



สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียน : มิติใหม่ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
STEM Education using Contexts Outdoor :
A New Dimension in Developing Creative Problem-solving Competencies

จักรกรฤต ภูชงค์ประเวศ^{1*} พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ² และ เอกภูมิ จันทรขันธ์³

Jakkrit Puchongprawet^{1*} Pongprapan Pongsophon² and Ekgapoom Jantarakantee³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้้นำแนวทางการใช้สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนมาพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนที่มีต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 2) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการเก็บข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ผลงานของนักเรียน และแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและร้อยละ ผลการวิเคราะห์ พบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการใช้สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนผ่านการประยุกต์ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เลือกใช้คำถามที่เชื่อมโยงกับบริบทนอกห้องเรียน เชื่อมโยงแนวคิดที่สืบค้นสู่บริบทจริง สร้างและเลือกแนวคิดผ่านการใช้เทคนิคต่าง ๆ โดยนำวัสดุจากธรรมชาติมาประยุกต์ และลงมือแก้ปัญหาควบคู่กับการทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้นในทุกองค์ประกอบ

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียน, สมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

Article Info: Received 23 October, 2023; Received in revised form 30 September, 2024; Accepted 17 November, 2024

¹ อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : jakkrit_pu@outlook.com
Lecturer at Chulalongkorn University Demonstration Secondary School, Faculty of Education, Chulalongkorn University
Email: jakkrit_pu@outlook.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีเมล : feduppp@ku.ac.th
Lecturer in Division of Science Education Program, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University
Email: feduppp@ku.ac.th

³ อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีเมล : ekgapoom.j@ku.th
Lecturer in Division of Science Education Program, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University
Email: ekgapoom.j@ku.th

* Corresponding Author

Abstract

The purposes of this research were: 1) to study the effects of outdoor STEM education on creative problem-solving competencies, and 2) to study the best practices in outdoor STEM education to develop creative problem-solving competencies. The sample consisted of 9th-grade students. The research approach used for this study is action research. Data was gathered from various sources, including the teacher's and students' reflective journals, student tasks, and a creative problem-solving skills test, which demonstrated an internal consistency reliability of 0.82. Qualitative data was analyzed using inductive analysis, while quantitative data was analyzed using descriptive statistics which are mean and percentage. The study found that the best practices for using outdoor STEM education involved: applying steps from the engineering design process to select questions connected with contexts outside the classroom, connecting the studied concepts to real contexts, creating and selecting ideas through various techniques using natural materials, and solving problems along with testing and improving tasks to significantly enhance students' creative problem-solving skills in all areas.

Keywords: STEM education, outdoor STEM education, creative problem-solving competencies

บทนำ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Bybee, 2013) อย่างไรก็ตาม การนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในห้องเรียนยังพบปัญหาคือครูจำนวนมากขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยงเนื้อหากับบริบทและสิ่งแวดล้อมในชีวิตจริงทั้งในระดับชุมชนและสังคม ไม่สามารถเชื่อมโยงบทเรียนสะเต็มศึกษาเข้ากับบริบทสิ่งแวดล้อม และใช้เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย แปลงใหม่ ไร้ความสนใจ ทำลายความคิดของนักเรียน เพื่อดึงดูดให้นักเรียนสามารถค้นหาความรู้ผ่านการสำรวจสิ่งต่าง ๆ นอกห้องเรียน แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีความคิดสร้างสรรค์ได้ (เรืองชัย พงษ์ และ ต้องลักษณะ บุญธรรม, 2564; วรกันยา แก้วกลม และคณะ, 2561; Moomaw, 2013) นอกจากนี้ยังพบปัญหาการขาดความเพียรและความสนใจในสะเต็มศึกษา โดยนักเรียนจำนวนมากคิดว่า สะเต็มศึกษามีความน่าเบื่อ ยากเกินไป หรือไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเรียน (Crompton, 2020) สอดคล้องกับบริบทในห้องเรียนสะเต็มศึกษาของผู้วิจัยในอดีต ที่พบว่า นักเรียนมีส่วนร่วมค่อนข้างน้อยในการออกแบบและสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา เนื่องจากรู้สึกว่าการสร้างชิ้นงานยากและไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ ได้จริง ด้วยเหตุนี้ การสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ในสะเต็มศึกษาและก้าวเข้าสู่อาชีพด้านสะเต็มจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง (President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST], 2010)

การศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิธีการหนึ่งที่ใช้สถานที่นอกห้องเรียนเป็นห้องปฏิบัติการในการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมผ่านการใช้ประสาทสัมผัสทุกส่วน ซึ่งให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และธรรมชาติ ช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นเพราะได้เรียนรู้จากของจริง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์และสัมพันธ์ภาพที่ดีต่อกัน เป็นการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาและเต็มไปด้วยความกระตือรือร้นของผู้เรียน ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาและเกิดจินตนาการที่มากขึ้น และยังมีลักษณะ

ที่บูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นลักษณะสหวิทยาการที่ให้ความสำคัญกับวิธีการสอนมากกว่าเน้นเนื้อหา (อรนุช ลิมตศิริ, 2563; Crompton, 2020; Hungerford & Volk, 1990)

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทจริงผ่านการศึกษาจากการผจญภัยกลางแจ้งที่มีลักษณะการนำไปใช้ 2 รูปแบบ คือ 1) การใช้ทรัพยากรการเรียนรู้ภายนอกในการสร้างชิ้นงานใหม่ ๆ เช่น การใช้ใบไม้มาออกแบบเป็นเรือหรือรถ หรือการนำฝาขวดน้ำมาออกแบบก้นห้นเป็นต้น และ 2) การใช้สถานการณ์นอกห้องเรียนมาเป็นหัวข้อในการแก้ปัญหาผ่านโครงงานและการทดลองเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น การปลูกผักบุ้งโดยใช้ของเสียที่ได้จากการรีไซเคิลจากสิ่งแวดล้อม (Khwaengmek et al., 2021; Son et al., 2017) ทั้ง 2 รูปแบบ เป็นวิธีการสอนที่สามารถแก้ปัญหาการสอนสะเต็มศึกษาแบบทั่วไป ที่มุ่งเน้นแนวคิดเชิงนามธรรมหรือแนวคิดที่ไม่อิงบริบทไปสู่การนำไปใช้ในบริบทและสภาพแวดล้อมจริงมากขึ้นด้วยสามารถในการเชื่อมต่อกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นได้อย่างลึกซึ้ง ส่งผลให้การเรียนรู้มีความหมายและสามารถพัฒนาชิ้นงานให้สามารถนำไปใช้ได้จริงสอดคล้องกับบริบท

