

Research Article

ENHANCING THAI TEACHER'S TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT  
KNOWLEDGE FOR STEM EDUCATION WITH IPAD

การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในประเทศไทย  
เพื่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด

Received: September 27, 2023

Revised: November 28, 2023

Accepted: December 14, 2023

Siriwan Chatmaneerungcharoen<sup>1\*</sup>

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Education, Phuket Rajabhat University, Phuket 83000, Thailand

<sup>1</sup>คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

\*Corresponding Author, E-mail: drsiriwankief@pkru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were as follows: 1) To compare Thai teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for STEM education using iPads before, during, and after participating in a teacher professional development program; 2) To compare the perception and understanding of Thai teachers in STEM regarding the use of digital technology tools; 3) To develop STEM education teaching and learning using digital technology tools and iPads; and 4) To establish continuous coaching for educational supervisors and administrators. This research employed a mixed methods approach with research participants including science teachers, math teachers, technology teachers, administrators, and supervisors from 148 schools. Data collection tools included self-assessment surveys on knowledge in content, teaching methods, and technology, assessments of STEM lesson plans, questionnaires on teachers' perception and usage of digital technology tools, semi-structured interviews, classroom observations, and reflective journals as part of Professional Learning Communities (PLCs). Data analysis included descriptive statistics and inductive methods. The findings revealed that the majority of teachers (89.04%) had a positive perception that using digital technology tools can enhance students' creative thinking and communication skills; 2) The knowledge development in instructional content and technology of teachers increased through evaluating the design of lesson plans and teaching practices after participating in the professional teacher development program; 3) 83.56% of teachers' teaching practices showed a significant correlation with the use of digital technology; 4) The results with administrators and educational supervisors who support teachers' teaching practices in

the roles of managers and intellectual coaches using a continuous support format combined with classroom observation.

**Keywords:** Technological Pedagogical Content Knowledge, STEM, Digital Technology

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด ก่อน ระหว่าง และหลังเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู 2) เพื่อเปรียบเทียบการรับรู้และความเข้าใจในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลของครูไทยในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม 3) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลกับไอแพด 4) เพื่อพัฒนารูปแบบการหนุนนำอย่างต่อเนื่องของผู้บริหารและศึกษานิเทศก์ งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี กลุ่มวิจัย ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ ครูคณิตศาสตร์ ครูเทคโนโลยี ผู้บริหารศึกษานิเทศก์ จำนวน 148 โรงเรียน รวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบประเมินตนเองความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสอบถามการรับรู้และการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัล แบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้าง แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน และแบบบันทึกประชุมกลุ่มย่อยในการสะท้อนคิดและถอดบทเรียน ผลการประเมินประสิทธิผลของการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด แบ่งเป็น 4 ประเด็น คือ 1) ผลลัพธ์ที่เกิดกับครูผู้สอน ครูส่วนใหญ่ ร้อยละ 89.04 มีการรับรู้เชิงบวกว่าการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสารของนักเรียน สอดคล้องกับ 2) การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูที่เพิ่มขึ้นจากการประเมินการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ และการปฏิบัติการสอนหลังเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู 3) ร้อยละ 83.56 ของผลการปฏิบัติของครู พบว่า การปฏิบัติการสอนสะเต็มของครูมีการเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่เป็นจริงกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และ 4) ผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้บริหารและศึกษานิเทศก์ที่สนับสนุนการปฏิบัติการสอนของครูในบทบาทของนักบริหารจัดการและการเป็นโค้ชทางปัญญาโดยใช้รูปแบบการหนุนนำอย่างต่อเนื่องร่วมกับการศึกษาชั้นเรียน

**คำสำคัญ:** ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สะเต็ม เทคโนโลยีดิจิทัล

## บทนำ (Introduction)

การพัฒนาทุนมนุษย์สู่ยุคดิจิทัลเป็นไปตามยุทธศาสตร์การปฏิรูปประเทศไทยสู่ดิจิทัลไทยแลนด์ (Digital Thailand) การจัดการศึกษาที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงต้องเป็นการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับพื้นที่ ดังนั้น การบริหารจัดการศึกษาของผู้บริหารสถานศึกษา การนิเทศติดตามของศึกษานิเทศก์ การจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอน และการเรียนรู้ของนักเรียนจึงต้องมีความสัมพันธ์ สอดคล้องและมีเป้าหมายอันเดียวเพื่อพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ต่างๆ การพัฒนาสมรรถนะของครูสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถบ่มเพาะสมรรถนะสำคัญของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 จึงมีความจำเป็นในการดำเนินการอย่างเร่งด่วน เพื่อให้นักเรียน ทั้งสมรรถนะสำคัญในฐานะผู้ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเรียนรู้และในฐานะผู้สร้างหรือพัฒนาต่อยอดจากเทคโนโลยีเดิมที่มีอยู่จึงสำคัญมาก สมรรถนะสำคัญในศตวรรษที่ 21 คือ 3R8C โดย 3R คือทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อทุกคนทุกคนมีดังนี้ Reading คือ สามารถอ่านออก (W) Riting คือ สามารถเขียนได้ (A) Rithmatic คือ มีทักษะในการคำนวณและ 8C ประกอบด้วย Critical thinking and problem solving คือ มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ไขปัญหาได้ Creativity and innovation คือ การคิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม Cross-cultural understanding คือ ความเข้าใจในความแตกต่างของวัฒนธรรมและกระบวนการ คิดข้ามวัฒนธรรม Collaboration

teamwork and leadership คือ ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะความเป็นผู้นำ Communication information and media literacy คือ มีทักษะในการสื่อสารและการรู้เท่าทันสื่อ Computing and IT literacy คือ มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี Career and learning skills คือ มีทักษะอาชีพและการเรียนรู้ และ Compassion คือ มีความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย

การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมสมรรถนะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการทัศน์ใหม่ เน้นนักเรียนสร้างองค์ความรู้ นักเรียนทุกคนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่เป็นการเรียนรู้เชิงรุก หรือ Active Learning การจัดการเรียนรู้เป็นแบบบูรณาการมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาสาระเป็นรายวิชา เป็นการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ได้จริง ที่จัดว่าเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย บทบาทหน้าที่ของครูจึงเปลี่ยนแปลงเป็นผู้กระตุ้น และผู้อำนวยความสะดวก ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพ นอกจากนี้ยังต้องเป็นการเรียนรู้ที่ผนวกการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งเทคโนโลยีดิจิทัลนับเป็นเครื่องมือสำคัญกับการเตรียมความพร้อมของพลเมืองไทยในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่สนับสนุนหน่วยงานในสังกัดนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาใช้ในการจัดการศึกษาและบริหารการศึกษา ด้วยเหตุนี้แนวโน้มการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจำเป็นต้องมีการบูรณาการเกิดขึ้นเพื่อเชื่อมโยงบริบทเหตุการณ์ สถานการณ์ และปรากฏการณ์จริงกับบทเรียนซึ่งถือว่าการจัดการเรียนรู้ที่เรียบเรียงการจัดการเรียนรู้มวลประสบการณ์ให้เป็นหมวดหมู่เชื่อมโยงสาระประสบการณ์ตามเป้าหมายด้านนักเรียน โดยบูรณาการศาสตร์วิชาสาระเนื้อหา กระบวนการ ผลลัพธ์ซึ่งนำมาเรียบเรียงการจัดการมวลประสบการณ์ตามความมุ่งหมายแต่ละลักษณะการสร้างสรรค์ผสมผสานการนำไปใช้งานให้บรรลุเป้าหมายตามคุณลักษณะพิเศษในการจัดประสบการณ์นั้น ๆ ของการเรียนรู้บูรณาการ (Breiner et al., 2012; Dejarnette, 2012)

ในสังคมโลกในขณะนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการสื่อสารก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลข่าวสารจำนวนมากไหลเวียนอยู่ในแหล่งต่างๆ รวมถึงการที่ต้องแข่งขันกันเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจการค้า ทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้น เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและแข่งขันในตลาดแรงงานได้ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการปรับหลักสูตรโดย บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต ส่วนของผู้สอนและนักเรียนก็ต้องมีปรับเปลี่ยนตนเองให้มีทักษะที่จำเป็นในการเป็นผู้สอนและนักเรียนสำหรับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2015, p. 1)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นตัวอย่างของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (Kijkuakul, 2015, pp. 201-202) มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) มาผนวกเข้ากับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่อยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของไทย โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเหตุการณ์ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทระดับบุคคล ท้องถิ่น หรือระดับประเทศ/ระดับโลกมาระบุประเด็นหรืออาจเป็นปัญหาที่พบเห็นได้ในชุมชนมาเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ หรือศาสตร์อื่นๆ ทำทนายให้นักเรียนพยายามอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ในชั้นเรียนและความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีหาวิธีการหรือพัฒนาชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจ การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาส่งเสริมให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์ของความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ และฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามในกระบวนการจัดการเรียนรู้บทบาทหน้าที่ของครูจำเป็นต้องมีการวางแผนการเชื่อมโยงตัวชี้วัดระหว่างเรียนและตัวชี้วัดปลายทางให้มีความสอดคล้องกัน ซึ่งการผลักดันให้สะเต็มศึกษาเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมแบบองค์รวมในโรงเรียน

ได้นั้น ผู้บริหารสถานศึกษาต้องเอาใจจริงเอาใจ ส่งเสริมให้ครูทุกคนที่เกี่ยวข้องต้องมีความตระหนักถึงความสำคัญของสะเต็มศึกษา และต้องมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2015, p. 38)

ทฤษฎีที่สนับสนุนแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาคือทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวนักเรียน เชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้นรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ประกอบด้วย 1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน รวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน 2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละคน มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรง และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ของนักเรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่ 4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุกๆ ด้าน (Klomin et al., 2014) ซึ่งการเรียนรู้เช่นนี้เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริง และสร้างความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้รับการพัฒนาตามความสนใจ ความถนัดและความต้องการได้เพิ่มพูนทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะชีวิต ความมีน้ำใจ การทำงานเป็นทีม และมีความสุขในการเรียนรู้ (Office of the Basic Education Commission, 2015, p. 2) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเช่นเดียวกันคือมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม ผู้บริหารโรงเรียนต้องสนับสนุนการทำงานเชิงบูรณาการของครูใน 3-4 วิชา ที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษา และต้องส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ร่วมกันของครูสร้างเป็นชุมชนของการเรียนรู้ของครู เพื่อช่วยกระตุ้นให้ครูปรับการเรียนเปลี่ยนการสอน และตื่นตัวในการใช้สะเต็มศึกษา (Hamtanon, 2015, p. 1) จากการศึกษางานวิจัย พบว่า การพัฒนาครูในด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) มีความสำคัญต่อการส่งเสริมให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล โดยการบูรณาการ ครูจำเป็นต้องมีความเข้าใจลึกซึ้งในแต่ละส่วนของความรู้เพื่อสามารถจัดการและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล วิธีการสอน และเนื้อหาเข้ากับการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยครูจำเป็นต้องมีประสบการณ์ในการเลือกใช้ทั้ง 3 ส่วนนี้ให้สัมพันธ์กัน (Rosenblatt, 1978; Mishra & Koehler, 2006) ตั้งอยู่ในบริบทที่เฉพาะเจาะจงตามวงรอบจตุรรม ดังนั้น สร้างและพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลสมัยใหม่ไม่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เอง แต่จำเป็นต้องมีการพัฒนาให้ความรู้ของครูสามารถเชื่อมโยงกับขอบเขตความสามารถ (และข้อจำกัด) ของเทคโนโลยีดิจิทัลสมัยใหม่เหล่านี้ด้วย โดยใช้การออกแบบวิธีการสอนให้เข้ากับเนื้อหาเพื่อเติมจุดที่เป็นข้อจำกัดของเทคโนโลยีดิจิทัล หรือการเพิ่มศักยภาพของเทคโนโลยีดิจิทัลโดยใช้การออกแบบการสอนจากวิธีการสอนที่เหมาะสม ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงตระหนักถึงความสำคัญกับการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ไอแพดที่นำไปสู่การปฏิบัติในห้องเรียนเพื่อสร้างห้องเรียนฐานสมรรถนะ ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกต่อนักเรียน ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมที่ครูผู้สอนควรปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดทำแผนการเรียนรู้และหน่วยการเรียนรู้ และการปฏิบัติการสอน กล่าวคือการจัดเนื้อหา สาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดของนักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นกระบวนการที่สะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยผ่านกระบวนการสืบเสาะ กิจกรรมการคิดและการปฏิบัติของนักเรียนเชิงรุก กระบวนการแก้ปัญหา การจัดการกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง กิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ และการวัดและประเมิน ผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง โดยมีการหนุนนำอย่างต่อเนื่องจากผู้บริหารสถานศึกษาศึกษานิเทศก์ และทีมวิชาการที่เป็นนักวิจัยผ่านการบริหารจัดการตามแนวคิดการพัฒนาทั้งระบบโรงเรียน (Whole School Approach: WSA) เพื่อให้เกิดผลที่คาดหวังตามเป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด โดยมีการดำเนินการครอบคลุมทุกองค์ประกอบของ

โรงเรียนในทุกขั้นตอนของกระบวนการ และอาศัยการมีส่วนร่วมของทุกฝ่ายเพื่อเป็นแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงเรียนในสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการโรงเรียนที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาภายในโรงเรียน และการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล (Henderson & Tilbury, 2004)

### วัตถุประสงค์ (Objectives)

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด ก่อน ระหว่าง และหลังเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู
2. เพื่อเปรียบเทียบการรับรู้และความเข้าใจในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลของครูไทยในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม
3. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลกับไอแพด
4. เพื่อพัฒนารูปแบบหนุนนำอย่างต่อเนื่องที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของทีมีวิชาการ ผู้บริหารและศึกษานิเทศก์

### คำถามวิจัย (Research Questions)

1. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด ก่อน ระหว่าง และหลังเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูมีการพัฒนาขึ้นหรือไม่ อย่างไร
2. การรับรู้และความเข้าใจในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลของครูไทยในการจัดการเรียนรู้สะเต็มมีการพัฒนาขึ้นหรือไม่ อย่างไร
3. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลกับไอแพดมีลักษณะเป็นอย่างไร
4. รูปแบบการหนุนนำอย่างต่อเนื่องของทีมีวิชาการ ผู้บริหารและศึกษานิเทศก์ มีรูปแบบอย่างไร

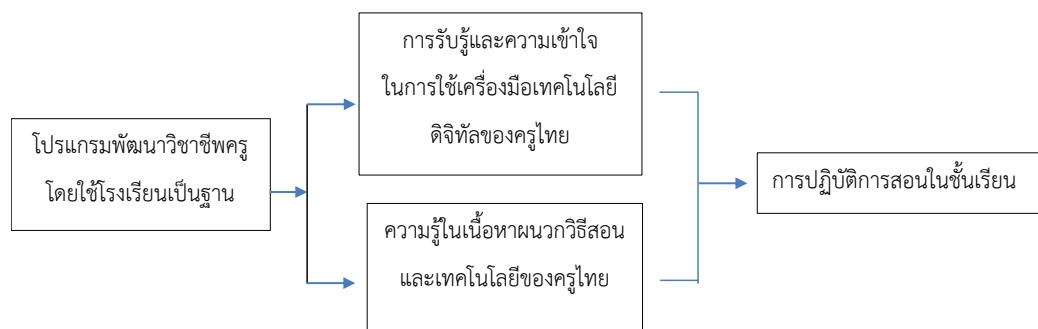
### กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด โดยเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู ที่มีผู้บริหารสถานศึกษาและศึกษานิเทศก์สนับสนุนการนำไปใช้ในห้องเรียน โดยมีกรอบแนวคิดวิจัยดัง Figure 1

Figure 1

Conceptual Framework

กรอบแนวคิดการวิจัย



## วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

การวิจัยครั้งนี้มีการพัฒนาและดำเนินงานภายใต้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงผสมผสาน (Mixed research) ติดตามการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยในการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มโดยใช้ไอแพด โดยมีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังนี้

