

การเปรียบเทียบเทคนิคการสอนแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ กับหลักสุ จิ ปุ ลิ
สำหรับครุคณิตศาสตร์เพื่อการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้
Comparison of the STEM-Waldorf Teaching Technique
and Su Ji Pu Li Principles for Mathematics Teachers
for Cross-Subject Area Teaching Purposes

อัมรินทร์ อภิรักษ์มาศ*

Amarin Apirakmas

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, ประเทศไทย

Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Thailand

Email: nprustem@hotmail.com

Received : February 27, 2020

Revised : March 18, 2020

Accepted : March 22, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (๑) เพื่อประยุกต์เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ สำหรับครุคณิตศาสตร์เพื่อการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้โดยหลัก สุ จิ ปุ ลิ และ (๒) เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์จากการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการในรูปแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ สำหรับการสอนของครุ คณิตศาสตร์ในการสอนรายวิชาที่ข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นรูปแบบการวิจัยแบบผสมวิธี โดยใช่วิธีการ วิจัยแบบกึ่งทดลองและกึ่งปฏิบัติการด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟและหลักสุ จิ ปุ ลิ เป็นกรอบการวิจัย

พื้นที่สำหรับการวิจัยคือ โรงเรียนวัดท่ามะนาว จังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนวัดโคกเกตุ (เสริมสมบูรณ์วงศ์) จังหวัดสมุทรสงครามกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ จำนวน ๓๗ คน โดยแบ่งเป็นนักเรียนจากโรงเรียนวัดท่ามะนาว จำนวน ๑๘ คน และจากโรงเรียนวัดโคกเกตุ (เสริมสมบูรณ์วงศ์) จำนวน ๑๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐ ของนักเรียน โดยเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยในปี การศึกษา ๒๕๖๑ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ (๑) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงสะเต็มศึกษา “เสาสวยด้วยลายศิลป์” และ (๒) แบบวัดผลทางการเรียนเรื่อง “งานศิลป์กับวัฒนธรรม” โดยใช้สถิติแบบ ไม่ใช้พารามิเตอร์ในการทดสอบ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงกลุ่มด้วยสถิติแบบวิลคอกสัน ผลการวิจัยพบว่า

* อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ Lecturer of Mathematics Division

(๑) ครูสามารถใช้หลักสุ จิ ปุ ลิ ร่วมกับการประยุกต์เทคนิคการสอนแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟในการสอนข้ามกลุ่มสาระได้ และ (๒) นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยมีคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับครุคณิตศาสตร์ในการประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาการสอนข้ามกลุ่มสาระในรายวิชาต่าง ๆ ที่ไม่ใช่วิชาคณิตศาสตร์ได้

คำสำคัญ : สะเต็ม-วอลดอร์ฟ ; สะเต็มศึกษา ; การสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ; สุ จิ ปุ ลิ

Abstract

The purposes of this mixed method research were as follows: 1) to apply the STEM-Waldorf teaching technique for cross-subject area teaching by Su Ji Pu Li principles for mathematics teachers and 2) to compare the learning outcome from the teaching performance by STEM-Waldorf technique in cross-subject area. The quasi-experimental with semi-action method was used for this study.

The data were collected in the academic year 2018. The areas of the research were Wat Thamanao Elementary School in Suphanburi province and Wat Khokket (Sermsoomboonwong) Elementary School in Samut Songkhram province. The populations used for this study were the 37 students in Grade 6. All students in the populations were also the samples of the research. The samples were from both 2 schools; 18 students were from Wat Thamanao Elementary School and other 19 students were from Wat Khokket (Sermsoomboonwong) Elementary School. They were 100 percent of the whole classes in each school. The research instruments that were used for the study were as follows; a STEM activity named “Pillar Designing”, pretest and posttest assessments and the Arts with Culture subject lesson. The data were analyzed by non-parametric statistics. The Wilcoxon signed rank test was used. The research finding showed that 1) the teachers could use the Su Ji Pu Li with the STEM-Waldorf technique for cross-subject area teaching and 2) the posttest score was higher than the pretest score at a 0.05 statistical significance level. These findings can be used for mathematics teachers who must teach any non-mathematical subjects as their guidelines.

