

ผลการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา The Results of Cognitive Integration by STEM Education in Schools

ศศิธร กาญจนสุวรรณ¹ ทิวัตต์ มณีโชติ^{2*} และ สมคิด พรหมจรรย์¹
Sasiton Kanchanasuvarna¹ Tiwat Maneechote^{2*} and Somkit Promjuy¹

¹สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

²คณะกรรมการจัดการศึกษาเชิงสร้างสรรค์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Education, Sukhothai Thammathirat Open University

²School of Creative Educational Management, Panyapiwat Institute of Management

*Corresponding author, E-mail: mtiwat@gmail.com, 081 619 7957

วันที่ส่งบทความ 13 เมษายน 2564 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 10 มิถุนายน 2564

วันที่ตอบรับบทความ 10 กันยายน 2564 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 มกราคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพการจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา 2) ศึกษาผลจากการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน และ 3) จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการดำเนินงานโครงการสะเต็มศึกษา เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครู นักเรียน ผู้แทนศูนย์สะเต็มศึกษา อาจารย์จากมหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง และผู้ทรงคุณวุฒิ ทุกภูมิภาคทั่วประเทศ รวม 750 คน เครื่องมือที่ใช้การเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ ประเด็นการสนทนากลุ่ม และแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัย พบว่า 1) สภาพการจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา พบว่า ด้านการบริหารจัดการและงบประมาณ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู ด้านสื่อ เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล มีระดับการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 4.14 4.03 และ 4.17 ตามลำดับ 2) ผลจากการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 4.09 4.09 และ 3.93 ตามลำดับ 3) ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการดำเนินงานโครงการสะเต็มศึกษาแก่ทุกระดับ ได้แก่ การกำหนดนโยบายที่ชัดเจน การปรับโครงสร้างหลักสูตร การผลิตและพัฒนาครู การสร้างเครือข่าย การสนับสนุนปัจจัยทางการศึกษา และการกำกับติดตาม และประเมินผล

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา การบูรณาการองค์ความรู้ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

Abstract

This research aims to 1) study STEM education management conditions in schools, 2) study the results of STEM education integration in schools that affect learners, and 3) make policy recommendations on STEM education projects. This research adopted a mixed-methods approach. The informant groups included 750 people consisting of teachers, students, representing STEM studies centers, lecturers from nanny universities, and qualified persons form all regions nationwide. The data collection instruments contained interviews, and focus group discussion issues and questionnaires. The collected data were analyzed by mean, standard deviation, and content analysis.

The results of the research showed that: 1) Based on the issue of STEM education management conditions in schools, it was found that management and budgeting in organizing learning activities for teachers; media, technology and learning resources as well as measurement and evaluation had an overall level of practice at a high level. The mean values were 4.19, 4.14, 4.03 and 4.17, respectively. 2) Based on the results of STEM education integration in schools that affect learners, it was found that students had the ability to communicate. The levels of thinking ability, problem-solving ability and the ability to use technology as a whole was at a high level. The mean values were 3.99, 4.09, 4.09 and 3.93, respectively. 3) Policy recommendations for STEM education projects at all levels comprised clear policy formulation, curriculum restructuring, teacher production and development, networking, supporting educational factors, and supervision, monitoring and evaluation.

Keywords: *STEM education, Cognitive Integration, Policy recommendations*

บทนำ

ที่มาของงานนี้อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของบริบททางเศรษฐกิจและสังคมโลกมีสาเหตุมาจากการปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution) ทำให้แต่ละประเทศต้องปรับบริบทภายในเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ประเทศไทยได้เตรียมความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยกำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เป็นกรอบและแนวทางในการพัฒนาประเทศเพื่อนำไปสู่การบรรลุวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” โดยกำหนดให้การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญยุทธศาสตร์หนึ่ง คือ ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติที่มุ่งเน้นให้ประชาชนได้รับโอกาสในการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ สามารถพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล เพื่อพัฒนาประเทศให้สามารถก้าวข้ามกับดักประเทศที่มีรายได้ปานกลางไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว รวมทั้งเพื่อตอบสนองนโยบาย Thailand 4.0 ของรัฐบาลที่มุ่งเน้นการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ปรับสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม ซึ่งการจะสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วได้นั้น โดยเฉพาะระบบการศึกษา ที่เป็นกลไกสำคัญในการสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ ระบบการศึกษาจึงจำเป็นต้องก้าวทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ต้องให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่อยู่บนพื้นฐานของนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลเพิ่มมากขึ้น อันจะเป็นแนวทางที่จะขับเคลื่อนการพัฒนาที่กำลัง

คนของประเทศเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในวิชาหลัก คือ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาอังกฤษ เพราะเป็นวิชาที่ฝึกการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมและค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อให้คนไทยและประเทศไทยสามารถพัฒนาประเทศจากกับดักรายได้ปานกลางไปสู่ Thailand 4.0

กระทรวงศึกษาธิการ ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีบทบาทในการยกระดับคุณภาพการศึกษา ด้านวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ได้จัดการเรียนการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ขึ้น เพื่อเตรียมทรัพยากรมนุษย์ให้มีความพร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม STEM ย่อมาจาก Science, Technology, Engineering and Mathematics สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ในชีวิตประจำวันได้จริง

ทั้งนี้ กระทรวงศึกษาธิการ ได้มีการพัฒนาและสนับสนุนการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษามาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ ปี 2556 โดยในระยะเริ่มต้นเกิดขึ้นจากความร่วมมือระหว่างสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ดำเนินการวิจัยและพัฒนา เผยแพร่หลักสูตร สื่อและตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปสู่โรงเรียนเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน ในปี 2557 สสวท. ได้จัดตั้งศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติขึ้น และจัดตั้งโรงเรียนในสังกัด สพฐ. เป็นเครือข่ายศูนย์สะเต็มศึกษาภาค จำนวน 13 ศูนย์ ใน 12 จังหวัด และลงนามความร่วมมือกับคณะวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง จำนวน 13 มหาวิทยาลัย รวมถึงการสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อปท. สช. กทม. ตลอดจนการสร้างและพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ดิจิทัลระดับชาติทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี หรือ IPST Learning Space เพื่อการสร้างโอกาสในการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ มาตรฐาน สนับสนุนการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ต่อมาในปี 2558 ได้มีการดำเนินการขับเคลื่อนมาอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ การบริหารจัดการศูนย์สะเต็มศึกษา ขับเคลื่อนขยายเครือข่ายสะเต็มศึกษา คัดเลือกทูตสะเต็ม พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา รวมถึงการพัฒนานักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ในปี 2559 กระทรวงศึกษาธิการกำหนดให้สะเต็มศึกษาเป็นโครงการสำคัญด้านหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ตามจุดเน้น 6 ยุทธศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการ และได้แต่งตั้งคณะกรรมการนโยบายการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา กระทรวงศึกษาธิการจำนวน 3 คณะ และเชิญชวนให้โรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในสังกัด สพฐ. เขตพื้นที่การศึกษาละ 10 โรงเรียน รวม 2,250 โรงเรียน เข้าร่วมโครงการ ปัจจุบันการดำเนินงานสะเต็มศึกษาของ สสวท. ประกอบด้วยศูนย์สะเต็มศึกษาภาค จำนวน 13 ศูนย์ โรงเรียนเครือข่ายสะเต็มศึกษา จำนวน 78 โรงเรียน และมหาวิทยาลัยเครือข่ายสะเต็มศึกษา 26 แห่ง ซึ่งมีการเผยแพร่กิจกรรมสะเต็มศึกษาไปยังโรงเรียนต่าง ๆ กว่า 5,700 โรงเรียน และมีเป้าหมายขยายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาครอบคลุมทุกจังหวัดในประเทศไทย