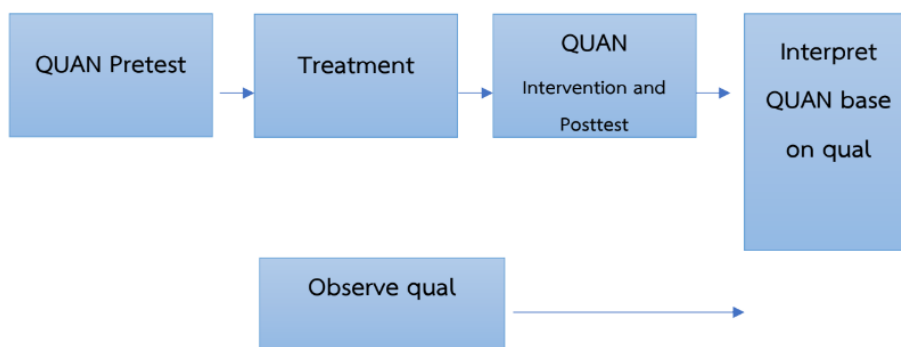
### 1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงผสมผสาน (Mixed Methods) ที่ใช้วิธีการเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพร่วมกันในการดำเนินงานของการวิจัย โดยแบ่งระยะเวลาในการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ (two phase study) ทั้งการเก็บรวบรวมการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล เพื่อหาคำตอบของการวิจัยที่มีความครอบคลุม กลุ่มลึกและชัดเจน การวิจัยระยะแรก เป็นการพัฒนาการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยเพื่อการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มโดยใช้ไอแพด การวิจัยระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มโดยใช้ไอแพดที่เกิดขึ้นในห้องเรียน และการปฏิบัติการสอนของครู โดยมีผู้บริหารโรงเรียนและศึกษานิเทศก์ช่วยเหลือสนับสนุนในบทบาทหน้าที่ของโค้ช โดยรูปแบบการวิจัยเป็นไปตาม Figure 2

Figure 2

Mixed Research Model

รูปแบบการวิจัยเชิงผสมผสาน



ที่มา: Creswell and Plano (2007)

### 2. กลุ่มที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาครูให้สามารถใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็ม ดังนั้นกลุ่มวิจัยได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง โดยใช้เกณฑ์ที่เป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับการจัดการเรียนการสอน จำนวน 148 โรงเรียน จาก 6 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคตะวันตก โดยมีรายละเอียดของเกณฑ์ คือ เป็นโรงเรียนที่อยู่ภายใต้โครงการโรงเรียนคุณภาพ มีความสมัครใจเข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละโรงเรียนต้องมีสมาชิกในทีม 4 กลุ่ม ได้แก่

1) ครูแต่ละโรงเรียนจะส่งครูผู้สอนที่มีความพร้อมและสมัครเข้าร่วมโครงการฯ จำนวน 3 ท่าน จากกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ รวมจำนวน 444 คน

- 2) ผู้บริหารสถานศึกษา จากโรงเรียนละ 1 คน รวมจำนวน 148 คน
- 3) ศึกษานิเทศก์ ที่ดูแลโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 148 คน
- 4) นักเทคโนโลยี จากโรงเรียนละ 1 คน รวมจำนวน 148 คน

โดยการศึกษาครั้งนี้ได้มีการขออนุญาตดำเนินการจากหน่วยงานต้นสังกัดและการให้ความยินยอมในการนำข้อมูลไปใช้ในการดำเนินงานโดยไม่มีการเปิดเผยชื่อของกลุ่มวิจัย โดยใช้นามสมมติในการนำเสนอข้อมูล

### 3. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้มีการรวบรวมข้อมูลก่อน ระหว่าง และหลังของการเข้าร่วมในโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูของครู 444 คน โดยมีการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือเชิงปริมาณในด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีโดยใช้แบบประเมินความรู้ของตนเอง แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม แบบประเมินการรับรู้และการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัล แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม และมีการเก็บข้อมูลในบางตัวแปรด้วยเครื่องมือเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้าง แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน การประชุมกลุ่มย่อย ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดมีการพัฒนาและหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยเครื่องมือเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ในการพัฒนาเครื่องมือมีการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการหาค่าความเที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าประเด็นการประเมินในแบบประเมินแต่ละข้อวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดในวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้ ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าประเด็นการประเมินวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าประเด็นการประเมินวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น และให้คะแนน -1 หมายถึง ประเด็นในการประเมินไม่วัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์หรือเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) เครื่องมือวิจัยทั้งหมดต้องผ่านการตรวจความเหมาะสมด้านภาษา ที่ใช้จากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน จากนั้นผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ศึกษาที่มีลักษณะเดียวกันกับกลุ่มที่ศึกษาจริง แล้วนำเครื่องมือมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่นำไปใช้จริงต่อไป โดยในช่วงเริ่มต้นมีการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือวิจัย	ข้อมูลเชิงปริมาณ	ข้อมูลเชิงคุณภาพ
แบบประเมินความรู้ของตนเองด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี	P	
แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม	P	P
แบบประเมินการรับรู้และการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัล	P	
แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม	P	P
แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง		P
แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน		P
แบบบันทึกประชุมกลุ่มย่อยในการสะท้อนคิดและถอดบทเรียน		P

หมายเหตุ P หมายถึง ประเภทของข้อมูลวิจัยที่ได้จากการใช้เครื่องมือ

### 4. โปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานสำหรับการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี มีรายละเอียดดังนี้

การพัฒนาโปรแกรมวิชาชีพแบบผสมผสาน แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 วงจรการเตรียมความพร้อมของครูกลุ่มวิจัย (Teachers' Preparation Cycle) ขั้นที่ 2 วงจรทำงานกับผู้บริหารสถานศึกษา และครู (The Cooperating

Teachers Cycle) ขั้นตอนที่ 3 วงจรทีมปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน (Collaboration Cycle) ซึ่งสร้างขึ้นตามรูปแบบการสอนตามแนวทางเชิงรุก

**ขั้นที่ 1** การเตรียมความพร้อมครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีและทักษะสำหรับครูผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ และสำหรับผู้บริหารและศึกษานิเทศก์ออนไลน์ในแต่ละภูมิภาค

**Table 1**

*Teacher professional development program and preparation of coaches for administrators and supervision education*

โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูและการเตรียมโค้ชที่เป็น ผู้บริหาร และศึกษานิเทศก์

กิจกรรม	แนวทางการจัดกิจกรรม
<b>สำหรับผู้บริหารสถานศึกษาและศึกษานิเทศก์กลุ่มเป้าหมาย</b>	
การประเมินสะท้อนตนเอง Pre-test (Self-assessment) และแนวคิดการพัฒนาโรงเรียนทั้งระบบ (Whole School Approach)	การอบรมเชิงปฏิบัติการ และการอภิปรายกลุ่มย่อย
กรอบแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มและเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education and Digital Technology) รายละเอียดบทเรียนของหลักสูตร และการวิเคราะห์เชื่อมโยงกับสมรรถนะ และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	
บทบาทหน้าที่ของผู้บริหารสถานศึกษาและศึกษานิเทศก์ด้านการหนุนนำอย่างต่อเนื่อง และเทคนิคการหนุนนำอย่างต่อเนื่องในแต่ละบริบท การใช้คำถามเพื่อสะท้อนคิด และการสร้างบทสนทนาการเรียนรู้	การประชุมกลุ่มย่อย
เครื่องมือในการหนุนนำอย่างต่อเนื่องและการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพและการประเมินสะท้อนตนเอง Post-test (Self-assessment)	การอบรมเชิงปฏิบัติการ และการอภิปรายกลุ่มย่อย
<b>สำหรับครูผู้สอนกลุ่มเป้าหมาย</b>	
เรียนรู้ส่วนประกอบและพื้นฐานการใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัลในบทเรียนที่ 1	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัล
เรื่อง ทำความรู้จักกับ iPad เพื่อการศึกษา	- เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง
	สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน
เรียนรู้พื้นฐานการใช้ Pages ในบทเรียนที่ 2	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัล
เรื่อง สร้างสื่อหนังสือให้มีชีวิตด้วยแอปพลิเคชัน Pages บน iPad	- เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง
	สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน



กิจกรรม	แนวทางการจัดกิจกรรม
เรียนรู้พื้นฐานการใช้ Keynote ในบทเรียนที่ 3 เรื่อง สร้างสื่อแอนิเมชันอย่างง่ายด้วยแอปพลิเคชัน Keynote บน iPad	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน
เรียนรู้พื้นฐานการใช้ Number ในบทเรียนที่ 4 เรื่อง วางแผนโครงงานและการสอนด้วยแอปพลิเคชัน Numbers บน iPad	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน
เรียนรู้พื้นฐานการใช้ GarageBand ในบทเรียนที่ 5 เรื่อง สร้างสุนทรียสร้างสรรค์กับเสียงดนตรีด้วยแอปพลิเคชัน GarageBand บน iPad	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน
เรียนรู้พื้นฐานการใช้ iMovie ในบทเรียนที่ 6 เรื่อง สร้างคลิปสอนให้สนุกด้วยแอปพลิเคชัน iMovie สำหรับ iPad	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน
<b>สำหรับครูปฏิบัติการ 3 กลุ่มสาระวิชา</b>	
กรอบแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา สมรรถนะเป้าหมาย	
กิจกรรมสำคัญของหน่วยการเรียนรู้	
<b>Self Assessment ครั้งที่ 1</b> (ประเมินตนเองด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีและการออกแบบการจัดการเรียนรู้)	

กิจกรรม	แนวทางการจัดกิจกรรม
แนวทางการนำหลักสูตรไปปฏิบัติใช้ในชั้นเรียน	1) การวางแผนการใช้หน่วยการเรียนรู้ การกำหนดตารางเวลาสอน ครูที่รับผิดชอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้) 2) การประเมินความพร้อมของการสอนในแต่ละหน่วย (เนื้อหา วิธีการสอน การใช้สื่อ การวัดประเมินผล) (กลุ่มย่อย)
Pre-test ด้านความรู้พื้นฐานโมดูลเรียนรู้ 7-9	
Hands on โมดูลที่ 7 เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้	สะท้อนกิจกรรม และสรุปกิจกรรมโมดูลที่ 7 เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้
Hands on โมดูลที่ 8 เรื่อง บ้านของฉันทัน	สะท้อนกิจกรรม และสรุปกิจกรรมโมดูลที่ 8 เรื่อง บ้านของฉันทัน
Hands on โมดูลที่ 9 เรื่อง Electric Dough	การสะท้อนกิจกรรม และสรุปกิจกรรมโมดูลที่ 9 เรื่อง Electric Dough
แนวทางการนำหลักสูตรไปปฏิบัติใช้ในชั้นเรียน	1) การวางแผนการใช้หน่วยการเรียนรู้ การกำหนดตารางเวลาสอน ครูที่รับผิดชอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้) 2) การประเมินความพร้อมของการสอนในแต่ละหน่วย (เนื้อหา วิธีการสอน การใช้สื่อ การวัดประเมินผล) (กลุ่มย่อย)
นำเสนอแนวทางการใช้แผนการจัดการเรียนรู้	
Post-test ด้านความรู้พื้นฐานโมดูลเรียนรู้ 7-9	

การออกแบบโปรแกรมการเตรียมความพร้อมด้านความรู้และทักษะของแอปพลิเคชันในไอแพด เป็นการวางพื้นฐานของการใช้แอปพลิเคชันเหล่านี้เพื่อให้ครู นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม และส่งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สืบเสาะหาความรู้ และสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยมีศึกษานิเทศก์และผู้บริหารร่วมในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนผ่านกระบวนการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study)

**ขั้นที่ 2** วงจรทำงานกับผู้บริหารสถานศึกษาและศึกษานิเทศก์ในการทูลงนำอย่างต่อเนื่องและการศึกษาทเรียน (The Coaching Cycle and Lesson Study)

ในขั้นนี้ผู้บริหารและศึกษานิเทศก์ใช้การสร้างชุมชนเรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพเป็นแพลตฟอร์มในการพัฒนาครูผ่านกระบวนการใช้กรณีศึกษาทเรียนและการถอดบทเรียนจากห้องเรียนต้นแบบจนได้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่เป็นการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นักเรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) โดยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ของครูใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้เอานำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

โดยเน้นการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่จัดประสบการณ์ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ที่ตรง สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม สามารถบริหารจัดการตนเองมีความรับผิดชอบ สามารถทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่น ระหว่างการเรียนรู้ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพออกแบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่ตรวจสอบการพัฒนาสมรรถนะความคิดขั้นสูง โดยเฉพาะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ กิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาที่ออกแบบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ถูกออกแบบให้มีการบูรณาการ โดยสร้างหัวข้อเรื่องขึ้นแทนการสอนเนื้อหาเป็นรายวิชาที่ส่งเสริมให้นักเรียนต้องสืบค้นแนวคิดและเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนโดยองค์รวม เกิดความคิดและตระหนักถึงการเชื่อมโยงระหว่างความคิด โดยการจัดการเรียนรู้บูรณาการและรูปแบบการบูรณาการหลักสูตรมีความสัมพันธ์กัน

### ขั้นที่ 3 วงจรทีมปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน (Classroom Collaboration Cycle)

วงจรความร่วมมือครูร่วมกับทีม (ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ และโค้ช) นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดลงสู่การปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน โดยมีการทำงานร่วมกับครูพี่เลี้ยง ทีมครูโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญนักศึกษา และอาจารย์นิเทศก์ มีการเปิดชั้นเรียน การปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครู มีการนำหนุนอย่างต่อเนื่องของอาจารย์นิเทศก์เข้ามาทำงานกับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอย่างต่อเนื่องในขั้นตอนการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และการสะท้อนการเรียนรู้ที่เป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนวงจรของชุมชนเรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) ดังนั้นในระยะเวลา 1 ปี ครูและทีมหนุนนำที่เป็นอาจารย์นิเทศก์ทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่อง ดัง Table 2

Table 2

## Classroom teaching operations team cycle

วงจรทีมปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน

ลำดับที่	กิจกรรมของโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน
1	ประชุมครู อาจารย์นิเทศก์ และครูพี่เลี้ยง ประชุมร่วมกันเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการทำวิจัยการพัฒนาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนแบบบูรณาการสะสมโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลของครู
2	ชี้แจงรายละเอียดและแผนการทำงานของโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูแบบผสมผสานที่ต่อยอดไปสู่การปฏิบัติในชั้นเรียน
3	อบรมเชิงปฏิบัติการให้ครู สร้างความเข้าใจในการออกแบบกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาและการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะสมเต็มศึกษา
4	สังเกตการณ์ในโรงเรียนเครือข่ายที่เป็นต้นแบบห้องเรียนสะสมเต็มศึกษาของครู และถอดบทเรียนเพื่อนำเสนอ แลกเปลี่ยนกับทีมผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์นิเทศก์
5	ร่วมกันจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน โดยมีการวางแผน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในสอดคล้องกับเหตุการณ์จริงและบริบทของนักเรียน และโรงเรียน กับทีมผู้เชี่ยวชาญสะสมเต็มศึกษาจาก สสวท. อาจารย์นิเทศ และอาจารย์ในสาขาวิชา
6	Online PLC LS 1 ประเด็น การพัฒนาและปรับแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมเต็มศึกษา ให้สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนร่วมกับทีมผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์นิเทศ และโค้ช
7	นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มศึกษาในระดับจุลภาค ครั้งที่ 1
8	สัมภาษณ์ ถอดบทเรียน สะท้อนคิด ครั้งที่ 1 สู่การปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้
9	Online PLC LS 2 ประเด็น การปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มของครูแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
10	Online PLC LS 3 ประเด็น การปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มของครูแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
11	Online PLC LS 4 ประเด็น การปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มของครูแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
12	Online PLC LS 5 ประเด็น สัมภาษณ์ ถอดบทเรียน สะท้อนคิด จากการเปิดชั้นเรียนครั้งที่ 1-3
13	Online PLC LS 6 ประเด็น การปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มของครูแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
14	Online PLC LS 7 ประเด็น การปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มของครูแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
15	Online PLC LS 8 ประเด็น การปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มของครูแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
16	Online PLC LS 9 ประเด็น สัมภาษณ์ ถอดบทเรียน สะท้อนคิด จากการเปิดชั้นเรียนครั้งที่ 4-6
17	Online PLC LS 10 ประเด็น การปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มของครูแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7
18	Online PLC LS 11 ประเด็น การปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มของครูแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8
19	Online PLC LS 12 ประเด็น การปฏิบัติการสอนตามแนวทางสะสมเต็มของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9
20	Online PLC LS 13 ประเด็น สัมภาษณ์ ถอดบทเรียน สะท้อนคิด จากการเปิดชั้นเรียนครั้งที่ 7-9
21	Online PLC LS 14 ประเด็น การศึกษาชั้นเรียนและการสะท้อนการเรียนรู้
22	ประชมนักวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ และ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เพื่อประเมินโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบผสมผสาน
23	ประชุมสรุปผลการดำเนินการและถอดบทเรียนลักษณะและรูปแบบของโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูแบบผสมผสาน

