

## สภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครู วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา\*

### Current Situation, Problem and Needs for STEM Learning of Primary Science Teacher

วรกันยา แก้วกลม (WorakanyaKaewklom)\*\*

พินิจ ขำวงษ์ (PinitKhumwong)\*\*\*

จรรยา ดาสา (ChanyahDahsah)\*\*\*\*

#### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 4 จำนวน 137 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

ผลการสำรวจพบว่า ครูส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาศึกษาในระดับดีมาก ยกเว้นในประเด็น 1) สะเต็มศึกษาเน้นการเชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตจริง ทั้งในระดับชุมชน สังคม และนานาชาติ 2) สะเต็มศึกษาเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดขั้นสูง และการสร้างนวัตกรรม และ 3) รูปแบบในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายไม่จำกัดเฉพาะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีครูตอบถูกไม่ถึงร้อยละ 80 โดยครูที่จบสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ครูสอนประจำวิชาวิทยาศาสตร์ และการมีประสบการณ์ในการอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาสูงกว่าครูกลุ่มอื่น และครูส่วนใหญ่ประเมินตนเองว่ามีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี แต่ก็ยังพบปัญหาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ครูขาดความชัดเจนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในบางประเด็น จึงทำให้ครูไม่สามารถนำเนื้อหา สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรในแต่ละสาระการเรียนรู้มาบูรณาการในการออกแบบการ

\* บทความวิจัย

\*\* นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
Doctor of Education Program in Science Education, Science Education Center, Science Faculty,  
Srinakarinwirot University tel. (+66)895805802 e-mail: worakanya.swu@gmail.com

\*\*\* อาจารย์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Lecturer in Science Education Center, Science Faculty, Srinakarinwirot University

\*\*\*\* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Assistant Professor in Science Education Center, Science Faculty, Srinakarinwirot University

จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยตนเอง ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนและการกำหนดแนวทางในการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษายังขาดประสิทธิภาพ ครูจึงมีความต้องการในการพัฒนาตนเองเพิ่มเติมในด้าน 1) การสร้างสื่อการเรียนการสอน 2) การเขียนแผนการสอนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ด้านการวัดและประเมินผล โดยวิธีการ 1) การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ 2) ชุดฝึกอบรมพร้อมอุปกรณ์สำหรับฝึกด้วยตนเองเป็นรายบุคคล 3) การอบรมออนไลน์ 4) การพัฒนาอย่างเข้มและได้รับการนิเทศติดตามอย่างต่อเนื่อง และ 5) การศึกษาดูงานโรงเรียนศูนย์สะเต็ม ตามลำดับ

**คำสำคัญ** :สะเต็มศึกษา, ปัญหาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา, ครูผู้สอนระดับประถมศึกษา

### Abstract

The purposes of this study was to investigate the current situations, problems and needs for STEM learning of primary science teachers in Si Sa Ket Primary Education Area 4. The data were collected by using questionnaire. The sample were 137 primary science teachers, selected by simple random sampling. The statistics that are used for analyzing were the mean, standard deviation, and percentage.

The survey found that most teachers had understanding about STEM at the excellent level, teachers can answer correctly more than 80% of their questions, except 1) STEM education connecting content with real life both of community, social and international levels; 2) STEM education providing students the 21<sup>st</sup> century skills, especially higher order thinking skills and innovation skill; and 3) STEM education capable variety of learning method, not only limited to problem-based learning; which teacher answer correctly less than 80%. In addition, the teachers who graduated from science, science teachers and teachers who experiencing STEM education training, they have higher level of understanding about STEM than other teachers. They also perceived themselves having a good level of STEM teaching. However, there are also problems with teachers lacked of clarity about the STEM learning on some issues. Therefore, teachers cannot analyze and integrate contents from different subject areas to design learning activities in the classroom by themselves, and cannot set effective guidelines for evaluation and assessment in STEM education. Thus, most teachers needed more self-development on topic 1) the creation of teaching equipment, 2) the writing and designing of the lesson plan and learning activities and 3) evaluation and assessment. The aspect that they want on professional development methods were 1) training workshop 2) training kit with equipment for personal self-training 3) online Training 4) intensive development and continuous monitoring; and 5) visiting the STEM center schools.

**Keywords:** STEM education, Problem for STEM learning management, Primary teacher

## บทนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ทำการปฏิรูปเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน พัฒนาปรับปรุงหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ ตลอดจนการเตรียมความพร้อมด้านต่างๆ ที่เป็นปัจจัยสนับสนุนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยได้มีการจัดทำร่างแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2555 - 2559 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ม.ป.ป.: 3) เพื่อให้สอดคล้องกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) ที่มีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม(STEM Workforce) เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาลที่ประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านนี้ทั้งปริมาณและคุณภาพ การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จึงต้องปรับยุทธศาสตร์ให้เน้นความรู้ และทักษะที่เหมาะสม(มนตรี จุฬาวัดมล. 2556: 16; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ม.ป.ป.: 1) โดยมีเป้าหมายเพื่อขับเคลื่อนนักเรียนไทยทุกช่วงชั้นให้มีความรู้ความสามารถสูงขึ้นและทัดเทียมกับนานาชาติภายในปี พ.ศ.2570 พร้อมทั้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี โดยจะใช้ระบบ "สะเต็มศึกษา" (STEM Education) เป็นกลยุทธ์หลักในการพัฒนา (มนตรี จุฬาวัดมล. 2556)

