



รูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด*

MODEL KNOWLEDGE MANAGEMENT STEM EDUCATION FOR ELEMENTARY
EDUCATION TRAT PRIMARY EDUCATION SERVICE AREA OFFICE

¹ทรงวุฒิ เดชมลาลา Songwut Dachmala, ²ณรงค์ พิมสาร Narong Pimsarn,

³ณกมล ปุญชเขตต์ทิกุล Nakamon Punchakhetthikul

^{1,2}มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ North Bangkok University, Thailand

³มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร Phranakhon Rajabhat University, Thailand

E-mail: dr.songwut99@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาพและแนวทางการดำเนินการการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา และ 3) เพื่อทดลองและประเมินรูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด มีวิธีดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง 226 คน และศึกษาแนวทางการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา โดยสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 7 คน ขั้นตอนที่ 2 พัฒนารูปแบบ โดยสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ขั้นตอนที่ 3 ทดลองและประเมินรูปแบบ โดยใช้แบบประเมินแบบกับกลุ่มตัวอย่าง 226 คน และมีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สรุปผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพและแนวทางการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษาโดยรวมมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ การกำกับติดตามการดำเนินงานระดับเขตพื้นที่การศึกษา การพัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง การวางระบบสนับสนุนและการสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงาน และด้านการสร้างความตระหนัก 2) รูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 การจัดการความรู้สะเต็มศึกษา 28 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา 6 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 3 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 6 ตัวชี้วัด และ 3) ผลการทดลองและประเมินรูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด พบว่า ผลการประเมินความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ ในการนำรูปแบบ ไปใช้ในภาพรวม มีความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านมีความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: รูปแบบ, การบริหารจัดการความรู้, สะเต็มศึกษา, ประถมศึกษา



Abstract

The objectives of this research paper were 1) to study the condition and guidelines for the implementation of STEM education management, 2) to develop knowledge management model of STEM education, and 3) to examine and evaluate knowledge management model of STEM education for elementary education Trat Primary Education Service Area Office. There were 3 steps of research methods. Step 1 was to study condition for the implementation of STEM education management by using questionnaires with a sample of 226 people, and studied guidelines of knowledge management in STEM education with a group of 7 key informants using interview. Step 2 was to develop the model by using in-depth interviews with 5 experts. Step 3 was to examine and evaluate the model by using an assessment form with a sample of 226 people. The statistics used to analyze the data were percentage, mean and standard deviation. Results of the research were as follows: 1) condition and guidelines for knowledge management of STEM education for elementary education in overall was at a high level of practice. When considering each aspect, it found that the practice was at a high level in all aspects, including supervision and monitoring of operations at the educational area level, development of teachers and related personnel establishing support systems and strengthening operations, and raising awareness. 2) Knowledge management model of STEM education for elementary education consisted of 3 components: Component 1 was knowledge management of STEM Education with 28 Indicators; Component 2 was process for knowledge management of STEM Education with 6 indicators; Component 3 STEM learning management with 6 indicators. 3) Results of the experiment and assessment for knowledge management model of STEM education for elementary level, Trat Primary Education Service Area Office found that results of the feasibility assessment and usefulness in bringing the pattern to be used in the overall possible and usefulness at the highest level. When considering each aspect, it found that every aspect was feasible and the usefulness was at the highest level.

Keywords: Model, Knowledge Management, Stem Education, Elementary Education.



บทนำ

การศึกษาเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตที่คนทุกคนต้องแสวงหาและเพิ่มพูนอยู่ตลอดเวลาเพื่อพัฒนาตนเอง การศึกษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจของทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทย กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดนโยบายการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) โดยมีวิสัยทัศน์ให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพภายใน ปี 2561 การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ผู้สอนจึงต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้บอกความรู้เป็นโค้ช เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) การสื่อสารและความร่วมมือ (Communication and Collaboration) ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ประกอบด้วยทักษะด้านสารสนเทศ (Information Literacy) ทักษะด้านสื่อ (Media Literacy) ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information, Communications and Technology Literacy) เป็นต้น (วิจารณ์ พานิช, 2555) แต่จากการติดตามผลการใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของโรงเรียนต้นแบบเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา พบว่า การพัฒนาผู้เรียนยังไม่สอดคล้องกับจุดหมายของหลักสูตร โดยเฉพาะการพัฒนาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างหลากหลาย ทั้งในมิติของวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแหล่งเรียนรู้ซึ่งควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองสู่มาตรฐานการเรียนรู้ และมีความเหมาะสมกับศักยภาพที่แท้จริงของตน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2553) ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีระดับคุณภาพทางการศึกษาต่ำทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ ในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในระดับโรงเรียน มีคุณภาพโดยเฉลี่ยต่ำ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การเรียนการสอนของไทยไม่บรรลุเป้าหมาย เกิดจากหลายปัจจัยหลายอย่าง ทั้งครู สื่อการสอน กระบวนการเรียนการสอน และการเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง (พรพรรณ ไวยางกูร, 2556)

ในปัจจุบันความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่ง ในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นพื้นฐานเป้าหมายหรือผลการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเน้นให้ความสำคัญกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ PISA ได้พิจารณาถึงประเด็นของความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและมีส่วนช่วยในการดำเนินชีวิตของนักเรียนในการตัดสินใจ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะสามารถเป็นพื้นฐานของนักเรียนในการตอบสนองต่อประเด็นปัญหาต่าง โดยใช้ความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ซึ่งการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและมีความจำเป็นสำหรับทุกคน เพราะจะทำให้ทุกคนเข้าใจโลก ธรรมชาติ เทคโนโลยี ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถที่จะเลือกตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Hobson, 2008) สามารถตอบสนองและเผชิญกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล เยาวชนที่มีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในระดับต่ำซึ่งอาจส่งผลกระทบถึงนโยบายในระดับประเทศซึ่งหมายถึงการสะท้อนถึงมีส่วนร่วมในสังคมและตลาดแรงงาน และการใช้ชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การที่จะแก้ปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นอย่างเร่งด่วนนั้นต้องพัฒนาการเรียนการสอนนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

จากผลคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนไทย จากการสังเคราะห์การประเมินผลนักเรียนนานาชาติ พบว่า นักเรียนไทยเกือบครึ่ง (46%) แสดงถึงการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐานหรือมีนักเรียนไทย แค่ 54% ที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับพื้นฐานขึ้นไป ผลการประเมิน PISA 2009 ประเทศไทยมีนักเรียนรู้เรื่อง



วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าพื้นฐานลดลงเล็กน้อย จาก 46% เป็น 43% (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) และจากผลการประเมิน PISA 2012 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทย อยู่ที่ 444 คะแนน เพิ่มสูงจาก PISA 2009 (คะแนน 425) PISA 2015 มีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน คะแนนคณิตศาสตร์ 415 คะแนน เมื่อเทียบกับ PISA 2012 ด้านวิทยาศาสตร์ มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคณิตศาสตร์มีคะแนนลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้สรุปได้ว่าการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ในชีวิต (PISA) นักเรียนไทยยังมีผลการประเมินในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจแสดงให้เห็นว่า คุณภาพการศึกษาไทยยังห่างไกลจากความเป็นเลิศเมื่อเทียบกับประเทศเอเชียตะวันออก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการศึกษาคือ สะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) Engineering (วิศวกรรม) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสำคัญต่อผู้เรียนคือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอน การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554; สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์, 2548; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

ดังนั้น ครูควรพยายามนำยุทธศาสตร์ต่างๆ ของการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการออกแบบ การจัดการเรียนรู้เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการทั้งแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรม โดยนำเทคโนโลยีมาเอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ รวมทั้งจัดบรรยากาศให้เป็นชั้นเรียนสำหรับนวัตกรรมและการออกแบบของผู้เรียนภายใต้บรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นเชิงบูรณาการ (Rockland et al, 2010) ในหลายๆ ประเทศจึงให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรมที่มีการเตรียมความพร้อมให้กับครูให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจึงเป็นกระแสนิยมและจะส่งผลกระทบน้อยมาก ถ้าหากว่าไม่มีมาตรฐานที่จะนำมาใช้ในระบบถ้าหากว่าไม่มีมาตรฐานพอ ซึ่งจะทำให้ครูและนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เกิดความตระหนักและไม่เห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียน ประเทศไทยจึงควรตระหนักและควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาครูให้เกิดความตระหนักและเห็นถึงความสำคัญการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาและมีแนวทางในการส่งเสริมให้ครูนำวิธีการและทักษะเหล่านั้นสู่ชั้นเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งโรงเรียนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องตามแนวทางของสะเต็มศึกษาจัดให้มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่มีการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนปกติได้และการจัดการเรียนรู้ตามแนว ทางสะเต็มศึกษาไม่ได้เข้าไปแทนที่หรือเพิ่มเติมจนเป็นส่วนเกินของหลักสูตร กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้จะกลมกลืนและมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมให้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง เพื่อฝึกประสบการณ์ ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และอาจนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)