Keywords: STEM-Waldorf; STEM education; cross-subject area teaching;

Su Ji Pu Li

บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีภารกิจหลักคือ จัดการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างทั่วถึง และมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีสถานศึกษาในสังกัด ๓๒,๘๗๙ แห่ง สถานศึกษาดังกล่าวนี้เป็นสถานศึกษาที่มีนักเรียนต่ำกว่า ๑๒๐ คนลงมา ๑๐,๘๗๗ แห่ง และในจำนวนนี้เป็นสถานศึกษาที่มีขนาดเล็กมาก กล่าวคือมีนักเรียนต่ำกว่า ๖๐ คนลงมา ถึง ๑,๗๖๖ แห่ง^๑

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่จะพบได้ในสถานศึกษาขนาดเล็กโดยเฉพาะระดับประถมศึกษา คือ ครูผู้สอนได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอนในรายวิชาที่ไม่ตรงกับสาขาวิชาที่เป็นความเชี่ยวชาญในศาสตร์ของตนเองอันเนื่องมาจากปัญหาการขาดแคลนครูในสถานศึกษา ในปัจจุบันจึงมีครูคณิตศาสตร์จำนวนไม่น้อยที่ต้องปฏิบัติการสอนในรายวิชาที่ข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ เช่น รายวิชาทัศนศิลป์ พลศึกษา ภาษาไทย เป็นต้น ส่งผลกระทบกับทั้งผู้เรียนและผู้สอน เนื่องจากผู้สอนขาดความเชี่ยวชาญที่แท้จริงในศาสตร์ของรายวิชาที่ตนปฏิบัติการสอน ทำให้ผู้เรียนอาจไม่ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ถูกต้องจากครูผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์ของรายวิชา อีกทั้งผลกระทบยังเกิดกับผู้สอนเช่นกัน โดยเฉพาะในบางรายวิชาที่อาจจะต้องด้วยจิตของครูผู้สอน ทำให้เกิดปัญหาด้านศักยภาพของการถ่ายทอดเนื้อหาของรายวิชาที่ตนเองไม่ถนัด ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ในวิชาที่ได้รับมอบหมายเป็นไปอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ และอาจไม่บรรลุประสิทธิผล

กระทรวงศึกษาธิการ ได้ประกาศใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๕๑^๒ ซึ่งได้มีการปรับปรุงเนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแบบเรียนจากเดิม โดยเฉพาะในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ค่อนข้างจะมุ่งเน้นไปทางด้านกระบวนการคิดวิเคราะห์เชิงตรรกวิทยา ความรู้สึกเชิงจำนวน รวมถึงการนำองค์ความรู้ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง

ผลของประกาศดังกล่าวย่อมสร้างปัญหาให้กับครูผู้สอนที่สำเร็จการศึกษาไม่ตรงตามวิชาเอก ในรายวิชาที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอน โดยเฉพาะครูผู้ช่วยที่สำเร็จการศึกษามาได้ไม่นานซึ่งมักจะ

^๑ โรงเรียนขนาดเล็ก, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: www.moe.go.th/small_sch/information.htm [๑๓ ตุลาคม ๒๕๖๑].

^๒ คำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ ที่ สพฐ.๑๒๓๙ เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://academic.obec.go.th/newsdetail.php?id=75> [๑๓ ตุลาคม ๒๕๖๑].

ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ไม่ตรงกับสาขาวิชาของตนเอง ทำให้ขาดการขาดความแม่นยำในเนื้อหา ขาดความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงขาดทักษะและกลยุทธ์เฉพาะทางของศาสตร์ในรายวิชาที่สอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ได้แนะนำนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยใช้ชื่อว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) และให้คำจำกัดความของสะเต็มศึกษาไว้ว่า “สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต”^๓

นอกจากนี้ ในรายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย กล่าวว่า “สะเต็มบ่มเพาะทักษะทางการคิดเชิงตรรกะ การคิดเชิงสัญลักษณ์และนามธรรมผ่านการเรียนคณิตศาสตร์ ทักษะที่ได้จากการสะเต็มศึกษาจึงเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต้องได้รับการบ่มเพาะตั้งแต่ปฐมวัยจนถึงอุดมศึกษา วัยทำงาน และในการเรียนรู้ตลอดชีวิต”^๔

