

Academic Article

**Small-Scale Entrepreneur into the Cups of STEAM-BCG,
Enlarge the Learners' Science-Engineering Practices****Tharueseane Prasoplarb***

Ph.D. (Science Education), Lecturer

Division of Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University

Kornkanok Lertdechapat

Ph.D. (Science Education), Assistant Professor

Division of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University

Chatree Faikhamta

Ph.D. (Science Education), Associate Professor

Division of Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University

*Corresponding author: tharueseane.pr@ku.th

Received: September 19, 2024/ Revised: August 21, 2025/ Accepted: August 25, 2025

Abstract

STEAM-BCG lessons as a mechanism for cultivating learner's entrepreneurial competencies with gathering of the contextual of cultural festivals into lesson development would enhance their STEM practices wherein meet of customer-oriented perspectives and goals of community development through inquiry-based small-scale entrepreneurial STEAM-BCG lessons. This article advances instructional strategies design for STEAM-BCG lessons with context of festivals include Valentine's Day, Halloween, Loy Krathong, and Christmas into setting STEAM-BCG challenges. A blueprint for STEAM-BCG lesson design was employed and visualized example STEAM-BCG lessons in three sequential phases. Phase 1, the centered construction of STEM-BCG problems with entrepreneurial thinking, STEM solutions, focused BCG aspects, and science and engineering practices. Phase 2, the setting of competency-based learning objectives with specific indicators of learning outcomes through multi-actions of each discipline or economic aspect. Phase 3, the tracking of learner's progression during STEAM-BCG lessons which focuses on the learner's enactment of practices, mobilization of knowledge, and their epistemic ideas while overcomes the STEAM-BCG challenges.

Keywords: STEM Education, BCG Model, Entrepreneur, Science and Engineering Practices

บทความวิชาการ

ย่อความเป็นผู้ประกอบการลงแก้วสะตีมปีซีจี ขยายภาพการปฏิบัติ ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน

ธฤช ประสพลาภ*

ปร.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา), อาจารย์

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรกนก เลิศเดชาภัทร

ปร.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชาติรี ฝ่ายคำตา

ปร.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา), รองศาสตราจารย์

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*ผู้ประสานงาน: tharuesean.pr@ku.th

วันรับบทความ: 19 กันยายน 2567/ วันแก้ไขบทความ: 21 สิงหาคม 2568/ วันตอบรับบทความ: 25 สิงหาคม 2568

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมปีซีจี เป็นกลไกในการพัฒนาสมรรถนะความเป็นผู้ประกอบการ หากผู้สอนนำบริบทของเทศกาลบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว จะเพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติทางสะตีมปีซีจีผ่านการพิจารณามุมมองความต้องการของลูกค้าย่วมกับการพัฒนาชุมชนไปพร้อมกัน ผ่านการจำลองประสบการณ์สืบเสาะเพื่อแก้ปัญหาและย่อประสบการณ์ดำเนินการอย่างผู้ประกอบการสู่ชั้นเรียน บทความวิชาการนี้มุ่งนำเสนอกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมปีซีจีโดยใช้บริบทจากเทศกาลตัวอย่างเป็นฐานคิดในการกำหนดความท้าทายสะตีมปีซีจีให้ผู้เรียน ประกอบด้วยเทศกาลลานเอนไทย ฮาโลวิน ลอยกระทง และคริสต์มาส ผ่านตัวอย่างการใช้พิมพ์เขียวการออกแบบบทเรียนสะตีมปีซีจีแบ่งออกเป็น 3 ระยะ โดยระยะที่ 1 คือ การออกแบบปัญหาสะตีมปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการและแนวปฏิบัติสะตีมปีซีจีที่มุ่งวิเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงบริบทเทศกาลสำคัญแนวคิดปีซีจี แนวคิดความเป็นผู้ประกอบการ เป้าหมายหรือปัญหาสะตีมปีซีจี และแนวปฏิบัติทางสะตีมปีซีจี ระยะที่ 2 คือ การกำหนดจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ ที่มุ่งผสมผสานตัวชี้วัดเป้าหมายร่วมกับแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์แบบสอดแทรกมิติของแต่ละสาขาวิชาหรือมิติของเศรษฐกิจแต่ละด้าน ระยะที่ 3 คือ การติดตามผู้เรียนระหว่างเรียนรู้สะตีมปีซีจีที่ติดตามการปฏิบัติการใช้ความรู้ และวิธีคิดของผู้เรียน

คำสำคัญ: สะตีมปีซีจี โมเดลเศรษฐกิจปีซีจี ผู้ประกอบการ แนวปฏิบัติวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

บทนำ

สะเต็มศึกษา (STEM education) มีการให้นิยามไว้โดยครอบคลุมถึงการบูรณาการแนวคิดตั้งแต่สองศาสตร์ขึ้นไปจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เป็น 4 สาขาวิชาเริ่มต้นที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ได้ ลุล่วง ซึ่งปัญหาในโลกจริง (Real-world problem) เหล่านั้นอาจไม่สามารถแก้ได้โดยง่ายเพียงการอาศัยความรู้จากศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งเท่านั้น

เป็นเวลากว่าทศวรรษที่แนวคิดของสะเต็มศึกษาได้รับการศึกษาและต่อยอดในฐานะของการบูรณาการศาสตร์วิชาที่จำเป็นหรือเพียงพอให้ผู้เรียนแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ที่ไม่อาจได้ด้วยการใช้ความรู้หรือหลักการจากวิชาใดวิชาหนึ่ง (English, 2016) เช่น สะเต็ม ยกกำลังสอง (STEM²) สะเต็ม (STEAM) หรือ เซสต์ (SEST) ที่เป็นตัวแทนของการบูรณาการศาสตร์อื่นนอกเหนือจากสี่ศาสตร์หลัก เช่น สังคมศึกษา ศิลปะศึกษา ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือจริยธรรมศึกษา อย่างไรก็ตาม พบว่าบทเรียนสะเต็มจำนวนไม่น้อยถูกใช้เพื่อพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 (Baran, Baran, Karakoyun, & Maskan, 2021)