นอกจากนี้ การใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนยังช่วยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการนำสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติมาประยุกต์ในการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจสิ่งต่าง ๆ ในบริบทโดยใช้ประสาทสัมผัสทุกส่วนเพื่อช่วยทำความเข้าใจธรรมชาติที่ไม่สามารถทำได้ในห้องเรียน (Guardino et al., 2019; Moomaw, 2013; Sugimoto et al., 2017) และมีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถสร้างแรงจูงใจ ความกระตือรือร้น ลดความเครียด สร้างการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่ดีขึ้น และทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนโดยเฉพาะนักเรียนที่มีแรงจูงใจต่ำในการเรียนตลอดจนมีศักยภาพในการดึงดูดผู้เรียนในการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการเรียนรู้ภายในห้องเรียน (Guardino et al., 2019; Khwaengmek et al., 2021; Son et al., 2017)

การนำสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนมาประยุกต์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะต่าง ๆ ให้แก่นักเรียนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ โดยเฉพาะสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ๆ ที่ได้ผลกว่าวิธีการทั่วไป ช่วยให้นักเรียนกล้าเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อนและมีการพิจารณาตัดสินใจได้อย่างอิสระ ไม่ยึดติดกับแนวทางการแก้ปัญหาเพียงวิธีการเดียว แต่อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินระดับนานาชาติจากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment : PISA) พบว่า ผลการประเมินการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในปี 2012 ของประเทศไทยอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนยังไม่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวได้ (ขำนิ จิตตรีประเสริฐ, 2543; OECD, 2014) สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนรายวิชาสะเต็มศึกษาของผู้วิจัยที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาสร้างชิ้นงานได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมักคัดลอกงานของผู้อื่นที่เคยทำมาแล้ว จึงไม่ตอบสนองต่อบริบทที่เกิดขึ้นจริง และขาดการวางแผนการออกแบบภาพร่างที่ชัดเจนส่งผลให้มีข้อจำกัดเรื่องการเลือกใช้และการคำนวณจำนวนวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน

การนำสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนมาประยุกต์ใช้จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานให้สอดคล้องกับบริบทจริงและยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในธรรมชาติมาประยุกต์ในชิ้นงาน นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่ดีขึ้นได้ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาการนำสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนมาประยุกต์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เนื่องจาก

สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดจินตนาการในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่จากบริบทโดยรอบและสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับบริบทนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีคำถามการวิจัยว่า “สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้เพิ่มขึ้นได้หรือไม่ และแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวเป็นอย่างไร”

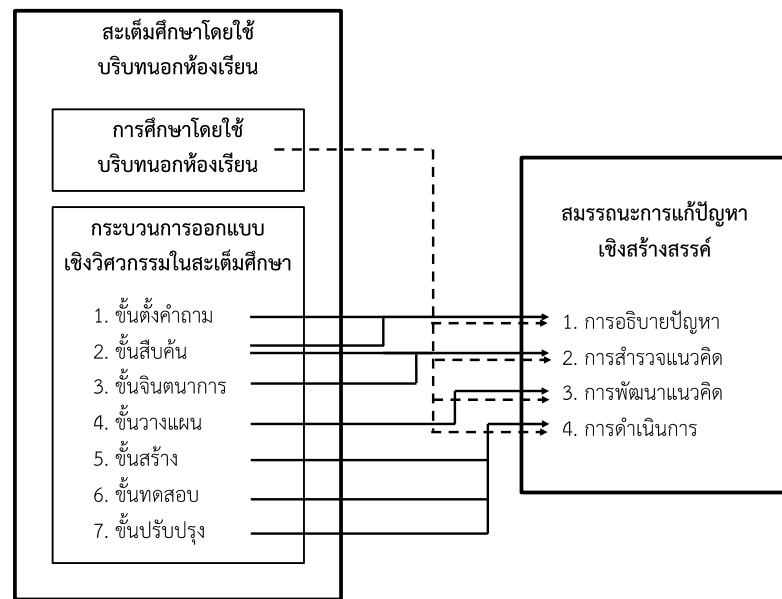
สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียน เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เพื่อปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทจริง ผ่านการใช้ทรัพยากรการเรียนรู้ภายนอกในการสร้างชิ้นงานใหม่ ๆ (Khwaengmek et al., 2021) ผู้วิจัยเลือกใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ Teach Engineering STEM Curriculum for K-12 (2018) ที่แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตั้งคำถาม (ask) เกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข ทำความเข้าใจปัญหาภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ผ่านบริบทจริง 2) ขั้นสืบค้น (research) ข้อมูลจากเอกสารหรือตัวอย่างงานที่เกี่ยวข้อง และเก็บข้อมูลจากการลงพื้นที่ศึกษาบริบท 3) ขั้นจินตนาการ (imagine) เป็นการหาวิธีการที่เป็นไปได้ให้มากที่สุดผ่านการระดมความคิดและการทำงานเป็นทีม 4) ขั้นวางแผน (plan) เป็นการวิเคราะห์และเปรียบเทียบแนวคิดแต่ละแนวคิด เพื่อใช้ในการเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาแก้ปัญหา 5) ขั้นสร้าง (create) ต้นแบบหรือแบบจำลองตามแนวคิดที่เลือกไว้ 6) ขั้นทดสอบ (test) เพื่อประเมินผลการแก้ปัญหาหรือการทำงานของชิ้นงาน และ 7) ขั้นปรับปรุง (improve) เป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดเพื่อปรับปรุงและพัฒนาผลงาน

สมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นสมรรถนะในการคิดหาคำตอบและวิธีการที่แปลกใหม่มาใช้ในการแก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพกว่าวิธีทั่ว ๆ ไป โดยสามารถแบ่งองค์ประกอบได้ 4 องค์ประกอบตามนิยามของ Creative Education Foundation (2014) ได้แก่ 1) การอธิบายปัญหา (clarify) เป็นสมรรถนะการค้นหาสภาพปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลและระบุสาเหตุของปัญหา 2) การสำรวจแนวคิด (ideate) เป็นสมรรถนะการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาย่างหลากหลายให้ได้มากที่สุดและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ 3) การพัฒนาแนวคิด (develop) เป็นสมรรถนะการกำหนดเกณฑ์ วิเคราะห์จุดแข็งและข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหา เพื่อนำมาใช้พิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และ 4) การดำเนินการ (implement) เป็นสมรรถนะการวางแผน แสดงรายละเอียดขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาที่เลือก และนำไปประยุกต์ในสถานการณ์จริง

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนที่มีขั้นตอนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในแต่ละองค์ประกอบได้ โดยการใช้บริบทนอกห้องเรียนช่วยให้นักเรียนพิจารณาปัญหา สำรวจ และพัฒนาแนวคิดผ่านสภาพบริบทจริงจนส่งผลให้การดำเนินการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับบริบท จึงสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ในทุกองค์ประกอบดังเส้นประในภาพ 1 อีกทั้งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ใช้ในสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนในแต่ละขั้นตอนยังช่วยพัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ของสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกันได้ดังเส้นทึบในภาพ 1

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนที่มีต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
2. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่าง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) ดำเนินการกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาสะเต็มศึกษา ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสหศึกษาขนาดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 25 คน โดยแบ่งเป็นเพศชาย 15 คน และเพศหญิง 10 คน ซึ่งผู้วิจัยรับหน้าที่เป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้สอนรายวิชาสะเต็มศึกษา และได้สร้างปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนก่อนเริ่มทำการวิจัยมาเป็นระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา ผู้วิจัยจึงมีความเข้าใจในมุมมองความคิด ความรู้สึก และพื้นฐานความสามารถของนักเรียนเป็นอย่างดี โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดและทักษะการปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนแก้ปัญหาจำนวน 4 ข้อ ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และมีค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในจากการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย เท่ากับ 0.82

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนจากงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 4 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ละ 5 คาบ (ตาราง 1) โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 7 ขั้นตอน ในการออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

โดยมีลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทนอกห้องเรียน คือ 1) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ทรัพยากร วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่นอกห้องเรียนมาใช้ในการสร้างชิ้นงาน เช่น นักเรียนเลือกใช้วัสดุนอกห้องเรียนในบริบทหรือธรรมชาติ เช่น ขวดน้ำเหลือใช้ ใบไม้ขนาดใหญ่ กิ่งไม้ มาประยุกต์ในการสร้างชิ้นงาน และ 2) ครูใช้บริบทนอกห้องเรียนมาใช้เป็นหัวข้อในการกำหนดปัญหาและใช้สถานที่ในการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน เช่น นักเรียนต้องวัดความสูงของก๊อกน้ำในโรงเรียนและคำนวณมุมที่ตกกระทบของน้ำกับใบพัดกังหัน

ตาราง 1

ตารางแสดงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียน

ชื่อกิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม	เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน	สถานที่ที่ใช้จัดกิจกรรม
1. เครื่องร่อน	ออกแบบเครื่องร่อนที่สามารถร่อนได้เป็นระยะเวลานานและไกลที่สุด	1. ระยะเวลาที่สามารถร่อนได้ 2. ระยะทางที่สามารถร่อนได้	สนามกีฬาของโรงเรียน
2. อุปกรณ์ลอยน้ำ	ออกแบบเรือหรืออุปกรณ์ที่สามารถรองรับสิ่งของให้ลอยน้ำได้	น้ำหนักของสิ่งของที่สามารถรองรับได้	สวนของโรงเรียน
3. บรรจุภัณฑ์กันกระแทก	ออกแบบอุปกรณ์ที่ป้องกันไม่ให้ไข่แตกเมื่อปล่อยไหลลงจากที่สูง	ความสูงที่สามารถปล่อยไข่ลงมาได้โดยไม่แตก	ระเบียงบนอาคารเรียน
4. กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า	ออกแบบกังหันผลิตไฟฟ้าที่ติดตั้งบริเวณก๊อกน้ำของโรงเรียน	ความต่างศักย์ของไฟฟ้าที่ผลิตได้	สวนของโรงเรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวัดสมรรถนะนักเรียนทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยได้วิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแล้วนำคะแนนเฉลี่ยรายข้อมาจำแนกตามระดับสมรรถนะเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ต่ำที่สุด (1.00-1.80 คะแนน) ต่ำ (1.81-2.60 คะแนน) ปานกลาง (2.61-3.40 คะแนน) สูง (3.41-4.20 คะแนน) และสูงที่สุด (4.21-5.00 คะแนน) หลังจากนั้นวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์หรือคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียนที่เสนอโดย ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) เพื่อบ่งบอกถึงสมรรถนะที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนแล้วจึงรายงานผล

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) จากบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน และผลงานของนักเรียนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์และตีความสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (inductive analysis) และวิเคราะห์การเรียนรู้ของครูเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ดีในการสอนสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้