จากความเป็นมาดังกล่าวข้างต้นจะพบว่า โครงการสะเต็มศึกษาได้ดำเนินการมาเกิน 5 ปี แล้ว ควรมีการติดตามและประเมินผล สารสนเทศที่ได้จากการติดตามและประเมินผล นอกจากได้ทราบผลการประเมินว่า บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายเพียงใดแล้ว สารสนเทศดังกล่าวจะเป็นประโยชน์แก่ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องทุกระดับในการนำผลมาประกอบการพิจารณาทบทวนและปรับปรุงการดำเนินการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาทุกระดับให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาสภาพการจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา
- 2) เพื่อศึกษาผลจากการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน
- 3) เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการดำเนินงานโครงการสะเต็มศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed methods) คือ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทุกภูมิภาคทั่วประเทศ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษาสภาพและผลสัมฤทธิ์จากการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ข้อมูลเชิงปริมาณเก็บข้อมูลด้วยการสอบถามครูและนักเรียนในโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนด้วยการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาใน 13 ศูนย์ภาค แต่ละศูนย์ภาคสอบถาม 50 คน เป็นครู 20 คน นักเรียน 30 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 650 คน ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้ง 4 ภูมิภาค แต่ละภูมิภาคสัมภาษณ์ 10 คน ประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง 2 คน ผู้แทนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค 2 คน ผู้แทนสถานศึกษา 6 คน รวมการสัมภาษณ์ทั้งสิ้น 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ คือ แบบสอบถามมีการหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน นำผลมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่า IOC .80 -1.00 และทดลองใช้แบบสอบถามกับกลุ่มใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างครูและนักเรียน กลุ่มละ 30 คน นำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ด้วยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ได้ค่าความเชื่อมั่นฉบับครู .961 และฉบับนักเรียน .957 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเก็บโดยคณะวิจัยและผู้ช่วยวิจัยทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค

ส่วนที่ 2 การศึกษาและกำหนดข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการดำเนินงานโครงการสะเต็มศึกษาให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายของโครงการ เก็บข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม 4 ภูมิภาค ภูมิภาคละ 15 คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน อาจารย์มหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง 3 คน ผู้แทนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค 3 คน ผู้แทนสถานศึกษา 6 คน รวมทั้งหมด 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ประเด็นการสนทนาและแบบบันทึกประเด็นการสนทนาเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงนโยบายในการดำเนินงานโครงการสะเต็มศึกษาให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายของโครงการในระดับชาติ ระดับกระทรวง ระดับพื้นที่ และระดับสถานศึกษา มีการบันทึกภาพและวิดีโอการสนทนา วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเก็บโดยคณะวิจัยและผู้ช่วยวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลเชิงปริมาณวิเคราะห์ด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แปลผลค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เมื่อได้ผลการวิจัยแล้วทำการประชุมวิพากษ์ผลการวิจัยโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการวิจัยเชิงประเมินและด้านเนื้อหาสะเต็มศึกษา จำนวน 12 คน

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ ดังนี้

1. สภาพการจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา พบว่า ด้านการบริหารจัดการและงบประมาณ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู ด้านสื่อ เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล มีระดับการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 4.14 4.03 และ 4.17 ตามลำดับรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 สภาพของการจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา

รายการ	Mean	SD.	ระดับการปฏิบัติ
การบริหารจัดการและงบประมาณ	4.19	.671	มาก
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู	4.14	.693	มาก
สื่อ เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้	4.03	.775	มาก
การวัดและประเมินผล	4.17	.621	มาก

นอกจากการสัมภาษณ์แล้ว การศึกษาสภาพการดำเนินการยังมีการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้ง 4 ภูมิภาค ผลการสัมภาษณ์สรุปแต่ละด้านมีประเด็นดังนี้ ศูนย์สะเต็มภาค มหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง โรงเรียนเครือข่าย และโรงเรียนเครือข่ายสมทบมีการดำเนินตามบทบาทหน้าที่ที่ สสวท.กำหนดอย่างเข้มแข็งใน 3 ปีแรก ผลการดำเนินงานยังไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควรทั้งในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติ ปัญหาอุปสรรคสำคัญได้แก่ ขาดความต่อเนื่องของนโยบาย ขาดการสนับสนุนงบประมาณ ครูไม่ยอมรับสะเต็มศึกษา โครงสร้างหลักสูตรไม่เอื้อต่อการบูรณาการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา และขาดการติดตาม-ประเมินผลอย่างต่อเนื่อง

2. ผลสัมฤทธิ์จากการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาที่เกิดกับผู้เรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 4.09 4.09 และ 3.93 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 2

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ของการจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา

รายการ	Mean	SD.	ระดับผลการเรียนรู้
ความสามารถในการสื่อสาร	3.99	.723	มาก
ความสามารถในการคิด	4.09	.761	มาก
ความสามารถในการแก้ปัญหา	4.09	.774	มาก
ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	3.93	.801	มาก

นอกจากนี้ ผลจากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้ง 4 ภูมิภาค แต่ละภูมิภาคสัมภาษณ์ 10 คน ประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง ผู้แทนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค ผู้แทนสถานศึกษา ได้ประเด็นดังนี้ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมสะเต็มศึกษา พบว่า ผู้เรียนกลุ่มสะเต็มศึกษามีแนวโน้มที่ดีกว่าในด้าน 1) ความสามารถในการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่เป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง 2) กระบวนการคิดเชิงนวัตกรรมและผลผลิตใหม่ ๆ 3) ความสามารถในการคิดและการแก้ปัญหา และ 4) ได้รับการหล่อหลอมคุณลักษณะนิสัยที่ดี อาทิ สนใจการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบ อดทน เป็นต้น

3. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการดำเนินงานโครงการสะเต็มศึกษา สรุปได้ดังนี้

3.1 เครื่องมือและกลไกสนับสนุนจากภาครัฐและภาคส่วนต่าง ๆ ได้แก่ 1) การทำให้บุคลากรทางการศึกษาและผู้เกี่ยวข้องเห็นคุณค่าและการยอมรับสะเต็มศึกษา 2) มีนโยบายสะเต็มศึกษาที่ชัดเจนและเข้ม