ในขณะที่ยังมีช่องว่างที่รอการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเชื่อมต่อการพัฒนาทักษะหรือการระบุสมรรถนะเป้าหมายในสาระสำคัญหรือเนื้อหาเฉพาะร่วมกับบทเรียน จึงเป็นความท้าทายต่อผู้สอนในการพัฒนาบทเรียนสะเต็ม รวมไปถึงการออกแบบกิจกรรมที่เป็นตัวแทนที่ดีในการจำลองแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน บทความฉับนี้จึงพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดสถานการณ์ท้าทายตามแนวทางสะเต็มบีซีจี โดยยกตัวอย่างการเชื่อมต่อบทเรียนกับบริบทของเทศกาลสำคัญต่าง ๆ รวมถึงจุดเน้นในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติการทางสะเต็มผ่านความต้องการของลูกค้าในลักษณะของผู้ประกอบการที่สามารถดำเนินการสืบเสาะ ทดลอง หรือทดสอบ ผ่านตัวต้นแบบในลักษณะของแก้วเครื่องดื่มตามความต้องการหรือข้อจำกัดที่หลากหลายได้ เพื่อให้เป็นตัวแทนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติผ่านอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก แต่สะท้อนถึงการเรียนรู้และการปฏิบัติได้อย่างครอบคลุมและกลุ่มลึกยิ่งขึ้น

จุดร่วมระหว่างแนวปฏิบัติสะเต็มและความเป็นผู้ประกอบการในบทเรียนสะเต็มบีซีจี

การศึกษาเกี่ยวกับสะเต็มจำนวนไม่มากที่พยายามให้นิยามหรือขยายขอบเขตการศึกษาด้วยกรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นเพื่อฉายภาพของผลการเรียนรู้จากสะเต็มศึกษา อาทิเช่น ความฉลาดรู้ทางสะเต็ม (STEM literacy) ที่บ่งชี้ถึงความเข้าใจและการใช้ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ (Zollman, 2012) หรือ แนวปฏิบัติทางสะเต็ม (STEM practices) ที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการทำงานทางสะเต็มหรือการแก้ปัญหาในกิจกรรมสะเต็มได้ลุล่วง (Roberts, Maiorca, Jackson, & Mohr-Schroeder, 2022)

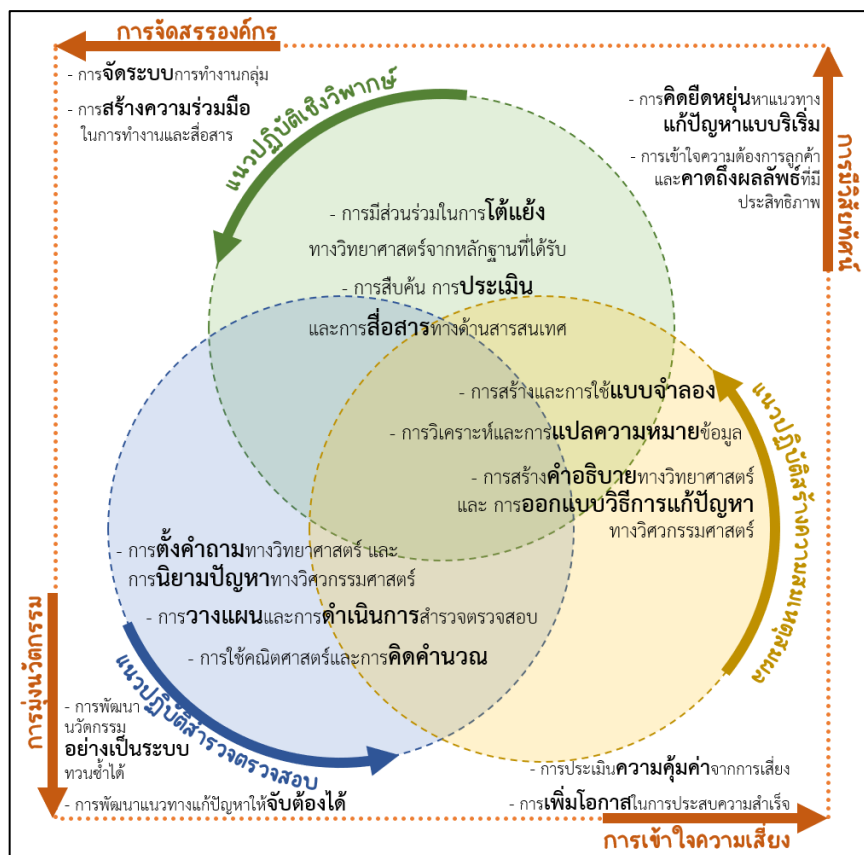
แนวปฏิบัติสะเต็ม (STEM practices) คือ วิธีคิดและการปฏิบัติที่ผู้เรียนใช้สร้างองค์ความรู้และแก้ปัญหา โดยอาศัยกระบวนการที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านการลงมือทำ (Hands-on) ควบคู่กับการคิดวิเคราะห์ (Minds-on) หรืออีกนัยหนึ่ง แนวปฏิบัติสะเต็มมีความสอดคล้องกับทักษะหรือความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem-solving skills) หรือ ความสามารถในการออกแบบแนวทางแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering design solution skills) ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มเช่นกัน

หนึ่งในกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรหรือที่รู้จักกันในชื่อ แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ (Science and engineering practice) เป็นแนวทางการปฏิบัติหรือพฤติกรรมบ่งชี้เฉพาะที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนเชื่อมต่อกับความรู้ความเข้าใจของตนเองสู่การประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาลิขสิทธิ์หนึ่งได้ลุล่วงตามที่กำหนดไว้ (Antink-Meyer & Meyer, 2016) ซึ่งสะท้อนถึงธรรมชาติของการเรียนรู้แบบสืบเสาะให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้จากการที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ และการเรียนรู้แบบมุ่งเน้นการออกแบบแนวทางแก้ปัญหาเสมือนวิศวกรที่ทำงานจนได้มาซึ่งตัวเลือกในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next generation science standards: NGSS) โดยสภาวิจัยแห่งชาติ (National research council: NRC) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ และการนิยามปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 2) การสร้างและการใช้แบบจำลอง 3) การวางแผนและดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ 4) การวิเคราะห์และการแปลความหมายข้อมูล 5) การใช้คณิตศาสตร์และการคิดคำนวณ 6) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 7) การมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่ได้รับ และ 8) การสืบค้น การประเมิน และการสื่อสารทางด้านสารสนเทศ

ทั้งนี้ แนวคิดของความเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurship) ยังสะท้อนถึงลักษณะสำคัญผู้เรียนในสะเต็มด้านการริเริ่มพัฒนา และจัดการโครงการอย่างสร้างสรรค์และยั่งยืน ร่วมกับการแสวงหาโอกาสและบริหารความเสี่ยง ไปสู่การแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรมเพื่อสร้างคุณค่าต่อมิติต่าง ๆ เช่น เศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งบทความฉบับนี้ได้กำหนดกรอบแนวคิดที่แสดงถึงแนวปฏิบัติทางสะเต็มร่วมกับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นความเป็นผู้ประกอบการดังแสดงในภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1