ผลการวิจัย

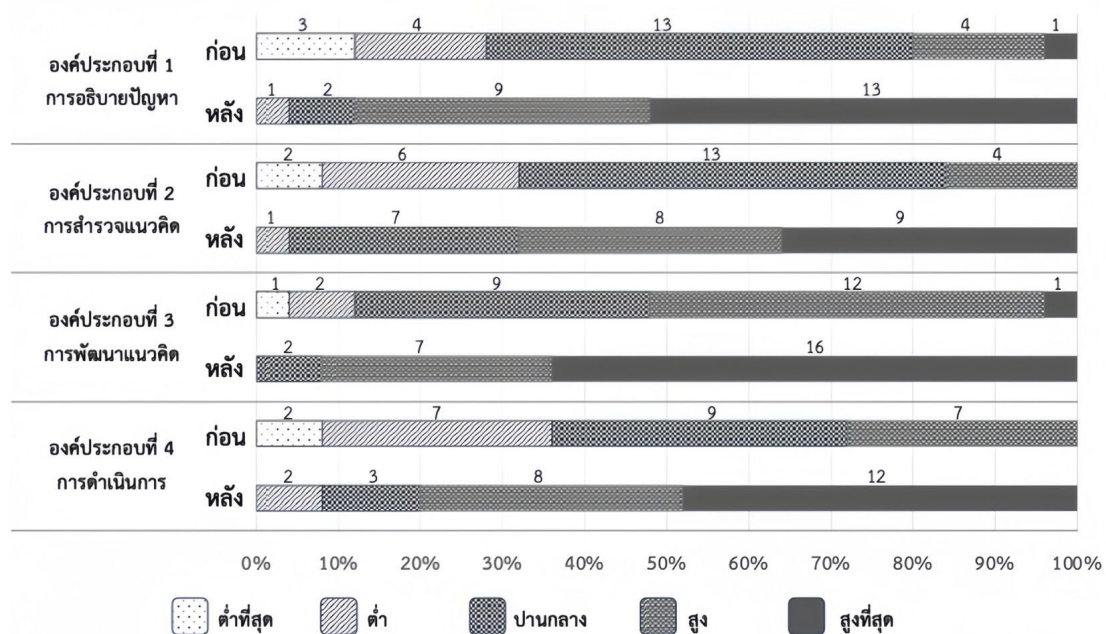
1. ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนที่มีต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์คำตอบในแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนจำนวน 25 คน ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน พบว่า ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยหลังเรียนไม่มีนักเรียนคนใดมีสมรรถนะอยู่ในระดับต่ำที่สุดในทุกองค์ประกอบ โดยด้านที่มีการพัฒนาอย่างเห็นได้ชัด คือ องค์ประกอบที่ 3 การพัฒนาแนวคิดที่

เมื่อหลังเรียนนักเรียนทุกคนอยู่ในระดับปานกลางขึ้นไป และมีระดับสูงที่สุดในปริมาณมากที่สุดในทุกสมรรถนะ (ภาพ 2) (ตาราง 2)

ภาพ 2

ร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับสมรรถนะในแต่ละองค์ประกอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (n = 25)



ตาราง 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมากในทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการมากที่สุด ได้แก่ การพัฒนาแนวคิด (ร้อยละ 96.0) ในขณะที่องค์ประกอบที่พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการน้อยที่สุด ได้แก่ การสำรวจแนวคิด (ร้อยละ 80.0)

ตาราง 2

ร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับพัฒนาการของสมรรถนะในแต่ละองค์ประกอบ (n = 25)

องค์ประกอบของสมรรถนะ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับพัฒนาการ					
	มีพัฒนาการ					ไม่มีพัฒนาการ
	สูงมาก	สูง	ปานกลาง	น้อย	รวม	
1. การอธิบายปัญหา	44.0	20.0	24.0	4.0	92.0	8.0
2. การสำรวจแนวคิด	32.0	16.0	24.0	8.0	80.0	20.0
3. การพัฒนาแนวคิด	40.0	24.0	32.0	0.0	96.0	4.0
4. การดำเนินการ	32.0	32.0	16.0	8.0	92.0	8.0

นอกจากนี้ นักเรียนยังได้สะท้อนตนเองในบันทึกหลังการเรียนรู้ของนักเรียนว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ขึ้นและมีความคิดเห็นว่าการขึ้นงานของกลุ่มตนเองประสบความสำเร็จมากขึ้น ดังตัวอย่างบันทึกของนักเรียน ST02 ว่า “ในช่วงแรกผมรู้สึกว่าการขึ้นงานของตนเองยังไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ และไม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง ในกลุ่มมีการทะเลาะกันเพราะเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้สร้างชิ้นงานไม่ได้ แต่ในช่วงหลัง ในกลุ่มสามารถรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันและช่วยกันคิดแก้ปัญหาจึงทำให้ชิ้นงานมีความคิดสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น” (นักเรียน ST02, การสื่อสารส่วนบุคคล, 25 มกราคม 2566)

และนักเรียนบางคนยังได้กล่าวว่า แนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้นเนื่องจากนักเรียนได้ใช้เทคนิคต่าง ๆ มาใช้ในการระดมความคิดรวมกับการเลือกใช้วัสดุนอกห้องเรียน ดังตัวอย่างบันทึกของนักเรียน ST06 ว่า “การได้ออกไปคิดนอกห้องเรียน ทำให้ผมได้ลองใช้เทคนิค SCAMPER เพื่อเลือกใช้วัสดุที่อยู่นอกห้องเรียนมาปรับใช้ในชิ้นงานมากขึ้น และทำให้ได้แนวคิดในการสร้างชิ้นงานที่หลากหลายขึ้นและตรงกับบริบทสภาพแวดล้อมที่มี อีกทั้งการผลัดกันพูดรอบวงช่วยให้ทุกคนได้เสนอความคิดเห็นและนำความคิดแต่ละคนมาดัดแปลงร่วมกันได้” (นักเรียน ST06, การสื่อสารส่วนบุคคล, 25 มกราคม 2566)

2. ผลการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียน

สำหรับผลจากการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การเลือกใช้คำถามที่เชื่อมโยงกับบริบทนอกห้องเรียนในขั้นตอนคำถาม

การจัดกิจกรรมในขั้นตอนที่ 1 ขั้นตั้งคำถาม ครูจะเน้นให้นักเรียนได้ตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในบริบทนอกห้องเรียน ดังตัวอย่างคำถาม เช่น “บริเวณลานที่มีก๊อกน้ำของโรงเรียนมักมีปัญหาแสงสว่างไม่เพียงพอในช่วงกลางวัน แต่ทางโรงเรียนไม่สามารถเชื่อมสายไฟมาติดตั้งไฟบริเวณดังกล่าวได้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร” จากการที่ครูได้นำนักเรียนตั้งคำถามจากบริบทจริงของโรงเรียนส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหาด้วยความกระตือรือร้น

นอกจากนี้ ครูยังได้มีการใช้เทคนิค Why Why Analysis (วิเชียร เบญจวัฒนา และ สมชัย อัครทิวา, 2545) เพื่อชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่แท้จริง โดยแนวทางนี้เป็นแนวทางที่ครูนำมาใช้ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เนื่องจากในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุปัญหาที่แท้จริงได้ ผลที่ได้คือ นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาที่แท้จริงและสามารถแก้ไขปัญหาดังตรงตามวัตถุประสงค์มากขึ้น ดังบทสนทนาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ดังตัวอย่าง