อย่างไรก็ตาม ยังมีนวัตกรรมจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการในอีกรูปแบบหนึ่งที่ชื่อว่าวอลดอร์ฟศึกษา (Waldorf Education) ที่บูรณาการวิชาการไปกับกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีครูคอยดูแลและอำนวยความสะดวก เน้นการจัดบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอนให้เห็นความงดงามของธรรมชาติทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เพื่อให้เกิดแรงบันดาลใจที่ดีสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน และพัฒนาผู้เรียนให้มีบุคลิกภาพที่สมดุลกลมกลืนไปกับสิ่งแวดล้อม และได้แสดงศักยภาพทุกด้านออกมาอย่างเหมาะสมภายใต้บริบทของสถานศึกษา^๕

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถประสานความร่วมมือในการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้อย่างมีความสุขได้ถูกนำเสนอผ่านงานวิชาการเรื่อง สะเต็มศึกษาเพื่อการสอนคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและการจัดการเรียนรู้ด้วยรอยยิ้ม ซึ่งได้นำเสนอกระบวนการทัศน์

^๓ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม*, (กรุงเทพมหานคร: สกสค. ลาตพรว, ๒๕๕๘), หน้า ๔.

^๔ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, *รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย*, (กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค, ๒๕๕๙), หน้า ๑๕.

^๕ รักษ์ลูก, *โรงเรียนแนวการสอนแบบวอลดอร์ฟ Waldorf เป็นยังไง?*, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.raklue.com/school-zone/11/56/1354/> [๒๐ มิถุนายน ๒๕๖๑].

และการจัดการเรียนรู้สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้สอดคล้องกับบริบทของการศึกษาและบริบทของผู้เรียนในยุคปัจจุบันไว้ ๕ ประการ ได้แก่ ๑) ปรับวิธีเรียน ๒) เปลี่ยนวิธีสอน ๓) บ่อนข้อมูลนำทาง ๔) สร้างแรงบันดาลใจ ๕) ทำทลายความคิด เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รอยยิ้ม และความสุขในเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน^๖

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและวอลดอร์ฟศึกษาได้ถูกบูรณาการและนำเสนอภายใต้ชื่อ “การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคสะเต็ม-วอลดอร์ฟ” ผ่านงานวิจัยเรื่อง Mathematics teaching in basic education in Thailand by integrating STEM-Waldorf technique to increase students’ achievement and inspiration in learning^๗ โดยงานวิจัยดังกล่าวได้เสนอเทคนิคการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาภายใต้สิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ไม่ให้ผู้เรียนได้สัมผัสถึงความเป็นวิชาการมากเกินไปเหมือนกับการเรียนภายในห้องเรียน สร้างรอยยิ้มร่วมกันทั้งผู้สอนและผู้เรียนและลดความตึงเครียดของผู้เรียน

จากการที่ครุคณิตศาสตร์หลายท่านได้รับการงานในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นนอกเหนือจากวิชาคณิตศาสตร์ เช่น ศิลปศึกษา พระพุทธศาสนา หรือภาษาไทย เป็นต้น อันเป็นผลจากปัญหาการขาดแคลนครูในสถานศึกษา ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ข้ามกลุ่มสาระสำหรับครุคณิตศาสตร์ โดยการประยุกต์เทคนิคการสอนรูปแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ จากแนวทางของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกลุ่มวิชาหลักหรือวิชาแกน (major subjects) ไปสู่กลุ่มวิชารองหรือวิชาเลือก (minor subjects) เพื่อแก้ปัญหาให้ครุคณิตศาสตร์สามารถจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการเข้ากับศาสตร์ความเชี่ยวชาญของตนได้ในกรณีที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ปฏิบัติการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ อันทำให้เกิดความสุขร่วมกันในการจัดการเรียนรู้ทั้งตัวผู้สอนและผู้เรียน

^๖ อัมรินทร์ อภิรักษ์มาศ, สะเต็มศึกษาเพื่อการสอนคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและการจัดการเรียนรู้ด้วยรอยยิ้ม, เอกสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑๐ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, (นครปฐม: การ์แลนด์ พับลิชชิ่ง, ๒๕๖๑), หน้า ๒๒๕-๒๓๖.

^๗ Apirakmas A., Mathematics teaching in basic education in Thailand by integrating STEM-Waldorf technique to increase students’ achievement and inspiration in learning, Proceedings on the 3rd International Conference of Multidisciplinary Approaches on UN Sustainable Development Goals 2018 (Nakhon Pathom : Garland Publishing, 2019), pp. 239-246.