พฤติกรรมบ่งชี้แนวปฏิบัติเพิ่มเติมและความเป็นผู้ประกอบการ



แนวปฏิบัติเพิ่มเติมและลักษณะสำคัญของความเป็นผู้ประกอบการข้างต้น ได้กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ต่าง ๆ ภายใต้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางเพิ่มเติม ซึ่งแบ่งเป็นสามกลุ่มตามธรรมชาติของแนวปฏิบัติ คือ แนวปฏิบัติสำรวจตรวจสอบ แนวปฏิบัติสร้างความสำเร็จ และแนวปฏิบัติเชิงวิพากษ์ (McNeill et al., 2018) และล้อมรอบไปด้วยพฤติกรรมเป้าหมายด้านความเป็นผู้ประกอบการสี่ประการ ประกอบด้วย 1) การมีวิสัยทัศน์ (Vision) ในการคาดการณ์ถึงผลการดำเนินงานในลักษณะที่แตกต่างออกไปจากเดิม ผ่านการลดปัจจัยป้อนเข้า แต่เพิ่มประสิทธิภาพผลลัพธ์ 2) การจัดสรรองค์กร (Organization) ที่ทำการจัดสรรและบริหารการดำเนินงานงดเว้นกิจกรรมที่ไม่ส่งผลต่อการดำเนินการ นำไปสู่การนำเสนอความก้าวหน้าในแต่ละระยะการดำเนินการได้ 3) การมุ่งนวัตกรรม (innovation) ที่ตอบโจทย์ของการแก้จุดเจ็บปวดเดิม (Pain-point) และนำไปสู่การได้มาซึ่งแนวทางแก้ปัญหาใหม่ ที่สร้างผลกระทบเชิงบวกในวงกว้างทั้งด้านประสิทธิภาพของนวัตกรรมและการแข่งขันเชิงเศรษฐกิจ และ 4) การเข้าใจความเสี่ยง (Risk-taking) ที่มุ่งวิเคราะห์หาความเป็นไปได้หรือประเมินความเสี่ยงที่ยอมรับได้เพื่อให้ได้มาซึ่งความก้าวหน้าของการดำเนินการ การตัดสินใจแลกเปลี่ยนส่วนน้อยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในส่วนที่มากกว่ากลับมา ซึ่งผู้สอนหรือครูนั้นออกแบบสามารถเลือกใช้สำคัญประกอบการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือจุดประสงค์เชิงสมรรถนะได้

อย่างไรก็ดี นโยบายการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยโมเดลการบูรณาการเศรษฐกิจ 3 ด้าน ระหว่าง เศรษฐกิจชีวภาพ (Bio economy) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) และ เศรษฐกิจสีเขียว (Green economy) ได้กำหนดทิศทางการศึกษาที่จะเป็นส่วนหนึ่ง ผ่านการจัดประสบการณ์เรียนรู้เชิงรุก (Active learning experiences) หรือ ประสบการณ์ทางเพิ่มเติมหรือสะสม (STEM/STEAM experiences) เพื่อเตรียมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ รวมถึงฝึกฝนจนมีความพร้อมที่จะเป็นกำลังสำคัญในการช่วยผลักดันหรือยกระดับเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน และเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนสังคมไทยไปสู่ภาวะการกินดีอยู่ดี (Well-being) (Faikhamta et al., 2022)

แม้จะไม่ใช่เรื่องง่ายนักในการออกแบบบทเรียนเพิ่มเติมหรือสะสมบีซีจี ที่มีการบูรณาการหลายสาขาวิชารวมถึงมิติทางเศรษฐกิจหลายด้าน ประสบการณ์ความเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurial experiences) จึงกลายมาเป็นบทบาทจำลองที่ใกล้ชิดตัวผู้เรียน อีกทั้งผู้เรียนยังมีความคุ้นเคยกับแนวคิดของอาชีพใหม่ที่เกิดขึ้นหลังจากการดิสรัปต์โดยดิจิทัล (Digital disruption) ทั้งในแง่ของสินค้าหรือการให้บริการใหม่ ๆ ที่ไม่ใช่เพียงแต่สินค้าที่มีความทันสมัย แต่มุ่งเน้นการค้นหาคำตอบเจ็บปวดหรือความยังไม่สมหวังของ

ลูกค้า (Customer's pain-points) เพื่อสร้างแนวทางแก้ปัญหาหรือพัฒนาสินค้า บริการ หรือแนวคิดนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้า (Client's needs) ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มปีซีจี

2. กรณีศึกษาสถานการณ์สะเต็มปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการและแนวปฏิบัติสะเต็ม

บทความฉบับนี้ได้อธิบายอย่างละเอียดเกี่ยวกับบทเรียนสะเต็มปีซีจีที่เน้นความเป็นผู้ประกอบการสำหรับกรณีศึกษา ซึ่งคณะผู้เขียนได้ทดลองออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว แล้วนำไปปฏิบัติใช้งานโดยมีทีมร่วมของกิจกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มตามบริบทของเทศกาลอย่างง่าย ประกอบด้วย เทศกาลวาเลนไทน์ เทศกาลฮาโลวีน เทศกาลลอยกระทง และเทศกาลคริสต์มาส ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ตัวอย่างที่ 1 คือเทศกาลสะเต็มปีซีจี “วีนดิ้ง คนที่ใช้...แก้วที่ใช้”

ในวันวาเลนไทน์ที่จะมาถึงผู้ประกอบการสนใจจะพัฒนาสูตรเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของชา/กาแฟ หรือมีการปรับสูตรเครื่องดื่มขึ้นใหม่เพื่อทดแทนการดื่มชา/กาแฟ เพื่อลดปริมาณการรับคาเฟอีนแต่ยังคงความสดชื่น อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการมีเครือข่ายกับสวนเกษตรกร กล้วยไข่ (กำแพงเพชร) ฝรั่ง (บ้านแพ้ว) สับปะรด (ประจวบคีรีขันธ์) ชมพู่ (เพชรบุรี) ส้ม (บางมด) แอปเปิ้ลฟูจิ (อุดรธานี) และสาลี่สีทอง (เชียงราย) จึงอยากผสมผสานนำผักผลไม้สดที่ติดต่อกับการบำรุงหลอดเลือดและหัวใจ ร่วมกับผลไม้ข้างต้นเป็นซิกเนเจอร์เครื่องดื่มช่วงวาเลนไทน์ในส่วนทั้ง 7 พื้นที่ที่เป็นพันธมิตร โดยอยากให้ผู้ที่สนใจร่วมพัฒนาสูตรออกแบบกระบวนการเตรียมผลไม้ข้างต้นด้วยระบบอัตโนมัติ ก่อนที่จะได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายสำหรับการสกัดเย็น เช่น ปอกเปลือกด้วยกลไกในลักษณะใด นำเมล็ดออกด้วยลักษณะใด หั่นเป็นชิ้นเล็กด้วยกรรมวิธีอย่างไร รวมถึงการกำหนดสูตรและสัดส่วนของเครื่องดื่มโดยผลิตซ้ำแล้วได้รสชาติคงที่ พร้อมบอกจุดเด่นด้านโภชนาการ

