

บทความวิจัย (Research Article)

การรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครู: กรณีศึกษาโรงเรียน มัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก

Teachers' Perceptions of Pedagogical Content Knowledge for STEM: A Case Study of a Secondary School in Phitsanulok

ประดับชัย อินมณี* จิตติยา บงกชเพชร และสิรินภา กิจเกื้อกุล

Pradapchai Inmanee*, Thitiya Bongkotphet and Sirinapa Kijkuakul

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทั้งหมดในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกที่เปิดสอนรายวิชาสะเต็มศึกษาจำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลได้แก่ 1) แบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และ 3) แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมครูมีการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากทุกด้าน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าครูมีความรู้ระดับต่ำในด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร และความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน โดยครูไม่สามารถกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้ ขาดการวิเคราะห์ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูไม่ถนัดที่จะสอนเนื้อหาสะเต็มศึกษาต่างจากสาขาวิชาที่ครูจบมา และครูขาดความเข้าใจกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างลึกซึ้ง

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา, ครูประจำการ

Abstract

This research aimed to explore science and mathematics teachers' perception of pedagogical content knowledge (PCK) for STEM in a secondary school in Phitsanulok where STEM education course is taught. The participants were thirty-six in-service teachers who were the members of the school's science and mathematics division. Three research instruments were employed to collect data: 1) a questionnaire on teachers' perception of PCK for STEM, 2) a semi-structured interview protocol, and 3) classroom observation protocol. The data were analyzed using descriptive statistics and content analysis. The findings indicated that the in-service science teachers perceived to have PCK for STEM at a good level in every component. However, when considering

the details of each component, it was found that the participating teachers perceived to have the knowledge of curriculum and instructional strategies at a low level. They reported to be unable to set goals or objectives of the curriculum nor to be able to analyze learning misconceptions or difficulties of students. They were not skilled in teaching STEM content that did not belong to the field of study they graduated from and lacked a deep understanding of the engineering design process.

Keywords: STEM education, PCK for stem, In-service teacher

บทนำ

สะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้รับการยอมรับในระดับสากลว่า เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนา นักเรียนให้มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการสร้างนวัตกรรม (Bybee, 2014) ในต่างประเทศได้บูรณาการสะเต็มศึกษาไว้ในระบบการศึกษาตั้งแต่ระดับปฐมวัยถึงมัธยมศึกษา เพื่อเตรียมพลเมืองให้สามารถแข่งขันในเศรษฐกิจซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่เหมาะสมกับบริบทของโลก ส่วนในบริบทของ ประเทศไทยสะเต็มศึกษาถูกกำหนดให้เป็นยุทธศาสตร์หลักในการพัฒนาทักษะผู้เรียนโดยกำหนดให้ร้อยละของ โรงเรียนจัดการศึกษาบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ (Pedagogical Content Knowledge: PCK) เป็นความรู้ เฉพาะทางที่ครูใช้ในขณะเปลี่ยนความรู้ในเนื้อหาสาระให้เป็นรูปแบบที่นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น มีแบบจำลอง PCK ในรูปแบบที่แตกต่างกันตลอดหลายปีที่ผ่านมา (Aydin-Gunbatar et al., 2020) สำหรับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการ สอนสะเต็มศึกษา (PCK for STEM) เป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาการบูรณาการ สะเต็มศึกษาซึ่งเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับครูในการบูรณาการสะเต็มศึกษาโดยจะช่วยให้ครูจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่มีประสิทธิภาพทำให้มีความรู้ พื้นฐานที่หลากหลาย อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ได้ โดยงานวิจัย เกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษามีอยู่อย่างหลากหลายเพื่อใช้เป็นแนวทางใน การออกแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ได้ (Aydin-Gunbatar et al., 2020; Chan et al., 2019; Juhler, 2016)

การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครูรวมถึงบริบทต่าง ๆ จึงมีความสำคัญเป็น ขั้นตอนแรกในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครูในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดย การทำความเข้าใจให้ดียิ่งขึ้นว่า ครูมีการรับรู้และปฏิบัติอย่างไรซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการเปลี่ยนแปลง (Srikoom et al., 2018) จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาพบว่า ครูประสบ ปัญหาต่าง ๆ ในการบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน เช่น การบูรณาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีกับวิชา อื่น ๆ ในสะเต็ม โดยเฉพาะวิชาที่อยู่นอกขอบเขตความเชี่ยวชาญของตนเอง การสอนเนื้อหาที่ไม่อยู่ในสาระวิชาของ ตนเอง (Lau & Multani, 2018; Roehrig et al., 2012) นอกจากนี้ครูยังไม่เข้าใจเนื้อหาเชิงลึกในธรรมชาติของแต่ละ สาขาวิชา และครูขาดการบูรณาการกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมอย่างเหมาะสม ซึ่งจำเป็นต้องมีโครงการ พัฒนวิชาชีพเพื่อพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครู (Lau & Multani, 2018; Srikoom et al., 2018)

