยเฉลี่ยแล้วผู้เชี่ยวชาญมีระดับความคิดเห็นด้านกระบวนการนำเสนอของหลักสูตรการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด จำนวน 3 องค์ประกอบคือ 1) ขั้นตอนการพัฒนาสามารถทำให้ครูประจำการมีการพัฒนาจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มได้ 2) ครูประจำการที่รับการอบรมมีความสามารถใช้ในการพัฒนาตนเอง และ 3) ขั้นตอนการพัฒนาสามารถสร้างความสนใจของครูประจำการ

**ตารางที่ 3** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อหลักสูตรการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการ ด้านเนื้อหา

องค์ประกอบ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ ความ คิดเห็น
1. เนื้อหาที่มีความถูกต้องสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม	4.50	0.52	มาก
2. เนื้อหาที่มีความละเอียดและชัดเจนสำหรับครูประจำการ	4.50	0.52	มาก
3. เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อต่างๆ อย่างต่อเนื่องกัน	4.90	0.31	มากที่สุด
4. เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับครูประจำการ	4.60	0.51	มากที่สุด
5. การใช้ภาษามีความถูกต้องและเหมาะสม	4.60	0.51	มากที่สุด
6. สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจนและมีขั้นตอนเหมาะสม	4.70	0.48	มากที่สุด
7. เนื้อหาทำให้ครูประจำการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม	4.80	0.42	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ย</b>	<b>4.65</b>	<b>0.46</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าโดยเฉลี่ยแล้วผู้เชี่ยวชาญมีระดับความคิดเห็น ด้านเนื้อหาของหลักสูตรการพัฒนาครูประจำการว่าเหมาะสมมากที่สุด จำนวน 5 องค์ประกอบ คือ 1) เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อต่างๆ อย่างต่อเนื่องกัน 2) เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับครูประจำการ 3) การใช้ภาษามีความถูกต้องและเหมาะสม 4) สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจนและมีขั้นตอนเหมาะสม และ 5) เนื้อหาทำให้ครูประจำการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม



ตารางที่ 4 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อหลักสูตรการพัฒนาศรีวิทยาศาสตร์ประจำการ ด้านการออกแบบการอบรม

องค์ประกอบ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ ความ คิดเห็น
1. มีการออกแบบอย่างเป็นระบบใช้ง่าย	4.50	0.52	มาก
2. สามารถพัฒนาศรีวิทยาศาสตร์ประจำการได้	4.50	0.70	มาก
3. มีความยืดหยุ่น สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล	4.40	0.69	มาก
4. มีกลยุทธ์การถ่ายทอดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม	4.70	0.48	มากที่สุด
5. พัฒนาได้อย่างเหมาะสมกับศักยภาพของครูประจำการ	4.90	0.31	มากที่สุด
6. การวางรูปแบบของเนื้อหาที่ระยะเวลาอย่างเหมาะสม	4.70	0.48	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ย</b>	<b>4.61</b>	<b>0.53</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าโดยเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญมีระดับความคิดเห็นต่อหลักสูตรการพัฒนาศรีวิทยาศาสตร์ประจำการ ด้านการออกแบบของการอบรมว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด จำนวน 3 องค์ประกอบคือ 1) มีกลยุทธ์การถ่ายทอดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 2) พัฒนาได้อย่างเหมาะสมกับศักยภาพของครูประจำการ และ 3) การวางรูปแบบของเนื้อหาที่ระยะเวลาอย่างเหมาะสม

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่มีการเปลี่ยนกลุ่มแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