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อประยุกต์เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ สำหรับครูคณิตศาสตร์เพื่อการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้โดยหลักสูตร จี ปู ลิ
๒. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการในรูปแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ สำหรับการสอนของครูคณิตศาสตร์ในการสอนรายวิชาที่ข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมวิธี (mixed method research) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบกึ่งทดลองและกึ่งปฏิบัติการ (quasi-experimental with semi-action research) อาศัยกรอบแนวคิด ๒ ประการ ได้แก่ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม-วอลดอร์ฟร่วมกับหลักสูตร จี ปู ลิ และการประยุกต์สะเต็มศึกษาจากแนวทางของกลุ่มวิชาแกนไปสู่แนวทางของกลุ่มวิชาการ พื้นที่วิจัยคือโรงเรียนวัดท่ามะนาว อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนวัดโคกเกตุ (เสริมสมบูรณ์วงศ์) อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

๑. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งมีครูคณิตศาสตร์สอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้รวม ๒ แห่งเป็นพื้นที่วิจัยและทดสอบเครื่องมือวิจัย โดยใช้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ของโรงเรียนวัดท่ามะนาว จำนวน ๑๘ คน และจากโรงเรียนวัดโคกเกตุ (เสริมสมบูรณ์วงศ์) จำนวน ๑๙ คน รวมทั้งสิ้น ๓๗ คน ซึ่งจะเป็นทั้งกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้

๒. ขั้นตอนในการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น ๔ ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ ๑ ประยุกต์สะเต็มศึกษาจากแนวทางของกลุ่มวิชาหลักไปสู่กลุ่มวิชาการ

ซึ่งสะเต็มศึกษาในบริบทของกลุ่มวิชาหลัก ได้กำหนดความหมายของแต่ละอักษรในคำว่า STEM ไว้ดังนี้

S หมายถึง วิทยาศาสตร์ (Science)

T หมายถึง เทคโนโลยี (Technology)

E หมายถึง วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)

M หมายถึง คณิตศาสตร์ (Mathematics)

จะสังเกตได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในแนวบริบทของกลุ่มวิชาแกนจะมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการใน ๓ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาซึ่งจะต้องพัฒนาสู่การประกอบอาชีพในอนาคต

จากแนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการประยุกต์ STEM จากบริบทของกลุ่มวิชาแกนสู่บริบทของกลุ่มวิชาการ โดยการพิจารณาอักษรแต่ละตัวในคำว่า STEM เสียใหม่ ดังนี้

S หมายถึง สังคมศึกษา (Social Studies)

T หมายถึง ภาษาไทย (Thai)

E หมายถึง ภาษาอังกฤษ (English)

M หมายถึง คุณธรรมจริยธรรม (Moral) หรืออาจหมายถึงดนตรี (Music) ก็ได้

กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในบริบทนี้จะมีการบูรณาการในกลุ่มสาระการเรียนรู้ในกลุ่มวิชาการ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ ศิลปศึกษา สุขศึกษาและพลศึกษา

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมุ่งพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับครุคณิตศาสตร์ที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอนข้ามกลุ่มสาระ โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นครูผู้ช่วยกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ นายสุฤกษ์ อินตรา โรงเรียนวัดท่ามะนาว จังหวัดสุพรรณบุรี และนายไตรภูมิ แยมสุวรรณ โรงเรียนวัดโคกเกตุ (เสริมสมบูรณ์วงศ์) จังหวัดสมุทรสงคราม ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัยในการปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะเต็ม-วอลดอร์ฟ กับผู้เรียนของตนเองโดยอาศัยหลักหัวใจนักปราชญ์ สุ จี ปู ลิ ในรายวิชาทัศนศิลป์ เรื่อง “งานศิลป์กับวัฒนธรรม” ซึ่งทั้งสองท่านได้รับมอบหมายจากต้นสังกัดให้ปฏิบัติการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ซึ่งไม่ใช่วิชาที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

ในการประยุกต์เทคนิคสะเต็ม-วอลดอร์ฟ ปฏิบัติการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ ได้บูรณาการองค์ความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ได้รับมอบหมาย โดยจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะสัมพันธ์ การทำงานเป็นทีม รักความเป็นไทย และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยหลักหัวใจนักปราชญ์ คือ สุ จี ปู ลิ ตามหลักการและแนวคิดทางพระพุทธศาสนา อันได้แก่ สุ (สุตวา) คือ การฟัง จิ (จินตนา) คือ การคิด ปู (ปุจฉา) คือ การซักถาม ลิ (ลิขิต) คือ การเขียนและการบันทึก มาประยุกต์ใช้ในการสนับสนุนกิจกรรมจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างบรรยากาศแห่งความสุขและรอยยิ้มระหว่างครูผู้สอนและผู้เรียน