เนื่องจากสะเต็มศึกษาเริ่มดำเนินการในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2555 จึงถือว่าเป็นเรื่องใหม่ที่ครูส่วนใหญ่ยังไม่เคยรู้จัก และยังไม่เข้าใจหลักการปฏิบัติที่ชัดเจน จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาครูให้สามารถสอนตามแนว สะเต็มศึกษาได้ (มนตรี จุฬาวัดมล. 2556: 14) เพราะครูเป็นผู้ที่มีหน้าที่โดยตรงในการออกแบบและจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน วิธีการจัดการเรียนรู้ของครูมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะครูคือตัวกลางระหว่างหลักสูตรกับผู้เรียน และเป็นผู้มีบทบาทที่จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์ของหลักสูตร (กุลยา ตันติผลาชีวะ. 2543: 25; ภาว เลหาไพบูลย์. 2542: 54; สมจิตสวธน์ไพบูลย์. 2540: 6) ดังนั้นส่วนหนึ่งที่เป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ครูสามารถปรับปรุงคุณภาพจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมและพัฒนาหล่อหลอมผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. 2548: 16) ดังที่ในยุทธศาสตร์สะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้ความสำคัญต่อการอบรมพัฒนาครูใน “ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาครูและบุคลากรสะเต็มให้สามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไปสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและครูควรได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสมและมีโอกาสรับคำแนะนำจากผู้ประกอบอาชีพที่มีความเชี่ยวชาญด้านสะเต็ม” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ม.ป.ป.: 7)

การพัฒนาวิชาชีพอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นับเป็นเรื่องที่ซับซ้อน ต้องมีการผสมผสานองค์ประกอบ และกลยุทธ์ที่แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา รวมทั้งมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนที่จะสามารถนำจากที่หนึ่งไปใช้ยังอีกที่หนึ่งได้ทั้งหมดจำเป็นต้องมีองค์ประกอบของการออกแบบที่ต้องพิจารณาสำหรับบริบทที่แตกต่างกัน (Loucks-Horsley; et al. 1998) ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อสร้างโปรแกรมการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ 1) การประเมินบริบท 2) ออกแบบโปรแกรมบนพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพครู และความเปลี่ยนแปลงทางการศึกษา 3) ใช้บริบทท้องถิ่นในการออกแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพ และ 4) รวบรวมข้อมูลสะท้อนผลและปรับปรุงโปรแกรมโดยการออกแบบแนวทางการพัฒนาครูควรมีความสมดุลกันระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ จึงควรมีการสำรวจตรวจสอบบริบทพื้นฐานเพื่อให้สามารถออกแบบกระบวนการที่จะสามารถส่งเสริมและพัฒนาครูได้ตรงกับเป้าหมาย (Mundry, S; & Loucks-Horsley, S. 1999: 7-8) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ได้สารสนเทศที่จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา และพัฒนาความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูให้มีประสิทธิภาพต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครู วิทยาศาสตร์ประถมศึกษา

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. ขอบเขตของการวิจัย

##### 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครูประจำการที่สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 4 จำนวนทั้งสิ้น 209 คน

##### 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครูประจำการที่สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 4 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 137 คน จากการคำนวณหาขนาดขั้นต่ำของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้สูตรของยามานะ (Yamane. 1973) การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling)

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแบบสอบถามสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 2.1 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาเพื่อกำหนดโครงสร้างแนวคำถาม โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของสะเต็มศึกษา ความสำคัญของสะเต็มศึกษา การดำเนินงานด้านสะเต็มศึกษาในประเทศไทย การบูรณาการการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา หลักการของสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา การวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา และการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา เพื่อนำไปใช้ในการสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันในการดำเนินการในการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษา

2) นำข้อมูลจากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษามากำหนดประเด็นและโครงสร้างของแบบสอบถามโดยสร้างกรอบคำถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

3) จัดทำร่างแบบสอบถามความคิดเห็นต่อสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยแบ่งเป็น 4 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะคำถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครูจำนวน 24 ข้อ มีรูปแบบให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นว่าข้อคำถามนั้น “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ตอนที่ 3 สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้ของครู จำนวน 24 ข้อ มีรูปแบบให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของผู้ตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย

ตอนที่ 4 ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นข้อคำถามแบบเขียนตอบ

4) นำร่างแบบสอบถามความคิดเห็นที่ผ่านการตรวจสอบของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องตามโครงสร้างของแบบสอบถามความตรงตามเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC (Index of Congruence) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปโดยผลการประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในตอน 2 ตอนที่ 3 และตอนที่ 4 พบว่า

ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครูจำนวน 24 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1 จำนวน 20 ข้อ และมีค่า IOC ระหว่าง 0-0.33 จำนวน 4 ข้อ จึงได้ตัดข้อคำถามที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ

ตอนที่ 3 สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้ของครู จำนวน 24 ข้อ มีระดับความเหมาะสมระหว่าง 4-5 จำนวน 21 ข้อ และมีระดับความเหมาะสมเท่ากับ 2.67 จำนวน 3 ข้อ จึงได้ตัดข้อคำถามที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 21 ข้อ

ตอนที่ 4 ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นข้อคำถามแบบเขียนตอบ มีระดับความเหมาะสม เท่ากับ 5 โดยมีข้อเสนอแนะให้แบ่งย่อยให้เขียนตอบเป็นรายด้าน เช่น การวัดและประเมินผล การเขียนแผนฯ การสร้างสื่อ เป็นต้น

5) ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6) จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