ปัจจุบัน รัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นฐานในการพัฒนาประเทศ โดยได้บูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (STEM) เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ตลอดจนมุ่งผลิตกำลังคน ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้สามารถแข่งขันในระดับนานาชาติ กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดให้เป็นโครงการสำคัญด้านหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ตามจุดเน้น 6 ยุทธศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อให้เป็นนวัตกรรมการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับสร้างคนไทยรุ่นใหม่ และรองรับการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของประเทศอย่างเหมาะสม โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ดำเนินการคัดเลือกโรงเรียนในสังกัดเข้าร่วมขับเคลื่อนสะเต็มศึกษาในปี 2559 จำนวน 2,495 แห่ง กำหนดลงในแผนยุทธศาสตร์ที่ 3 การทดสอบ การประเมิน ประกันคุณภาพและพัฒนามาตรฐานการศึกษา: โครงการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยมอบหมายให้สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเป็นผู้รับผิดชอบโครงการในการดำเนินการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) กับโรงเรียนในสังกัด เพื่อให้การขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่จากผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติซึ่งทดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) กลับพบว่า ในปีการศึกษา 2561 ผลการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ คะแนนระดับประเทศค่าเฉลี่ยที่ 24.53 วิชาวิทยาศาสตร์ระดับประเทศค่าเฉลี่ยที่ 29.37 และปีการศึกษา 2562 ผลการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศค่าเฉลี่ยที่ 30.72 วิชาวิทยาศาสตร์ระดับประเทศค่าเฉลี่ยที่ 30.51 และผลการทดสอบของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ปีการศึกษา 2561 วิชาคณิตศาสตร์ค่าเฉลี่ยที่ 25.20 วิชาวิทยาศาสตร์ค่าเฉลี่ยที่ 22.50 ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าระดับประเทศทั้งปีการศึกษา 2561-2562 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด, 2562)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในฐานะศึกษานิเทศก์ที่รับผิดชอบในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา จึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา นำไปประยุกต์ใช้พัฒนาโรงเรียนตามแนวทางของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 เพื่อนำมาใช้ในการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อการพัฒนาการศึกษา และเหมาะสมกับสภาพการบริหารจัดการความรู้ในโรงเรียนให้มีคุณภาพ และพัฒนาสู่คุณภาพการศึกษาระดับประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพและแนวทางการดำเนินการการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด
3. เพื่อทดลองและประเมินรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด



วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพและแนวทางการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษา

1. แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ หนังสือและตำรา เอกสาร รวมถึงข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ (เว็บไซต์) ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์เป็นกรอบความคิดในการวิจัยครั้งนี้

2. ตัวแปรที่ศึกษา คือ องค์ประกอบการบริหารจัดการสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ระดับประถมศึกษา

ส่วนที่ 2 ศึกษาสภาพทางการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด โดยใช้แบบสอบถาม

1. ประชากร คือ ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ผู้บริหารโรงเรียน และครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 132 โรงเรียน (จำนวน 528 คน) รวมทั้งสิ้น 540 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ ศึกษานิเทศก์ ผู้รับผิดชอบงานสะเต็มศึกษาของ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด จำนวน 1 คน ผู้บริหารและครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนประถมศึกษาในโครงการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ปีการศึกษา 2561 รวมทั้งสิ้น 226 คน ซึ่งขนาดกลุ่มตัวอย่างนี้ได้มาจากการใช้ตารางของ Krejcie & Morgan (1970) และใช้วิธีแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ศึกษา คือ สภาพการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด

ส่วนที่ 3 ศึกษาแนวทางการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด

1. เครื่องมือวิจัย ใช้แบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถและ/หรือมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา จำนวน 7 คน โดยเลือกแบบเจาะจง ตามคุณสมบัติที่กำหนด ประกอบด้วย 1) ผู้บริหารสถานศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด จำนวน 3 คน ที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ไม่น้อยกว่า 5 ปี 2) ศึกษานิเทศก์ จำนวน 2 คน เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกทางการบริหารการศึกษา หรือมีประสบการณ์/ผลงานทางวิชาการด้านการจัดการสะเต็มศึกษา 3) อาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา จำนวน 2 คน ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

2. ตัวแปรที่ศึกษา คือ การบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ประกอบด้วย 1) ด้านการสร้างวัฒนธรรม 2) ด้านการ



พัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง 3) ด้านการวางระบบสนับสนุนส่งเสริม และสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงาน 4) การกำกับติดตามการดำเนินงานระดับเขตพื้นที่การศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด

1. ยกร่างรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด โดยนำแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ และการสัมภาษณ์ที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 มาเป็นข้อมูลสำหรับยกร่างรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด

2. ตรวจสอบร่างรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องจากผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview) จำนวน 5 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ตามคุณสมบัติที่กำหนดประกอบด้วย