ครู : บริเวณนี้ (ก๊อกน้ำ) ในช่วงกลางวันแสงสว่างเพียงพอไหม

นักเรียน 1 : ไม่พอครับ ตรงนี้แสงค่อนข้างน้อย

ครู : ทำไม (Why) แสงบริเวณนี้จึงค่อนข้างน้อย

นักเรียน 2 : เพราะบริเวณนี้ไม่มีหลอดไฟ

ครู : ทำไม (Why) บริเวณนี้จึงไม่มีหลอดไฟ

นักเรียน 1 : เพราะบริเวณนี้อยู่ไกลจากอาคารเรียน จึงไม่ได้มีการเดินสายไฟมา

ครู : แล้วเราจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

นักเรียน 2 : ติดตั้งหลอดไฟที่ใช้พลังงานทดแทนที่ไม่จำเป็นต้องต่อสายไฟ

หลังจากที่นักเรียนได้ค้นพบปัญหาที่แท้จริงแล้ว นักเรียนยังได้เชื่อมโยงจากบริบทนอกห้องเรียนว่าหากจะใช้พลังงานทดแทนนักเรียนสามารถใช้พลังงานน้ำจากก๊อกน้ำในบริเวณดังกล่าวได้

2.2 การเชื่อมโยงแนวคิดที่สืบค้นสู่บริบทจริง

การจัดกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 ขั้นสืบค้น ครูเน้นให้นักเรียนสืบค้นแนวทางการแก้ปัญหาผ่านการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีผ่านการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น โทรศัพท์หรือแท็บเล็ตนอกห้องเรียน จากบันทึกหลังสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนมักนำแนวคิดที่สืบค้นได้มาใช้ในการสร้างชิ้นงานโดยไม่มีการประยุกต์ออกแบบตามต้นฉบับที่ไม่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์ จึงมักเกิดปัญหาชิ้นงานไม่สอดคล้องกับบริบทสภาพแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นต้นไป

ครูจึงพยายามตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้นักเรียนจากชิ้นงานที่สืบค้นได้กับบริบทนอกห้องเรียนของนักเรียน ดังบทสนทนาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ดังตัวอย่าง

ครู : แนวคิดการออกแบบกังหันผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานน้ำที่สืบค้นเป็นอย่างไรบ้าง

นักเรียน 1 : ผมเห็นเขาใช้แผ่นเหล็กเชื่อมติดกันเป็นใบพัดขนาดใหญ่ และติดตั้งพื้นด้านล่างให้น้ำไหลผ่านครับ

นักเรียน 2 : ของหนูเขาใช้ใบพัดสำเร็จรูปขนาดเล็กติดข้าง ๆ ก้อนน้ำค่ะ

ครู : จากแนวคิดที่นักเรียนสืบค้นมา นักเรียนสามารถออกแบบได้ในบริบทและข้อจำกัดของเราหรือไม่

นักเรียน 2 : ไม่ค่ะ เพราะบริบทของเราตอนนี้คือ น้ำจากก๊อกจะไหลลงอ่างไม่ได้ไหลลงพื้น และเราไม่มีใบพัดสำเร็จรูปดังตัวอย่าง

การเชื่อมโยงสิ่งที่ได้สืบค้นมากับบริบทจริง ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นดังตัวอย่างการสะท้อนคิดของนักเรียน ST10 ที่กล่าวว่า “การสืบค้นตัวอย่างงานแล้วนำมาปรับให้เข้ากับบริบท ช่วยให้ผมสามารถนำความรู้ เช่น มีการคำนวณขนาดต่าง ๆ มาประยุกต์ให้เข้ากับบริบทจริง ไม่ใช่เพียงทำตามแบบที่สืบค้นมาเท่านั้น” (นักเรียน ST10, การสื่อสารส่วนบุคคล, 25 มกราคม 2566)

2.3 การสร้างแนวคิดที่หลากหลายผ่านการใช้เทคนิคต่าง ๆ

การจัดกิจกรรมในขั้นที่ 3 ขั้นจินตนาการ ครูเน้นให้นักเรียนออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาให้หลากหลายที่สุดผ่านการเลือกวัสดุที่ครูจัดเตรียมมาให้และวัสดุจากธรรมชาตินอกห้องเรียน เช่น การนำฝาชักน้ำที่ใช้แล้วมาประยุกต์เป็นใบพัดกังหันน้ำ การนำขวดน้ำที่ใช้แล้วมาทำเป็นฐานกังหัน การนำลำต้นของไม้บางชนิดมาประยุกต์เป็นเชือก หรือการนำก้านต้นไม้หรือใบไม้มาประยุกต์เป็นวัสดุที่ช่วยกันกระแทก

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนมักไม่สามารถคิดแนวทางการแก้ปัญหาให้แปลกใหม่และหลากหลายได้ โดยมักเน้นแก้ปัญหาตามตัวอย่างที่สืบค้น ดังคำกล่าวของนักเรียน ST 14 ว่า “ผมทำตามตัวอย่างชิ้นงานก่อนหน้า ไม่ยืดหยุ่นเรื่องวัสดุ เพราะคิดวิธีการอื่นไม่ออก” ด้วยเหตุนี้ ครูจึงนำเทคนิค SCAMPER โดยเป็นชุดคำถามที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Treffinger, 2007) ผลปรากฏว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนยังไม่สามารถตั้งคำถามโดยใช้เทคนิค SCAMPER ได้อย่างเชี่ยวชาญ เนื่องจากบางตัวอักษรในเทคนิค SCAMPER ยากต่อการนำไปประยุกต์และยังไม่เกิดความคุ้นเคย จึงสามารถสร้างแนวคิดได้เพิ่มขึ้นแต่ยังไม่หลากหลายเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 ครูจึงเสนอคำถามตามหลัก SCAMPER ให้กับนักเรียน ดังตัวอย่างคำถาม

ครู : นักเรียนลองคิดว่า “เราสามารถใช้อะไรมาแทนที่ (S – Substitute จากเทคนิค SCAMPER) วัสดุที่ใช้สร้างกังหันผลิตไฟฟ้าที่นักเรียนสืบค้นมาได้”

นักเรียน 1 : ผมคิดว่าผมสามารถนำไม้ไผ่หรือไม้มาใช้เชื่อมกันเป็นใบพัดแทนแผ่นเหล็กได้

ครู : แล้วจากแนวคิดที่นักเรียนสืบค้นมา “เราสามารถตัด (E – Eliminate จากเทคนิค SCAMPER) สิ่งใดที่ไม่จำเป็นออกได้บ้าง”