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครูระดับมัธยมศึกษา เพื่อเป็นการศึกษาสภาพปัญหาตามสภาพบริบทของครูประจำการในระดับมัธยมศึกษา และเป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูด้านสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นประเด็นหนึ่งที่มีความสำคัญที่ทำให้ครูมีความรู้ไม่เฉพาะเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดและทักษะจากสาขาวิชาต่าง ๆ (Chan et al., 2019) ซึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน สะเต็มศึกษายังจำเป็นเพื่อเป็นองค์ความรู้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการพัฒนาครู (ชุดิมา วิชัยดิษฐ, 2564) ซึ่งครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเยาวชนคนไทยให้เกิดความรู้ทักษะในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครูระดับมัธยมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

วิจัยนี้ออกแบบการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) โดยเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์และการสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนในรูปแบบกรณีศึกษา (Case study) ในบริบทโรงเรียนมัธยมศึกษาในเชิงลึก (Yin, 2009) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. **บริบทที่ศึกษา** เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ในเขตเมือง ในจังหวัดพิษณุโลก มีจำนวนครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 36 คน โรงเรียนมีความพร้อมในด้านบุคลากรในการจัดการเรียนรู้ มีห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ สื่อ เทคโนโลยี และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ครบถ้วน โรงเรียนได้จัดทำหลักสูตรสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โดยจัดรายวิชาเพิ่มเติม โดยมอบหมายให้ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปฏิบัติการสอน

2. **สิ่งที่ศึกษา** คือ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา เป็นความรู้ของครูที่ช่วยให้ครูจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่มีประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วย 5 ด้าน ดังนี้ 1) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร 2) ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา 3) ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน 4) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน และ 5) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ซึ่งปรับจากแนวคิดของ (Aydin-Gunbatar et al., 2020; Chan et al., 2019; Juhler, 2016) ให้เหมาะสมกับสภาพบริบท

3. **กลุ่มที่ศึกษา** เป็นครูทั้งหมดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 36 คน ในปีการศึกษา 2567 เพื่อทำแบบสอบถาม จากนั้นคัดเลือกครูจำนวน 8 คน โดยเป็นครูที่เคยอบรมหรือเคยสอนในรายวิชา สะเต็มศึกษา และยินดีให้ข้อมูลกับผู้วิจัยเพื่อสัมภาษณ์ และคัดเลือกครูจำนวน 4 คน ที่ได้รับมอบหมายให้สอนในรายวิชาสะเต็มศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 เพื่อสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน

ตาราง 1 แสดงสถานภาพของกลุ่มที่ศึกษา

ชื่อ	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ (ปี)	วิทยฐานะ	วุฒิการศึกษา	รายวิชาที่สอน
T01	ชาย	28 ปี	2 ปี	ไม่มีวิทยฐานะ	ค.บ. ฟิสิกส์	ฟิสิกส์
T02	หญิง	40 ปี	18 ปี	ไม่มีวิทยฐานะ	วท.บ. ฟิสิกส์ กศ.ม. การบริหารการศึกษา	ฟิสิกส์
T03	หญิง	45 ปี	18 ปี	ชำนาญการพิเศษ	กศบ. เคมี	เคมี

ชื่อ	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ (ปี)	วิทยฐานะ	วุฒิการศึกษา	รายวิชาที่ สอน
T04	หญิง	45 ปี	19 ปี	ชำนาญการพิเศษ	กศ.ม. หลักสูตรและการสอน วท.บ. เคมี	เคมี
T05	หญิง	40 ปี	14 ปี	ชำนาญการพิเศษ	กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา กศ.บ. คณิตศาสตร์	คณิตศาสตร์
T06	หญิง	39 ปี	16 ปี	ชำนาญการพิเศษ	กศ.บ. เทคโนโลยีและสื่อสารฯ	คณิตศาสตร์
T07	หญิง	52 ปี	30 ปี	ชำนาญการพิเศษ	กศ.บ. คณิตศาสตร์	คณิตศาสตร์
T08	ชาย	40 ปี	9 ปี	ครูชำนาญการ	วท.บ. คณิตศาสตร์ ค.ม. หลักสูตรและการสอน วท.บ. วิทยาการคอมพิวเตอร์ วท.ม. เทคโนโลยีสารสนเทศ	คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์

หมายเหตุ: ครูT01-ครูT08 เป็นครูใช้ในการสัมภาษณ์ ครูT01-ครูT04 เป็นครูที่ใช้ในการสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน

4. เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือวิจัย จากนั้นส่งเครื่องมือวิจัยให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและภาษาที่ใช้ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริง โดยเครื่องมือวิจัย ได้แก่

4.1 แบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาคอบคลุมความรู้ของครูทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวทั่วไป เป็นการสอบถามลักษณะสำรวจรายการ (Check List) ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ผู้วิจัยปรับจากแนวคิด (Yildirim & Sahin-Topalcengiz, 2018) จำนวน 40 รายการ

4.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา จุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 ด้าน โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยปรับจากกรอบแนวคิดของ (Chan et al., 2019) โดยมีลักษณะคำถามตามพฤติกรรมบ่งชี้

4.3 แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน มีจุดมุ่งหมายเพื่อบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นขณะจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา โดยใช้สังเกตครูจำนวน 4 คน ซึ่งเป็นครูที่ได้รับมอบหมายให้สอนรายวิชาสะเต็มศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 และได้ใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมบันจี้จัมป์ และกิจกรรม สเลอบี้ ใช้เวลาจัดกิจกรรม 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ผู้วิจัยทำหนังสือถึงโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ผู้เข้าร่วมวิจัยประจำการอยู่ เพื่อแจ้งจุดประสงค์ในการทำวิจัย และขออนุญาตในการดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูล

5.2 ผู้วิจัยได้ส่งแบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ในรูปแบบออนไลน์ โดยใช้ Google Form เพื่อเก็บข้อมูลกับครูทั้งหมดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 36 คน

5.3 ผู้วิจัยได้คัดเลือกครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 8 คน โดยเป็นครูที่เคยอบรมหรือเคยสอนในรายวิชา สะเต็มศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ใช้เวลาคนละประมาณ 30-40 นาที และใช้เครื่องบันทึกเสียงขณะทำการสัมภาษณ์

5.4 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกครูที่ใช้ในการสัมภาษณ์ จำนวน 4 คน โดยเป็นครูที่ได้รับมอบหมายให้สอนในรายวิชา สะเต็มศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 เพื่อสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนครู

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาโดยใช้สถิติพื้นฐานในการหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา โดยกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการพิจารณา ดังนี้ 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ปรับใช้แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล (Yeh & Hsu, 2019) โดยจำแนกคำตอบตามพฤติกรรมบ่งชี้สะท้อนถึงความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาใน 5 ด้าน โดยถ้าคำตอบในการสัมภาษณ์สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้จะได้รับ 1 คะแนน จากนั้นหาร้อยละของคะแนนเต็มของแต่ละข้อแล้วนำมาเขียนกราฟแสดงระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาโดยกรอบแนวคิดมีลักษณะดังนี้

ตาราง 2 กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา จำแนกตามพฤติกรรมบ่งชี้

PCK for STEM	พฤติกรรมบ่งชี้ (ข้อละ 1 คะแนน)
ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร	- ครูสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ในการบูรณาการและเชื่อมโยงระหว่างสาระวิชาในสะเต็มศึกษา - ครูสามารถเลือกเนื้อหาที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ระหว่างสาระวิชาในสะเต็มศึกษา สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรได้ชัดเจนและเหมาะสม - ครูสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ที่ส่งเสริมทักษะสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 - ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา	- ครูมีความรู้ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ที่ใช้จัดกิจกรรมกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม - ครูสามารถนำความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี มาใช้ในการจัดกิจกรรมในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน	- ครูสามารถตรวจสอบความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมได้ - ครูสามารถวิเคราะห์ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในแต่ละสาขาวิชาของสะเต็มศึกษาได้
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน	- ครูสามารถเลือกวิธีการสอนที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา - ครูสามารถใช้แนวทางการสอนที่เน้นการฝึกปฏิบัติด้านวิศวกรรม - ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับเนื้อหาสาขาวิชาอื่น ๆ ในสะเต็มศึกษา อย่างเหมาะสม
ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	- ครูสามารถระบุสิ่งที่ต้องประเมินในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้อย่างหลากหลายและเหมาะสม - ครูสามารถเลือกวิธีการประเมินในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้หลากหลายและเหมาะสม

6.3 การวิเคราะห์รายการณิของครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนสะเต็มศึกษาดังต่อไปนี้ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Merriam & Tisdell, 2016) มีการตรวจสอบเพื่อยืนยันว่าการวิเคราะห์หัตถ์สัมภาษณ์นั้นตรงกับที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยให้สัมภาษณ์ (member checking) และมีการพิจารณาพร้อมกับแบบสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน เพื่อสรุปและตรวจสอบความน่าเชื่อถือ (Method Triangulation)

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอรายงานผลความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนสะเต็มศึกษาดังต่อไปนี้

1. ผลการสำรวจความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แสดงผลได้ดังนี้

ตาราง 3 ความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ด้าน	ความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1	ด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร	4.06	0.94	มาก
2	ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา	4.13	0.79	มาก
	2.1 ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษา	4.06	1.27	มาก
	2.2 ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเทคโนโลยีในสะเต็มศึกษา	4.28	1.06	มาก
	2.3 ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มศึกษา	4.07	0.24	มาก
	2.4 ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในสะเต็มศึกษา	4.12	0.57	มาก
3	ด้านความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน	4.33	0.57	มาก
4	ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน	4.26	1.06	มาก
5	ด้านความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	4.43	0.88	มาก
	รวมเฉลี่ย	4.20	0.82	มาก

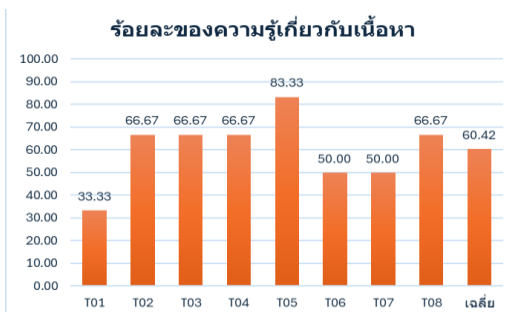
หมายเหตุ: ด้าน 2 ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาคิดจากค่าเฉลี่ยข้อ 2.1-2.4

จากตาราง พบว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากทุกด้าน เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเป็นอันดับแรก ($\bar{x}=4.43$, S.D.=0.88) ส่วนด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ในอันดับต่ำสุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ ($\bar{x}=4.06$, S.D.=0.94)