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีการใช้เครื่องมือวิจัยในการจัดเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม 2565 - มกราคม 2566 โดยมีการรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบประเมินการรับรู้และการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัล แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพประเมิน แบบประเมิน แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกตที่เก็บรวบรวมทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ จากกลุ่มวิจัย ได้แก่ ครู ผู้บริหาร ศึกษานิเทศก์ นักเรียน และนักเทคโนโลยี ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด ก่อน ระหว่าง และหลังเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวชิพครู

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาการรับรู้และความเข้าใจในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลของครูไทยในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้และการบริหารหลักสูตรการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในประเทศไทยเพื่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด

ตอนที่ 4 ผลการพัฒนาด้านการบริหารจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการหนุนนำอย่างต่อเนื่องของผู้บริหารและศึกษานิเทศก์

สำหรับการนำเสนอผลวิจัยในบทความฉบับนี้ จะนำเสนอผลการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด ก่อน ระหว่าง และหลังเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวชิพครู และการรับรู้และความเข้าใจในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลของครูและรายละเอียดของกิจกรรมพัฒนาวชิพครูที่มีความต่อเนื่องและมุ่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในห้องเรียนจากการสนับสนุนของผู้บริหารและศึกษานิเทศก์ที่เป็นโค้ชเชิงพื้นที่

## ผลการวิจัย (Results)

การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด ก่อน ระหว่าง และหลังเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวชิพครู ดัง Table 3

Table 3

Average scores of teachers' self-assessment of knowledge in content combined with teaching methods and technology for STEM Learning Management

ผลคะแนนเฉลี่ยการประเมินตนเองของครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็ม

(n=444)

รายการการประเมินตนเอง	ระดับคะแนนเฉลี่ยการประเมินตนเองความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (5 คะแนนเต็ม)							
	ก่อนเข้า PD (X1)	SD	ระหว่างเข้าร่วม (เดือนที่ 5-6) (X2)	SD	หลังเข้า PD (X3)	SD	ผลการพัฒนา ระยะที่ 1 (X2-X1)	ผลการพัฒนา ระยะที่ 2 (X3-X1)
1. ความรู้ด้านเทคโนโลยีความรู้ความสามารถของผู้สอนในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและนักเรียน Technological Knowledge (TK)	2.45	0.42	2.85	0.41	3.77	0.44	0.4	1.32
2. ความรู้ด้านวิธีการสอนความรู้ความสามารถของผู้สอนที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน (Pedagogical Knowledge (PK))	2.44	0.51	4.05	0.48	4.75	0.41	<u>1.61</u>	2.31
3. ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ ข้อมูลแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการในหลักสูตรที่ต้องการที่จะถ่ายทอดไปยังนักเรียน (Content Knowledge (CK))	2.51	0.47	3.15	0.42	3.92	0.42	0.64	1.41
4. ความรู้ในกระบวนการสอน SMTและการนำกิจกรรมมาใช้ (Pedagogical Content Knowledge (PCK))	1.52	0.41	2.45	0.41	3.83	0.45	0.93	2.31
5. ความรู้ความเข้าใจจากการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายที่ช่วยให้นักเรียนได้ความรู้ในเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ Technological Content Knowledge (TCK)	1.49	0.43	3.55	0.41	4.16	0.43	<u>2.06</u>	2.67

รายการการประเมินตนเอง	ระดับคะแนนเฉลี่ยการประเมินตนเองความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (5 คะแนนเต็ม)							
	ก่อนเข้า PD		ระหว่างเข้าร่วม		หลังเข้า PD		ผลการพัฒนา	ผลการพัฒนา
	(X1)	SD	(เดือนที่ 5-6)	SD	(X3)	SD	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2
							(X2-X1)	(X3-X1)
6. ความรู้ความเข้าใจในการสอนเมื่อเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้เปลี่ยนแปลงไป Technological Pedagogical Knowledge (TPK)	1.43	0.52	3.42	0.43	4.17	0.42	<u>1.99</u>	2.74
7. ความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวกเนื้อหาวิชาและเทคโนโลยี เมื่อมีความรู้จะต้องผนวกเทคโนโลยีทางด้านต่างๆโดยเฉพาะ ICT เพื่อจัดการเรียนการสอนและเพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ Technology Pedagogical Content Knowledge (TPACK)	1.46	0.40	3.68	0.51	4.18	0.42	<u>2.22</u>	2.72
8. ความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวกเนื้อหาวิชาและเทคโนโลยี ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้บูรณาการร่วมกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม Technology Pedagogical Content Knowledge (TPACK)	1.52	0.41	3.82	0.52	4.54	0.45	<u>2.30</u>	3.02

จากการร่วมพัฒนาครูโดยมีทีมหนุนนำอย่างต่อเนื่องที่ประกอบด้วยผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์และทีมวิชาการ พบว่าองค์ประกอบของความรู้นี้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูทุกองค์ประกอบมีแนวโน้มพัฒนาเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกับระยะเวลาในการเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครู โดยเฉพาะความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวกเนื้อหาวิชาและเทคโนโลยีในการออกแบบการจัดการเรียนรู้บูรณาการร่วมกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม (TPACK) มีผลคะแนนพัฒนาจากคะแนน 1.52 เป็นคะแนน 4.54 จาก (คะแนนเต็ม 5 คะแนน) รองลงมาเป็นด้านความรู้ความเข้าใจในการสอนเมื่อเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้เปลี่ยนแปลงไป (TPK) มีผลคะแนนพัฒนาจากคะแนน 1.43 เป็นคะแนน 4.17 จาก (คะแนนเต็ม 5 คะแนน) จากผลวิจัย พบว่าในระยะแรกของการเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูกลุ่มวิจัยมีการพัฒนาในองค์ประกอบของความรู้ด้านศาสตร์การสอนที่นำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สู่สะเต็มศึกษา และความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวกเนื้อหาวิชาและเทคโนโลยี เมื่อมีความรู้จะต้องผนวกเทคโนโลยีทางด้านต่างๆ โดยเฉพาะ ICT เพื่อจัดการเรียนการสอนและเพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ Technology Pedagogical Content Knowledge (TPACK) โดยดำเนินการวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบความรู้นี้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด ก่อน ระหว่าง และหลังเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู เพื่อเปรียบเทียบการรับรู้และความเข้าใจในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลของครูไทยในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลกับไอแพด และเพื่อพัฒนาการบริหารจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการหนุนนำอย่างต่อเนื่องของผู้บริหารและศึกษานิเทศก์ การประเมินประสิทธิผลของการพัฒนาความรู้นี้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด ผลการจัดการเรียนรู้การพัฒนาความรู้นี้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในประเทศไทยเพื่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้ไอแพด ประกอบด้วย 3 แนวทาง ดังนี้