2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารการศึกษา จำนวน 3 คน เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกทางการบริหารการศึกษา หรือมีประสบการณ์/ผลงานทางวิชาการด้านการจัดการสะเต็มศึกษา 2) ศึกษานิเทศก์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด จำนวน 2 คน ที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ไม่น้อยกว่า 5 ปี

2.2 ตัวแปรที่ศึกษา คือ การบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ประกอบด้วย 1) การวางแผน (Planning) 2) การจัดองค์การ (Organizing) 3) การบังคับบัญชา (Commanding) 4) การประสานงาน (Coordinating) 5) การควบคุม (Controlling)

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองและประเมินรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด โดยดำเนินการ 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การทดลองใช้รูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด

ผู้วิจัยนำร่างรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราดที่สร้างขึ้นไปใช้กับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด จำนวน 1 โรงเรียน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเปิดสอนสะเต็มศึกษาและผ่านการประเมินของ สมศ. ได้ระดับดีมาก ทดลองใช้เป็นระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา ในปีการศึกษา 2563

ส่วนที่ 2 การประเมินรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด

1. เครื่องมือวิจัย ในการประเมินรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ผู้วิจัยจะดำเนินการประเมินความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์ของรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ



2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด มีดังนี้

1) ประชากร คือ ผู้เกี่ยวข้อง และผู้ใช้รูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด จำนวน 530 คน ประกอบด้วย รองผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด (จำนวน 1 คน) ผู้อำนวยการโรงเรียนประถมศึกษาและและครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2563 จำนวน 132 โรงเรียน (จำนวน 528 คน) และผู้อำนวยการกลุ่มนิเทศ ติดตาม และประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด (จำนวน 1 คน)

2) กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เกี่ยวข้อง และผู้ใช้รูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด จำนวน 226 คน ขนาดกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการใช้ตารางของ Krejcie & Morgan (1970) และใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ประกอบด้วย รองผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด (จำนวน 1 คน) ผู้อำนวยการโรงเรียนประถมศึกษาและและครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2561 (จำนวน 224 คน) และผู้อำนวยการกลุ่มนิเทศ ติดตาม และประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด (จำนวน 1 คน) ได้มาโดยการเลือกแบบการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสภาพและแนวทางการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด

ผลการศึกษาสภาพการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด โดยรวมมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่ามีการปฏิบัติอยู่ในระดับมากทุกด้าน เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านการกำกับติดตามการดำเนินงานระดับเขตพื้นที่การศึกษา ($\bar{X} = 4.45$) ด้านการพัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ($\bar{X} = 4.43$) ด้านการวางระบบสนับสนุนและการสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงาน ($\bar{X} = 4.41$) และด้านการสร้างความตระหนัก ($\bar{X} = 4.40$) ตามลำดับ ดังในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 สภาพและแนวทางการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด โดยภาพรวม

สภาพการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด	ระดับการปฏิบัติ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านการสร้างความตระหนัก	4.40	0.38	มาก
2. ด้านการพัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง	4.43	0.35	มาก
3. ด้านการวางระบบสนับสนุนและการสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงาน	4.41	0.34	มาก
4. ด้านการกำกับติดตามการดำเนินงานระดับเขตพื้นที่การศึกษา	4.45	0.35	มาก
ภาพรวม	4.43	0.27	มาก

2. รูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ มีรายละเอียด ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านการจัดการความรู้สะเต็มศึกษา จำนวน 28 ตัวชี้วัด

1. การสร้างความตระหนัก มีการดำเนินการดังนี้
2. การพัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง มีการดำเนินการ ดังนี้
3. การวางระบบสนับสนุนและการสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงาน มีการดำเนินการ ดังนี้
4. การกำกับติดตามการดำเนินงานระดับเขตพื้นที่การศึกษา มีการดำเนินการ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 2 ด้านกระบวนการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 6 ตัวชี้วัด

รูปแบบการบริหาร E-POLC ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ของวงจรบริหารคุณภาพ ได้แก่ การให้ความรู้ (E = Educate) การวางแผน (Planning = P) การจัดองค์การ (Organizing) การบังคับบัญชา (Commanding) การประสานงาน (Coordinating) และการควบคุม (Controlling)

องค์ประกอบที่ 3 ด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา จำนวน 6 ตัวชี้วัด

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 1) หลักการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 2) วัตถุประสงค์การเรียนรู้สะเต็มศึกษา 3) เนื้อหาการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 4) กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 5) สื่อการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และ 6) การวัดประเมินผลการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบ 6 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริงที่พบหรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมนั้น