## 2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นต่อสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา แบ่งออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะคำถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) โดยข้อคำถามได้แก่ เพศ อายุ ประสบการณ์ในการสอน สาขาที่จบการศึกษา การสอนวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์การเข้ารับการพัฒนากับสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครู ลักษณะคำถามเป็นแบบ 2 ตัวเลือก คือ ใช่ หรือ ไม่ใช่ โดยข้อคำถามแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความหมายและหลักการของสะเต็มศึกษาจำนวน 8 ข้อ 2) ด้านความสำคัญของสะเต็มศึกษาจำนวน 4 ข้อ และ 3) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 8 ข้อ รวม 20 ข้อ

ตอนที่ 3 การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ลักษณะของคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง และน้อย จำนวน 21 ข้อ

ตอนที่ 4 ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา(สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยเข้ารับการพัฒนากับสะเต็มศึกษาเป็นผู้ตอบ) ลักษณะของคำถามเป็นแบบเขียนตอบ

### 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

#### 3.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครู โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1) ตรวจสอบให้คะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของครู โดยตอบถูกได้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0

2) หาความถี่ของจำนวนครูที่ตอบถูกในแต่ละข้อ และหาค่าร้อยละของจำนวนครูที่ตอบถูก

3) ทำการแปลผลคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครูรายบุคคลโดยการแปลผลเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

เกณฑ์การแปลผลความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครู (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

16.00– 20.00 หมายถึง ครูมีความรู้ความเข้าใจฯ อยู่ในระดับ ดีมาก

11.00– 15.99 หมายถึง ครูมีความรู้ความเข้าใจฯ อยู่ในระดับ ดี

6.00– 10.99 หมายถึง ครูมีความรู้ความเข้าใจฯ อยู่ในระดับ ปานกลาง

0 –5.99 หมายถึง ครูมีความรู้ความเข้าใจฯ อยู่ในระดับ น้อย

4) ทำการวิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาแยกตามสถานะของครู โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครูแต่ละสถานะ แล้วแปลผลเทียบกับเกณฑ์

3.2 การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งครูทำการประเมินระดับการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของตนเองแล้วผู้วิจัยนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และทำการแปลผลเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

3.26 –4.00 คือ การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดีมาก

2.51 -3.25 คือ การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี

1.76 -2.50 คือ การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง

1.00 –1.75 คือ การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับน้อย

3.3 ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู โดยแบบสอบถามส่วนนี้เป็นแบบเขียนตอบ ซึ่งครูที่เขียนตอบเป็นครูที่เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาหรือเคยจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนแล้วผู้วิจัยนำคำตอบของครูมาทำการวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

## ผลการวิจัย

### 1. ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นดังนี้

1. ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 75.91 ส่วนเพศชาย ร้อยละ 24.09
2. ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุ 31-40 ปี (ร้อยละ 43.07) รองลงมาคืออายุไม่เกิน 30 ปี (ร้อยละ 27.01) อายุ 51-60 ปี (ร้อยละ 15.33) และอายุ 41-50 ปี (ร้อยละ 14.60) ตามลำดับ
3. ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ 1 – 5 ปี (ร้อยละ 26.28) รองลงมาคือประสบการณ์ 6 – 10 ปี (ร้อยละ 21.17) ประสบการณ์ 20 – 25 ปี (ร้อยละ 15.33) ประสบการณ์ 25 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 14.60) ประสบการณ์ 11 – 15 ปี (ร้อยละ 13.14) และประสบการณ์ 16 – 20 ปี (ร้อยละ 9.49) ตามลำดับ
4. ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จบการศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 70.80 และไม่ได้จบสาขาวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 29.20
5. ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 21.90) และเป็นครูที่สอนประจำชั้นซึ่งต้องสอนทุกวิชา (ร้อยละ 78.10)
6. ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่เคยเข้ารับการพัฒนาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (ร้อยละ 51.09) และเคยเข้ารับการพัฒนาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (ร้อยละ 48.91)

### 2. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครู

ผลการศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา พบว่า

ตารางที่ 1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครู

ที่	รายการ	ร้อยละของครูที่ตอบถูก
<b>ด้านความหมายและหลักการของสะเต็มศึกษา</b>		
1.	สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	100
2.	สะเต็มศึกษาหมายถึงการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ	99.27
	สะเต็มศึกษาเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง	99.27
3.	สะเต็มศึกษาผู้เรียนจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหา	92.70
4.	สะเต็มศึกษามีการวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริง และวัดผลจากความสำเร็จของงานเป็นหลักสำคัญ	90.51
5.	สะเต็มศึกษาหมายถึงการศึกษาที่เน้นการเชื่อมโยงกับการประกอบอาชีพในชีวิตจริง	89.05
6.	สะเต็มศึกษาเน้นการใช้สถานการณ์ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นปัญหาที่เฉพาะเจาะจง มีคำตอบเดียว เพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบได้ถูกต้องตรงกัน	87.59
7.	สะเต็มศึกษาเน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริง ทั้งในระดับชุมชน สังคม และนานาชาติ	56.20
<b>เฉลี่ยด้านความหมายและหลักการของสะเต็มศึกษา</b>		<b>86.77</b>
<b>ด้านความสำคัญของสะเต็มศึกษา</b>		
1.	สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้แก่ผู้เรียนได้	100
2.	สะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ และสามารถพัฒนาประเทศเป็นประเทศไทย 4.0	95.62
3.	สะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนมีแรงบันดาลใจในการทำอาชีพ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	87.59
4.	สะเต็มศึกษาไม่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น แต่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดขั้นสูงและการสร้างนวัตกรรม	46.72
<b>เฉลี่ยด้านความสำคัญของสะเต็มศึกษา</b>		<b>82.48</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ที่	รายการ	ร้อยละของครูที่ตอบถูก
<b>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</b>		
1.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเน้นให้ผู้เรียนทำการออกแบบอย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา	100
	การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเน้นกิจกรรมส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน	100
	ครูสามารถเลือกใช้ระดับการบูรณาการในชั้นเรียนสะเต็มได้หลายระดับ ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและบริบท	100
2.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างสี่สาขาวิชา กับชีวิตจริงและการประกอบอาชีพ	97.81
	ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีหน้าที่ในการอำนวยความสะดวก	97.81
3.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีขั้นตอนสำคัญคือ การระบุปัญหา การออกแบบชิ้นงาน และการบูรณาการองค์ความรู้	96.35
4.	กิจกรรมการเรียนรู้ต้องเน้นทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร	93.43
5.	รูปแบบในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลาย ไม่จำกัดเฉพาะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	12.41
<b>เฉลี่ยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</b>		<b>87.23</b>