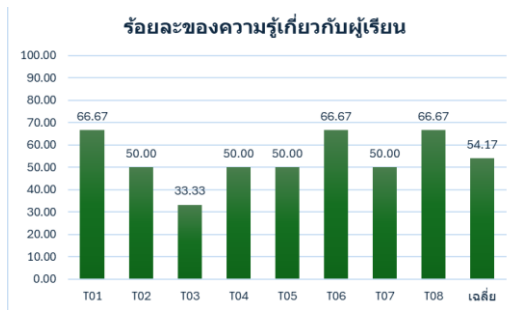
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง โดยจำแนกคำตอบตามพฤติกรรมบ่งชี้สะท้อนถึงความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนสะเต็มศึกษาสรุปเป็นภาพรวม 5 ด้าน เป็นดังนี้



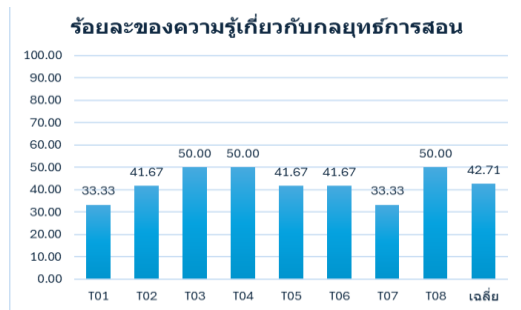
ภาพ 1 ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร



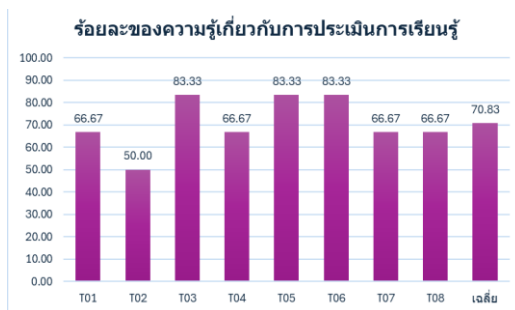
ภาพ 2 ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา



ภาพ 3 ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน



ภาพ 4 ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน



ภาพ 5 ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

จากภาพ พบว่า ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด (ร้อยละ 70.83) รองลงมา ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา (ร้อยละ 60.42) ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน (ร้อยละ 54.17) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน (42.71) และความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร (ร้อยละ 34.38) ตามลำดับ โดยความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน และความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50

3. เมื่อพิจารณาความรู้ในเนื้อหาหมวดวิธีการสอนเพิ่มเติมศึกษาในเชิงลึก โดยผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบของครูที่ได้รับมอบหมายให้สอนในรายวิชาเพิ่มเติมศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 4 คน โดยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ และการสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนมาพิจารณาตามพฤติกรรมบ่งชี้สะท้อนถึงความรู้ในเนื้อหาหมวดวิธีการสอนเพิ่มเติมศึกษา ผู้วิจัยของเสนอผลเป็นรายด้านดังนี้

3.1 ด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรเพิ่มเติมศึกษา

ผู้วิจัยได้ถามคำถามในประเด็นเกี่ยวกับเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา การออกแบบหลักสูตรเพิ่มเติมศึกษาเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และความแตกต่างระหว่างการกำหนดหลักสูตรในสาขาวิชาของตนเองกับหลักสูตรเพิ่มเติมศึกษา เมื่อวิเคราะห์คำตอบพบว่า ครูบางส่วนสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ในการบูรณาการและเชื่อมโยงระหว่างสาระวิชาในเพิ่มเติมศึกษา โดยอธิบายว่าเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา คือ การบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อนำไปใช้ในการทำกิจกรรม ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“ได้กำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา คือ ให้นักเรียนได้รู้จักการบูรณาการความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในการทำกิจกรรม และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน”

(ครูT02, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

โดยครูส่วนใหญ่ไม่แสดงถึงการบูรณาการความรู้ และเชื่อมโยงระหว่างสาระวิชาในสะเต็มศึกษาดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“ได้กำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้สะเต็มศึกษา คือ นักเรียนมีทักษะในการออกแบบ กำหนดกิจกรรมให้มีความท้าทายในการแก้ปัญหา เมื่อเจอปัญหาแล้วนักเรียนพอแก้ไขได้หรือไม่ อย่างไรใช้หลักฐานอะไร และสามารถนำเสนอได้”

(ครูT01, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

ครูทุกคนสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ที่ส่งเสริมทักษะสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยอธิบายว่า เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นการพัฒนาระบวนการแก้ปัญหา การคิดขั้นสูง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นการพัฒนาระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และพัฒนาทักษะด้านการคิดขั้นสูง เช่น คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์”

(ครูT04, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

“เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้สะเต็มศึกษา เมื่อจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนสามารถที่จะคิดเองได้ ออกแบบเองได้ และสามารถที่จะสร้างผลงานเองได้”

(ครูT03, ผู้ให้สัมภาษณ์, 9 มกราคม 2568)