ในการปฏิบัติการสอนเรื่อง “งานศิลป์กับวัฒนธรรม” นี้ ผู้วิจัยอาศัยแนวมนโหมติของงานวิจัยเรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานสถาปัตยกรรมทางพระพุทธศาสนา”^๙

^๙ สุพรรณษา กลัดน้อย และ พรทรัพย์ พรสวัสดิ์, **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานสถาปัตยกรรมทางพระพุทธศาสนา**, เอกสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ ๒๒ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๐ (เชียงใหม่ : ม.ป.ท., ๒๕๖๐), หน้า EDM-๐๑-๑-๑๔.

ร่วมกับงานวิจัยเรื่อง “ผลการเรียนแบบอีเลิร์นนิ่ง ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สุ จิ ปุ ลิ ที่มีต่อความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นโท”^๙ ที่ได้นำสิ่งใกล้ตัวหรือสิ่งที่คุ้นเคยมาเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ อันเป็นความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านของครูผู้สอน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาทัศนศิลป์ตามที่ได้รับมอบหมายจากสถานศึกษาต้นสังกัด โดยผสมผสานระเบียบวิธีการตามแนวทางสะเต็ม-วอลดอร์ฟร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ

ขั้นตอนที่ ๒ พัฒนาเครื่องมือ

หลังจากที่ผู้วิจัยได้บรรลุแนวคิดและแนวปฏิบัติในการประยุกต์เทคนิคการสอนแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ เพื่อการสอนข้ามกลุ่มสาระในกลุ่มวิชาการแล้ว ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ ๑ ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา “เสาสวยด้วยลายศิลป์”

ขั้นที่ ๒ ออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง งานศิลป์กับวัฒนธรรม

ขั้นที่ ๓ เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ ๔ เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นที่ ๕ ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวิจัยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องมือหลักสำหรับการวิจัยในขั้นตอนนี้คือชุดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงสะเต็มศึกษา “เสาสวยด้วยลายศิลป์” โดยอาศัยสภาพแวดล้อมและภูมิสังคมของสถานศึกษาทั้งสองแห่งที่ตั้งอยู่ในเขตวัดมาประยุกต์กับการจัดการเรียนรู้ผสมผสานกับตัวชี้วัดบางหัวข้อในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้สอนซึ่งเป็นครูคณิตศาสตร์รู้สึกมีความสุขกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเนื้อหาที่ตนเองมีความถนัด

ขั้นตอนที่ ๓ ทดสอบเครื่องมือ

หลังจากที่ผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เชิงสะเต็มศึกษา “เสาสวยด้วยลายศิลป์” แล้ว ได้ทำการทดสอบเครื่องมือสำหรับดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ ๑ ชี้แจงขั้นตอนและกระบวนการในการใช้เครื่องมือกับผู้ช่วยวิจัย

ขั้นที่ ๒ จัดกลุ่มผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัย

ขั้นที่ ๓ จัดการเรียนรู้ เรื่อง งานศิลป์กับวัฒนธรรม ในช่วงเวลาเรียนปกติของผู้เรียนและชั่วโมงอื่นตามความเหมาะสม โดยใช้กิจกรรม “เสาสวยด้วยลายศิลป์” เป็นเครื่องมือในภาคปฏิบัติ ใช้ระยะเวลาปฏิบัติการสอน ๔ สัปดาห์ แบ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในสัปดาห์ต่าง ๆ ดังนี้

^๙ พระเจตนัสถุญ์ อินทร์จันทร์, “ผลการเรียนแบบอีเลิร์นนิ่ง ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สุ จิ ปุ ลิ ที่มีต่อความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นโท”, วารสาร Veridian E-Journal SU ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๑ (มกราคม – เมษายน ๒๕๕๕) : ๖๙๓-๗๐๙.

การเปรียบเทียบเทคนิคการสอนแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ กับหลักสูตร จี ปู ลิ สำหรับครูคณิตศาสตร์ฯ ๑๖๕

สัปดาห์ที่ ๑ ทดสอบก่อนเรียน เรื่อง “งานศิลป์กับวัฒนธรรม” และทบทวนความรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรของรูปทรง โดยจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ ดังแสดงในภาพที่ ๑



ภาพที่ ๑ การจัดการเรียนรู้ในสัปดาห์ที่ ๑

สัปดาห์ที่ ๒ – ๓ จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา “เสาสวยด้วยลายศิลป์” ดังแสดงในภาพที่ ๒



ภาพที่ ๒ การจัดการเรียนรู้ในสัปดาห์ที่ ๒ และสัปดาห์ที่ ๓

สัปดาห์ที่ ๔ ทดสอบหลังเรียน

ขั้นตอนที่ ๔ วิเคราะห์ผล

หลังจากได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงสะสมเต็มศึกษา “เสาสวยด้วยลายศิลป์” แล้ว ผู้ช่วยวิจัยได้นำผลคะแนนจากการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะสมเต็ม-วอลดอร์ฟ มาทำการวิเคราะห์ผลในเชิงสถิติ ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ ๑ ตรวจสอบงานกิจกรรม ”เสาสวยด้วยลายศิลป์“ ของผู้เรียน

ขั้นที่ ๒ ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

ขั้นที่ ๓ ใช้กระบวนการทางสถิติเพื่อทดสอบความผิดปกติของข้อมูลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นที่ ๔ ประมวลผลแบบทดสอบความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะสมเต็ม-วอลดอร์ฟ

ขั้นที่ ๕ วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย

เมื่อผู้วิจัยได้นำผลข้อมูลซึ่งเป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนจากหน่วยวิจัยทั้งสองแห่งพบว่าคะแนนมีการแจกแจงไม่ปกติ ผู้วิจัยจึงใช้สถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (nonparametric statistics) ในการทดสอบ และใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงกลุ่มด้วยสถิติวิลคอกซัน (Wilcoxon signed rank test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนแต่ละคนที่ระดับนัยสำคัญ ๐.๐๕ ซึ่งปรากฏผลดังนี้

คะแนนเต็ม (๑๐ คะแนน)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	นัยสำคัญ (Significance)
คะแนนก่อนเรียน	๓.๒๓	๑.๑๒	
คะแนนหลังเรียน	๗.๖๔	๑.๓๘	๐.๐๐๔*

ตารางที่ ๑ แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของโรงเรียนวัดท่ามะนาว

จากตารางที่ ๑ พบว่ากลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนวัดท่ามะนาวมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ๓.๒๓ คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ๑.๑๒ คะแนน ขณะที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ๗.๖๔ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ๑.๓๘ เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนพบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ ๐.๐๕ กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

การเปรียบเทียบเทคนิคการสอนแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ กับหลักสูตร จี ปู ลี สำหรับครูคณิตศาสตร์ฯ ๑๖๗

คะแนนเต็ม (๑๐ คะแนน)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	นัยสำคัญ (Significance)
คะแนนก่อนเรียน	๔.๖๖	๑.๓๔	
คะแนนหลังเรียน	๘.๗๓	๑.๘๙	๐.๐๐๗*

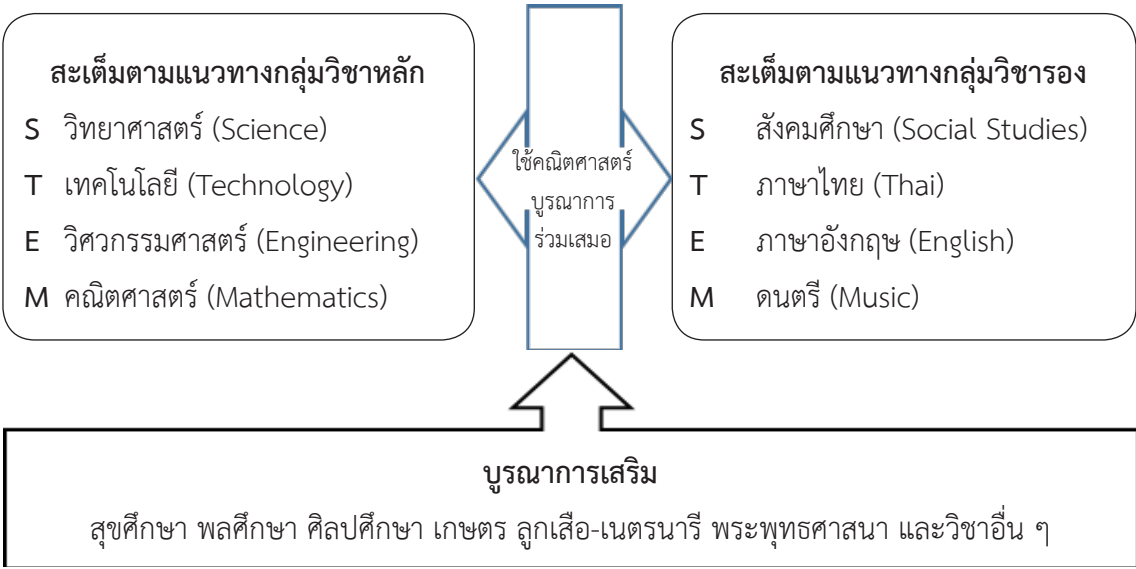
ตารางที่ ๒ แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของโรงเรียนวัดโคกเกต (เสริมสมบูรณ์วงศ์)