### **แนวทางที่ 1 การบูรณาการแบบ Integration เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ ในระดับการสืบเสาะหาความรู้ ชี้นำ (Guided Inquiry)**

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ เป็นการบูรณาการข้ามศาสตร์วิชาผ่านการหลอมรวมวิชาหลัก 4 วิชา โดยครูออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มในคาบวิชาโครงการที่นักเรียนได้มีการเรียนรู้ในแนวคิดที่เกี่ยวข้องจากวิชาต่างๆ และนำมาใช้ในการวางแผนออกแบบ และสร้างสรรค์ชิ้นงานตามเงื่อนไขจากสถานการณ์ท้าทาย นักเรียนได้รับการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงองค์ความรู้และนำความรู้และทักษะไปสู่การปฏิบัติ ดัง Figure 3



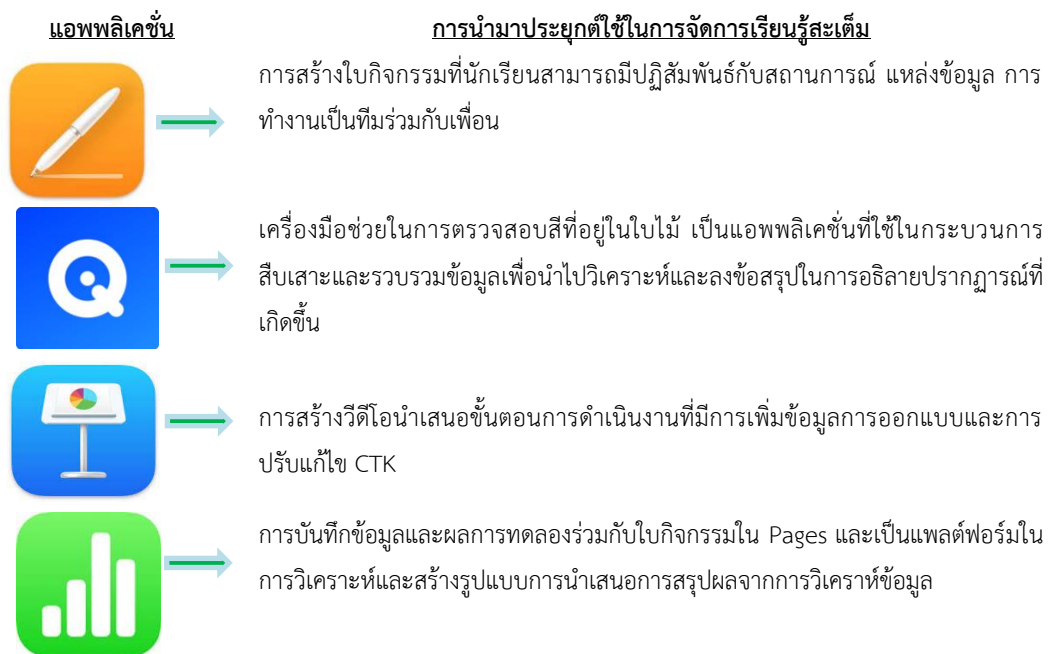


นักเรียนลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูลพร้อมนำเสนอข้อมูลในแอปพลิเคชัน Number เพื่อให้นักเรียนได้เห็นข้อมูลทั้งหมดของทุกกลุ่ม นอกจากนั้นนักเรียนยังได้ใช้ Application FizziQ เพื่อศึกษาว่ามีสีใดบ้างที่อยู่ในใบไม้แต่ละระยะ คือ สด เริ่มเหี่ยวเหี่ยว โดยแต่ละกลุ่มศึกษาใบไม้ 1 ชนิด คือ (ใบไม้ตามบริบทของโรงเรียน)แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลองและลงข้อสรุปผลการทดลอง โดยคำนึงถึงเป้าหมายของทีม และสัมพันธภาพของทีมเป็นหลัก นำไปสู่การทดลองการสกัดด้วยตัวทำละลายและโครมาโทกราฟีอย่างง่ายโดยใช้ข้อมูลที่ได้ศึกษามา จากนั้นระดมความคิดในการออกแบบ สร้างทดสอบประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์ Chromatography Test Kit (CTK) จากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอรายละเอียดและการทำงานของชุดอุปกรณ์ CTK ที่สร้างขึ้น โดยใช้ Keynote ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติว่านักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการทำกิจกรรมนี้โดยมีครูเป็น Facilitator ซึ่งแจกกระบวนการปฏิบัติกิจกรรม คอยกระตุ้นให้นักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็นโดยใช้คำถาม คอยอำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ให้คำปรึกษาในการใช้แอปพลิเคชัน Number FizziQ และ Keynote ดัง Figure 5

**Figure 5**

*Using iPads to create pieces*

การใช้ไอแพดในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน



จากนั้นนักเรียนพร้อมนำผลการทดลองมาสรุปและอธิบายแนวคิดอย่างละเอียด ซึ่งการวัดระยะทางบนแผนทโดยใช้ไม้บรรทัดเป็นเพียงการประมาณค่าเท่านั้น จากนั้นนำไปแปลงหน่วยโดยใช้การเทียบบัญญัติไตรยางศ์ ดัง Figure 6

Figure 6

Using iPads to record data and present them in a format that is easy to understand

การใช้ไอแพดในการบันทึกข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบที่ง่ายต่อการเข้าใจ



**แนวทางที่ 2 การบูรณาแบบ Integration เรื่อง บ้านของฉัน มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ ในระดับการสืบเสาะหาความรู้ขั้นณะ (Opened Inquiry)**

การออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง บ้านของฉัน นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ปัญหาและข้อจำกัดของสถานการณ์ จากนั้นร่วมกันอภิปรายในหัวข้อการเลือกพิกัด ออกแบบแปลนบ้าน และออกแบบบันได ได้อย่างความเหมาะสม และปลอดภัย นำไปสู่การปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มนักเรียนจะได้รู้จักการอ่านแผนที่และวางแผนเลือกเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง บูรณาการความรู้ในเรื่อง อัตราเร็วเฉลี่ย ในการคำนวณเวลาและวางแผนการเดินทางโดยใช้แอปพลิเคชัน Maps หรือแอปพลิเคชันอื่นที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ เรียนรู้พื้นที่และอัตราส่วนพื้นที่ รวมถึงสืบค้นข้อมูลรูปแบบบันได ตัวอย่างการใช้สถานการณ์ดัง Figure 7

Figure 7

Using digital technology to design learning activities linked to context at the situational level

การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชื่อมโยงกับบริบทในระดับสถานการณ์



การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นเป็นการบูรณาการความรู้ในเรื่อง อัตราเร็วเฉลี่ย ในการคำนวณเวลาและวางแผนการเดินทางโดยใช้แอปพลิเคชัน Maps หรือแอปพลิเคชันอื่นที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ เรียนรู้พื้นที่และอัตราส่วนพื้นที่ รวมถึงสืบค้นข้อมูลรูปแบบบ้าน เพื่อนำมาใช้ออกแบบแปลนบ้าน สร้างบันไดต้นแบบ สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปราย ปรับปรุงชิ้นงาน จากนั้นนำเสนอ อภิปรายข้อดีและข้อจำกัดกลุ่มย่อยอื่นที่นำเสนอ เพื่อให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงงานในครั้งต่อไป บทบาทครู มีหน้าที่กำกับดูแล อำนวยความสะดวก ให้ความรู้เพิ่มเติมจากข้อมูลที่นักเรียนค้นคว้า คอยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรม ร่วมอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป รวมถึงแนะนำการใช้แอปพลิเคชัน Maps หรือแอปพลิเคชันอื่นที่เกี่ยวข้องกับแผนที่

### แนวทางที่ 3 การบูรณาการแบบ Integration Electric Dough ในระดับการสืบเสาะหาความรู้ชี้แนะ (Guided Inquiry) ร่วมกับการสืบเสาะภาคพลเมือง (Citizen Inquiry)

การออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง Electric Dough นักเรียนจะต้องศึกษาสถานการณ์ด้วยตนเอง วิเคราะห์ปัญหาและข้อจำกัดของสถานการณ์ จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่ใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ผ่านการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มเพื่อนำความรู้ แนวคิดมาใช้ เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ เช่น ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และการผลิตกระแสไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้า โดยค้นคว้าจากแอปพลิเคชัน Books ร่วมกันออกแบบโปรเตอร่าการรณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดเพื่อลดภาวะโลกร้อนลงในแอปพลิเคชัน Numbers อภิปรายและสรุปผลการทดลอง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ในแอปพลิเคชัน Keynote ทำกิจกรรมผ่าน Simulation PhET เรื่อง Circuit Construction นอกจากนั้นยังได้ออกแบบ ทดสอบประสิทธิภาพ สิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแบตเตอรี่ และร่วมกันสรุปประเด็นและความรู้ที่ได้จากการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ โดยระหว่างปฏิบัติกิจกรรมครูมีหน้าที่ใช้คำถามเปิดประเด็นอภิปรายถึงองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า วงจรปิด-วงจรเปิด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ประโยชน์การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน เพื่อ Coach ให้คำแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรม ในขณะที่คอยอำนวยความสะดวกเป็น Facilitator จุดประเด็น ร่วมอภิปรายไปสู่การสรุปองค์ความรู้

จากการประชุมกลุ่มย่อยและการสัมภาษณ์ครูกลุ่มวิจัยมีการรับรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลของครูเชิงบวกและการรับรู้เชิงลบ หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้ต้นแบบ พบว่าโดยภาพรวม ครูส่วนใหญ่มีการรับรู้เชิงบวกต่อการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลในทุกรายการ โดยครูส่วนใหญ่ ร้อยละ 89.50 มีการรับรู้เชิงบวกว่า การใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนและ ส่งเสริมความร่วมมือของนักเรียนในการรับรู้เชิงลบต่อการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัล ครูส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับผลกระทบเชิงลบจากการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัล รายการที่ไม่เห็นด้วยมากที่สุดสองรายการ คือ ความไม่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน และการเพิ่มอารมณ์ความรุนแรงเมื่อมีการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัล

### อภิปรายผล (Discussions)

โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานที่มีการทำงานร่วมกันเชิงภาคีของผู้บริหารโรงเรียน ศึกษานิเทศก์ และทีมนักวิชาการสามารถพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูระดับชั้นประถมศึกษาส่งเสริมให้ครูกลุ่มวิจัยนี้สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของครูและนักเรียน ถูกหลอมเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ของครูผ่านการใช้อุปกรณ์ที่เป็นเครื่องมือในการแลกเปลี่ยนและสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยผลวิจัยนำเสนอให้เห็นว่าการพัฒนาครูในด้านความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล และด้านองค์ความรู้วิธีการสอนเป็นปัจจัยสำคัญของการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีที่เชื่อมโยงกับความสามารถของครูในการจัดการเรียนรู้บูรณาการในชั้นเรียน

ช่วงของการเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครู ครูมีโอกาสดำเนินงานร่วมกันข้ามสาระวิชา มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การสอน ร่วมกันออกแบบการเรียนรู้ ได้วิเคราะห์ตัวอย่างบทเรียน และเข้าสู่เกิดขึ้นเรียนส่งผลให้ครูมีการรับรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีดิจิทัลเชิงบวก เป็นการเตรียมความพร้อมของครูเพื่อเข้าร่วมการพัฒนาบทเรียนกับทีมครู นักวิจัย และผู้ทรงคุณวุฒิผ่านวง PLC และร่วมทดลองสอนกับนักวิจัยซึ่งเป็นกลวิธีที่สำคัญที่ส่งเสริมให้ครูมีวิธีการสอนที่หลากหลายและมีผลต่อการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสำหรับการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tanak (2020) ที่นำเสนอให้เห็นว่านักศึกษาคูที่มีความรู้ในเทคโนโลยีมาก แต่มีความรู้ในด้านวิธีการสอนที่น้อยก็ไม่ได้หมายความว่าเขาจะมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในระดับสูง ซึ่งตัวแปรสำคัญของการพัฒนาความรู้ TPACK คือการพัฒนาความรู้ด้านวิธีสอนให้เหมาะสม ถึงแม้ว่าความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในงานวิจัยได้นิยามไว้เป็น 7 ด้านความรู้ ในทางปฏิบัติองค์ความรู้เหล่านี้ต้องถูกหลอมรวมเป็นหนึ่งเดียว (Integrative Model) ที่สนับสนุนให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการได้ในชั้นเรียนจริง (Angeli & Valanides, 2009; Gess-Newsome, 2002; Tanak, 2020) กระบวนการเตรียมความพร้อมของครูในการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมจำเป็นต้องมีการทำงานกับครูตั้งแต่การกำหนดเป้าหมายของบทเรียน การวิเคราะห์นักเรียน การออกแบบกิจกรรมเพิ่มเติม การเลือกใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลติดตามความก้าวหน้าการเรียนรู้ของนักเรียน การทดลองสอน และการนำไปปฏิบัติสอนในชั้นเรียนที่มีครูผู้สังเกต (Buddy Teacher) ทำงานร่วมกับโค้ช (Lomos et al., 2011; Jones et al., 2013) แนวคิดของการร่วมกันกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ การแบ่งบทบาทของผู้นำ (Shared Leadership) และการกระจายบทบาทผู้นำ (Distributed Leadership) ในการสอนทำให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาของครู ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำให้โปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูในงานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ครูมีโอกาสร่วมกำหนดเป้าหมายของการพัฒนานักเรียนซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการทำงานร่วมกันในวง PLC สอดคล้องกับงานวิจัยหลายท่าน (Leithwood & Mascal, 2008; Goksoy, 2016; Leithwood et al., 2019; Kennedy et al., 2011) ในกระบวนการหนุนนำครูอย่างต่อเนื่องสามารถพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมจากการสะท้อนคิดจากกระบวนการปฏิบัติในการศึกษาชั้นเรียนเป็นขั้นตอนสำคัญที่บ่มเพาะให้ครูสามารถนำสิ่งที่ร่วมพัฒนาไปปรับใช้กับบริบทของตนเองได้ และส่งเสริมการเกิด Transformative Knowledge ที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์ของการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และพัฒนาต่อยอดเป็นหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนตนเอง ผลการวิจัยนี้ได้นำเสนอช่องว่างของการวิจัยที่น่าสนใจในด้านการพัฒนาวิชาชีพครูผ่านการบ่มเพาะ TPACK และการเพิ่มระดับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ให้เป็นแบบเปิด (Opened Inquiry) ผลการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูไทยสำหรับการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมโดยใช้ไอแพด ก่อน ระหว่าง และหลังเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม การปฏิบัติการสอน การสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างร่วมกับการสะท้อนคิดจากการทำ PLC ก่อนและหลังการอบรมเชิงปฏิบัติการแบบออนไลน์และแบบชั้นเรียน พบว่า ครูจาก 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้มีการพัฒนาในด้านองค์ความรู้ และการเลือกใช้เทคโนโลยีดิจิทัลมาเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตั้งแต่ขั้นเชื่อมโยงสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์เข้ามาในบทเรียน ผู้ชั้นการออกแบบการนำองค์ความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปสู่การพัฒนาชุมชนท้องถิ่นในบริบทรอบตัว โดยมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ใช้ไอแพด และเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และสื่อออนไลน์ มาร่วมใช้กับไอแพดในการสื่อสาร การปฏิบัติงานในการสืบเสาะหาความรู้ และการทำงานร่วมกัน แบ่งเป็น 4 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ใช้ (Use) เข้าใจ (Understand) สร้าง (Create) และเข้าถึง (Access) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินผลใช้ (Use) ครูสังเกตจากความคล่องแคล่วทางเทคนิคที่จำเป็นในการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ทักษะและความสามารถที่เกี่ยวข้องกับคำว่า “ใช้” ครอบคลุมตั้งแต่เทคนิคขั้นพื้นฐาน คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรมประมวลผลคำ (Word Processor) เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) อีเมลล์ และเครื่องมือสื่อสารอื่นๆ สู่เทคนิคขั้นสูงขึ้นสำหรับการเข้าถึงและการใช้ความรู้ เช่น โปรแกรมที่ช่วยในการสืบค้นข้อมูล หรือ เสิร์ชเอนจิน (Search Engine) และฐานข้อมูลออนไลน์ รวมถึง