สถานการณ์ตัวอย่างที่ 2 คือเทศกาลสะเต็มปีซีจี “ฮาโลวีนทริกออร์ทรี คุณยายน้ำฟักทองน่ากลัวจัง”

ประเทศไทยเริ่มเรียนรู้ที่จะเพาะปลูกและพัฒนาสายพันธุ์ของฟักทองให้เหมาะกับการใช้ในลักษณะเนื้อที่หลากหลาย เช่น สายพันธุ์โอโตะ (ลำปาง) ฟักทองไข่เน่า (น่าน) เป็นต้น อย่างไรก็ตามเทศกาลฮาโลวีนที่กำลังจะมาถึงผู้ประกอบการสนใจที่จะนำฟักทองดังกล่าวมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มร้อนหรือเย็นก็ได้ โดยให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้สูงอายุรวมถึงผู้ที่แพ้แลคโตสสามารถทานได้ อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการเล็งเห็นการใช้งานเต็มวงจรของฟักทอง โดยนำส่วนประกอบต่าง ๆ ของฟักทองมาใช้งานแบบเต็มวงจรเพื่อลดการสร้างขยะระหว่างกระบวนการผลิต อย่างไรก็ตามมีเจ้าหน้าที่อาวุโสพูดติดตลกทำไมเราไม่ทำเทศกาลปาฟักทอง แบบที่ประเทศสเปนมีเทศกาล ลาโตมาตินา (la tomatina) หัวหน้าโครงการจึงชี้ให้เห็นว่าผลกำไรด้านการท่องเที่ยวอาจจะถูกประเมินเป็นแค่ 10% ของผลกำไรจากการขายพัฒนาสูตรเครื่องดื่มและจำหน่ายตลอดเดือนตุลาคมในพื้นที่ 6 จังหวัดทางภาคเหนือ แต่นั่นอยู่บนทางเลือกของการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มดังกล่าว ให้สามารถทานร้อนก็ได้ ทานเย็นก็ได้ ตอนเสริมให้มีการแบ่งชั้นอย่างน้อย 3 ชั้นเพื่อให้ลูกค้าได้ร่วมถ่ายรูปแชร์ประสบการณ์และสร้างการมีส่วนร่วม (Engagement) กับผู้ใช้บัญชีออนไลน์

สถานการณ์ตัวอย่างที่ 3 คือเทศกาลสะเต็มปีซีจี “ลอยกระทงตริงค์ โนแอล(กอฮอล์)...ก็ลอยได้”

สำหรับเทศกาลลอยกระทงที่จะมาถึง ผู้ประกอบการสนใจที่จะพัฒนาสูตรเครื่องดื่มซิกเนเจอร์สื่อถึงเทศกาลลอยกระทง มีจุดมุ่งหมายให้เยาวชนหรือวัยรุ่นสนุกกับเครื่องดื่มสีสันสดใส รสชาติแปลกใหม่ มีเนื้อสัมผัสที่สร้างประสบการณ์ที่แตกต่างออกไป โดยไม่จำเป็นต้องเป็นส่วนผสมของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ อีกทั้งยังมุ่งหวังในการเผยแพร่วัฒนธรรมและส่งต่อซอฟต์แวร์หรือข้อความเกี่ยวกับเทศกาลลอยกระทงผ่านการนำเสนอเครื่องดื่ม หรือการถือเครื่องดื่มไปร่วมสนุกกับกิจกรรมต่าง ๆ ในเวลากลางคืน จึงอยากให้ผู้ที่สนใจพัฒนาสูตรคิดค้นออกแบบเพื่อกรณีนี้ที่เครื่องดื่มอยู่ในสถานที่ที่มีแสงน้อย แต่ยังโดดเด่นหรือสามารถเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องจากการลอยกระทงเป็นลูกเล่น (Gimmick) หลักที่จะเป็นแรงบันดาลใจของเครื่องดื่มนี้ เช่นนั้นแล้วผู้ประกอบการมีแนวคิดเบื้องต้นว่าอยากให้ใส่ของตกแต่งที่สามารถรับประทานได้ หรือหากรับประทานไม่ได้จะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยมุ่งให้ของตกแต่งสามารถจมหรือลอยบางส่วนบริเวณผิวเครื่องดื่ม จมอยู่ใต้ผิวเครื่องดื่มพอดี หรือกรณีที่เป็นเครื่องดื่มสองชั้นของตกแต่งนั้นสามารถลอยอยู่ระหว่างสองชั้นของเหลวได้

สถานการณ์ตัวอย่างที่ 4 คือเทศกาลสะเต็มปีซีจี “คริสต์มาสตริงค์ เย็นยะเยือกจนเป็นน้ำแข็ง”

แนวคิดของการเปลี่ยนแปลงเครื่องดื่มระหว่างรับประทาน (Transforming drinks) คือการใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการสร้างความเปลี่ยนแปลงให้กับเครื่องดื่มเดิม เปลี่ยนไปมีรสชาติ สี หรือเนื้อสัมผัสแบบใหม่ขณะที่ทานไปเรื่อย ๆ ผู้ประกอบการจึงต้องการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มสำหรับเฉลิมฉลองในเทศกาลคริสต์มาสโดยใช้หนึ่งในแนวคิดการเปลี่ยนแปลงเครื่องดื่มด้วยวิธีการละลายของน้ำแข็งให้ค่อย ๆ กลายเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องดื่ม รวมถึงอยากให้มีส่วนผสม ผลไม้ หรือดอกไม้ที่รับประทานได้ เป็นส่วนหนึ่งของการเพิ่มชีวิตชีวาให้กับเครื่องดื่มวันคริสต์มาส อย่างไรก็ตามทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์บ่งชี้ว่าเป็นการยากมากที่จะทำน้ำแข็งออกมาให้ปราศจากรอยแตกหรือฟองอากาศภายในน้ำแข็ง จึงอยากให้ผู้ที่สนใจพัฒนาสูตรเครื่องดื่มร่วมกับผู้ประกอบการคำนึงถึงการผลิตและสร้างสรรค์น้ำแข็งที่สวยงาม มีรอยหรือฟองอากาศให้น้อยที่สุด เพื่อบันทึกไว้ว่าวัตถุดิบที่อยู่ในน้ำแข็งได้อย่างชัดเจน