เฉพาะครูT04 เท่านั้นที่อธิบายการเลือกเนื้อหาที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างสาระวิชาในสะเต็มศึกษาได้ชัดเจนและเหมาะสม โดยได้ยกตัวอย่างการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้การ บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ดังคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“คิดว่าจะออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้เนื้อหาไฟฟ้าเคมี อาศัยวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน สร้างสถานการณ์ให้นักเรียนผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าเคมีทำให้หลอดไฟติด โดยใช้ความรู้ทางด้านเคมี และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ ใช้ความรู้ในด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับมัลติมิเตอร์”

(ครูT04, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

ทั้งนี้ยังพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูทุกคนยังไม่สามารถสะท้อนถึงการเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่เหมาะสม ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะสนับสนุนการสร้างสร้งค์ผลงานของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น ดังคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“ออกแบบจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยนำทั้ง 4 ศาสตร์ มาบูรณาการให้นักเรียนศึกษากระบวนการออกแบบ โดยใช้หลักการทางวิศวกรรมและได้ชิ้นงานออกมา หากชิ้นงานที่ได้ไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ นักเรียนสามารถไปศึกษาเพิ่มเติมและสร้างชิ้นงานใหม่ขึ้นมาได้”

(ครูT03, ผู้ให้สัมภาษณ์, 9 มกราคม 2568)

3.2 ด้านความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา

เมื่อผู้วิจัยได้ถามคำถามในประเด็นเกี่ยวกับความแตกต่างของเนื้อหาในสาขาวิชาของตนเองกับเนื้อหาในสะเต็มศึกษา เนื้อหาที่มีความสำคัญในสะเต็มศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เมื่อวิเคราะห์คำตอบพบว่า ครูทุกคนแสดงถึงการมีความรู้ในเนื้อหาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ในสะเต็มศึกษาโดยอธิบายว่า ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสะเต็มศึกษามีความสำคัญควรมีความรู้พื้นฐานก่อนการจัดการเรียนรู้ มี

ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ของสะเต็มศึกษา รวมทั้งมีความรู้ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“ความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะต้องศึกษาในสะเต็มนั้นมีความสำคัญ ซึ่งจะต้องมีความรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ ถ้ายังไม่มีความรู้พื้นฐานนั้นก็จะต้องใช้เวลาในการพัฒนาความรู้พื้นฐาน”

(ครูT01, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

เมื่อผู้วิจัยสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนสะเต็มศึกษาในเรื่อง บันจี้จัมป์ ของครูT01 พบว่า สามารถอธิบายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในเรื่องการเปลี่ยนพลังงานถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนสะเต็มศึกษา ครูT03 ในเรื่องสเลอปี้พบว่า สามารถอธิบายวิธีการใช้และการอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง รวมถึงครูT04 สามารถอธิบายทฤษฎีในเรื่องสารละลาย จุดเดือด จุดเยือกแข็งได้

นอกจากนี้ครูทุกคนสามารถแสดงถึงการนำความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ไปใช้ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยอธิบายว่า เนื้อหาที่ใช้ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความสำคัญในสะเต็มศึกษา รวมถึงความรู้ทั้ง 4 ศาสตร์ในสะเต็มศึกษาที่นักเรียนจะต้องเข้าใจก่อนและหลังเสร็จสิ้นการสอน และคิดว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการที่ใช้ในการขับเคลื่อนกิจกรรมสะเต็มศึกษา ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“นักเรียนต้องเข้าใจกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและเนื้อหาที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดสามารถนำเสนอชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาได้”

(ครูT04, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

แต่เมื่อผู้วิจัยสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนสะเต็มศึกษาในเรื่อง สเลอปี้ของครูT02 พบว่า ยังอธิบายเนื้อหาทางด้านเคมีในเรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟยังไม่ชัดเจน เช่นเดียวกับการสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน สะเต็มศึกษาของครูT03 ในเรื่อง บันจี้จัมป์ พบว่า ครูบอกค่าความสูงของจุดปล่อยบันจี้จัมป์เลยโดยไม่ให้นักเรียนได้คิดคำนวณ ซึ่งแสดงถึงครูยังไม่เข้าใจเนื้อหาที่ไม่ชัดเจนทางด้านฟิสิกส์

3.3 ด้านความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน

เมื่อผู้วิจัยได้ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้หรือแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา วิธีการตรวจสอบว่านักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และความรู้และทักษะของนักเรียนก่อนที่จะทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา เมื่อวิเคราะห์คำตอบพบว่า ครูทุกคนสามารถตรวจสอบถึงความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมได้ โดยอธิบายว่า นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานในศาสตร์ต่าง ๆ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมก่อนที่จะทำกิจกรรม รวมถึงควรมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“นักเรียนควรมีความรู้ก่อนการทำกิจกรรมโดยต้องมีความรู้ในขั้นตอนของกิจกรรมที่ครูให้ลงมือปฏิบัติ มีความรู้ในส่วนของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี รวมถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งควรจะมีครบทั้ง 4 ศาสตร์”

(ครูT02, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

เมื่อผู้วิจัยสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนสะเต็มศึกษา ในเรื่อง สเลอปี้ ของครูT01 พบว่า ครูมีการแสดงถึงการตรวจสอบความรู้พื้นฐานในเรื่องการเปลี่ยนสถานะของน้ำก่อนที่จะทำกิจกรรม และเมื่อสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนสะเต็มศึกษา ในเรื่อง บันจี้จัมป์ ของครูT04 พบว่า มีการทบทวนความรู้เดิมจากใบงาน และมีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเรื่อง การใช้เครื่องชั่งสปริง และมีการอธิบายนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจเพิ่มเติม