เชิงอย่างต่อเนื่อง 3) มีระบบและกลไกการบริหารที่ดีในการส่งเสริมและสนับสนุนสะเต็มศึกษา 4) มีหน่วยงานรับผิดชอบงานสะเต็มศึกษาที่เข้มแข็ง และ 5) มีการสนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานสะเต็มศึกษาที่เพียงพอและต่อเนื่อง

3.2 นโยบาย บทบาท และแนวทางการดำเนินงานในระดับต่าง ๆ มีดังนี้

3.2.1 ระดับชาติ ได้แก่ 1) จัดทำนโยบายและแผนยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาและการวิจัยทางด้านสะเต็มศึกษาแห่งชาติ 2) ปรับหลักสูตรการผลิตและพัฒนาครูให้มีเนื้อหาและการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา 3) ปรับโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานให้เอื้อต่อการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา 4) สร้างความเข้มแข็งแก่มหาวิทยาลัยหรือสถาบันอุดมศึกษาที่เลี้ยงสะเต็มศึกษา และ 5) ปรับองค์ประกอบการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา เพิ่มการพิจารณาผลจากการเรียนด้วยสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้น

3.2.2 ระดับกระทรวง ได้แก่ 1) ตั้งหน่วยงานเฉพาะด้านสะเต็มศึกษารองรับนโยบายระดับชาติ 2) สร้างระบบและกลไกของกระทรวงในการส่งเสริมและสนับสนุนการบริหารจัดการงานสะเต็มศึกษาของพื้นที่และสถานศึกษา 3) ปรับโครงสร้างหลักสูตรให้มีส่วนของสะเต็มศึกษาที่ชัดเจน 4) ปรับแนวทางการวัดและประเมินผู้เรียน เน้นการประเมินสมรรถนะที่เกิดจากสะเต็มศึกษามากกว่าการวัดและประเมินเนื้อหา และ 5) สร้างระบบการกำกับ ติดตาม และประเมินผลสะเต็มศึกษาระดับพื้นที่และสถานศึกษา

3.2.3 ระดับพื้นที่ ได้แก่ 1) ผู้บริหารการศึกษาระดับพื้นที่เป็นผู้นำในการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา 2) สร้างเครือข่ายระดับพื้นที่ในการส่งเสริมและสนับสนุนสะเต็มศึกษา 3) มีหน่วยงานรับผิดชอบการบริหารจัดการและแหล่งเรียนรู้สะเต็มศึกษาระดับพื้นที่ 4) จัดกิจกรรมให้สถานศึกษา ครู และนักเรียน ได้แสดงผลงานสะเต็มศึกษา และ 5) นิเทศ กำกับ ติดตาม และประเมินผลการบริหารและการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาอย่างต่อเนื่องและนำผลการประเมินมาพัฒนาปรับปรุงให้งานสะเต็มศึกษาพัฒนายิ่งขึ้น

3.3 การจัดการศึกษาของสถานศึกษา ได้แก่ 1) ผู้บริหารสถานศึกษาที่เห็นความสำคัญและสนับสนุนให้ครูจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาอย่างจริงจัง 2) มีการปรับปรุงหลักสูตรสถานศึกษาให้มีชั่วโมงสะเต็มศึกษาในการจัดการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา 3) สร้างความตระหนักและพัฒนาครู สนับสนุนงบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์ และสร้างขวัญกำลังใจแก่ครูในการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 4) มีการประสานทำความเข้าใจกับผู้ปกครองและนักเรียนให้เห็นคุณค่าและยอมรับในการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พร้อมกับสร้างเครือข่ายและให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมและการดำเนินงานสะเต็มศึกษา และ 5) มีการนิเทศ กำกับ ติดตาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และประเมินผลสะเต็มศึกษา นำผลการประเมินมาพัฒนาการบริหารและการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาของสถานศึกษาให้ดียิ่งขึ้น

การอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ อภิปรายตามสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1 สภาพการจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา

สภาพการจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา จากการสอบถาม พบว่า อยู่ในระดับมากแต่ค่าเฉลี่ยยังไม่สูง ที่อยู่ในระดับมาก อาจเป็นเพราะส่วนใหญ่เป็นผลการตอบของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็ม นักเรียนกลุ่มนี้มีความพึงพอใจต่อการได้รับการจัดการเรียนรู้และการร่วมกิจกรรมสะเต็มศึกษา จึงอาจให้คะแนนสภาพการดำเนินการและผลการดำเนินการในระดับสูง แต่ถ้าสังเกตเนื้อหาจากการสัมภาษณ์อาจารย์จากมหาวิทยาลัยพี่เลี้ยงและครู จะพบว่า ยังไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควรทั้งในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติ เป้าหมายระดับนโยบายพิจารณาตามเหตุผลที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

ศึกษา (นัสนรินทร์ ปือชา, 2558, น. 12) คือ ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีหลายประการ ที่สำคัญ ได้แก่ 1) จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลง 2) การประเมินผลวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ อยู่ในระดับต่ำ 3) ประเทศต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูง แต่การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติ และ 4) ยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน มีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านนี้ ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้ทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคเออีซี จากการดำเนินโครงการสะเต็มศึกษามาร่วม 7 ปี ผลดำเนินการยังไม่บรรลุผลเชิงนโยบายดังกล่าว พิจารณาตามรายละเอียดแต่ละด้าน อภิปรายได้ ดังนี้

1.1 การจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา ผลการศึกษา พบว่า โรงเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้จัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน ส่วนใหญ่จัดในรูปกิจกรรมเสริม เช่น ชุมนุม การเข้าค่าย กิจกรรมช่วงเวลาลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ และจัดกิจกรรมเฉพาะ ได้แก่ การฝึกซ้อมก่อนเข้าแข่งขัน ไม่เป็นไปตามที่ สสวท. และ จารัส อินทลาภพร, มารุต พัฒนา, วิชัย วงษ์ใหญ่, และศรีสมร พุ่มสะอาด (2558, น. 64) ได้เสนอไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งในและนอกห้องเรียน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สื่อการเรียนการสอนที่โรงเรียนใช้ตามสื่อของ สสวท. แต่ไม่เพียงพอโรงเรียนขาดงบประมาณในการซื้อสื่อ วิธีแก้ปัญหาที่โรงเรียนบางโรงเรียนใช้การยืมจากโรงเรียนใกล้เคียง ดังนั้น สื่อการเรียนการสอนก็เป็นปัจจัยอุปสรรคหนึ่งของการสอนแบบสะเต็ม ในส่วนของการวัดและประเมินผล ทุกระดับยังเน้นการวัดเนื้อหา ไม่เอื้อต่อการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะมากกว่าการจำเนื้อหา