ภาพประกอบ 2

บัตรกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการตามบริบทเทศกาล



ภาพประกอบ 2 แสดงลักษณะร่วมของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการของผู้เรียนร่วมกับการใช้บริบทของเทศกาล ที่มีการกำหนดรายละเอียดของเงื่อนไข ข้อจำกัด หรือความต้องการของลูกค้า และไม่ใช่เพียงการกำหนดเป้าหมายแค่ผู้เรียนสามารถทำได้ แต่ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้หรือกระบวนการจากศาสตร์ต่าง ๆ มาทำความเข้าใจเหล่านั้นให้สำเร็จ เช่น การออกแบบการกำหนดและทดสอบสูตรที่มีส่วนผสมชัดเจน (ในกิจกรรม V-DRINK) การทำเครื่องดื่มที่แยกชั้นจากการใช้ความรู้เรื่องสารเนื้อผสม (ในกิจกรรม H-DRINK) การทดสอบใส่ของตกแต่งที่ลอยหรือจมระหว่างชั้นของเหลว (ในกิจกรรม LKT-DRINK) หรือ การพัฒนากระบวนการทำก้อนน้ำแข็งที่ปราศจากฟองอากาศหรือรอยแตก (ในกิจกรรม XMAS-DRINK) เป็นต้น ทั้งนี้ ผู้สอนหรือครูนักออกแบบ สามารถทดลองกำหนดงานย่อย ๆ ที่อยากให้ผู้เรียนศึกษาดังบัตรกิจกรรมตัวอย่าง เพื่อนำไปสู่การขมวดรวมเป็นจุดประสงค์เชิงสมรรถนะในเนื้อหาเฉพาะต่อไป

ภาพประกอบ 3

ตัวอย่างการปฏิบัติทางสะเต็มปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการตามบริบทเทศกาล



ในขณะที่ภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่างผลการปฏิบัติของผู้เรียน ที่ใช้ความรู้หรือหลักการจากศาสตร์ต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินการค้นหาคำตอบหรือพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาภายใต้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการของผู้เรียนร่วมกับการใช้บริบทของเทศกาล ซึ่งหลักฐานหรือร่องรอยการเรียนรู้อาจไม่ได้จำกัดแค่การใช้ใบงาน ดังเช่นกิจกรรมการทดลองหาส่วนผสม (ในกิจกรรม V-DRINK) ที่ผู้สอนอาจเตรียมแนวทางการเปรียบเทียบสัดส่วน แล้วให้ผู้เรียนออกแบบการทดลองทดสอบด้วยตัวเอง หรือ กิจกรรมการสร้างคำอธิบายผลิตภัณฑ์ (ในกิจกรรม H-DRINK) ที่จะเห็นถึงความสามารถในการนำเสนอส่วนผสมและแนวคิดในการแยกชั้นของสารผสมด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการออกแบบ หรือ กิจกรรมแบบร่างที่เน้นสร้างความสมเหตุสมผล (ในกิจกรรม LKT-DRINK และ XMAS-DRINK) ที่ใช้เทคนิคให้ผู้เรียนพัฒนาแบบร่างด้วยแนวคิดหรือตัวแทน

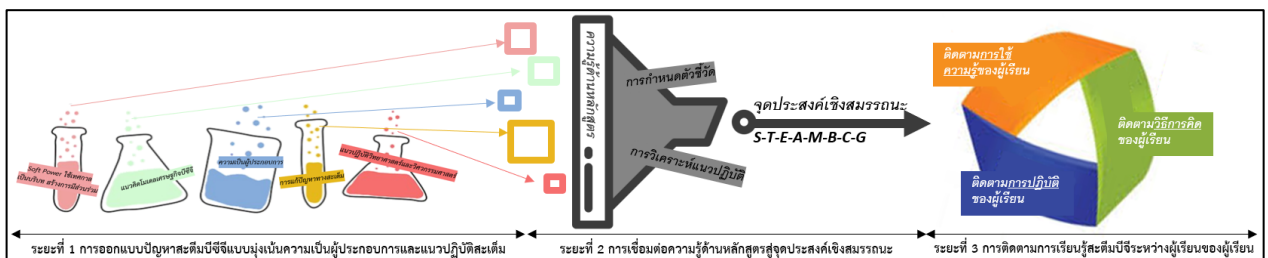
ความคิดในลักษณะต่าง ๆ เพื่อการยืนยันหรือทำซ้ำได้ ว่าผลิตภัณฑ์หรือต้นแบบจะได้สีหรือมีการจมลอยของวัสดุประกอบเครื่องดื่มตามที่มุ่งหมายด้วยหลักการใด

3. แนวทางออกแบบบทเรียนสะเต็มปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการและแนวปฏิบัติสะเต็ม

บทความฉบับนี้มุ่งสนับสนุนให้ครูนักออกแบบสามารถพัฒนาบทเรียนหรือปรับบทเรียนเดิม ไปสู่บทเรียนบูรณาการศาสตร์สะเต็ม สะเต็ม ร่วมกับแนวคิดเศรษฐกิจปีซีจีและความเป็นผู้ประกอบการ อีกทั้งยังเน้นที่การใช้ความรู้ควบคู่กับการปฏิบัติของผู้เรียนในการศึกษาหรือแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ การออกแบบปัญหาสะเต็มปีซีจีแบบมุ่งเน้นความเป็นผู้ประกอบการและแนวปฏิบัติสะเต็ม การเชื่อมต่อความรู้ด้านหลักสูตรสู่จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ และการติดตามการเรียนรู้สะเต็มปีซีจีระหว่างผู้เรียนของผู้เรียน ดังแสดงลำดับขั้นตอนในภาพที่ 4 ซึ่งอธิบายรายละเอียดแต่ละระยะโดยสังเขปในหัวข้อลำดับต่อไป

ภาพประกอบ 4

การพัฒนาบทเรียนสะเต็มปีซีจีแบบมุ่งเน้นความเป็นผู้ประกอบการเพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน



ระยะที่ 1 การออกแบบปัญหาสะเต็มปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการและแนวปฏิบัติสะเต็ม สำหรับครูนักออกแบบการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มปีซีจี สามารถคำนึงถึงองค์ประกอบบริบททางสังคมเพื่อใช้เป็นภูมิหลังในการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือความท้าทาย เช่นเดียวกันกับการใช้ซอฟต์แวร์เป็นประเด็นตั้งต้นเพื่อเป็นเงื่อนไขในการทำงานหรือเป้าหมายให้ลุล่วงสอดคล้องกับโลกจริงผ่านมุมมองหรือการมีประสบการณ์ร่วมในฐานะผู้ประกอบการ แต่ในขณะเดียวกันการศึกษาแนวทางแก้ปัญหาของผู้เรียนก็เป็นระบบระเบียบ สามารถตรวจสอบซ้ำหรือยืนยันผลและประสิทธิภาพในการดำเนินการได้ผ่านการคิดและการปฏิบัติอย่างที่นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งหรือวิศวกรคนหนึ่งทำงาน (Stenard, 2023) ในขณะที่การจำลองสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน หรือความต้องการของลูกค้านำมาอย่างเต็มรูปแบบอาจนำไปซึ่งงบประมาณ ทรัพยากร เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ รวมถึงเวลาในการดำเนินการบทเรียนนั้น ๆ เป็นจำนวนมาก แต่แนวคิดของการเรียนรู้แบบย่อส่วน (Small-scale learning) กลายเป็นแนวทางที่ช่วยเติมเต็มประสบการณ์เรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ หรือสารเคมีในสัดส่วนที่น้อยลงให้เพียงพอต่อการทดลอง ทดสอบ หรือการเก็บรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ (Listyarini, Pamenang, Harta, Wijayanti, Asy'ari, & Lee, 2019) รวมถึงการจำลองแนวคิดความเป็นผู้ประกอบการผ่านการกำหนดโจทย์หรือปัญหาทางสะเต็มให้เหมาะแก่การทดลองหรือทดสอบผ่านเครื่องมือในห้องปฏิบัติการหรือชั้นเรียนทั่วไปได้ เช่นนั้นบทความฉบับนี้จึงมุ่งออกแบบกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีแบบเน้นความเป็นผู้ประกอบการขนาดย่อ ผ่านความท้าทายในการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มที่ผสมผสานจากความต้องการของลูกค้าที่มีบริบทด้านเทศกาลเป็นฐาน และเชื่อมต่อแนวคิดการใช้ความรู้ระหว่างศาสตร์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้นั้น ดังแสดงในพิมพ์เขียวการออกแบบบทเรียนสะเต็มปีซีจีผ่านสถานการณ์เรียนรู้สัปดาห์ศึกษาข้างต้น ดังแสดงในตาราง 1 ถึง ตาราง 4 ตามลำดับ

ตาราง 1 ได้แสดงถึงความหลากหลายของการกำหนดแนวคิดปีซีจีหรือจุดเน้นที่มีการจับคู่หรือจับกลุ่มที่แตกต่างกัน เช่น สูตรที่ 2 ที่เชื่อมต่อผู้เรียนเข้ากับบริบทของฟักทองท้องถิ่นในชุมชนหรือพื้นที่นั้น ๆ (B) รวมถึงการใช้กระบวนการเต็มวงจร (C) ในการทำงาน ต่างไปจากสูตรที่ 3 ที่นอกจากเน้นการใช้งานเต็มวงจรแล้วยังมุ่งเน้นกระบวนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดของเสียระหว่างพัฒนาสูตรหรือส่งผลกระทบต่อ ๓ ต่อผู้บริโภค (G) เป็นต้น เช่นเดียวกันกับปัญหาสะเต็มในแต่ละสถานการณ์จะมีปัญหาที่ต้องใช้ความรู้หรือกระบวนการจากหลายสาขาวิชา เช่น การออกแบบกระบวนการเตรียมผลไม้ให้พร้อมสำหรับการสกัดเย็นแบบอัตโนมัติ (แนวคิดทางวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี) การสืบเสาะแนวทางการทำของตกแต่งเครื่องดื่มจมนหรือลอยตามต้องการ

ตาราง 1

พิมพ์เขียวการออกแบบบทเรียนสะเต็มปีซีจี (ระยะที่ 1 สถานการณ์สะเต็มปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการ)

ระยะที่ 1 การออกแบบปัญหาสะเต็มปีซีจีเน้นความเป็นผู้ประกอบการและแนวปฏิบัติสะเต็ม						
	บริบท	แนวคิดปีซีจี			แนวคิดความเป็น	เป้าหมายหรือปัญหา
	เทศกาล	B	C	G	ผู้ประกอบการ	สะเต็ม
สูตร ที่ 1	วันวาเลนไทน์	✓		✓	ปรับปรุงสูตรเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน เช่น ชา/กาแฟ ด้วยน้ำผักผลไม้สกัดเย็น จากผลไม้ชิ้นของแต่ละท้องถิ่นในไทย โดยมีจุดขายที่ดื่มแล้วดีต่อหัวใจ สั่งให้คนที่ใช้ในวันวาเลนไทน์	- แก้ปัญหาการสกัดเย็นแบบอัตโนมัติ - แก้ปัญหาสารอาหารที่บำรุงหัวใจ
สูตร ที่ 2	วันฮาโลวีน	✓	✓		พัฒนาสูตรเครื่องดื่มร้อน/เย็น มีพืชผัก ธัญพืช กลุ่มสีเหลือง-ส้มเป็นส่วนประกอบ เสริมแบบแยกชั้น โดยใช้ฟักทองไซเน่า (จ.น่าน) แบบเต็มวงจร เพื่อร่วม trick or treat กับผู้สูงอายุและผู้ที่พักแกลโทส	- แก้ปัญหาการแยกชั้นสาร ความหนาแน่น สารเนื้อผสม - แก้ปัญหาเครื่องดื่มปราศจากแอลกอฮอล์
สูตร ที่ 3	วันลอยกระทง		✓	✓	พัฒนาสูตรเครื่องดื่มที่แบ่งเป็น 2 ชั้น แสดงกิมมิกของตกแต่งที่จุ่มบางส่วน จมพอดิได้ผิว หรือจุ่มระหว่างของเหลว 2 ชั้น เพื่อไปรโมทเทศกาลลอยกระทง มีสีสันทันแปลกตามองเห็นได้ในตอนกลางคืน	- แก้ปัญหาการจมน้อยในของวัตถุในของเหลว - แก้ปัญหาให้มองเห็นเครื่องดื่มได้ในเวลากลางคืน
สูตร ที่ 4	วันคริสต์มาส		✓	✓	พัฒนาสูตรเครื่องดื่มที่มีจุดเน้นเป็นน้ำแข็งที่ต่างออกไปจากเดิม ร่วมกับเทคนิคการเปลี่ยนแปลงเครื่องดื่มระหว่างรับประทานด้วยการละลายของน้ำแข็งในจังหวะต่าง ๆ	- แก้ปัญหาการเกิดฟอง อากาศ/รอยแตก ในน้ำแข็ง - แก้ปัญหาเครื่องดื่มที่เปลี่ยนแปลงขณะดื่มได้

(แนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์) การพัฒนาสูตรเครื่องดื่มที่คำนึงถึงความเหมาะสมของผู้บริโภคที่เป็นผู้สูงอายุหรือผู้ที่แพ้แลคโตส (การตระหนักถึงคุณค่าการดำเนินการที่มีความหมายต่อผู้คนที่มีความแตกต่าง) เป็นต้น ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับครูนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มปีซีจี ในการพัฒนากิจกรรมที่มุ่งสร้างประสบการณ์ที่เชื่อมต่อผู้เรียนสู่ลูกค้าหรือชุมชนผ่านมุมมองของความเป็นผู้ประกอบการได้ (Sheffield, Morgan, & Blackmore, 2018)