นอกจากนี้ครูT01 และครูT04 มีการวิเคราะห์ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผลการทดลองและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยครูT01 อธิบายว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการทำการทดลอง โดยครูจำเป็นจะต้องอธิบายเพิ่มเติม ดังคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“ในการทดลองผลในทางทฤษฎีอาจไม่ตรงกับผลการทำกิจกรรมสะสมเต็มศึกษา ซึ่งพบว่า มีความคลาดเคลื่อน และไม่ตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยในสถานการณ์จริงอาจมีตัวแปรอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยจำเป็นที่จะต้องอธิบายให้นักเรียนทราบ”

(ครูT01, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

อีกทั้งครูT04 อธิบายว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในขั้นตอนรวบรวมข้อมูลของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมดังคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยนักเรียนคิดว่าเป็นองค์ความรู้ที่มีอยู่แล้ว เช่น ศึกษาจากใบความรู้ บางครั้งการรวบรวมข้อมูลอาจจะได้จากการทดลองที่ครูกำหนดกิจกรรมให้ แต่นักเรียนเข้าใจว่าเป็นขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม”

(ครูT04, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

แต่ ครูT02 และ ครูT03 ยังไม่สามารถวิเคราะห์ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในแต่ละสาขาวิชาของสะสมเต็มศึกษา โดยอธิบายว่า นักเรียนมีสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้หรือแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ในด้านทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เท่านั้น ซึ่งไม่สามารถยกตัวอย่างแนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่พบเจอได้ในห้องเรียนได้ และเมื่อผู้วิจัยสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนสะสมเต็มศึกษา ในเรื่อง สเลอบี ครูT02 และ ครูT03 พบว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการคำนวณเพื่อกำหนดราคาขายสเลอบี การใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากครูยังขาดการอธิบายเพื่อตรวจสอบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

3.4 ด้านความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนสะสมเต็มศึกษา

เมื่อผู้วิจัยได้ถามคำถามเกี่ยวกับความแตกต่างของกลยุทธ์ที่ใช้จัดการเรียนรู้ในสาขาวิชาของตนเองกับสะสมเต็มศึกษา กลยุทธ์ที่ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจสิ่งที่ยากหรือแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในสะสมเต็มศึกษา และวิธีการออกแบบกิจกรรมรวมถึงการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เมื่อวิเคราะห์คำตอบ พบว่า ครูทุกคนสามารถเลือกกลยุทธ์การสอนที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้สะสมเต็มศึกษา มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาเป็นกลุ่ม โดยนำความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาใช้ ดังคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“การสอนสะสมเต็มศึกษาจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างเดียวใช้บูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนการสอนวิทยาศาสตร์จะใช้กระบวนการสืบเสาะโดยกลยุทธ์จะค่อนข้างหลากหลายซึ่งต้องพิจารณาตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่ใช้สอนในแต่ละเรื่อง”

(ครูT04, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

ครูT02 ครูT03 และ ครูT04 ใช้แนวทางการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยอธิบายว่า จะให้นักเรียนมีความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ก่อนที่จะนำความรู้ไปใช้ในการทำกิจกรรมสะสมเต็มศึกษา มีการวางแผนออกแบบบทเรียนโดยพิจารณาว่ากิจกรรมต้องใช้ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างไร ดังคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“เพื่อบรรลุเป้าหมายจะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของ สสวท. คือให้ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ก่อน และมีกิจกรรมที่นำความรู้ต่าง ๆ ไปใช้ให้ตรงกับเรื่องที่เรำได้ออกแบบไว้”

(ครูT02, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

แต่ครูT01 ครูT02 และครูT03 ยังไม่สามารถอธิบายกลยุทธ์การสอนที่ใช้ในสะเต็มศึกษา เช่น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างชัดเจน การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในช่วงแรกจึงเป็นการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นส่วน ๆ โดยไม่เน้นการบูรณาการระหว่างวิชา และเมื่อผู้วิจัยสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน สะเต็มศึกษา เรื่องบันจี้จัมป์ ของครูT01 พบว่า ยังไม่แสดงถึงการบูรณาการความรู้ระหว่างศาสตร์ในสะเต็มศึกษา

นอกจากนี้ครูทุกคนไม่สามารถแสดงถึงการออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหา และสอดคล้องกับเนื้อหาสาขาวิชาอื่น ๆ ในสะเต็มศึกษาอย่างเหมาะสม โดยอธิบายว่าถ้าจะออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาก็น่าจะเน้นไปในเรื่องที่ตนเองมีความเชี่ยวชาญ ดังคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจะเน้นไปทางด้านที่ตนเองถนัดคือ ฟิสิกส์ เช่น ให้สร้างสะพานจากสิ่งของที่มีจำกัด โดยให้ตัวเลือกที่หลากหลาย เช่น ให้เลือกวัสดุที่เหมาะสม มีความคุ้มค่า หรือออกแบบกิจกรรมการลอยของเรือที่ใช้ในการบรรทุกสิ่งของ ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน ระยะเวลา อุปกรณ์ที่มี เป็นต้น”