นักเรียน 3 : หนูคิดว่าสามารถตัดฐานของกังหันออกได้ เนื่องจากกังหันของเราอาจจะติดตั้งกับขอบอ่างได้โดยไม่ต้องมีฐาน

การนำเทคนิค SCAMPER มาให้นักเรียนได้ฝึกคิดช่วยทำให้ชิ้นงานของนักเรียนมีความหลากหลายและสามารถนำวัสดุอื่น ๆ มาประยุกต์ได้มากขึ้น และนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังคำกล่าวของนักเรียน ST18 ว่า “เทคนิค SCAMPER ช่วยให้ผมสามารถเลือกใช้วัสดุได้ยืดหยุ่นขึ้น เช่น เปลี่ยนจาก bubble wrap มาใช้เป็นหลอดเพื่อลดแรงกระแทก หรือใช้ปรับเปลี่ยน ตัด

ทอนสิ่งที่ไม่จำเป็น และทำให้ผมพยายามที่จะหาวิธีที่ทำให้ชิ้นงานกลุ่มตนเองดีขึ้นไปอีก” (นักเรียน ST18, การสื่อสารส่วนบุคคล, 25 มกราคม 2566)

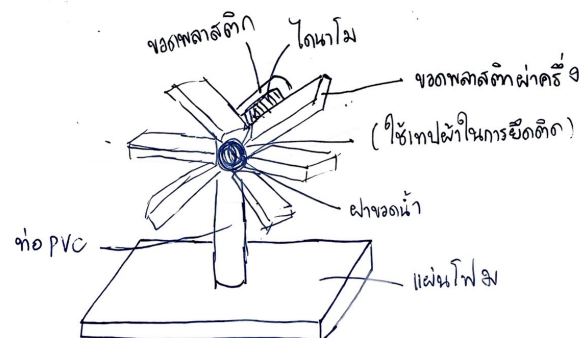
2.4 การเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้เสนอและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดผ่านการใช้เทคนิคต่าง ๆ

การจัดกิจกรรมในขั้นที่ 4 ขึ้นวางแผน ครูเน้นให้นักเรียนนำแนวทางการแก้ปัญหาอภิปรายเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุดมาใช้ในการสร้างชิ้นงานของกลุ่ม โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พบว่า มีเพียงผู้นำกลุ่มในการเสนอแนวคิด ด้วยเหตุนี้ครูจึงปรับรูปแบบการอภิปรายด้วยการใช้เทคนิคพุดรอบวง โดยให้นักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิดให้กับกลุ่มโดยที่นักเรียนคนอื่นไม่สามารถแทรกได้คนละ 1 นาที แล้วจึงอภิปรายร่วมกัน

หลังจากนั้น ในช่วงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ครูพบว่า นักเรียนเริ่มสร้างแนวคิดการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและสามารถนำเสนอแนวคิดของตนเองให้กับเพื่อนในกลุ่มได้ อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังไม่สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้ในการสร้างชิ้นงานได้ ด้วยเหตุนี้ครูนำเทคนิคตารางประเมิน ซึ่งเป็นเทคนิคที่ช่วยให้นักเรียนตั้งเกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมินแนวคิด (Treffinger, 2007) เช่น ความแข็งแรงของชิ้นงาน ราคาของชิ้นงาน ความเป็นไปได้ในการสร้างชิ้นงาน หรือประสิทธิภาพของชิ้นงาน เป็นต้น แล้วให้คะแนนในแต่ละเกณฑ์จนได้แนวคิดหลักที่จะนำมาใช้เป็นภาพร่างในกลุ่ม (ภาพ 3)

ภาพ 3

ตัวอย่างร่างแนวคิดที่ดีที่สุดเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหานักเรียน



ผลจากการที่นักเรียนใช้เทคนิคการพุดรอบวงและเทคนิคตารางประเมิน พบว่า ในช่วงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นักเรียนสามารถเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดและนำข้อดีของบางแนวคิดมาประยุกต์เสริมเพื่อนำมาใช้ในการสร้างชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังคำกล่าวของนักเรียนคนหนึ่งว่า “การใช้ตารางประเมินทำให้ทุกคนในกลุ่มสามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดได้ง่ายขึ้น เนื่องจากมีเกณฑ์ที่ชัดเจนและมีการให้คะแนนเป็นตัวเลข” และนักเรียน ST09 ที่สะท้อนถึงกระบวนการทำงานของกลุ่มตนเองว่า “ในช่วงแรกพวกเรายังจะเถียงกัน แต่ละคนก็จะใช้ของที่ตัวเองนำมาจากธรรมชาติและไม่ได้แนวทางสุดท้ายมาใช้สร้าง แต่หลังจากได้เรียนแล้วพวกเรามีการรับฟังซึ่งกันและกันและนำข้อดีของแนวคิดต่าง ๆ จากเพื่อนหลาย ๆ คนมารวมกัน ทำให้ไม่ต้องทะเลาะกันและชิ้นงานที่ได้ก็มีความคิดสร้างสรรค์ของทุกคน” (นักเรียน ST09, การสื่อสารส่วนบุคคล, 25 มกราคม 2566)

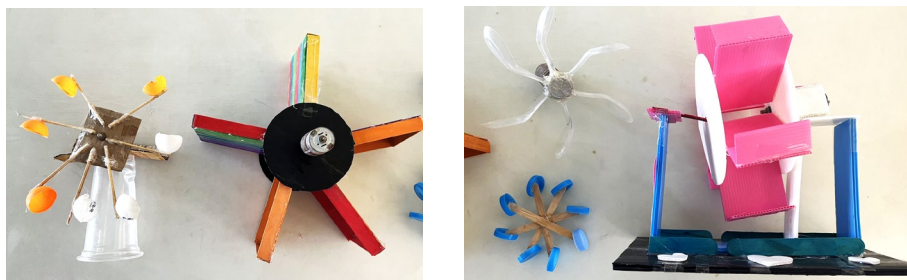
2.5 การลงมือแก้ปัญหาควบคู่กับการทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานในเวลาเดียวกัน

การจัดกิจกรรมในขั้นที่ 5-7 ขึ้นสร้าง ทดสอบ และปรับปรุง ครูเน้นให้นักเรียนสร้างชิ้นงานตามทีออกแบบไว้ และทำการทดสอบพร้อมกันทำซ้ำคาบเรียน หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนปรับปรุงชิ้นงาน ผล