ในขณะที่ตาราง 2 ได้แสดงถึงการออกแบบบทเรียนสะเต็มปีซีจีในระยะที่ 2 การใช้ความรู้ด้านหลักสูตรสู่จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ สถานการณ์และความท้าทายเปรียบเสมือนแกนหลักภาพรวมของกิจกรรม

ตาราง 2

พิมพ์เขียวการออกแบบบทเรียนสะเต็มปีซีจี (ระยะที่ 2 การกำหนดจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ)

ระยะที่ 2 การใช้ความรู้ด้านหลักสูตรสู่จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ		
ตัวชี้วัด เป้าหมาย	แนวปฏิบัติ วิทย์-วิศวะ	จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ S-T-E-A-M-B-C-G
<u>ว.1.2 ม.2/9</u> ตระหนักถึง ความสำคัญระบบ หมุนเวียนเลือด โดยบอก แนวทางดูแล้วยวะ ในระบบหมุนเวียนเลือด ให้ทำงานเป็นปกติ	- การวิเคราะห์ ข้อมูลทาง โภชนาการ - การคิดเชิงคณิตฯ กำหนดสัดส่วน ของสูตร	1) ออกแบบเครื่องต้มเย็นที่มีน้ำผลไม้ท้องถิ่นสกัดเย็นเป็นส่วนประกอบ หรือ ต่อยอดกับชา/กาแฟ โดยทำการทดสอบค้นหาสูตร เพื่อกำหนดสัดส่วนที่ เหมาะสม พร้อมแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ 2) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดของเครื่องต้มต่อเทศกาล พร้อมบ่งชี้ คุณค่าโภชนาการต่อการบำรุงระบบหมุนเวียนเลือดหรือหัวใจ และความคุ้มค่า ที่ผู้ประกอบการจะได้รับ
<u>ว.1.2ป6/2</u> บอกแนวทาง ในการเลือกรับประทาน อาหารให้ได้สารอาหาร ครบถ้วน ในสัดส่วนที่ เหมาะสมกับเพศและวัย และปลอดภัยต่อสุขภาพ	- ดำเนินการ ตรวจสอบการแบ่ง ชั้นเครื่องต้ม - สร้างคำอธิบาย การออกแบบลำดับ ชั้นเครื่องต้ม	1) ออกแบบเครื่องต้มร้อนหรือเย็นที่มีพืชกลุ่มสีเหลือง-ส้มเป็นส่วนประกอบหลัก โดยพัฒนาเครื่องต้มแบ่งเป็น 3 ชั้นได้ชัดเจน พร้อมสร้างคำอธิบายการเรียงลำดับ ชั้นที่ออกแบบไว้ด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 2) อธิบายความเหมาะสมต่อผู้สูงอายุ/แพ้อัลเลอจี และคุณค่าสารอาหารแต่ละ ประเภทที่ผู้บริโภคได้รับ 3) นำเสนอภาชนะบรรจุเครื่องต้มที่แสดงถึงการใช้งานเต็มวงจรจากวัสดุที่นำมา จากสวนจังหวัดน่านและทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานจริง
<u>ว.2.2ม2/4</u> วิเคราะห์แรง พยุหการจม การลอยวัตถุ ในของเหลวจากหลักฐาน เชิงประจักษ์	- การตั้งคำถาม เกี่ยวกับการลอยใน ตำแหน่งต่าง ๆ - โตแย้งแนวทาง	1) กำหนดปริมาณที่เหมาะสมของเครื่องต้มสองชนิดที่สามารถแยกชั้นออกจาก กันได้อย่างชัดเจน และสร้างคำอธิบายว่าเครื่องต้มดังกล่าวสามารถทำให้ของ ตกแต่งเครื่องต้มจมหรือลอยได้ในตำแหน่งใด และให้ข้อเสนอแนะในการปรับ ตำแหน่งขึ้นหรือลง พร้อมทั้งแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์
<u>ว.2.2ม2/5</u> เขียนแผนภาพ แสดงแรงกระทำต่อวัตถุ ในของเหลว	ปรับปรุงการจม บางส่วน	2) สร้างวิดีโอแนะนำเสนอการสร้างคุณค่าการเข้าร่วมเทศกาลลอยกระทงวิถีใหม่ ที่ทิวทัศน์โลก พร้อมเครื่องต้มที่ผลิตเล่นได้โดยไม่ต้องมีแอลกอฮอล์
<u>ว.2.1ป5/1</u> อธิบายการ เปลี่ยนสถานะของสาร เมื่อขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์	- สร้างและใช้แบบ จำลองเพื่อตัดสินใจหรืออธิบาย ปรากฏการณ์	1) พัฒนาแบบร่างก้อนน้ำแข็งเป็นส่วนประกอบหลักในเครื่องต้มคริสต์มาส พร้อมทั้งวาดแบบจำลองของน้ำผสมเกลือหรือน้ำตาลเมื่อเย็นลง แล้วมีการจัด เรียงตัวให้สมบูรณ์ด้วยความรู้สึกเชิงจำนวน เพื่อเป็นหลักฐานในการตัดสินใจใน กระบวนการสร้างน้ำแข็งที่ละลายและฟองอากาศในน้ำแข็ง
<u>ว.2.1ป5/3</u> วิเคราะห์การ เปลี่ยนแปลงของสารเมื่อ เปลี่ยนแปลงทางเคมี ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	- ประเมินการ เปลี่ยนแปลงทาง เคมี ขณะที่เครื่อง ต้มเปลี่ยนไป	2) เชื่อมโยงวิถีชุมชน ความรู้เกี่ยวกับพืช ผัก ผลไม้ หรือดอกไม้กินได้มาเป็น ส่วนหนึ่งของเครื่องต้ม โดยระหว่างกระบวนการดำเนินงานแสดงถึง แนวทางการ ใช้งานเต็มวงจรของผลิตภัณฑ์ และใช้เทคนิคการละลายของน้ำแข็งเป็นส่วนหนึ่ง ในการสร้างสูตรเครื่องต้มที่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างต้ม

ในขณะที่การกำหนดจุดประสงค์เชิงสมรรถนะหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจะช่วยให้ผู้สอนเห็นได้อย่างชัดเจนว่า
กลไกของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดำเนินการไปอย่างไร จึงหว่านไถผู้เรียนจะต้องทำสิ่งใดให้สำเร็จลุล่วง หรือหากผู้เรียนไม่สามารถทำได้
ครูนักออกแบบจะเตรียมการให้การสนับสนุนอย่างไร