1.2 การพัฒนาครู โครงการสะเต็มศึกษามีการพัฒนาครูอย่างต่อเนื่องทั้งในระดับประเทศโดย สสวท. และหน่วยงานต้นสังกัด และในระดับพื้นที่ โดย มหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง โรงเรียนที่เป็นศูนย์ภาค โรงเรียนต้นแบบและโรงเรียนเครือข่ายบางโรงเรียนที่ได้รับความคัดเลือกให้ดำเนินการพัฒนาครูในเครือข่าย อภิปรายได้ว่า ครูได้รับการพัฒนาด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาอย่างเพียงพอ แต่สภาพการดำเนินการมีครูจำนวนมากเมื่อได้รับการพัฒนาแล้วไม่นำมาดำเนินการสอนตามที่ได้รับการพัฒนา เพราะมีปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ครูไม่สะดวกในการสอนแบบบูรณาการสาระ หลักสูตรสถานศึกษาไม่เอื้อต่อการสอนสะเต็มเพราะหลักสูตรแยกเนื้อหารายวิชา การสอนแบบสะเต็มต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ และการสอนแบบสะเต็มต้องใช้เวลานานกว่าจะเห็นผล

1.3 การบริหารจัดการและงบประมาณ การบริหารจัดการมีเครือข่ายการดำเนินงาน ได้แก่ ศูนย์สะเต็มภาค มหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง โรงเรียนเครือข่าย และโรงเรียนเครือข่ายสมทบมีการดำเนินตามบทบาทหน้าที่ที่กำหนดอย่างเข้มแข็งใน 3 ปีแรก เพราะได้รับการสนับสนุนงบประมาณและการกำกับติดตามอย่างเข้มแข็งจาก สสวท. การดำเนินการในช่วงแรกเป็นการหาและพัฒนาโรงเรียนเครือข่าย ส่วนงบประมาณ ช่วงแรกได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากส่วนกลาง งบประมาณส่วนใหญ่ใช้ในการประชุมกรรมการ อนุกรรมการ การอบรมครู และการจัดกิจกรรมการแข่งขันผลงานนักเรียน ระยะหลังการดำเนินตามบทบาทหน้าที่ของแต่ละระดับลดลง เพราะไม่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ ประกอบกับมีการปรับเปลี่ยนหน่วยงานที่รับผิดชอบจาก สสวท. มาเป็นหน่วยงานต้นสังกัด คือ สพฐ. มีการปรับโครงสร้างโรงเรียนเครือข่าย แต่เครือข่ายเดิมบางแห่งก็ยังทำหน้าที่ต่อไป เช่น ศูนย์สะเต็มภาคตะวันออกเฉยงเหนือ โรงเรียนเบญจมะมหาราช ยังจัดกิจกรรมวิชาการและการแข่งขันผลงานนักเรียนต่อเนื่องทุกปี ปัจจัยสำคัญที่ทำต่อเนื่องได้เพราะการสนับสนุนจากผู้บริหารสถานศึกษา

1.4 ปัญหาอุปสรรค การวิจัยครั้งนี้แยกศึกษา 3 ส่วน ดังกล่าวข้างต้น พบว่า ปัญหาอุปสรรคตรงกันทุกส่วน จากการสัมภาษณ์พบปัญหาอุปสรรคที่สำคัญ ได้แก่ ขาดความต่อเนื่องของนโยบาย ขาดการสนับสนุนงบประมาณ ครูไม่ยอมรับสะเต็มศึกษา โครงสร้างหลักสูตรไม่เอื้อต่อการบูรณาการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา และขาดการติดตาม-ประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับปัญหาที่ สสวท. (สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท. 2560) ได้ประชุมปฏิบัติการ (workshop) หัวข้อ ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการสะเต็มศึกษา: STEM WORKSHOP มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันที่ 17 – 20 ธันวาคม 2559 และสรุปปัญหาไว้ มีดังนี้ 1) ความสับสนในความหมายของสะเต็มศึกษา 2) ความต้องการความช่วยเหลือและการสนับสนุนเพื่อเรียนรู้การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสะเต็ม และ 4) ผู้ที่ผ่านการอบรมการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดในการเรียนการสอนในห้องเรียน และเผยแพร่ให้แก่ครูผู้อื่นได้

2. ผลสัมฤทธิ์จากการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

ผลการวิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ของโครงการสะเต็มนำมาอภิปราย ได้ดังนี้

2.1 ผลการเรียนรู้และความสามารถในการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่เป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง พบว่า ผลการเรียนรู้ที่เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระต่าง ๆ ไม่ปรากฏผลชัดเจนว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรม แม้แต่กลุ่มสาระหรือรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ สำหรับความสามารถในการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่เป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนกลุ่มสะเต็มศึกษามีแนวโน้มว่ามีมากกว่านักเรียนกลุ่มปกติ ผลการวิจัยครั้งนี้ไม่ค่อยสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่องพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ดีขึ้นและดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เช่น งานวิจัยของ กมลฉัตร กล่อมอิม (2560) ; นัสรินทร์ ปือชา (2558) ; อาทิตย์ ฉิมกุล (2559) และงานวิจัยของ เจษฎา ชวนะไพศาล, พินดา วราสุนันท์, และสามารถ อรัญนารถ (2560) ; โอนดาซ์ รัชเวทย์, จูซิณีปรกรณ์ สมแก้ว, และปภาวี อุปธิ (2560)

2.2 การพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ๆ นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมจะได้รับการฝึกกระบวนการคิดเชิงนวัตกรรม โดยเฉพาะนักเรียนที่สนใจส่งชิ้นงานประกวดจะได้รับการฝึกกระบวนการคิดเชิงนวัตกรรมเพื่อผลิตชิ้นงาน สำหรับการเรียนการสอนปกตินักเรียนได้รับการพัฒนาบ้าง แต่ยังไม่ถึงขั้นการมีคุณลักษณะของนวัตกรรม ผลผลิตใหม่ ๆ ของนักเรียนมีบ้าง เห็นได้จากการประกวดสิ่งประดิษฐ์หรือโครงงานต่าง ๆ ซึ่งสิ่งประดิษฐ์ส่วนใหญ่มักเป็นลักษณะของนวัตกรรมที่เป็นสิ่งของหรือเป็นระบบ สิ่งประดิษฐ์สร้างสรรค์สำหรับการแก้ปัญหาในห้องเรียนหรือเฉพาะพื้นที่ และสิ่งประดิษฐ์แก้ปัญหาชีวิตประจำวัน

2.3 การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 นักเรียนทั้งหมดได้รับการพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามที่หลักสูตรแกนกลางกำหนด มี 5 สมรรถนะ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และ การใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนกลุ่มสะเต็มศึกษาจะมีความโดดเด่นด้านความสามารถในการคิดและการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนกลุ่มปกติ ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่อง เช่น งานวิจัยของ โอนดาซ์ รัชเวทย์ และคณะ (2560) หรืองานวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ (2561) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาผู้เรียนมีทักษะศตวรรษที่ 21 ดีขึ้นในด้าน การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา การสื่อสารและการมีส่วนร่วม และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