จากตารางที่ ๒ ด้านล่างนี้ก็จะพบว่ากลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนวัดโคกเกต (เสริมสมบูรณ์วงศ์) มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ๔.๖๖ คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ๑.๓๔ คะแนน ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ๘.๗๓ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ๑.๘๙ เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนพบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ ๐.๐๕ กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยสามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ ดังนี้

๑. การประยุกต์เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ สำหรับครูคณิตศาสตร์เพื่อการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ พบว่า ครูคณิตศาสตร์สามารถจัดการเรียนรู้ข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ โดยอาศัยการประยุกต์สะเต็มศึกษาจากแนวทางของกลุ่มวิชาหลักไปสู่กลุ่มวิชาการอง ได้ดังนี้



ภาพที่ ๓ แนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์

๒. การสร้างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องสอนในรายวิชาข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการพัฒนาชุดกิจกรรม “เสาสวยด้วยลายศิลป์” ซึ่งเป็นกิจกรรมเชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา โดยได้บูรณาการร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศิลปศึกษา พระพุทธศาสนา ภาษาไทย และการงานอาชีพ โดยมีตัวชี้วัดของวิชาทัศนศิลป์เป็นแกนหลักของการบูรณาการ และอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาในบริบทของกลุ่มวิชาหลัก

๓. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการในรูปแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ สำหรับการสอนของครูคณิตศาสตร์ในการสอนรายวิชาที่ข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ จากผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังเรียนในบทเรียนเรื่อง “งานศิลป์กับวัฒนธรรม” จากหน่วยวิจัยทั้งสองแห่งสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ๐.๐๕ นอกจากนี้ จากผลการประเมินแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนยังพบว่านักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรม มีความร่วมมือในการทำงานเป็นทีม มีทักษะในการฟัง คิด ถาม เขียน และจดบันทึกได้ดีขึ้นตามหลักสูตร จิ ปุ ลิ นักเรียนมีความสุขและผ่อนคลายในการเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟของผู้สอน จึงกล่าวได้ว่าครูคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม-วอลดอร์ฟ ร่วมกับหลักสูตร จิ ปุ ลิ เพื่อการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ด้วยการบูรณาการเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์สอดแทรกเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ตนเองถนัด อันเป็นการสร้างความเชื่อมั่นในการจัดการเรียนรู้ของตนเองเมื่อได้รับมอบหมายให้สอนรายวิชาข้ามกลุ่มสาระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานศึกษาที่มีปัญหาขาดแคลนครูผู้สอน และสะเต็มศึกษายังช่วยสร้างแรงบันดาลใจให้กับผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงศักยภาพของตนออกมาอย่างเต็มที่ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกและสัมผัสได้ถึงความเป็นมิตรระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

จากผลของงานวิจัยนี้ ทำให้สามารถเกิดองค์ความรู้ใหม่ด้านการประยุกต์การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในบริบทการศึกษาของประเทศไทย โดยขยายองค์ความรู้ในโมเดลด้านสะเต็มศึกษาแบบเดิมคือ S หมายถึง วิทยาศาสตร์ T หมายถึง เทคโนโลยี E หมายถึง วิศวกรรมศาสตร์ และ M หมายถึง คณิตศาสตร์ ไปสู่องค์ความรู้ที่ครอบคลุมกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่นอกเหนือจาก ๔ วิชาดังกล่าว ทำให้สามารถใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ครบทั้ง ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และทำให้ครูคณิตศาสตร์สามารถใช้ศักยภาพทางด้านคณิตศาสตร์ที่ตนถนัดในการประยุกต์สู่การจัดการเรียนรู้ข้ามกลุ่มสาระได้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