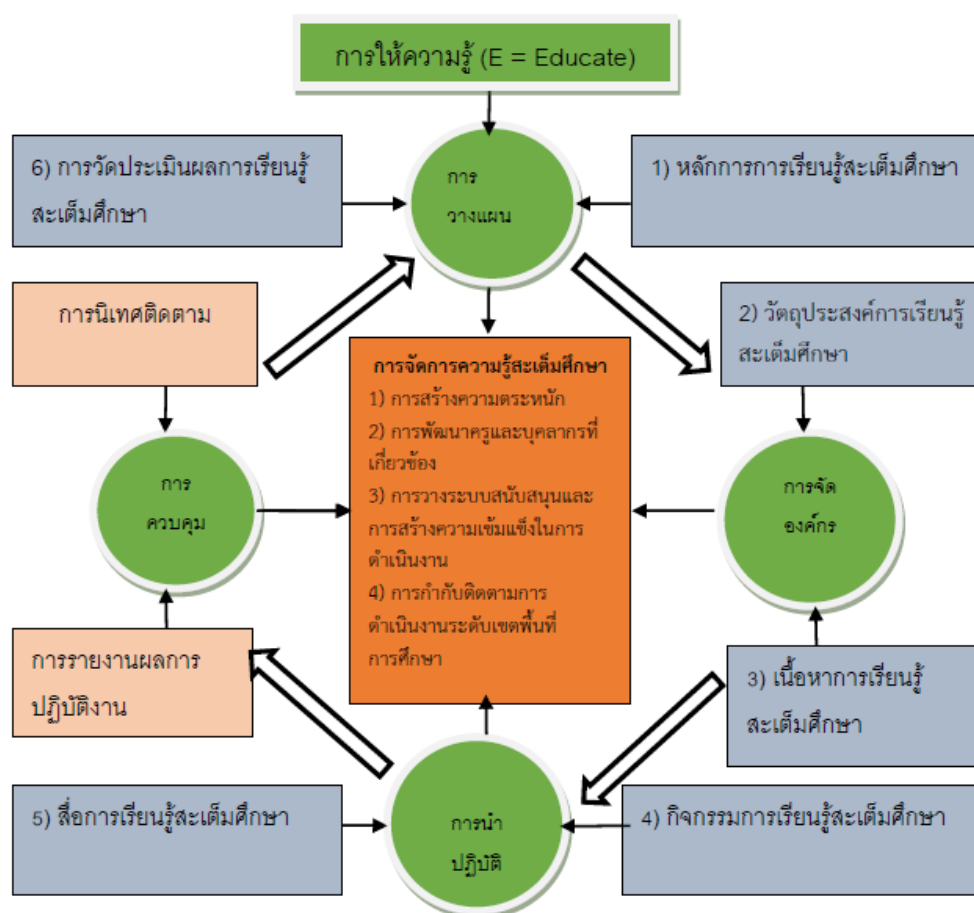
ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมที่พัฒนาได้

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรมที่พัฒนาได้

สรุปได้ว่า รูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด

3. ผลการทดลองและประเมินรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ดังนี้

ผลการประเมินความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ในภาพรวม พบว่า มีความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาผลการประเมินในแต่ละด้าน พบว่า ด้านความเป็นไปได้ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.11) และด้านความเป็นประโยชน์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.16) ดังในตารางที่ 2



ตารางที่ 2 ผลการประเมินรูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ในภาพรวม

รูปแบบการบริหารการจัดการความรู้ด้าน สะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา	ความเป็นไปได้			ความเป็นประโยชน์		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. การสร้างความตระหนัก	4.57	0.18	มากที่สุด	4.61	0.21	มากที่สุด
2. การพัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง	4.56	0.22	มากที่สุด	4.59	0.28	มากที่สุด
3. การวางระบบสนับสนุนและการสร้าง ความเข้มแข็งในการดำเนินงาน	4.58	0.10	มากที่สุด	4.60	0.24	มากที่สุด
4. การกำกับติดตามการดำเนินงานระดับ เขตพื้นที่การศึกษา	4.62	0.26	มากที่สุด	4.58	0.21	มากที่สุด
ภาพรวม	4.58	0.11	มากที่สุด	4.60	0.16	มากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบประเด็นสำคัญที่สามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1. สภาพการบริหารการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด โดยภาพรวมและรายด้านมีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะศึกษานิเทศก์ ผู้รับผิดชอบงานสะเต็มศึกษาของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ผู้บริหาร และครูครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนประถมศึกษาในโครงการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด มีความพร้อมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ให้ความสำคัญในการขับเคลื่อนโครงการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด อย่างต่อเนื่องจัดทำโครงสร้างการบริหารในรูปแบบแผนภูมิอย่างชัดเจนมีแนวทางในการสื่อสารให้ครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้องรับรู้และเข้าใจ ส่งผลให้การดำเนินงานของโรงเรียนประถมศึกษาในโครงการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราดบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้บริหารสถานศึกษามีวิสัยทัศน์ ความรู้ ประสบการณ์ในการสร้างเครือข่ายการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับสถานศึกษาอื่นหรือหน่วยงานอื่นๆ โดยการจัดทำแผนและข้อตกลงความร่วมมือระหว่างกัน มีการวางแผนจัดประชุมครูผู้สอนสะเต็มศึกษาและผู้เกี่ยวข้องเพื่อร่วมกันทบทวนในการจัดการศึกษาของสถานศึกษาและสนับสนุนให้บุคลากรได้เรียนรู้และพัฒนาตนเอง รวมทั้งใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการนำนวัตกรรมใหม่ ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงาน/โครงการ/กิจกรรมที่เหมาะสม มีการจัดอบรมการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสนับสนุนให้ครู เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับการจัดการศึกษาและการใช้สื่อ และเทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูสะเต็มศึกษาทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา มีการติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษาสะเต็ม โดยมี การทบทวนและปรับปรุงสม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การจัดการศึกษาสะเต็มมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของจำรัส อินทลาภาพร (2558) ที่ผลการวิจัยพบว่า ในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติ ดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณา



การ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าว เป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang, Hui-Hui; Moore, Tamara J.; Roehrig, Gillian H.; & Park, Mi Sun (2011) ที่ผลการวิจัยพบว่า 1) กระบวนการแก้ปัญหาเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะรวมสาขา STEM 2) ครูในสาขา STEM แตกต่างกัน มีความเข้าใจที่แตกต่างกัน เกี่ยวกับ STEM และบูรณาการที่นำไปสู่การปฏิบัติในห้องเรียนที่แตกต่างกัน 3) เป็นเทคโนโลยีที่มีระเบียบวินัยที่ยากที่สุด ในกรณีที่จะบูรณาการ 4) ครู มีความตระหนักในความจำเป็นที่จะเพิ่มเนื้อหาความรู้มากขึ้นในเรื่อง STEM ของพวกเขา

2. รูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ด้านการจัดการความรู้สะเต็มศึกษา จำนวน 28 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการบริหารงานเพื่อการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวน 6 ตัวชี้วัด และองค์ประกอบที่ 3 องค์ประกอบที่ 3 ด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา จำนวน 6 ตัวชี้วัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้บริหารให้ความสำคัญ และตระหนักถึงการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา ที่จำเป็นต้องมีแนวทางที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน เพราะแต่ละโรงเรียนมีการบริหารจัดการที่ต่างกันไป จากการศึกษาสภาพ ปัญหา ความสำคัญที่ต้องพัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลมาวางแผนการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมทั้งองค์กร ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกัน มีการกำกับติดตามอย่างต่อเนื่อง มีการประเมินผลทั้งระหว่าง การดำเนินการและหลังการดำเนินการ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงกระบวนการบริหารจัดการความรู้สะเต็มศึกษา และนำมาแก้ไขปรับปรุงกระบวนการดำเนินการ ตลอดจนกระบวนการจะเน้นการมีส่วนร่วมของบุคลากร จัดทำ แผนพัฒนาและฝึกอบรมบุคลากรด้านสะเต็มศึกษาที่สอดคล้องกับความต้องการและบริบทของสถานศึกษา และใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการติดต่อประสานงานที่สะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติงานตาม กระบวนการบริหารจัดการความรู้สะเต็มศึกษาของสถานศึกษา นอกจากนั้น การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 1) หลักการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 2) วัดดูประสงค์การเรียนรู้สะเต็มศึกษา 3) เนื้อหาการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 4) กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 5) สื่อการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และ 6) การวัดประเมินผลการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อนำสู่การปฏิบัติที่ชัดเจนเป็นรูปธรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งนภา พรหมภักดี (2563) ที่ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ของโรงเรียนมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก 23 องค์ประกอบย่อย 77 ตัวชี้วัด ดังนี้ 1) ด้านการวางแผนบริหาร มี 4 องค์ประกอบย่อย 15 ตัวชี้วัด 2) ด้านการ พัฒนาบุคลากร มี 3 องค์ประกอบย่อย 11 ตัวชี้วัด 3) ด้านการพัฒนาหลักสูตร มี 4 องค์ประกอบย่อย 13 ตัวชี้วัด 4) ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มี 5 องค์ประกอบย่อย 17 ตัวชี้วัด 5) ด้านการนิเทศการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มี 4 องค์ประกอบย่อย 12 ตัวชี้วัด 6) ด้านการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม ศึกษา มี 3 องค์ประกอบย่อย 9 ตัวชี้วัด 2. รูปแบบการบริหารจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM) ที่มีประสิทธิผลของโรงเรียนมัธยมศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีองค์ประกอบของรูปแบบ ดังนี้ 1) หลักการของรูปแบบ 2)