2.4 การหล่อหลอมคุณลักษณะนิสัยที่ดี อาทิ สนใจการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบ อดทน เป็นต้น นักเรียนปกติทุกคนจะได้รับการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์อย่างน้อย 8 ประการตามที่หลักสูตรแกนกลาง

กำหนด แต่สำหรับนักเรียนกลุ่มสะเต็มศึกษาโดยเฉพาะนักเรียนที่จะเข้าประกวดผลงานจะได้รับการฝึกฝนในด้าน ความรับผิดชอบ ความพยายาม ความขยัน ความอดทน และความมุ่งมั่นมากเป็นพิเศษ คุณลักษณะที่เปลี่ยนแปลง ไปของนักเรียนที่ได้รับการฝึกฝน คือ พฤติกรรมการคิดและการแสดงออก พฤติกรรมการเรียนรู้ และพฤติกรรมการ ทำงานกลุ่มที่ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อโนดาช รัชเวทย์ และคณะ (2560) ที่พบว่า พฤติกรรมการมีส่วนร่วม กิจกรรมกลุ่มของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการดำเนินงานโครงการสะเต็มศึกษา

จากผลการวิจัยข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการดำเนินงานโครงการสะเต็มศึกษา นำมาอภิปรายใน ภาพรวมได้ ดังนี้

3.1 เครื่องมือและกลไกสนับสนุนจากภาครัฐและภาคส่วนต่าง ๆ

จากผลการวิจัยพบว่า ประเด็นที่เป็นปัญหาสำคัญที่สุดของสะเต็มศึกษาในประเทศไทยตอนนี้ คือ การยอมรับในสะเต็มศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ดีและยั่งยืน ดังนั้น การทำให้บุคลากรทางการศึกษา และผู้เกี่ยวข้องเห็นคุณค่าและการยอมรับสะเต็มศึกษาเป็นกลไกสำคัญที่จะช่วยให้งานสะเต็มศึกษาของประเทศ ประสบความสำเร็จ เพราะเมื่อบุคลากรผู้ปฏิบัติและผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นคุณค่าและยอมรับแล้ว ย่อมทำให้เกิดความร่วมมือ เกิดความมุ่งมั่นในการปฏิบัติ ผลการดำเนินงานก็จะประสบผลสำเร็จ ในทางตรงกันข้าม หากไม่ได้รับการ ยอมรับย่อมจะเกิดการต่อต้าน การละเลย หรือหากจำเป็นต้องปฏิบัติ ก็ปฏิบัติพอเป็นพิธี ก็ยากที่จะประสบผล สำเร็จได้ ในการสร้างการยอมรับอย่างด้นั้นต้องทำโดยมีการวิจัยและสร้างกรณีตัวอย่างที่ดีของสถานศึกษาและ การเรียนการสอนโดยสะเต็มศึกษาว่า เกิดผลดีต่อผู้เรียนอย่างน่าเชื่อถือมีผลเป็นที่ประจักษ์ นอกจากการวิจัยเพื่อ ยืนยันผลการใช้สะเต็มในการพัฒนาผู้เรียนแล้ว ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสนับสนุนและพัฒนาสะเต็มศึกษาด้วย โดย การศึกษาวิจัยควรมาจากหลายภาคส่วนทั้งภาครัฐและเอกชน การร่วมมือระหว่างชุมชน และสถาบันอุดมศึกษา ในการทำวิจัยพัฒนาเพื่อพัฒนาหลักสูตร ครูผู้สอน การเรียนการสอน และการบริหารจัดการสะเต็มศึกษาในบริบท ของไทย

เมื่อบุคลากรทางการศึกษาและผู้เกี่ยวข้องเห็นคุณค่าและการยอมรับสะเต็มศึกษาแล้ว เครื่องมือและ กลไกสำคัญลำดับถัดไป คือ การมีนโยบายสะเต็มศึกษาที่ชัดเจนและเข้มแข็งอย่างต่อเนื่อง ความชัดเจนของนโยบาย สะเต็มศึกษา คือ ประเทศไทยต้องกำหนดให้ชัดเจนว่า จะให้สถานศึกษาทุกระดับ ทุกสังกัด และทุกประเภทจัดการ เรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM for All) หรือจะให้สะเต็มศึกษาเป็นเพียงทางเลือกหนึ่งในการจัดการเรียน การสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน STEM for All หมายความว่า ใช้สะเต็มเป็นหลักในการพัฒนาเยาวชนของชาติ ดังนั้น สถานศึกษาทุกสังกัด ทุกระดับ ต้องจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา ระบบและกลไกการบริหารต้องทำเพื่อทั้งหมด หากจะให้สะเต็มศึกษาเป็นเพียงทางเลือกหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนก็ต้องมีเกณฑ์ชัดเจนว่า สถานศึกษาประเภทใดบ้างควรใช้สะเต็มศึกษา เช่น สถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนเน้นวิทยาศาสตร์ หรือกลุ่ม นักเรียนที่มุ่งในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพทางวิศวกรรม เป็นต้น นอกจากนโยบายต้องชัดเจนในทิศทางแล้ว นโยบายต้องมีความยั่งยืนและเข้มแข็งอย่างต่อเนื่อง กล่าวคือ ไม่ว่าจะเปลี่ยนผู้บริหารทางการศึกษาของประเทศ ก็คนก็ตาม แต่นโยบายที่ชัดเจนนี้ยังอยู่อย่างเข้มแข็ง

การมีระบบและกลไกการบริหารที่ดีในการส่งเสริมและสนับสนุนสะเต็มศึกษา ก็เป็นเครื่องมือและกลไก สำคัญอีกประการหนึ่งที่ต้องทำควบคู่กับการมีนโยบายที่ชัดเจน กล่าวคือ เมื่อมีนโยบายที่ชัดเจนแล้ว ต้องมีระบบ และกลไกการบริหารที่ดีในการส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินงานของทุกระดับและทุกภาคส่วนในการมีส่วนร่วม ในการสร้าง ผลักดัน เสริม และสนับสนุนให้การดำเนินงานสะเต็มศึกษาบรรลุจุดประสงค์และเป้าหมายอย่าง มีประสิทธิภาพ ระบบที่สำคัญได้แก่ การเตรียมความพร้อมให้แก่หน่วยงานและบุคลากร การดำเนินงานด้วย กระบวนการบริหารที่ดีในการส่งเสริมและสนับสนุนสะเต็มศึกษา และการมีระบบและกลไกการประเมินผลและ

การใช้ผลการประเมินที่ดีเพื่อการพัฒนาดำเนินการให้ดียิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง การมีระบบและกลไกการบริหารที่ดีในการส่งเสริมและสนับสนุนสะเต็มศึกษา อาจเริ่มจากการมีหน่วยงานรับผิดชอบงานสะเต็มศึกษาที่เข้มแข็ง เป็นหน่วยงานระดับชาติที่ทำหน้าที่เฉพาะการพัฒนาสะเต็มศึกษาของประเทศทั้งระบบ เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่อย่างเข้มแข็งต่อเนื่องในการบริหารจัดการร่วมกับหน่วยงานสะเต็มของระดับกระทรวงและระดับพื้นที่ของหน่วยงานทางการศึกษาทุกสังกัดในการพัฒนา ส่งเสริม และสนับสนุนการบริหารจัดการและการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยการสนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานสะเต็มศึกษาที่เพียงพอและต่อเนื่อง ตลอดจนการสนับสนุนทางวิชาการและอื่น ๆ ทุกด้านอย่างเป็นระบบ