จากตารางที่ 1 พิจารณาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครู เป็นรายด้าน ดังนี้

1. ด้านความหมายและหลักการของสะเต็มศึกษา โดยจะเห็นได้ว่า ครูส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในด้านความหมายและหลักการของสะเต็มศึกษา (ตอบถูกร้อยละ 86.77) ยกเว้นในประเด็น “สะเต็มศึกษาเน้นการเชื่อมโยงเนื้อหา กับชีวิตจริง ทั้งในระดับชุมชน สังคม และนานาชาติ” ที่ครูตอบถูกเพียงร้อยละ 56.20 เนื่องจาก

2. ด้านความสำคัญของสะเต็มศึกษา โดยจะเห็นได้ว่า ครูส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในด้านความสำคัญของสะเต็มศึกษา (ตอบถูกร้อยละ 82.48) ยกเว้นในประเด็น โดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรม “สะเต็มศึกษาไม่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มากขึ้น แต่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดขั้นสูงและการสร้างนวัตกรรม” ที่ครูตอบถูกเพียงร้อยละ 46.72

3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยจะเห็นได้ว่าครูส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (ตอบถูกร้อยละ 87.23) ยกเว้นในประเด็น “รูปแบบในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายไม่จำกัดเฉพาะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน” โดยครูตอบถูกเพียงร้อยละ 12.41

เมื่อนำคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครูมาจำแนกระดับความเข้าใจตามเกณฑ์ แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละของครูจำแนกตามระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

องค์ประกอบความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็ม	ร้อยละของจำนวนครู จำแนกตามระดับความเข้าใจ			
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย
ด้านที่ 1 ความหมายและหลักการของสะเต็มศึกษา	78.83	18.98	2.19	0
ด้านที่ 2 ความสำคัญของสะเต็มศึกษา	46.72	38.69	12.41	2.19
ด้านที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	91.97	5.84	2.19	0
<b>คะแนนรวมทั้งสามด้าน</b>	<b>88.32</b>	<b>9.49</b>	<b>8.11</b>	<b>0</b>

จากตารางที่ 2 คะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของครูรายบุคคลพบว่า ครูส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 88.32 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในด้านที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามากที่สุด (อยู่ในระดับดีมากคิดเป็นร้อยละ 91.97) รองลงมาคือ ด้านที่ 1 ความหมายและหลักการของสะเต็มศึกษา (อยู่ในระดับดีมากคิดเป็นร้อยละ 78.83) และด้านที่ 2 ความสำคัญของสะเต็มศึกษา (อยู่ในระดับดีมากคิดเป็นร้อยละ 46.72) ตามลำดับ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาตามสถานะของผู้ตอบแบบสอบถาม แสดงผลดังตารางที่ 3

## ตารางที่ 3 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาแยกตามสถานะของครู

สถานะ	ค่าเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา	S.D.	การแปลผล
1.ประสบการณ์ในการสอน			
1.1 1 - 5 ปี	17.44	0.96	ดีมาก
1.2 6 - 10 ปี	17.76	1.00	ดีมาก
1.3 11 - 15 ปี	18.28	1.19	ดีมาก
1.4 16 - 20 ปี	17.62	1.21	ดีมาก
1.5 20-25 ปี	16.95	1.81	ดีมาก
1.6 25 ปีขึ้นไป	15.10	3.16	ดี
2.สาขาวิชาที่จบ			
2.1 จบสาขาวิทยาศาสตร์	17.84	1.02	ดีมาก
2.2 ไม่ได้จบวิทยาศาสตร์	15.73	2.61	ดี
3.การสอนวิทยาศาสตร์			
3.1 สอนเฉพาะวิทยาศาสตร์	18.17	1.16	ดีมาก
3.2 สอนประจำชั้น	16.95	1.99	ดีมาก
4.การอบรมสะเต็มศึกษา			
4.1 เคยอบรม	18.01	1.04	ดีมาก
4.2 ไม่เคยอบรม	16.46	2.21	ดีมาก

จากตารางที่ 3 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาแยกตามสถานะของครูพบว่า

- ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนแตกต่างกันมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาไม่แตกต่างกัน
  - ครูที่จบสาขาวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 17.84$ , ระดับดีมาก) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาสูงกว่าครูที่ไม่ได้จบวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 15.73$ , ระดับดี)
  - ครูที่สอนเฉพาะวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 18.17$ , ระดับดีมาก) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาสูงกว่าครูที่สอนประจำชั้น ( $\bar{X} = 16.95$ , ระดับดีมาก)
  - ครูที่เคยอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ( $\bar{X} = 18.01$ , ระดับดีมาก) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาสูงกว่าครูที่สอนประจำชั้น ( $\bar{X} = 16.46$ , ระดับดีมาก)
- ดังนั้นครูที่จบสาขาวิทยาศาสตร์ ครูที่สอนประจำวิชาวิทยาศาสตร์ และครูที่มีประสบการณ์ในการอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาสูงกว่าครูกลุ่มอื่น