๑. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ ๑ พบว่า ครูสามารถใช้หลักสูตร จี ปู ลิ ร่วมกับการประยุกต์เทคนิคการสอนแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟในการสอนข้ามกลุ่มสาระได้ และผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ ๒ พบว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยมีคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการดังนี้

๑.๑ สนับสนุนการพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาเพื่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการโดยมีสาระวิชาอื่นเป็นแกนหลักในการบูรณาการ เช่น ภาษาอังกฤษ ภูมิศาสตร์ เป็นต้น

๑.๒ เปิดโลกทัศน์ในการขยายกรอบองค์ความรู้ด้านสะเต็มศึกษาให้ครบทั้ง ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ตามบริบทความถนัดของครูผู้สอนแต่ละวิชา

๒. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้ได้ข้อค้นพบด้านการใช้หลักสูตร จี ปู ลิ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคแบบสะเต็ม-วอลดอร์ฟ ซึ่งสามารถไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงเรียนขนาดเล็กที่มีบุคลากรครูไม่เพียงพอต่อจำนวนชั้นเรียน โดยควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาและส่งเสริมทักษะสำหรับครูให้สามารถพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการสอนแบบบูรณาการได้ โดยใช้องค์ความรู้ตามวิชาที่ตนเองถนัดหรือมีความเชี่ยวชาญ สำหรับประเด็นในการวิจัยครั้งต่อไปควรทำวิจัยในประเด็นต่อไปนี้

๒.๑ การพัฒนากิจกรรมจัดการเรียนรู้เพื่อใช้กับนักเรียนที่ต่างช่วงชั้นภายใต้การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเดียวกัน โดยปรับเงื่อนไขของกิจกรรมให้ตรงตามตัวชี้วัดของรายวิชาในระดับชั้นนั้น ๆ

๒.๒ การศึกษาวิจัยเรื่องข้อจำกัด สภาพปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

บรรณานุกรม

พระเจตนัสถุญญ์ อินทร์จันทร์. “ผลการเรียนแบบอีเลิร์นนิ่ง ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ส จี ปู ลิ ที่มีต่อความสามารถในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นโท”. วารสาร Veridian E-Journal SU, ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๑ (มกราคม – เมษายน ๒๕๕๕) : ๖๙๓-๗๐๙.
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม**. กรุงเทพมหานคร: สกสค. ลาดพร้าว, ๒๕๕๘.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค, ๒๕๕๙. สุพรรณษา กลัดน้อย และ พรทรัพย์ พรสวัสดิ์. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานสถาปัตยกรรมทางพระพุทธศาสนา. เอกสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ ๒๒ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๐. เชียงใหม่: ม.ป.ท., ๒๕๖๐.

อัมรินทร์ อภิรักษ์มาศ. สะเต็มศึกษาเพื่อการสอนคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและการจัดการเรียนรู้ด้วยรอยยิ้ม. เอกสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑๐ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. นครปฐม: การ์แลนด์ พับลิชชิ่ง, ๒๕๖๑.

Apirakmas A. Mathematics teaching in basic education in Thailand by integrating STEM-Waldorf technique to increase students' achievement and inspiration in learning. Proceedings on the 3rd International Conference of Multidisciplinary Approaches on UN Sustainable Development Goals 2018. Nakhon Pathom: Garland Publishing, 2019.

เว็บไซต์

คำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ ที่ สพฐ.๑๒๓๙ เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://academic.obec.go.th/newsdetail.php?id=75> [๑๓ ตุลาคม ๒๕๖๑].

รักลูก. โรงเรียนแนวการสอนแบบวอลดอร์ฟ Waldorf เป็นยังไง?. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.rakluke.com/school-zone/11/56/1354/> [๒๐ มิถุนายน ๒๕๖๑].

โรงเรียนขนาดเล็ก. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: www.moe.go.th/small_sch/information.htm [๑๓ ตุลาคม ๒๕๖๑].