3.2 นโยบาย บทบาท และแนวทางการดำเนินงานในระดับต่าง ๆ

นโยบาย บทบาท และแนวทางการดำเนินงานในระดับต่าง ๆ อภิปรายได้ ดังนี้

3.2.1 ระดับชาติ บทบาทและแนวทางการดำเนินงานระดับชาติลำดับแรก คือ ควรจัดทำนโยบายและแผนยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาและการวิจัยทางด้านสะเต็มศึกษาแห่งชาติ ดังได้กล่าวไปแล้วว่า เครื่องมือและกลไกสำคัญประการหนึ่ง คือ การมีนโยบายสะเต็มศึกษาที่ชัดเจนและเข้มแข็งอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาของชาติ เช่น สภาการศึกษาควรจัดทำนโยบายและแผนยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาที่ชัดเจนว่า ให้มีการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาการเรียนการสอน ตลอดจนให้มีการวิจัยเพื่อการพัฒนาการบริหารจัดการ พัฒนาครู และพัฒนาการเรียนการสอนแนวสะเต็มศึกษา โดยนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ดังกล่าวเกิดจากการมีส่วนร่วมจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐและภาคเอกชน

แผนยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาและการวิจัยทางด้านสะเต็มศึกษาแห่งชาติ ควรให้มีการปรับหลักสูตรการผลิตและพัฒนาครูให้มีเนื้อหาและการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา โดยมีเนื้อหาและการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบสะเต็มศึกษาหลักสูตรการผลิตและพัฒนาครูดังกล่าวควรเกิดจากการร่วมกันจากหลายคณะ ได้แก่ ศึกษาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อให้ นักศึกษาครูได้เรียนรู้และได้รับการพัฒนากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่บัณฑิตครูเมื่อจบไปเป็นครูก็สามารถสอนแบบสะเต็มได้ทันที ตลอดจนเป็นหลักสูตรระยะสั้นที่ให้ครูประจำการได้เข้ามารับการพัฒนาเรื่องสะเต็มศึกษาอย่างต่อเนื่อง

สิ่งที่ทำควบคู่ไปกับการปรับหลักสูตรการผลิตและพัฒนาครู คือ ปรับโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานให้เอื้อต่อการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา เพราะจากการสนทนากลุ่มทุกจุดระบุตรงกันว่า ปัญหาที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ได้แก่ เวลา สอดคล้องกับผลการวิจัยของเจษฎา ชวนะไพศาล และคณะ (2560, น. 297) ที่พบว่า ปัญหาอุปสรรคในการพัฒนาความสามารถด้านทักษะสะเต็มศึกษาอันดับแรก คือ เวลาไม่เพียงพอ ทั้งนี้เป็นเพราะหลักสูตรไม่มีชั่วโมงสอนเฉพาะของสะเต็มศึกษาและการสอนโดยบูรณาการสะเต็มศึกษาต้องใช้เวลานาน ดังนั้น ควรปรับโครงสร้างหลักสูตรในส่วนของวิชาและเวลา ให้มีเวลาของการจัดการเรียนการสอนแนวสะเต็มศึกษาที่ชัดเจนและเพียงพอต่อการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุผลตามมาตรฐานและตัวชี้วัดผลการเรียนรู้

อาจารย์มหาวิทยาลัยหรือสถาบันอุดมศึกษายังเป็นพี่ที่พี่ของพื้นที่และสถานศึกษา ดังนั้น ต้องสร้างความเข้มแข็งแก่มหาวิทยาลัยหรือสถาบันอุดมศึกษาที่เลี้ยงสะเต็มศึกษา โดยเฉพาะในภูมิภาค มหาวิทยาลัยหรือสถาบันอุดมศึกษาที่เลี้ยงระดับพื้นที่และสถานศึกษามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาบุคลากรและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ที่ผ่านมาถึงแม้มีการทำ MOU ตั้งให้เป็นมหาวิทยาลัยที่เลี้ยง มีการทำงานร่วมกันในระดับชาติเข้มแข็งในระยะแรก ๆ ระยะหลังแต่ก็ถูกปล่อยให้เป็นพื้นที่กับมหาวิทยาลัยทำงานกันเอง หน่วยงานระดับชาติเข้ามามีส่วนร่วมน้อย ประกอบกับมหาวิทยาลัยและอาจารย์ที่ได้รับมอบหมายให้เป็นพี่เลี้ยงไม่ถือว่าเป็นหน้าที่หลัก จึงทำให้บทบาทที่เลี้ยงบางแห่งลดลง ที่ทำได้อย่างต่อเนื่องเป็นเพราะมีปัจจัยอื่น เช่น มีโครงการอื่น

ร่วมกัน หรือมีความรู้จักคุ้นเคยเป็นการส่วนตัว การดูแลช่วยเหลือของพี่เลี้ยงจึงเป็นแบบการอนุเคราะห์เพราะเมตตา ดังนั้น ควรมีนโยบายระดับชาติในการสร้างความชัดเจนและความเข้มแข็งแก่มหาวิทยาลัยหรือสถาบันอุดมศึกษาที่เลี้ยงดังกล่าว

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ในระดับชาติควรมีการปรับองค์ประกอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา ปัจจุบันการสอบผู้เรียนไม่ว่าการสอบระดับไหน สอบโดยหน่วยงานใด และสอบเพื่อประโยชน์ใด แม้แต่การสอบเข้าศึกษาต่อ ลักษณะข้อสอบเน้นการสอบเนื้อหา การสอบเข้าระดับอุดมศึกษาปัจจุบันถึงแม้จะมีระบบ TCAS มีส่วนของผู้รับตรงที่พิจารณาจากแฟ้มผลงาน แต่ก็มีส่วนหนึ่งที่ใช้การสอบ และข้อสอบก็ยังเน้นเนื้อหา ดังนั้น เพื่อให้เอื้อต่อความต้องการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนในการลดการสอบเนื้อหาบ่อยลง ควรเพิ่มการสอบสมรรถนะและพิจารณาผลจากผลงานของนักเรียนอันเกิดจากการเรียนด้วยสะเต็มศึกษาให้มากขึ้น