### 3. การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู

ผลการสำรวจการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์

ประถมศึกษาพบว่า

ตารางที่ 4 สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู

ข้อ	รายการ	ค่าเฉลี่ยของระดับการปฏิบัติ	S.D.	การแปลผล
<b>ด้านรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
1.	ท่านจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	2.90	0.64	ดี
2.	ท่านมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน	3.07	0.60	ดี
3.	ท่านมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน	3.04	0.57	ดี
4.	ท่านมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน	3.01	0.58	ดี
5.	ท่านมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และทักษะการสื่อสารของผู้เรียน	2.93	0.66	ดี
6.	ท่านมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	2.86	0.80	ดี
7.	ท่านมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	2.47	0.90	ปานกลาง
8.	ท่านมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยฝึกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมแบบร่วมมือ	3.02	0.61	ดี
9.	ท่านบูรณาการเนื้อหาหรือทักษะของรายวิชาอื่น ๆ กับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	2.47	0.58	ปานกลาง
10.	ท่านจัดการเรียนรู้เชื่อมโยงเนื้อหาสาระการเรียนรู้กับปัญหาในชีวิตจริงหรือการประกอบอาชีพ	2.99	0.64	ดี
11.	ท่านจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย	3.18	0.66	ดี
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</b>				
12.	ท่านส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ปัญหา วางแผน/ออกแบบและทดลองปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด	2.91	0.75	ดี
13.	ท่านเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มและในชั้นเรียน	3.15	0.53	ดี
14.	ท่านให้นักเรียนนำเสนอและอธิบายผลงาน/ชิ้นงานของตนเองให้เพื่อนฟัง	2.95	0.61	ดี
15.	ท่านให้โอกาสนักเรียนได้ปรับปรุงผลงาน/ชิ้นงานให้ดีขึ้น	3.06	0.59	ดี

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	ค่าเฉลี่ยของระดับการปฏิบัติ	S.D.	การแปลผล
<b>ด้านการวัดและประเมินผล</b>				
16.	ทำนอธิบายเกณฑ์การวัดประเมินผลให้นักเรียนทราบล่วงหน้า	2.86	0.58	ดี
17.	ทำนวัดประเมินผลนักเรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย	3.18	0.55	ดี
18.	ทำนวัดประเมินผลนักเรียนได้อย่างครอบคลุม ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	3.07	0.60	ดี
19.	ทำนให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนปรับปรุงผลงาน/ชิ้นงาน	3.04	0.51	ดี
20.	ทำนให้นักเรียนประเมินผลงานของตนเอง หรือประเมินผลงานของเพื่อน	2.93	0.66	ดี
21.	ทำนเน้นการประเมินคุณภาพของชิ้นงานมากกว่าผลสำเร็จของงานเพียงอย่างเดียว	2.48	0.64	ปานกลาง

จากตารางที่ 4 พบว่าครูส่วนใหญ่ประเมินตนเองว่ามีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี โดยมีสามประเด็นที่ครูมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ 1) การประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นการประเมินจากสภาพจริง 2) การบูรณาการเนื้อหาหรือทักษะในสาขาวิชาสะเต็มและ 3) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

#### 4.ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ได้รวบรวมโดยใช้ข้อคำถามแบบเขียนตอบ โดยผู้ตอบแบบสอบถามในส่วนนี้ต้องเป็นผู้ที่เคยเข้ารับการพัฒนาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ผลการศึกษา มีดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คำตอบของครูพบประเด็นปัญหาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครู 5 ด้าน ดังนี้
  - 1.1 ด้านเนื้อหาตามตัวชี้วัด ได้แก่ 1) เนื้อหามากเกินไป 2) หลักสูตรยังไม่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม และ 3) ขาดแนวทางที่ชัดเจนในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม
  - 1.2 ด้านกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ระยะเวลากับเนื้อหาไม่สัมพันธ์กัน 2) ครูไม่สามารถออกแบบกิจกรรมสะเต็มได้ 3) ผู้เรียนขาดความพร้อมและ 4) ปัญหาด้านเครื่องมือและวิธีการในการวัดและประเมินผล
  - 1.3 ด้านการบูรณาการ ได้แก่ 1) ครูขาดความรู้เกี่ยวกับแนวทางในการบูรณาการ และ 2) ครูมีการจัดกิจกรรมบูรณาการด้านเนื้อหาเพียงแบบเดียวยังไม่มีการบูรณาการกับครูผู้สอนในรายวิชาอื่น
  - 1.4 ด้านสื่อและอุปกรณ์ ได้แก่ ขาดแคลนสื่อและอุปกรณ์
  - 1.5 ด้านอื่นๆ ได้แก่ 1) ภาระงานของครูมาก 2) ครูไม่ครบชั้น

เมื่อพิจารณาประเด็นปัญหาพบว่า ปัญหาในด้านการขาดแคลนสื่อและอุปกรณ์ปัญหาภาระงานของครูมาก และปัญหาครูไม่ครบชั้นนั้นเป็นปัญหาพื้นฐานของระบบการศึกษาไทยที่ไม่ได้มีเฉพาะในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับปัญหาที่จัดว่าเป็นปัญหาในการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ด้านเนื้อหาตามตัวชี้วัดและการบูรณาการและด้านกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวครูได้มีความพยายามในการแก้ปัญหาที่พบ และเมื่อทำการวิเคราะห์วิธีแก้ปัญหของครูพบว่า ครูส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จึงสามารถดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาได้ดี แต่ยังคงขาดความชัดเจนในการดำเนินกิจกรรม การบูรณาการ และครูส่วนใหญ่ไม่สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเอง

2. ผลการวิเคราะห์คำตอบของครูเกี่ยวกับความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าครูมีความต้องการในการพัฒนาตนเองในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยครูทุกคนที่ตอบแบบสอบถามในส่วนนี้ มีความต้องการในการพัฒนาตนเองเพิ่มเติมในทุกๆ ด้านที่เกี่ยวข้องกับจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เมื่อเรียงลำดับความต้องการเป็นรายด้าน พบว่า ครูมีความต้องการพัฒนาในด้านการสร้างสื่อการเรียนการสอนมากที่สุด (ร้อยละ 35) รองลงมาคือ การเขียนแผนการสอนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (ร้อยละ 30) และการวัดผลประเมินผล (ร้อยละ 13.33) ตามลำดับ

ซึ่งวิธีการที่ครูต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา คือ 1) การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ (ร้อยละ 83.33) 2) ชุดฝึกอบรมพร้อมอุปกรณ์สำหรับฝึกด้วยตนเองเป็นรายบุคคล (ร้อยละ 25) 3) การอบรมออนไลน์ (ร้อยละ 16.67) 4) การพัฒนาอย่างเข้มและได้รับการนิเทศติดตามอย่างต่อเนื่อง (ร้อยละ 8.33) และ 5) การศึกษาดูงานโรงเรียนศูนย์สะเต็ม (ร้อยละ 3.33) ตามลำดับ

### อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้อภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการวิจัยพบว่าครูที่จบสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ครูสอนประจำวิชาวิทยาศาสตร์ และการมีประสบการณ์ในการอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาสูงกว่าครูกลุ่มอื่น สอดคล้องกับการวิจัยของนักการศึกษาที่พบว่า ครูประถมศึกษาที่ไม่ได้จบการศึกษาวิชาเอกในกลุ่มสาระที่สอนจะขาดความชัดเจนเกี่ยวกับหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในวิชาที่ตนไม่ถนัดทำให้การจัดการเรียนรู้ไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2553: 9-10; จุฑามาส สุปรายภรณ์. 2557: 49; จำรัส อินทลาภาพร. 2558: 4) และสอดคล้องกับ Wang; et al. (2011: 11) ที่กล่าวว่า ครูที่จบจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษาแตกต่างกัน

ประเด็นที่ครูยังมีความเข้าใจผิดอยู่มาก ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาควรเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงและการทำงาน เข้ากับเนื้อหาในสาขาวิชาสะเต็ม (Robert. 2013: 26; Vasquez; Sneider; & Comer. 2013: 18-19; พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. 2556: 50; สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. 2557: 4; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558: 4) โดยไม่ได้มีการเจาะจงว่าควร

เป็นเรื่องในระดับใด สามารถเลือกเนื้อหาได้ทั้งองค์ความรู้นานาชาติที่ทันสมัย และภูมิปัญญาท้องถิ่น แต่ครูส่วนใหญ่ยังยึดติดว่าการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงชีวิตจริงนั้นหมายถึงเรื่องราวใกล้ตัวที่ผู้เรียนพบเจอได้ในชีวิตประจำวันและชุมชนในขณะนั้น 2) ครูมักเข้าใจว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้น เน้นการช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น แต่ในความเป็นจริงนั้นสะเต็มศึกษาเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการมากกว่าการเน้นเนื้อหา โดยเฉพาะการพัฒนาสมรรถนะในศตวรรษที่ 21 (21<sup>st</sup> century competencies) (National Research Council. 2011: 1; Robert. 2013: 22; Vasquez; Sneider; & Comer.2013: 18-19; พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. 2556: 51; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558: 7; สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. 2557: 3) ได้แก่ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา (Thinking & Problem solving Skills) เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดอย่างมีระบบ (Critical Thinking and Systems Thinking) ทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creativity and Intellectual Curiosity) การทำงานร่วมกันเป็นทีม (collaboration) การสื่อสาร (communication) และทักษะการสร้างนวัตกรรม และ 3) ครูส่วนใหญ่เข้าใจว่ารูปแบบในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาต้องใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้นใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) ในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ (Lantz. 2009: 6-8; Vasquez; Sneider; & Comer.2013: 30; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558: 16; สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. 2558: 14) และควรมีการผสมผสานวิธีการที่หลากหลายในกระบวนการเรียนรู้(Vasquez; Sneider; & Comer.2013: 19; สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. 2557: 4; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558: 8)

2. ประเด็นที่ครูยังมีการปฏิบัติน้อยกว่าประเด็นอื่นๆ และควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้มีการปฏิบัติที่ดีเนื่องจากเป็นกุญแจสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ 1) การบูรณาการเนื้อหาหรือทักษะในสาขาวิชาสะเต็ม 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานและ 3) การประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นการประเมินจากสภาพจริง ซึ่งในด้านการวัดและประเมินผลนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558: 17) ได้กล่าวว่า การวัดผลและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาเน้นการประเมินผลในสภาพจริง และที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ไม่ได้มีแนวทางในการวัดผลและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาที่เป็นรูปธรรม ครูที่จัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจึงต้องศึกษา ตีความ และกำหนดแนวทางในการวัดผลและประเมินผลโดยอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทำให้ครูทำการวัดและประเมินผลไม่เหมาะสม และไม่ตรงเป้าหมายของการจัดการศึกษาตามแนวสะเต็มศึกษา

3. ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า ครูขาดความชัดเจนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในบางประเด็น จึงทำให้ครูไม่สามารถนำเนื้อหา สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรในแต่ละสาระการเรียนรู้มาบูรณาการในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยตนเอง ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนและการกำหนดแนวทางในการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษายังขาดประสิทธิภาพโดยเฉพาะครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษา

มาจากสาขาอื่นๆ ครูที่สอนประจำชั้น และครูที่ไม่เคยอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาสอดคล้องกับปัญหาที่พบในต่างประเทศคือ ครูส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบูรณาการหลักสูตร การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และเป้าหมายของสะเต็มศึกษาที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนยังไม่มี ความชัดเจน ส่งผลให้ครูขาดความเข้าใจ หรือมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการนำแนวคิดนี้ไปสู่การปฏิบัติจริง (Chen. 2012: online; Herschbach. 2011: online; Lantz. 2009: 1-11) และสอดคล้องกับผลการสำรวจสภาพปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของจรัสอินทลาภพร (2558: 4) ที่เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ครูและผู้บริหารของโรงเรียนระดับประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม ที่พบว่าครูขาดความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเนื่องจากเป็นแนวคิดใหม่ที่เริ่มนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้ไม่สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้มีประสิทธิภาพได้

4. ความต้องการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่า ครูส่วนใหญ่มีความต้องการในการพัฒนาตนเองเพิ่มเติมในทุกๆ ด้านที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ได้แก่ 1) ด้านการสร้างสื่อการเรียนการสอน 2) การเขียนแผนการสอนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) การวัดผลประเมินผล โดยวิธีการที่ครูต้องการในการพัฒนาคือ 1) การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ 2) ชุดฝึกอบรมพร้อมอุปกรณ์สำหรับฝึกด้วยตนเองเป็นรายบุคคล 3) การอบรมออนไลน์ 4) การพัฒนาอย่างเข้มและได้รับการนิเทศติดตามอย่างต่อเนื่อง และ 5) การศึกษาดูงานโรงเรียนศูนย์สะเต็ม ตามลำดับสอดคล้องกับ Wang; et al. (2011: 10) ที่ได้ทำการสอบถามครูกลุ่มตัวอย่างหลังจากผ่านการอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาหลักสูตร 1 ปี พบว่า ครูยังคงตระหนักว่าตนเองต้องการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการสะเต็มศึกษาเพิ่มเติมโดยYoon; et al. (2006)ได้กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ควรเป็นลักษณะการเรียนรู้เชิงรุก ให้ครูมีส่วนร่วมในการอภิปรายการวางแผนและการปฏิบัติโดยต้องออกแบบเนื้อหาที่ช่วยเพิ่มพูนความรู้และทักษะของครู และกิจกรรมต่างๆสร้างขึ้นจากสิ่งที่ครูจำเป็นต้องเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการทำงานในระดับที่สูงขึ้น และการพัฒนาวิชาชีพครูควรดำเนินการต่อเนื่องเป็นระยะเวลาสองปีโดยมีกระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ หรือ PLC ที่ครูมีการพบปะเรียนรู้ ปรึกษาหารือเกี่ยวกับกลยุทธ์ วิธีการ เทคนิค และเนื้อหา เพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ยิ่งไปกว่านั้นต้องให้สนับสนุนทั้งในด้านวิชาการและเจตคติในสภาพแวดล้อมที่ท้าทาย มีการตั้งเป้าหมายร่วมกัน โดยเน้นการพัฒนาที่สอดคล้องและต่อยอดจากสภาพการดำเนินงานจริงในปัจจุบัน การพัฒนาจึงจะประสบความสำเร็จ (Bruce; et al. 2014: 299)

### ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนี้

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา และพัฒนาความสามารถในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูให้มีประสิทธิภาพได้

2. ผลการวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการจัดหลักสูตรฝึกอบรมครูเพื่อขับเคลื่อนสะเต็มศึกษาต่อไป

#### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเชิงลึกและการศึกษาเชิงคุณภาพในประเด็นที่ครูยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา และหาแนวทางแก้ไขและพัฒนาความรู้ความเข้าใจของครูให้ถูกต้อง

2. ควรมีการออกแบบและพัฒนาแนวทางเพื่อการส่งเสริมสมรรถนะของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของครู

## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

- Chanprasert S. (2014, January-February). STEM suksā kup kanchatkañ rianrū nai satawat thī 21 [STEM Education and 21<sup>st</sup> Century Skills]. *IPST Magazine*. 42(186): 3-5.
- สุพรรณณี ชาญประเสริฐ. (2557, มกราคม-กุมภาพันธ์). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *นิตยสาร สสวท*. 42(186): 3-5.
- Chulavatnatol M. (2013, November-December). STEM suksā prathet Thai lae thut STEM. [STEM Education Thailand and STEM Ambassadors]. *IPST Magazine*. 42(185): 14-18.
- มนตรี จุฬาวัดนทล. (2556, พฤศจิกายน-ธันวาคม). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. *นิตยสาร สสวท*. 42(185): 14-18.
- Dcchakhup P. & Yindisuk P. (2005). *withi witthaya kansōñ witthayasā thuāpai* [General Science Teaching Methodology]. Bangkok: Institute of Academic Development.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- Intalaporn C. (2015, January-April). kansuksā nāothāng kanchatkañ rianrū tam nāo STEM suksā. [The study guidelines for learning management of the STEM Education for elementary students]. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 8(1): 62-74.
- จำรัส อินทลาภพร. (2558, มกราคม – เมษายน). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 8 (1): 62-74.
- Intalaporn C. (2015, May-August). kanchatkañ rianrū tam nāo STEM suksā. [Development of Training Curriculum to enhance the ability of STEM Education Learning Management for Primary School Teachers]. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 8(2): 714-736.
- จำรัส อินทลาภพร. (2558, พฤษภาคม – สิงหาคม). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา*. 8(2): 714-736.
- Kong-im K. (2018, May-August). kanchatkañ rianrū tam nāo STEM suksā phūā songsoem khwāmsāmāñ nai kanchatkañ rianrū tam nāo STEM suksā. [Development of a Web-Based Instructional System Based on STEM Education to Enhance Creative Problem Solving Ability]. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 11 (2): 1302-1322.
- กฤตยาณี กองอิม. (2561, พฤษภาคม - สิงหาคม). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 11 (2): 1302-1322.