จุดมุ่งหมายของรูปแบบ 3) เนื้อหา 4) กระบวนการดำเนินการตามรูปแบบบริหารสะเต็มศึกษา (STEM) 5) การติดตาม และประเมินผล 3. ผลการตรวจสอบและยืนยันรูปแบบการบริหารจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษา (STEM) ที่มีประสิทธิภาพ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า มีความเหมาะสมโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด มีความเป็นไปได้โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด

3. ผลการทดลองและประเมินรูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับ ประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ด้านความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ในการนำรูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ไปใช้ในภาพรวม พบว่า มีความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านมีความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบที่สร้างขึ้น ได้มาจากการนำหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา องค์ประกอบที่มีความสำคัญ ในการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราดที่ชัดเจน และผ่านการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบเกี่ยวกับโครงสร้าง และแนวทางการดำเนินงานโดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ จึงทำให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสมที่จะนำไป ปฏิบัติจริง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ หลักการสร้างรูปแบบของ Keeves (1988) ที่กล่าวว่า การสร้างรูปแบบต้องอธิบายโครงสร้างความสัมพันธ์เชิง เหตุผลของเรื่องที่ศึกษาได้อย่างชัดเจนเพื่อจะนำไปสู่การพยากรณ์ที่ตามมา ซึ่งสามารถรวบรวมได้ด้วยข้อมูลเชิง ประจักษ์ และรูปแบบที่ดีจะต้องผ่านการทดสอบหรือตรวจสอบก่อนนำไปใช้จริง เนื่องจากจุดมุ่งหมายที่สำคัญ ของการสร้างรูปแบบ คือ การทดสอบหรือตรวจสอบรูปแบบที่สร้างขึ้นมาว่ามีความถูกต้อง เหมาะสม และ สอดคล้องกับการนำรูปแบบไปใช้ประโยชน์ต่อไปหรือไม่ จากการดำเนินการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ ความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ตาม ขั้นตอนดังกล่าวจึงทำให้ผลการประเมินโดยผู้เกี่ยวข้องพบว่า รูปแบบที่พัฒนาครั้งนี้มีความเป็นไปได้และความเป็น ประโยชน์ในการนำไปใช้ระดับมากที่สุด

องค์ความรู้การวิจัย

องค์ความรู้การวิจัยครั้งนี้จะเป็นรูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับ ประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด อันเป็นแบบแผนและขั้นตอนการพัฒนาที่ เชื่อมโยง และมีความสัมพันธ์กันของการดำเนินการขับเคลื่อนความรู้ด้านสะเต็มศึกษา ได้แก่ ด้านการสร้าง ความตระหนัก ด้านการจัดองค์กร ด้านการบังคับบัญชา ด้านการพัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ด้านการ วางระบบสนับสนุนส่งเสริม และสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงาน ด้านการกำกับและติดตามการดำเนินงาน ของโรงเรียน เพื่อให้สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สามารถบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา โรงเรียนในสังกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สรุปองค์ความรู้การวิจัย ดังภาพที่ 2



**รูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับ
ประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด**

ส่วนที่ 1 การจัดการความรู้สะเต็มศึกษา

1. การสร้างความตระหนัก
2. การพัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง
3. การวางระบบสนับสนุนและการสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงาน
4. การกำกับติดตามการดำเนินงานระดับเขตพื้นที่การศึกษา

ส่วนที่ 2 การเรียนรู้สะเต็มศึกษา

- ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริงที่พบหรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา
- ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม
- ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ภาพที่ 2 องค์ความรู้การวิจัย

จากภาพที่ 1 องค์ความรู้การวิจัย อธิบายได้ดังนี้

รูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การจัดการความรู้สะเต็มศึกษา กระบวนการพัฒนาสถานศึกษาที่ยึดหลักตามตามโครงการขับเคลื่อนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1. การสร้างความตระหนัก การประชาสัมพันธ์และสร้างแรงบันดาลใจทางโดยสื่อที่หลากหลาย เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วิทยุ เว็บไซต์ เพื่อให้ครูเกิดแรงบันดาลใจในการจัดการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา

2. การพัฒนาครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง การให้ความรู้แก่ครูในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เช่น การฝึกอบรมปฏิบัติการ STEM Education ในระบบ online ระบบ IPST ให้กับครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ ผู้บริหารโรงเรียน และฝึกอบรมปฏิบัติการ STEM Education ในระบบ online ระบบ IPST ให้กับศึกษานิเทศก์สาขาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์)

3. การวางระบบสนับสนุนและการสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงาน การกำหนดวิธีการสนับสนุนเพื่อสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงานด้านสะเต็มศึกษา เช่น การจัดทำหนังสือกิจกรรม สะเต็มศึกษาและคู่มือกิจกรรม สะเต็มศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา-มัธยมศึกษาปีที่ 6 จัดพิมพ์หนังสือกิจกรรมสะเต็มศึกษาและคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา

4. การกำกับติดตามการดำเนินงานระดับเขตพื้นที่การศึกษา การกำกับติดตามให้ความช่วยเหลือการดำเนินงานด้านสะเต็มตามโครงการที่กำหนดให้บรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ เช่น จัดสรรงบประมาณ การติดตามประเมินผลและรายงานความก้าวหน้าการจัดกิจกรรม STEM Education ในห้องเรียน



ส่วนที่ 2 การเรียนรู้สะสมเต็มศึกษา แบบแผนการจัดการเรียนการสอนที่อาศัยหลักปรัชญา ทฤษฎี แนวคิดหรือความเชื่อต่างๆ โดยจัดให้มีองค์ประกอบของการเรียนการสอน คือ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน และการวัดประเมินผล ไว้อย่างเป็นระบบ จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาของแต่ละวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชา จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเชื่อมโยงใน 4 สาระวิชาตามความสนใจของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่มีการเชื่อมโยงกัน อย่างสอดคล้องเพื่อเสริมสร้าง การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามรูปแบบ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริงที่พบหรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมนั้น

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมที่พัฒนาได้

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรมที่พัฒนาได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำรูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะสมเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ ผู้บริหารโรงเรียนควรสร้างเข้าใจ และความตระหนักให้กับครูและบุคลากรให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการความรู้ด้านสะสมเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการนำรูปแบบไปปฏิบัติให้เกิดผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 รูปแบบรูปแบบการบริหารจัดการความรู้ด้านสะสมเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ควรนำไปปรับใช้ในบริบทของโรงเรียนระดับประถมศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมคุณภาพผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของผู้เรียนด้วยการบริหารจัดการจัดการความรู้ด้านสะสมเต็มศึกษาในระดับมัธยมศึกษา

2.2 ควรศึกษาตัวบ่งชี้การบริหารจัดการจัดการความรู้ด้านสะสมเต็มศึกษา ที่สอดคล้องกับบริบทของสถานศึกษาในระดับต่างๆ



เอกสารอ้างอิง

- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น: โครงการ PASA 2009. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 8(1). 62-67.
- พรพรรณ ไทยางกูร. (2556). สะเต็มศึกษา: ก้าวสำคัญของการนำสะเต็มศึกษาไปใช้กับความหวังยกระดับคุณภาพศึกษาไทย. แหล่งที่มา <http://www.daliynews.co.th/education>. สืบค้นเมื่อ 20 พ.ย. 2556.
- รุ่งนภา พรหมภักดี. (2563). การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM) ที่มีประสิทธิผลของโรงเรียนมัธยมศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *ดุชนิพนธ์ครุศาสตร์ดุชนิพนธ์บัณฑิต*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2554). *นวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้สู่ความเป็นพลเมือง*. กรุงเทพมหานคร: อาร์แอนด์ปรีนท์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันนี้*. กรุงเทพมหานคร: เซเวนกรุ๊ป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของ สกสศ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3*. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด. (2562). *ข้อมูลสารสนเทศสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด ปีการศึกษา 2561-2562*. แหล่งที่มา <https://web.trat-edu.go.th/ศูนย์ข้อมูลสารสนเทศเพื> สืบค้นเมื่อ 1 มี.ค. 2564.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). *แนวทางการดำเนินงานโรงเรียนมาตรฐานสากล*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริพัชร เกษภูวโรจน์. (2548). *การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพมหานคร: บุ๊คพอยท์.
- Hobson, D. (2008). *A Teachers' Guide to the History, Philosophy and Sociology of Science*. Rutteerdam; Sense Publisher.
- Keeves, P. J. (1988). *Educational research methodology, and measurement: An international handbook*. Oxford, England: Pergamon Press.
- Krejcie and D. Morgan. (1970). Determining Sample Size Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*. 30. 607-610.
- Rockland, R. et al. (2010). Advancing the “E” in K-12 STEM Education. *Journal of Technology Studies*. 36(1). 53-64.
- Wang, Hui-Hui; Moore, Tamara J.; Roehrig, Gillian H.; & Park, Mi Sun. (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. 1(2).