3.2.2 ระดับกระทรวง นโยบาย บทบาท และแนวทางการดำเนินงานในระดับกระทรวง ลำดับแรกควรตั้งหน่วยงานเฉพาะด้านสะเต็มศึกษารองรับนโยบายระดับชาติ หน่วยงานระดับกระทรวงดังกล่าวที่ทำหน้าที่อย่างเข้มแข็งอย่างต่อเนื่องร่วมกับหน่วยงานระดับชาติและระดับพื้นที่ในการบริหารจัดการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาของสถานศึกษา ที่ผ่านมาหน่วยงานที่ทำหน้าที่ส่วนนี้คือ สสวท. ซึ่งทำหน้าที่ได้ดีโดยเฉพาะระยะแรก ๆ แต่ต่อมามีการตั้งหน่วยงานรับผิดชอบระดับหน่วยงาน แต่ดูเหมือนว่ามีการทำงานร่วมกันน้อย ลักษณะเหมือนต่างคนต่างทำ ทำให้ระดับพื้นที่และสถานศึกษาสับสนในการทำงานระดับปฏิบัติ ดังนั้น หน่วยงานระดับกระทรวงควรเป็นหน่วยงานเฉพาะด้านสะเต็มศึกษาที่ทำหน้าที่อย่างเข้มแข็งและต่อเนื่องร่วมกับหน่วยงานทุกระดับในการบริหารจัดการและการพัฒนางานสะเต็มศึกษาของพื้นที่และสถานศึกษา

เมื่อมีหน่วยงานระดับกระทรวงเฉพาะด้านสะเต็มศึกษา กระทรวงต้องสร้างระบบและกลไกในการส่งเสริมและสนับสนุนการบริหารจัดการงานสะเต็มศึกษาของพื้นที่และสถานศึกษา ตลอดจนการสนับสนุนและสร้างขวัญกำลังใจแก่ผู้บริหารและครูที่จัดการเรียนการสอนแนวสะเต็มศึกษา เช่น ใช้เป็นผลงานเพื่อประเมินวิทยฐานะ ความก้าวหน้าทางตำแหน่งงาน หรือการเพิ่มเงินเดือน เป็นต้น

การรองรับหลักสูตรระดับชาติ กระทรวงก็ต้องปรับโครงสร้างหลักสูตรให้มีส่วนของสะเต็มศึกษาที่ชัดเจน ทั้งในส่วนของการเรียนรู้อิงตัวชี้วัด และเพิ่มเวลาในการเรียนการสอนและกิจกรรมสะเต็มศึกษา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการปรับปรุงเมื่อ พ.ศ. 2560 ในส่วนของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยส่วนของวิศวกรรมศาสตร์มีเพียงลักษณะการสอดแทรกกระบวนการอยู่ในวิชาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์เท่านั้น ในส่วนของการบูรณาการสะเต็มยังไม่ชัดเจน ดังนั้น ระดับชาติและกระทรวงต้องเพิ่มในส่วนของสะเต็มให้มาก นอกจากปรับหลักสูตรทั้ง 4 วิชาแล้ว ต้องมีความชัดเจนและความพร้อมด้านกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ และการวัดและประเมินผล ปรับแนวทางการวัดและประเมินผู้เรียน เน้นการประเมินสมรรถนะที่เกิดจากสะเต็มศึกษามากกว่าการวัดและประเมินเนื้อหา ตลอดจนมีแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจนในการกำกับ ติดตาม และประเมินผลการดำเนินงานและผลสัมฤทธิ์ของสะเต็มศึกษาระดับพื้นที่และสถานศึกษาด้วย

3.2.3 ระดับพื้นที่ บทบาทและแนวทางการดำเนินงานสะเต็มศึกษาในระดับพื้นที่ ลำดับแรกผู้บริหารการศึกษาในระดับพื้นที่ต้องเป็นผู้นำในการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา โดยผู้บริหารต้องมีความรู้และเป็นผู้ดำเนินการดำเนินงานสนับสนุนการบริหารและการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาของสถานศึกษา สร้างเครือข่ายระดับพื้นที่ในการส่งเสริมและสนับสนุนสะเต็มศึกษา โดยเชิญหน่วยงานทั้งทางด้านการบริหาร ด้านวิชาการ และด้านเศรษฐกิจของภาครัฐและเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการและการพัฒนาสะเต็มศึกษา นอกจากนี้ ระดับพื้นที่ควรมีหน่วยงานรับผิดชอบการบริหารจัดการและแหล่งเรียนรู้สะเต็มศึกษาระดับพื้นที่ เช่น ศูนย์สะเต็มภาค

ศูนย์สะเต็มจังหวัด โรงเรียนและห้องเรียนต้นแบบสะเต็มศึกษา มีการจัดกิจกรรมให้สถานศึกษา ครู และนักเรียน ได้แสดงผลงานสะเต็มศึกษา เช่น จัดกิจกรรมนิทรรศการ การประกวดผลงาน ส่วนที่สำคัญอีกประการหนึ่งต้องมีการนิเทศ กำกับ ติดตาม และประเมินผลการบริหารและการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาอย่างต่อเนื่อง และนำผลการประเมินมาพัฒนาปรับปรุงให้งานสะเต็มศึกษาพัฒนายิ่งขึ้นต่อไป

3.3 การจัดการสะเต็มศึกษาของสถานศึกษา

การจัดการสะเต็มศึกษาของสถานศึกษา ลำดับแรกผู้บริหารสถานศึกษาต้องเห็นความสำคัญและให้การสนับสนุนให้ครูจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาอย่างจริงจัง จากการรวบรวมข้อมูลทุกส่วนทั้งการสนทนากลุ่มและการศึกษาจากเอกสารงานวิจัยได้ข้อสรุปที่ตรงกันว่า กลไกที่สำคัญที่สุดของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาให้ดำเนินไปด้วยดีและประสบผลสำเร็จ คือ ผู้บริหารสถานศึกษา ดังนั้นผู้บริหารสถานศึกษาต้องมีความรู้ความเข้าใจสะเต็มศึกษาและเป็นผู้ดำเนินการขับเคลื่อนในการจัดการเรียนการสอนแนวสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา และต้องเป็นผู้บริหารมืออาชีพ กล่าวคือ สามารถบริหารจัดการอย่างมียุทธศาสตร์ เป็นนักวิชาการ มุ่งพัฒนาระบบการเรียนการสอนเป็นหลัก เปิดโอกาสให้ทุกฝ่ายเข้ามามีส่วนร่วมในการคิดและบริหาร ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงเพื่อการพัฒนา เป็นผู้ที่ไม่หยุดนิ่ง พร้อมทั้งจะพัฒนาวิชาชีพของตนเองให้ก้าวหน้าการเปลี่ยนแปลงเสมอ และพร้อมที่จะประสานและทำงานร่วมกับทุกฝ่าย สนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเปิดโอกาสให้บุคคลภายนอกจากภาคส่วนต่าง ๆ เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา (มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 2561, น. 8) มีการประสานทำความเข้าใจกับผู้ปกครองและนักเรียนให้เห็นคุณค่าและยอมรับการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พร้อมกับสร้างเครือข่ายและให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมและการดำเนินงานสะเต็มศึกษา