ที่เกิดขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พบว่า นักเรียนมักเสียโอกาสในการทดสอบชิ้นงาน เนื่องจากต้องรอเพื่อนกลุ่มอื่นในการทดสอบ ด้วยเหตุนี้ครูจึงปรับลักษณะการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปเป็นรูปแบบที่นักเรียนกลุ่มที่สร้างเสร็จแล้วสามารถทดสอบชิ้นงานได้ทันทีในระหว่างสร้าง 1 ครั้ง เพื่อนำผลที่ได้ไป redesign ชิ้นงานใหม่หากเกิดปัญหา แต่ผลที่เกิดขึ้น พบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังมีเวลาเหลือและต้องการทดสอบชิ้นงานเพิ่ม หรือนักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถคิดหาวิธีการปรับปรุงชิ้นงานได้ ดังนั้น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ redesign ในการปรับปรุงชิ้นงานได้หลายครั้ง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 ครูจึงเปิดโอกาสให้นักเรียนทดสอบในระหว่างสร้างชิ้นงานได้กลุ่มละ 2 ครั้ง และให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อดี-ข้อจำกัดของชิ้นงานตนเองก่อน redesign และสะท้อนว่า จะต้องแก้ชิ้นงานอย่างไร นอกจากนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนหาวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ เพิ่มเติมจากบริเวณสถานที่นอกห้องเรียน เช่น การนำก้อนหินมาใช้ถ่วงฐานก้นหอยให้มีความคงทนขึ้น หลังจากนั้นนักเรียนจึงจะทดสอบรอบสุดท้ายพร้อมกันในท้ายคาบเรียนและให้เพื่อนประเมินชิ้นงาน (ภาพ 4 และ ภาพ 5)

ภาพ 4

ตัวอย่างชิ้นงานก้นหอยน้ำผลิตไฟฟ้าของนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ



ภาพ 5

ตัวอย่างขณะที่นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนอกห้องเรียน



ขั้นตอนดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้สู่การแก้ปัญหาในบริบทนอกห้องเรียนได้ อย่างเป็นรูปธรรมและมีการพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังคำกล่าวของนักเรียน ST15 ว่า “ในช่วงแรกกลุ่มของหนูมักจะสร้างชิ้นงานไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ แต่หลังจากได้ทำการทดลองแล้วหนูก็สามารถปรับปรุงชิ้นงานให้ดีขึ้นได้” (นักเรียน ST15, การสื่อสารส่วนบุคคล, 25 มกราคม 2566) และนักเรียน ST22 ที่สะท้อนถึงกระบวนการทำงานของกลุ่มตนเองว่า “ชิ้นงานของผมค่อนข้างแตกต่างไปจากแบบที่ร่างไว้

เนื่องจากในระหว่างสร้างและทดลอง ถ้าผลที่ได้ยังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ พวกเรามักจะมีแนวคิดใหม่ ๆ เพิ่มมา ทำให้ผมสามารถหาวัสดุใหม่มาประยุกต์เพิ่มให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้” (นักเรียน ST22, การสื่อสารส่วนบุคคล, 25 มกราคม 2566)

นอกจากนี้ หลังจบการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้สะท้อนว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยให้เกิดความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นเพิ่มมากขึ้น ทำให้เข้าใจการแก้ปัญหาภายใต้บริบทที่จำกัดผ่าน การคิดสร้างสรรค์และการทำงานร่วมกัน และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

อภิปรายผล

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียน สามารถส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ ทั้งนี้การที่นักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบ ซึ่งสอดคล้องกับ สุกัญญา เชื้อหลูปโพธิ์ (2560) และ Howard et al. (2008) ที่พบว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในสะเต็มศึกษาสามารถช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในส่วนของทางเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในแต่ละบริบทได้ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียนยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการนำสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติมาประยุกต์ในการแก้ปัญหา (Sugimoto et al., 2017) เนื่องจากนักเรียนใช้เวลาในการพิจารณาชิ้นงานเพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม รวมทั้งการประยุกต์นำสิ่งของต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวมาใช้ในการสร้างชิ้นงาน

ทั้งนี้ ในองค์ประกอบของการสำรวจแนวคิด พบว่า มีนักเรียน 5 คน (ร้อยละ 20) ที่มีพัฒนาการน้อย ซึ่งแตกต่างจากองค์ประกอบอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ยังมีประสบการณ์ความรู้ในการเลือกวัสดุทั้งในและนอกห้องเรียนมาแก้ปัญหาที่ค่อนข้างจำกัด เช่น นักเรียนบางคนยังไม่รู้จัก เทปผ้า หรือนักเรียนบางส่วนเพิ่งเคยเริ่มฝึกใช้เทคนิค SCAMPER จึงยังไม่เกิดความคุ้นเคยจนนำไปใช้ได้โดยที่ครูไม่ต้องคอยช่วยเหลือ อีกทั้งช่วงเวลาในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนคิดแนวคิดที่หลากหลายมีเวลาค่อนข้างน้อย จึงอาจส่งผลให้องค์ประกอบของการสำรวจแนวคิดที่เน้นความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดแนวคิดที่หลากหลายมีการพัฒนาช้ากว่าองค์ประกอบอื่น ๆ สอดคล้องกับ อาร์ พันธ์มณี (2540) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กต้องใช้เวลาพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป และให้เวลานักเรียนในการคิดและค้นหาแนวทางใหม่ ๆ ซึ่งหากนักเรียนได้มีการฝึกโดยใช้กิจกรรมที่มากกว่านี้อาจส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาได้

สำหรับแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนนั้น ครูควรเลือกใช้คำถามและนำแนวคิดที่ได้สืบค้นมาเชื่อมโยงกับบริบทจริงนอกห้องเรียน สอดคล้องกับ Crompton (2020) ที่กล่าวว่า การนำบริบทมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้เด็กเข้าใจปัญหาและเชื่อมโยงวิธีการแก้ปัญหาสู่โลกแห่งความจริงได้ดีขึ้น นอกจากนี้ครูควรใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อช่วยสร้างแนวคิดที่หลากหลายและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด เช่น การใช้ SCAMPER เพื่อให้นักเรียนคิดต่อยอดจากผลงานที่สืบค้นให้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Treffinger (2007) ที่ได้กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ว่า ต้องสร้างตัวเลือกให้หลากหลายที่สุดโดยที่ยังไม่ต้องตัดสินใจในขณะที่สร้างตัวเลือก มองหาการเชื่อมโยง เพิ่มปริมาณ และคุณภาพตัวเลือกโดยประยุกต์นำแนวคิดผู้อื่นมาผสม และสอดคล้องกับ Treffinger et al. (2005) ที่ได้กล่าวถึงการใช้ตารางการประเมินว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและมีการทดสอบเพื่อนำผลการทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานได้ตลอดเวลา ดังงานวิจัยของ Mangold and Robinson (2013) ที่กล่าวว่า การที่

นักเรียนได้สร้างผลงานและทดสอบประสิทธิภาพสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาที่เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

งานวิจัยนี้ พบว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ครูต้องมีความรู้และความเข้าใจและสามารถบูรณาการความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการออกแบบการสอนในบริบทนอกห้องเรียนที่เหมาะสมกับตนเองได้ เช่น ครูสามารถให้นักเรียนออกแบบอุปกรณ์เก็บมะม่วงหากโรงเรียนมีต้นมะม่วง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานที่ต่อยอดเป็นนวัตกรรมที่ตอบสนองต่อบริบทนั้น ๆ 2) สถานที่และสภาพอากาศต้องมีความเหมาะสมในการให้นักเรียนสร้างและทดสอบชิ้นงาน นอกจากนี้หากฝนตกอาจทำให้ไม่สามารถดำเนินกิจกรรมในบางขั้นตอนได้ เช่น การปล่อยอุปกรณ์กันกระแทก 3) ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวค่อนข้างใช้เวลาในการออกแบบ สร้าง และทดสอบค่อนข้างมากด้วยเหตุนี้ จึงควรออกแบบเวลาเรียนให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้ พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้บริบทนอกห้องเรียนแล้ว นักเรียนบางส่วนได้สะท้อนตนเองว่ามีการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้ดีขึ้น จึงอาจมีการศึกษาผลของการพัฒนาสมรรถนะการร่วมมือรวมพลังในโอกาสต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ชำนาญ จิตตรีประเสริฐ. (2543). *พัฒนาคุณภาพด้วยความคิดสร้างสรรค์*. สถาบันพัฒนาและรับรองคุณภาพโรงพยาบาล.
- เรืองชัย พงนิ และ ต้อมลักษณ์ บุญธรรม. (2564). ความต้องการจำเป็นของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับครูมัธยมศึกษา จังหวัดนครนายก. *วารสารศิลปศาสตร์ ราชมงคลสุวรรณภูมิ*, 3(3), 285-299. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/art/article/view/254666>
- วรกันยา แก้วกลม, พินิจ ขำวงษ์, และ จรรยา ดาสา. (2561). สภาพปัจจุบันและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 11(3), 2092-2112. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/159293/115213>
- วิเชียร เบญจวัฒนา และ สมชัย อัครทิวา. (2545). *Why why analysis = เทคนิคการวิเคราะห์อย่างถึงแก่นเพื่อปรับปรุงสถานประกอบการ*. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุกัญญา เชื้อหลูปโพธิ์. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 13(37), 119-132. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/JSSRA/article/view/92815/96865>

อรนุช ลิ้มตศิริ. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนสำหรับเด็ก. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา*, 15(1), 214-237.

<https://so08.tci-thaijo.org/index.php/jhusocbru/article/view/1648/1301>

อารี พันธุ์ณี. (2540). *ความคิดสร้างสรรค์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). โรงพิมพ์ข้าวฟ่าง.

ภาษาอังกฤษ

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA.

Creative Education Foundation. (2014). *Educating for creativity level 1 resource guide*. Watch Hill Drive.

Crompton, H. (2020). Contextualizing STEM learning: Frameworks & strategies. *Research on Outdoor STEM Education in the Digital Age*, 6, 13-22.

<https://doi.org/10.37626/ga9783959871440.0.02>

Guardino, C., Hall, K. W., Largo-Wight, E., & Hubbuch, C. (2019). Teacher and student perceptions of an outdoor classroom. *Journal of Outdoor and Environmental Education*, 22, 113-126. <https://doi.org/10.1007/s42322-019-00033-7>

Howard, T. J., Culley, S. J., & Dekoninck, E. (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design Studies*, 29(2), 160-180. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2008.01.001>

Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8-21.

<https://doi.org/10.1080/00958964.1990.10753743>

Khwaengmek, V., Pitipornapin, S., Pimthong, P., & Bukatunyoo, O. (2021). Perceptions of pre-service teachers about outdoor learning for STEM Education in early childhood education. *Journal of Physics: Conference Series*. 1957, 012018.

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1957/1/012018>

Mangold, J., & Robinson, S. (2013). *The engineering design process as a problem-solving and learning tool in K-12 classrooms*. eScholarship.

<https://escholarship.org/uc/item/8390918m>

Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Redleaf.

OECD. (2014). *PISA 2012 results: Creative problem solving (Volume V): Students' skills in tackling real-life problems*. <https://doi.org/10.1787/9789264208070-en>

President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST). (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (stem) for America's future*. National Science Foundation.

https://www.nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare_and_Inspire--PCAST.pdf

- Son, J. S., Mackenzie, S. H., Eitel, K., & Luvaas, E. (2017). Engaging youth in physical activity and STEM subjects through outdoor adventure education. *Journal of Outdoor and Environmental Education*, 20, 32-44. <https://doi.org/10.1007/BF03401012>
- Sugimoto, A. T., Turner, E. E. & Stoehr, K. J. (2017). A case study of dilemmas encountered when connection middle school mathematics instruction to relevant real world examples. *Middle Grades Research Journal*, 11(2), 61-82.
<https://scholarcommons.scu.edu/tepas/77/>
- Teach Engineering STEM Curriculum for K-12. (2018). *Engineering design process*.
<https://www.teachengineering.org/populartopics/designprocess>
- Treffinger, D. J. (2007). Creative problem solving (CPS): Powerful tools for managing change and developing talent. *Gifted and Talented International*, 22(2), 8-18.
<https://doi.org/10.1080/15332276.2007.11673491>
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Stead-Dorval, K. B. (2005). *Creative problem solving: An introduction* (4th ed.). Prufrock.