จำนวนครู (คน)	ระดับแนวคิด					ร้อยละ (คน)	การแปลความหมายครูประจำการ ที่มีการเปลี่ยนแปลงกลุ่มแนวคิด
	NU	SM	PU/SM	PU	SU		
2	ก่อน อบรม		→	หลัง อบรม		10.00	กลุ่มไม่เข้าใจแนวคิดเป็นแนวคิดที่ เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน บางส่วน
3	ก่อน อบรม		→	หลัง อบรม		15.00	กลุ่มไม่เข้าใจแนวคิดเป็นแนวคิดที่ เข้าใจบางส่วน
3	ก่อน อบรม		→		หลัง อบรม	15.00	กลุ่มไม่เข้าใจแนวคิดเป็นแนวคิดที่ สมบูรณ์
3		ก่อน อบรม	→	หลัง อบรม		15.00	กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนเป็น แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน
5		ก่อน อบรม	→	หลัง อบรม		25.00	กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนเป็น แนวคิดเข้าใจบางส่วน
4		ก่อน อบรม	→		หลัง อบรม	20.00	กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนเป็น แนวคิดที่สมบูรณ์
20						100	

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าครูวิทยาศาสตร์ประจำการทั้งหมด 20 คน มีการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มแนวคิดก่อนการอบรมจากแบบไม่เข้าใจแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) แนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) ร้อยละ 10, 15, 15 ตามลำดับ ครูประจำการมีการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มแนวคิดก่อนการอบรมจากแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เป็นแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) แนวคิดเข้าใจบางส่วน (PU) เป็นแนวคิดที่สมบูรณ์ ร้อยละ 15, 25, 20 ตามลำดับ

## สรุปผลการวิจัย

1. การสำรวจแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ประจำการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม แนวคิด 4 เรื่องคือ ประเด็นเกี่ยวกับเกี่ยวกับสะเต็ม การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม การวัดและประเมินผล พบว่าครูประจำการมีแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มก่อนการอบรม ไม่เข้าใจแนวคิด (NU) แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) เฉลี่ยร้อยละ 41.63, 47.27, 10.23 และ 0.88 ตามลำดับ หลังการอบรมมีแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และแนวคิดคลาดเคลื่อน เฉลี่ยร้อยละ 51.83, 43.60, 3.52 และ 1.04 ตามลำดับ

2. การพัฒนาขั้นตอนที่เหมาะสมในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มมีขั้นตอนดังนี้

- 2.1 การทดสอบวัดแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
- 2.2 การให้ครูประจำการสะท้อนความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ของตนเอง
- 2.3 การให้ความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
- 2.4 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้
- 2.5 การปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบการอภิปรายสะท้อนความคิดเห็น ดังนี้

2.5.1 การสะท้อนความคิดเห็นของครูในขณะการจัดการเรียนรู้

2.5.2 การสะท้อนความคิดเห็นจากนักเรียน กลุ่มเพื่อนสมาชิกที่สอนวิชาเดียวกัน การสังเกตชั้นเรียนและการประเมินการปฏิบัติ

2.5.3 การสะท้อนความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับเป้าหมาย บริบทและหลักการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

2.6 การประเมินความเชื่อและการจัดการเรียนรู้ของครู

2.7 การติดตามผลการจัดการเรียนรู้ของครูประจำการในชั้นเรียน

3. ผลการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม พบว่าครูประจำการทั้งหมด 20 คน มีการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มแนวคิดก่อนการอบรมจากแบบไม่เข้าใจแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) แนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) ร้อยละ 10, 15, 15 ตามลำดับ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มแนวคิดก่อนการอบรมจากแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เป็นแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) แนวคิดเข้าใจบางส่วน (PU) เป็นแนวคิดที่สมบูรณ์ ร้อยละ 15, 25, 20 ตามลำดับ

## อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการสำรวจแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ประจำการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม พบว่าครูประจำการก่อนการอบรมส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มมีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน (SM) และไม่มีแนวคิด (NU) ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัย Bowers, Sharon W.; Ernst, Jeremy, V (2012) พบว่าครูประจำการขาดแนวคิด ประเด็น สะเต็มศึกษา แต่หลังจากที่ครูประจำการได้รับการอบรมพบว่าครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีแนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม แบบแนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) และแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) มีจำนวนเพิ่มขึ้น ในขณะที่ครูประจำการที่มีแนวคิดอยู่ในกลุ่มคลาดเคลื่อน (SM) และไม่เข้าใจแนวคิด (NU) ลดลงนั้น เนื่องจากการอบรมครูวิทยาศาสตร์ประจำการได้รับทราบข้อมูลจาก สส.วท.มีการจัดอบรมทางไกลตลอดภาคเรียน แต่ก็ไม่ส่งผลทำให้ครูประจำการมี



แนวคิดทางด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม และขาดความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งอย่างแท้จริง (Jennifer, Thomas and Laura, 2022)

2. การพัฒนาขั้นตอนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ครูประจำการได้รับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มแล้วนำไปใช้และประเมินผล โดยระหว่างการสร้างและนำหลักสูตรการพัฒนาดังกล่าวไปใช้ จะใช้กระบวนการวิจัยแบบวงจรเชิงปฏิบัติการ เพื่อปรับปรุงและการพัฒนาวิชาชีพ จนได้ข้อความรู้ขึ้นมา โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 2.1 การทดสอบวัดแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
- 2.2 การให้ครูประจำการสะท้อนความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ของตนเอง
- 2.3 การให้ความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
- 2.4 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้
- 2.5 การปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบการอภิปรายสะท้อนความคิดเห็น ดังนี้
  - 2.5.1 การสะท้อนความคิดเห็นของครูในขณะการจัดการเรียนรู้
  - 2.5.2 การสะท้อนความคิดเห็นจากนักเรียน กลุ่มเพื่อนสมาชิกที่สอนวิชาเดียวกัน การสังเกตชั้นเรียน และการประเมินการปฏิบัติ
  - 2.5.3 การสะท้อนความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับเป้าหมาย บริบทและหลักการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้
- 2.6 การประเมินความเชื่อและการจัดการเรียนรู้ของครู
- 2.7 การติดตามผลการจัดการเรียนรู้ของครูประจำการในชั้นเรียน

จากการปฏิบัติงานโดยอาศัยวงจรการวิจัยดังกล่าว เป็นแนวทางนำไปสู่การได้มาซึ่งแนวทางการปฏิบัติที่ดี (Best practice) เป็นการดำเนินการแบบมีส่วนร่วมของครูประจำการที่ได้จากการปฏิบัติไปพร้อมๆ กับการปฏิบัติหน้าที่ของครูประจำการ จึงทำให้ขั้นตอนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จินตนา พุ่มไสว (2564) พบว่า การพัฒนาครูที่ใช้วงจร PAOR จะทำให้การพัฒนามีประสิทธิภาพ รูปแบบการพัฒนาจะมีลักษณะช่วยในการปฏิบัติการสอนของครู (Aregamalage S., Vijayanthi P., Hong S., and Fang Huang. 2017) (Jennifer, Thomas, Laura, 2022).

3. ผลการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม พบว่าครูวิทยาศาสตร์ประจำการ มีการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มแนวคิดก่อนการอบรมจากแบบไม่เข้าใจแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) แนวคิดที่เข้าใจบางส่วน (PU) แนวคิดที่สมบูรณ์ (SU) ร้อยละ 10, 15, 15 ตามลำดับ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มแนวคิดก่อนการอบรมจากแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เป็นแนวคิดที่เข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) แนวคิดเข้าใจบางส่วน (PU) เป็นแนวคิดที่สมบูรณ์ ร้อยละ 15, 25, 20 ตามลำดับ จะเห็นว่าการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการเป็นการพัฒนาควบคู่ไปกับการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนของครูเป็นการพัฒนาที่ไม่ต้องนำครูออกมาจากห้องเรียน เป็นการสร้างและพัฒนาบทเรียนแล้วนำไปทดลองใช้ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักวิจัยกับผู้ร่วมวิจัยและผู้ร่วมวิจัยด้วยตนเอง (David J and ets : 2017) การที่ครูประจำการมีแนวคิดที่เพิ่มขึ้นทำให้ครูมั่นใจในการจัดการเรียนรู้และสามารถนำไปพัฒนาวิชาชีพครูได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น (Louis S. Nadelson and ets; 2013)

### ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาครูประจำการควรมีพื้นฐานแนวคิดด้านการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลก่อนเพื่อวางกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาได้เฉพาะบุคคล
2. การพัฒนาครูประจำการควรมีเนื้อหาหลากหลายมาเป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น เช่น การศึกษาโครงสร้างอะตอม คุณสมบัติของแสง

3. ควรวินิจฉัยติดตามการเรียนรู้และพฤติกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ของครูประจำการในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

#### เอกสารอ้างอิง

- จินตนา พุ่มไสว. (2564). การพัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาด้วยแหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนาทักษะชีวิตของนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองจันทร์. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 3(3), 1-18. สืบค้นจาก <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/ejes/article/view/250233>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *มาตรฐานสะเต็มศึกษา*. ฝ่ายประเมินมาตรฐานสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: ชัดเชสพับลิเคชั่น.
- สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดนครสวรรค์. *รายงานผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2564 จังหวัดนครสวรรค์*. นครสวรรค์: สำนักศึกษาธิการจังหวัดนครสวรรค์.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Aregamalage S., Vijayanthi P., Hong S., and Fang Huang. (2017). STEM Teacher Education and Professional Development and Training: Challenges and Trends. *American Journal of Applied Psychology*, 6(5), 93-97.
- Bell, B. and R. Baker. (1997). Curriculum Development in Science: Policy-to-Practice and Practice-to-Policy. pp. 1-17. in Bell, b. and R. Baker (eds.). *Developing Science Curriculum in Aotearoa New Zealand*. New Zealand: Longman.
- Bowers, Sharon W.; Ernst, Jeremy, V. (2012). Assessing Elementary In-Service Teachers' STEM-Centric Lesson Plans. *Journal of STEM Education : Innovations and Research*, 19(2), 15 – 20.
- David J. S, Suparna Sinha, Denise M. Bressler & Lynda Ginsburg. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4 (2017), 1-16.
- Hassel, E. (1999). *Professional Development : Learning from the Best a Toolkit for Schools and Districts Based on the National Awards Program for Model Professional Development*. Illinois: North Central Regional Educational Laboratory.
- Haidar, A.H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 181-197.
- Hassel, E. (1999). *Professional Development : Learning from the Best a Toolkit for Schools and Districts Based on the National Awards Program for Model Professional Development*. Illinois: North Central Regional Educational Laboratory.
- Jennifer, Thomas, Laura (2022). Interdisciplinary Research and STEM-focused Social Science Curriculum Support Retention and Impact Perception of Science in Cohort of S-STEM Scholarship Students. *Journal of STEM Education*, 23(1) 5-16.
- Jonathan A. Supovitz, Herbert M. Turner (2000). The Effects of Professional Development on Science Teaching Practices and Classroom Culture. *Journal of Research in Science Teaching*. 37(9), 963 – 980.



- National Research Council [NRC.]. (1996). *National Science Education Standards*. Washington DC National Academic Press.
- Louis S. N & Janet Callahan.et al. (2013). Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for Elementary Teachers. *Journal of Educational Research*, 2 (2013), 157-168.
- OECD. (2009). *Creating Effective Teaching and Learning Environments: First Results from TALIS*. Paris: OECD. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/17/51/43023606.pdf>
- Pattamaporn Pimthong and John Williams. (2020). Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. 41 (2020), 289–295.
- Renyi, J. 1996. Teachers Take Charge of Their Learning. *National Foundation for the mprovement of Education' s Report*. Available: <http://www.nfie.org/fullreport.htm>, May 13, 2000.