- Laohapiboon P. (1999). *næo kãnsõk wıthhayāsãt*. [Science teaching (3<sup>rd</sup> ed.)]. Bangkok: Thai Watana Panich.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- Office of the Education Council. (2010). *khõsãnoe chõng nayobã kãnphatthana khru læ bukkhalakõk thãng kãnsuksã*. [Policy proposals for teacher development and educational personnel]. Bangkok: Prikwarn-Graphic CO.,LTD.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). *ข้อเสนอเชิงนโยบายการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค.
- Sarooprach J. (2014, September-October). *khwãmtõngkã chãmpen nai kãnphatthana samatthana samrap khru phu sõk wıthhayāsãt khanittasã læ theknõlyi*. [The Needs for Competencies Development of Science, Mathematics and Technology Teachers]. *IPST Magazine*. 42(190): 47-50.
- จุฑามาส สุรปราษฎร์. (2557, กันยายน- ตุลาคม). ความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะ สำหรับครูผู้สอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี. *นิตยสาร สสวท*. 42(190): 47-50.
- Sawatopiboon S. (1997). *kãnphatthana kãnsõk khõng khru wıthhayāsãt*. [The development of Instructional of science teachers]. Bangkok: Department of Curriculum and Instruction, Srinakarinwirot University.
- สมจิต สวธนไพบูลย์.(2540). *การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Siripatrachai P. (2013, April-June). STEM Education kap kãnphatthana thaksa nai satawat thi 21 [STEM Education and 21<sup>st</sup> Century Skills Development]. *Executive Journal*. 33(2): 49-56.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556, เมษายน-มิถุนายน). STEM Education กัับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักรับบริหารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ*. 33(2): 49-56.
- Tantiprachewa K. (2000). *khru kap kãnsuksã*. [Teacher and Education]. *Journal of Educational Faculty of Education, Srinakharinwirot University*. 22-29: 25.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2543). ครูกับการศึกษา. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 22-29: 25.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (n.d.). *STEM suksã*. [STEM Education]. Bangkok: The SVG. Ladprao.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ม.ป.ป.). *สะเต็มศึกษา(STEM Education)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *khwaṁrū bṁngton STEM*. [Basic of STEM Education]. Bangkok: The SVG. Ladprao.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *ความรู้เบื้องต้นสู่สะเต็ม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.

Wiwanthamongkon K. (2018, September-December). *rṁpbæp kānphatthanā khru dōi chai krabṁnkān chumchon kānrīanrū thāng wichāchīp phuā songsoēm khwāmsāmat chat kānrīanrū tām næōthāng STEM suksā nai radap kānsuksā khan phuñthān*. [Model of developing teachers by using the process of Professional Learning Community (PLC) in promoting learning management abilities based on the STEM education approach at the basic education level]. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 11 (3): 92-114.

กรัณย์พล วิวรรณมงคล. (2561, กันยายน – ธันวาคม). รูปแบบการพัฒนาครูโดยใช้กระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมความสามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 11 (3): 92-114.

#### ภาษาต่างประเทศ

Bruce-Davis, M. N; et al. (2014). STEM high school administrators', teachers', and students' perceptions of curricular and instructional strategies and practices. *Journal of Advanced Academics*. 25(3): 272-306.

Chen, Grace. (2012, 3 February). *The Rising Popularity of STEM: A Crossroads in Public Education or a Passing Trend?* Retrieved July 29, 2013, from [www.publicschoolreview.com/articles/408](http://www.publicschoolreview.com/articles/408).

Herschbach, Dennis R. (Spring 2011). The STEM Initiative: Constraints and Challenges. *Journal of STEM Teacher Education*. 48(1). Retrieved July 30, 2013, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JSTE/v48n1/herschbach.html>.

Lantz, Hays B. (2009). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function?* Retrieved April 27, 2013, from [www.currtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle](http://www.currtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle).

Loucks-Horsley, S.; et al. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin.

Mundry, S; & Loucks-Horsley, S. (April 1999). Designing Professional Development for Science and Mathematics Teachers: Decision Points and Dilemmas. *National Institute for Science Education*. 3(1).

- National Research Council. (2011). *Successful STEM Education: A Workshop Summary*. A. Beatty, Rapporteur. Committee on Highly Successful Schools or Programs for K-12 STEM Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Robert Vinson Carter. (2013). Defining Characteristics of an Integrated STEM Curriculum in K-12 Education. *Theses and Dissertations*. 819. <http://scholarworks.uark.edu/etd/819>
- Vasquez, Jo A; Sneider, C; & Comer, M.(2013). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wang, Hui-Hui; et al. (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. 1(2). <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Yoon, K. S; et al. (2006). *The effects of mathematics and science professional development on teachers' instructional practice: Using professional development activity log*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.