สถานศึกษาต้องมีการปรับปรุงหลักสูตรสถานศึกษาให้มีชั่วโมงสะเต็มศึกษาในการจัดการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เมื่อมีการปรับปรุงหลักสูตรสถานศึกษาที่เอื้อต่อการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาแล้ว กลุ่มบุคลากรสำคัญในการขับเคลื่อนการเรียนการสอน คือ ครู โดยครูต้องยอมรับและเห็นคุณค่าสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญ คือ เป็นผู้อำนวยความสะดวกและโค้ชผู้เรียน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายความคิดของผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนและบริบทของชั้นเรียน (มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 2562, น. 12) ผลการวิจัยของเจษฎา ชวนะไพศาล และคณะ (2560, น. 297) พบว่า ปัญหาอุปสรรคในการพัฒนาความสามารถด้านทักษะสะเต็มศึกษาอันดับสองรองจากเวลาไม่เพียงพอ คือ ความไม่สนใจและไม่ตั้งใจเรียนของผู้เรียน ซึ่งเกี่ยวข้องจากการจัดการเรียนรู้ของครู

ควบคู่ไปกับการพัฒนาครู สถานศึกษาต้องสนับสนุนงบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์ และสร้างขวัญกำลังใจแก่ครูในการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ให้ความสำคัญทางตำแหน่งวิชาการหรือวิทยฐานะ ตำแหน่งงาน และการขึ้นเงินเดือน เพราะครูผู้สอนแบบสะเต็มศึกษาต้องเป็นผู้ที่มีความมุ่งมั่น เสียสละ พยายามทุ่มเทกับการสอนจึงจะประสบผลสำเร็จในการสอนแบบสะเต็มศึกษา การสร้างขวัญกำลังใจแก่ครูอีกทางหนึ่ง คือ ผู้บริหารสถานศึกษาเอาใจใส่ ดังนั้น สถานศึกษาต้องมีการนิเทศ กำกับ ติดตาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และประเมินผลการจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมสะเต็มศึกษา ตลอดจนนำผลการประเมินมาเป็นข้อมูลในการพัฒนาการบริหารและการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาของสถานศึกษาให้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

นอกจากข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ได้เสนอข้างต้นแล้ว ขอเสนอแนะเพื่อย้ำและเสนอแนะเพิ่มเติมในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาและกระทรวงศึกษาธิการควรเสนอรัฐบาลกำหนดนโยบายให้มีการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาต่อไป โดยระดับชาติ ระดับกระทรวง และระดับพื้นที่มีการปรับเปลี่ยนบทบาทและแนวทางการดำเนินนโยบายตามข้อเสนอเชิงนโยบายที่เสนอข้างต้น
2. ผู้บริหารสถานศึกษาและครูในด้านการตระหนักเห็นประโยชน์และการรับดำเนินการอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ สถานศึกษาควรให้ผู้ปกครองและชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการบูรณาการเนื้อหาต่อบ้านหรือภายในชุมชน ย่อมทำให้เกิดการเชื่อมโยงที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. ควรมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินสถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่ดี กำหนดเป็นสถานศึกษาและครูต้นแบบ มีการให้รางวัลและให้ใช้ประโยชน์จากการเป็นสถานศึกษาและครูต้นแบบในการประเมินความก้าวหน้าทางตำแหน่งและวิทยฐานะ

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยประเมินและติดตามนักเรียนที่จบจากการเรียนการสอนด้วยสะเต็มศึกษาในการศึกษาต่อและการดำรงชีพหลังจากจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา โดยศึกษาองค์รวมทั้งหมด ทั้งผลการเรียน การประกอบอาชีพ บุคลิกลักษณะ และการสร้างผลงานที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชนและประเทศชาติ และเพิ่มการศึกษาเชิงลึกกับกลุ่มนักเรียนและผู้ปกครอง เช่น การสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาที่ให้การสนับสนุนทุนดำเนินการวิจัย และได้อนุญาตให้นำผลการวิจัยมาเขียนเป็นบทความวิจัยเพื่อเผยแพร่ คณะวิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม (2560). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 40(2),
- เจษฎา ชวนะไพศาล, พินดา วราสุนันท์, และสามารถ อรัญนารถ. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางเลนวิทยา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 10(1), 297-312.
- จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒนา, วิชัย วงษ์ใหญ่, และศรีสมร พุ่มสะอาด. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University ISSN 1906 – 3431 ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 8(1), 61-73.
- นัสรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. (2561). *โปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์*. สืบค้น 10 ธันวาคม 2561, จาก <http://blog.bru.ac.th/wp-content/uploads/2019/07>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาคอมพิวเตอร์. (2560). ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการสะเต็มศึกษา: STEM WORKSHOP มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันที่ 17 – 20 ธันวาคม 2559 โดย Professor Deborah Hanuscin. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2562 จาก ojo.ipst.ac.th/stem-ed-workshop-problem/
- อโนดาช รัชเวทย์, ฐิณีปกรณ์ สมแก้ว, และภาวิ อุบัติ. (2560). การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทิร์น*, 11(3), 226-238.
- อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). สืบค้น 10 ธันวาคม 2561, จาก <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/55146>.

Translated Thai References

- Buecha, N. (2015). *The result of learning management by STEM Education on Biology achievements, ability to problems solving, and the satisfy to learning management of Mathayomsuksa 5 students* (master's thesis). Songkla: Prince of Songkla University. [in Thai].
- Buriram Rajabhat University. (2018). The Integrated STEM Education Teacher Development Program to build learning management skills in the 1st century 21 School Education Fund Project, Buriram Province. Retrieved December 10, 2019, from <http://blog.bru.ac.th/wp-content/uploads/2019/07>. [in Thai].
- Chamrat Intalaporn, Marut Patpon, Wichai Wongyhai, and Srisamorn Pumsa-ard. (2015). A Study of STEM Education Guidelines for Primary School Students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 8(1), 61-73. [in Thai].
- Chawanapaisan, J., Warasunun, P., & Arannaros, S. (2017). The development of Mathematical achievements on the theorem of Pitagorus using STEM learning management of secondary school students at Banglane Witthaya School. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 10(1), 297-312. [in Thai].
- Chimkul, A. (2016). *The effects of STEM-based Biology learning management on problem solving abilities and Biology achievements of high school students* (master's thesis). Retrieved December 10, 2019, from <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/55146>. [in Thai].
- Grom-im, K. (2017). Comparing the academic achievements of students studying with Integrated STEM learning management with regular learning management for 4th graders. *Journal of Education, Khon Kaen University*, 40(2), (2017). [in Thai].
- Rachawet, A., Somkaew, T., & Upathi.P. (2017). Developing learning and innovation skills in the 21th century by STEM education series. subject: Separation of substances of secondary school students in year 2. *Academic Journal of Far Istern University*. 11(3), 226-238. [in Thai].
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, Computer branch. (2017). *Problems and solutions in teaching and learning management according to the STEM education process: STEM WORKSHOP, Kasetsart University, dated 17 – 20 December 2016 by Professor Deborah Hanuscin*. Retrieved August 5, 2019, from oho.ipst.ac.th/stem-ed-workshop-problem. [in Thai].