เทคโนโลยีอุบัติใหม่ เช่น Cloud computing ในระบบดิจิทัล เข้าใจ (Understand) ครูกำหนดกรอบนิยามเชิงพฤติกรรมที่เน้นทักษะทางเทคโนโลยีดิจิทัล จากผลวิจัยสรุปเป็นชุดของทักษะที่จะช่วยนักเรียนเข้าใจบริบทและประเมินสื่อดิจิทัลในการตัดสินใจเกี่ยวกับอะไรที่ควรหรือไม่ควรทำในโลกออนไลน์ จัดว่าเป็นทักษะที่สำคัญและที่จำเป็นที่ในการเตรียมนักเรียนเข้าสู่โลกออนไลน์ นอกจากนี้เข้าใจยังรวมถึงการตระหนักว่าเทคโนโลยีดิจิทัลมีผลกระทบต่อพฤติกรรมและมุมมองของนักเรียนอย่างไร มีผลกระทบต่อความเชื่อและความรู้สึกเกี่ยวกับโลกรอบตัวนักเรียนอย่างไร การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สู่เพิ่มเติมในงานวิจัยนี้ครูได้มีการให้นักเรียนจัดการสารสนเทศเพื่อค้นหา ประเมิน และใช้สารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อติดต่อสื่อสาร ประสานงานร่วมมือ และแก้ไขปัญหา หรือสร้าง (Create) ที่กิจกรรมสะเต็มเน้นให้นักเรียนสามารถผลิตชิ้นงานโดยเลือกเนื้อหาและการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพผ่านเครื่องมือสื่อดิจิทัลที่หลากหลาย ที่ต้องคำนึงถึงบริบทและผู้รับสารที่แตกต่างและหลากหลาย และในองค์ประกอบสุดท้ายของเทคโนโลยีดิจิทัลที่สรุปได้จากการออกแบบกิจกรรมสะเต็มที่ครูได้พัฒนาคือองค์ประกอบด้าน เข้าถึง (Access) ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัล และข้อมูลข่าวสาร นักเรียนสามารถเลือกช่องทางของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลและแหล่งของข้อมูลได้อย่างมีวิจารณญาณ จากที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการรับรู้ของครูด้านเทคโนโลยีดิจิทัลที่เข้าร่วมในโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูผ่านการร่วมปฏิบัติในวง PLC และมีการทำงานร่วมกันในการออกแบบบทเรียนกับครูข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้สามารถพัฒนาความรู้ในเนื้อหาหมวดวิज्ञาสอนและเทคโนโลยี โดยเฉพาะความรู้ในด้านวิธีการสอนที่มีผลต่อการส่งเสริมให้ครูออกแบบบทเรียนสะเต็มที่เลือกใช้เทคโนโลยีดิจิทัลที่น่าสนใจผ่านเครื่องมือที่เรียกว่าไอแพด

## ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 สำหรับผลวิจัยครั้งนี้ในด้านการจัดการเรียนรู้สู่เพิ่มเติมควรมีการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาร่วมในขั้นของการสร้างความเชื่อมโยงของปรากฏการณ์จริงกับความพยายามในการอธิบายปรากฏการณ์นั้น ซึ่งเป็นแนวทางการออกแบบกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับบริบทในระดับสถานการณ์ เหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ทำทนายให้นักเรียนมีการสืบค้นและหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลร่วมเพื่อให้เกิดนำเสนอกระบวนการคิดของนักเรียนออกมาเป็นรูปธรรม ให้กับครู นักการศึกษา หรือนักวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา นำไปสู่การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง

1.2 สำหรับผลวิจัยครั้งนี้ในด้านการพัฒนาวิชาชีพครู เป็นแนวทางการทำงานร่วมมือกันระหว่างนักวิจัยและหน่วยงานต้นสังกัดในระดับโรงเรียนและระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาที่มีความเข้าใจในเรื่องที่ดำเนินการไปในทิศทางเดียวกัน และสามารถเป็นโค้ชที่ช่วยหนุนนำการนำบทเรียนนี้ไปปฏิบัติใช้เชื่อมโยงกับงานที่ปฏิบัติเป็นประจำได้

### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้มีการติดตามความเข้าใจในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีดิจิทัลของครูในการจัดการเรียนรู้ สำหรับศึกษานิเทศก์ และผู้บริหารสถานศึกษาสำหรับใช้ในการนิเทศติดตามอย่างต่อเนื่อง ประเด็นที่ควรศึกษาเพิ่มเติมคือปัจจัยความท้าทาย และอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้สู่เพิ่มเติมโดยใช้เครื่องมืออย่างต่อเนื่องโดยใช้การบริหารจัดการผ่านทีมเชิงพื้นที่ และรูปแบบการโค้ชที่โรงเรียนต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน

2.2 การวิจัยครั้งนี้เน้นกระบวนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการติดตามความก้าวหน้าการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นมีการวัดและประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในบางด้าน ดังนั้นการวิจัยในหัวข้อที่น่าสนใจเพิ่มเติมคือการร่วมพัฒนาบทเรียนที่ใช้ไอแพดให้มีความต่อเนื่องและเชื่อมโยงกับหลากหลายศาสตร์วิชาโดยเน้นการวัดและประเมินผลด้านความฉลาดรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ร่วมกับการพัฒนาเครื่องมือชุดการวัดและประเมินผลสมรรถนะที่บูรณาการ

## References

- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion about Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112, 3-11.
- Creswell, J. W., & Plano, C. V. L., (2007) *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publication.
- Dejarnette, N.C. (2012). America's Children: Providing Early Exposure to STEM (Science, Technology, Engineering and Math) Initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Goksoy, S. (2016). Analysis of the relationship between shared leadership and distributed leadership. *Euras. J. Educ. Res.*, 65, 295–312.
- Hamtanon, P., (2015). *Discussion Focused on the Importance of STEM Education, Indicating the Necessity 21*. Retrieved from [www.vcharkarn.com](http://www.vcharkarn.com)
- Henderson, K., & Tilbury, D. (2004). Whole-school Approaches to Sustainability: An International Review of Sustainable School Programs. *Australian Research Institute in Education for Sustainability: Australian Government*.
- Kennedy, A., Deuel, A., Nelson, T. H., and Slavitt, D. (2011). Requiring collaboration or distributing leadership. *Phi Delta Kappan* 92, 20–24.
- Kijkuakul, S. (2015). STEM Eucation. *Journal of Education Naresuan University*, 17(2), 201-202.
- Klomin, K., Namnak. C., Kaewurai, W., and Thumrongsothisakul, W. (2014). A Development of Learning Model Based on Constructivist Theory of a Scaffolding to Enhance on Mathematic Problem-Solving Skill for Lower for the Mattayomsuksa 1. *Journal of Education Naresuan University*, 16(2), 129-139.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *STEM education activity guide Grade 1-3 level*. Bangkok: Suksapanpanit.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *STEM education activity guide Grade 4-6 level*. Bangkok: Suksapanpanit.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *STEM education activity guide Mathayom 1-3 level*. Bangkok: Suksapanpanit.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *STEM education activity guide Mathayom 4-6 level*. Bangkok: Suksapanpanit.
- Leithwood, K., Harris, A., & Hopkins, D. (2019). Seven strong claims about successful school leadership revisited. *School Leadership & Management*, 40(1), 5-22. DOI: 10.1080/13632434.2019.1596077
- Leithwood, K., & Jantzi, D. (2000). Principal and teacher leadership effects: A replication. *School Leadership & Management*, 20(4), 415-434. DOI: 10.1080/713696963
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017–1054.

Office of the Basic Education Commission. (2015). *Study time management guide: Reduce study time, increase learning time*. Bangkok: Ministry of Education.

Rosenblatt, L. M. (1978). *The reader, the text, the poem: The transactional theory of literary work*. Carbondale, IL: Southern Illinois University Press.