(ครูT01, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

อีกทั้งเมื่อผู้วิจัยสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนสะเต็มศึกษาในเรื่อง บันจี้จัมป์ ครูT03 พบว่า ครูเน้นให้นักเรียนศึกษาไปความรู้ และเน้นการบรรยายความรู้ก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม

3.5 ด้านความรู้เกี่ยวกับการประเมินผลการเรียน

เมื่อผู้วิจัยได้ถามคำถามเกี่ยวกับความแตกต่างของการประเมินในสาขาวิชาของตนเองกับสะเต็มศึกษา ประเด็นหรือหลักฐานในการประเมิน เครื่องมือและช่วงเวลาในการประเมิน เมื่อวิเคราะห์คำตอบพบว่า ครูทุกคนสามารถระบุสิ่งที่ต้องประเมิน และเลือกวิธีการประเมินในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้ โดยอธิบายว่าสะเต็มศึกษาจะเน้นการประเมินที่หลากหลาย เช่น ความรู้ ทักษะ และเจตคติ ครูส่วนใหญ่สามารถระบุการใช้เครื่องมือในการประเมิน และสามารถระบุช่วงเวลาในการประเมินได้อย่างเหมาะสม

“สะเต็มศึกษาจะประเมินผลจากการทำกิจกรรมเป็นส่วนที่สำคัญมากที่สุด ประเมินการนำเสนอ เพราะเป็นส่วนที่จะทำให้เข้าใจว่านักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างน้อยแค่ไหน และประเมินระหว่างการทำกิจกรรม”

(ครูT02, ผู้ให้สัมภาษณ์, 7 มกราคม 2568)

“สะเต็มศึกษาจะประเมินการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การนำความรู้ทั้ง 4 ด้านมาบูรณาการ การทำงานร่วมกันในการสร้างชิ้นงาน ผลงานที่ได้ออกมา ตลอดจนการนำเสนอชิ้นงาน”

(ครูT03, ผู้ให้สัมภาษณ์, 9 มกราคม 2568)

แต่ ครูT01 และครูT04 ยังไม่สามารถระบุสิ่งที่ต้องประเมิน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน รวมถึงช่วงเวลาในการประเมิน ได้อย่างหลากหลาย

สรุปและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน สะเต็มศึกษาในระดับมากทุกด้าน โดยมีความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ในระดับสูงที่สุด ซึ่งอาจสะท้อนถึงประสบการณ์เดิมที่สะสมจากการสอนรวมทั้งการอบรมพัฒนางานวิชาชีพที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในเชิงลึก ยังพบข้อจำกัดในด้านความรู้เกี่ยวกับด้านหลักสูตร และด้านกลยุทธ์การสอน ซึ่งครูยังไม่สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้ชัดเจน และขาดการเชื่อมโยงตัวชี้วัดระหว่างวิชาต่าง ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ring et al. (2017) ที่พบว่า ความเข้าใจของครูในการบูรณาการสะเต็มศึกษาโดยทั่วไปเป็นเพียงผิวเผินเท่านั้น อีกทั้งครูยังขาดความเข้าใจกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างลึกซึ้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของประดับชัย อินมณี และคณะ (2567) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษามักอยู่ในรูปแบบบูรณาการภายในวิชามากกว่าการออกแบบกิจกรรมข้ามศาสตร์ ครูประสบปัญหาในการบูรณาการ สะเต็มศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านวิศวกรรม (Cunningham & Carlsen, 2014) อีกทั้งไม่สามารถเชื่อมโยงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้เป็นกิจกรรมที่มีความยืดหยุ่นและวนซ้ำได้ตามหลักการที่แท้จริง (ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2566)

นอกจากนี้ ครูไม่ถนัดในการสอนเนื้อหาที่ไม่ใช่สาขาที่ตนจบมา เมื่อจำเป็นจะต้องสอนในเนื้อหาอื่นก็จะส่งผลถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยครูจะสอนที่เน้นการบรรยายหรือเลียงการทำกิจกรรมในเนื้อหานั้น ส่งผลทำให้ครูขาดการวิเคราะห์ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน หรือสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Shulman (1986) เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่เน้นว่า ความรู้ของครูไม่เพียงแต่ความรู้เนื้อหา แต่ต้องสามารถถ่ายทอด ปรับวิธีการ และคาดการณ์อุปสรรคของผู้เรียนได้ งานวิจัย Srikoom et al. (2018) ยังย้ำว่าการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่มีประสิทธิภาพต้องอาศัยความสามารถของครู เช่น การตั้งคำถามที่ท้าทายเพื่อกระตุ้นนักเรียน การสร้างบริบทการเรียนรู้ การดึงผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบ ผลการวิจัยยังพบว่า ครูประสบปัญหาในการบูรณาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากขาดความรู้และประสบการณ์ในสาขาดังกล่าว (Allen et al., 2016; Lau & Multani, 2018; Roehrig et al., 2012)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ครูยังมีปัญหาในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจำเป็นต้องมีการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยไม่เพียงแต่เน้นการเสริมสร้าง เนื้อหาสาระและกลยุทธ์การสอน แต่ควรบูรณาการองค์ความรู้ทั้ง 5 ด้าน (Magnusson et al., 1999) เข้าด้วยกัน ได้แก่ เนื้อหา หลักสูตร ผู้เรียน กลยุทธ์การสอน และการประเมินผล การพัฒนาควรเป็นกระบวนการแบบ Professional Learning Community (PLC) ที่เปิดโอกาสให้ครูจากหลากหลายสาขาวิชาได้แลกเปลี่ยน ออกแบบ และสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้อย่างร่วมมือ ดังนั้น การพัฒนาครูเพื่อยกระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา จึงควรเน้นการเรียนรู้ร่วมกันออกแบบการเรียนรู้ การสะท้อนคิด และการลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากผลการวิจัยพบว่าครูยังขาดความรู้เกี่ยวกับด้านหลักสูตร และความรู้เกี่ยวกับด้านกลยุทธ์การสอน ควรหาวิธีการส่งเสริมการพัฒนาครู โดยออกแบบโปรแกรมพัฒนาครูที่เน้นการออกแบบการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงหลักสูตร เนื้อหา กลยุทธ์การสอน ผู้เรียน และการประเมินผล และการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

2. ครุยังมีปัญหาในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยเฉพาะการสอนเนื้อหาที่ไม่ใช่สาขาที่ตนจบมาจึงควรสนับสนุนครูผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพโดยเฉพาะในรูปแบบสหวิทยาการ เพื่อให้ครูหลายสาขาวิชาสามารถแลกเปลี่ยนแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุม 4 สาขาหลักของสะเต็มศึกษา

3. การจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ยังเป็นแบบบูรณาการภายในวิชา จึงควรสนับสนุนให้ครูได้ออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการหลายศาสตร์ โดยเฉพาะการเชื่อมโยงวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ากับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาในบริบทอื่น เช่น โรงเรียนประถมศึกษา หรือโรงเรียนที่เน้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจสภาพปัญหา และหาแนวการพัฒนาอย่างลึกซึ้ง

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาในเชิงลึกรายด้าน เช่น ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาของครูในสาขาที่ไม่ถนัด ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียนในการตรวจสอบแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เป็นต้น ซึ่งอาจมีผลต่อความสำเร็จของการบูรณาการสะเต็มศึกษา

3. ควรศึกษาเพิ่มเติมการรับรู้ในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครูในระยะยาว โดยมีการติดตามให้ครูได้มีการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา นำกิจกรรมไปใช้ และประเมินผลการใช้กิจกรรม

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

เอกสารอ้างอิง

- ชุดิมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2564). การรับรู้เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(2), 152-168.
- ประดับชัย อินมณี, สิริภา กิจเกื้อกูล และอริสรา จุลกิจวัฒน์. (2567). มุมมองและแนวปฏิบัติการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนขนาดใหญ่เขตภาคเหนือตอนล่าง. *วารสารการศึกษาและนวัตกรรม*, 26(4), 242-253.
- ปัญญมารณ์ พิมพ์ทอง. (2566). *การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุนทรฟิล์ม.
- Allen, M., W., W. A., & Matthews, C. E. (2016). Adaptive Teaching in STEM: Characteristics for Effectiveness. *Theory Into Practice*, 55(3), 217-224.
- Aydin-Gunbatar, S., Ekiz-Kiran, B., & Oztay, E. S. (2020). Pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge for integrated STEM development with LESMeR model [10.1039/D0RP00074D]. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(4), 1063-1082.
- Bybee, R.W. (2014). NGSS and the Next Generation of Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 211-221.
- Chan, K. K. H., Yeh, Y.-F., & Hsu, Y.-S. (2019). A Framework for Examining Teachers' Practical Knowledge for STEM Teaching. In *Asia-Pacific STEM Teaching Practices : From Theoretical Frameworks to Practices* (pp. 39-50). Singapore: Springer Singapore.

- Cunningham, C. M., & Carlsen, W. S. (2014). Teaching Engineering Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 197-210.
- Juhler, M. V. (2016). The Use of Lesson Study Combined with Content Representation in the Planning of Physics Lessons During Field Practice to Develop Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 27(5), 533-553.
- Lau, M., & Multani, S. (2018). *Engineering STEM Teacher Learning: Using a Museum-Based Field Experience to Foster STEM Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Engineering* (Advances in STEM Education, Issue.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In *Examining Pedagogical Content Knowledge : The Construct and its Implications for Science Education* (Vol. 6, pp. 95-132). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education Throughout an Intensive Professional Development Experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444-467.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H.-H., & Park, M. S. (2012). Is Adding the E Enough? Investigating the Impact of K-12 Engineering Standards on the Implementation of STEM Integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Srikoom, W., Faikhamta, C., & Hanuscin, D. (2018). Dimensions of effective STEM integrated teaching practice. *K-12 stem Education*, 4(2), 313-330.
- Yeh, Y.-F., & Hsu, Y.-S. (2019). Instructional knowledge of STEM: The voices of STEM teachers in Taiwan. *Asia-Pacific STEM teaching practices: From theoretical frameworks to practices*, 51-66.
- Yıldırım, B., & Şahin-Topalcengiz, E. (2019). STEM pedagogical content knowledge scale (STEMPCK): A validity and reliability study. *Journal of STEM Teacher Education*, 53(2), 1–20.
<https://doi.org/10.30707/JSTE53.2Yildirim>
- Yin, R. K. (2009). Case study research : design and methods / Robert K. Yin. In (4th ed.): Sage Publications.