โดยตาราง 3 ได้ช่วยขยายมุมมองในการวิเคราะห์ของผู้สอนต่อบทเรียนสะเต็มปีซีจีนั้นผ่านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด
ไว้ว่าสะท้อนการใช้ความรู้หรือหลักการปฏิบัติจากศาสตร์หรือเศรษฐกิจด้านใด จำแนกพฤติกรรมที่กำหนดในจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ
ตามการสะท้อนถึงวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศาสตร์หรือวิถีการดำรงชีวิต (A) คณิตศาสตร์ (M) แนวคิด
เศรษฐกิจชีวภาพ (B) แนวคิด

ตาราง 3

พิมพ์เขียวการออกแบบบทเรียนสะเต็มปีซีจี (ระยะที่ 2 การสะท้อนศาสตร์และเศรษฐกิจผ่านจุดประสงค์)

ระยะที่ 2 การใช้ความรู้ด้านหลักสูตรสู่จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ							
S	T	E	A	M	B	C	G
บ่งชี้คุณค่าทาง โภชนาการต่อระบบ เลือด/หัวใจ	การต่อยอด เครื่องมือที่มี อยู่เดิมให้ดีขึ้น	การออกแบบ สูตรเครื่องมือ การทดสอบสูตร	สร้าง ความ ตระหนักรู้ เกี่ยวกับ เทศกาล	กำหนดสัดส่วน ที่เหมาะสม ยืนยันความ คุ้มค่าสำหรับ ผู้ประกอบการ	การยก ระดับ ผลไม้ ท้อง ถิ่น		
การจำแนกพืชตามสี/ องค์ประกอบเฉพาะ	พัฒนาต้น แบบภาชนะ บรรจุเครื่อง ดื่ม	การออกแบบ เครื่องมือตาม เงื่อนไขกำหนด	การตระ หนักถึง ผู้บริ โภค กลุ่มผู้	ใช้การวัดทาง คณิตศาสตร์ อธิบายการแบ่ง ชั้น	การใช้ ของ เหลือที่ พบได้ มากใน ท้อง ถิ่น	การใช้ ผลิต ภัณฑ์ เต็ม วงจร	
สร้างคำอธิบายการ แบ่งชั้นสาร		การทดสอบ ประสิทธิภาพ ภาชนะที่ พัฒนา	สูงอายุ/ กลุ่มที่แพ้ แลคโตส				
บ่งชี้คุณค่าสาร อาหาร							
การสร้างคำ อธิบาย การจมน้ำลอยของ ส่วนประกอบ/ตกแต่ง ใน	การใช้เทคโนโลยี ในการ สร้างสื่อวิดีโอ	การออกแบบ และทดสอบให้ วัตถุที่ลอยใน ของ เหลวอยู่ใน ตำแหน่งที่ วางแผนไว้	ค่านิยม การเข้า ร่วมเทศ กาลลอย กระทง อย่างสร้าง สรรค์	การกำหนด สัดส่วน ประมาณที่ เหมาะสม			การสร้าง ความตระ หนักรู้ถึง การลอย กระทงวิธี ใหม่
สร้างคำ อธิบายการ เปลี่ยนสถานะของ สาร และการลดควันท ขาในการแข็งตัวของ ของเหลว	ใช้ความรู้ทาง เทคโนโลยี สนับสนุนการ สร้างความ เปลี่ยนแปลง ระหว่างดื่ม	พัฒนาแบบร่าง ก้อนน้ำแข็ง เป้าหมายตาม เงื่อนไขที่ กำหนด	เชื่อมโยง วิถีชุมชน เป็นส่วน หนึ่งในการ นำ เสนอ เครื่องดื่ม	ใช้แนวคิดเชิง คำนวณในการ กำหนดแนวทาง สร้างน้ำแข็งที่ ใส ปราศจาก รอยแตกหรือ อากาศภายใน	ใช้พืช ผัก ผลไม้ ดอก ไม้ที่พบ ได้ใน ชุมชน	ใช้งาน ส่วน ประ อบ ต่าง ๆ ของพืช เต็ม วงจร	คำนึงถึง ความ ปลอดภัย ของผู้ บริโภค

เศรษฐกิจหมุนเวียน (C) และแนวคิดเศรษฐกิจสีเขียว (G) ที่สอดคล้องเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ โดยจุดประสงค์เชิงสมรรถนะเปรียบเสมือนจุดหมายของครูผู้สอนว่ามุ่งเน้นผู้เรียนใช้ความรู้เชิงแนวคิด (conceptual knowledge) ฝึกปฏิบัติหรือใช้ความรู้เชิงกระบวนการ (procedural knowledge) หรือ สะท้อนเกี่ยวกับการใช้ความรู้หรือการปฏิบัติของตนเอง (epistemic knowledge) (Osborne, 2016) ซึ่งการกำหนดจุดประสงค์เชิงสมรรถนะแต่ข้อนี้สามารถมุ่งเน้นการใช้แนวคิดแบบ บูรณาการศาสตร์ตั้งแต่สองศาสตร์หรือแนวคิดเศรษฐกิจตั้งแต่หนึ่งด้านขึ้นไป เพื่อสะท้อนภาพรวมกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มปีซีจีที่ สมบูรณ์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดหรือออกแบบบทเรียนสะเต็มปีซีจี

ตาราง 4

พิมพ์เขียวการออกแบบบทเรียนสะเต็มพีซีจี (ระยะที่ 3 การติดตามผู้เรียนระหว่างเรียนรู้สะเต็มพีซีจี)

ระยะที่ 3 การติดตามผู้เรียนระหว่างเรียนรู้สะเต็มพีซีจี		
การติดตาม การปฏิบัติของผู้เรียน	การติดตาม การใช้ความรู้ของผู้เรียน	การติดตาม วิธีคิดของผู้เรียน
- การติดตามการเก็บและการใช้ข้อมูลของผู้เรียนระหว่างกิจกรรมเพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราส่วนมาตีความหรือใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการลงข้อสรุปสูตรตามที่ถูกคำต้องการ	- การชี้แนะให้ผู้เรียนผนวกการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการออกแบบการทดลอง/กำหนดสัดส่วน - การเชื่อมต่อแนวคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเช่นความเป็นกรดในกาแฟ ระดับการคั่วที่แตกต่างกันส่งผลต่อรสชาติ รสสัมผัส หรือกลิ่นในลักษณะที่จะนำมาประยุกต์ใช้อย่างไร	- ผู้เรียนใช้ความคิดเกี่ยวกับ <u>ความเสถียรหรือความเปลี่ยนแปลง (stability and change)</u> ที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาสูตร
- การติดตามการวางแผนออกแบบการทดสอบการจัดเรียงวัตถุดิบที่แตกต่างกันให้สามารถแยกชั้นได้อย่างชัดเจน - การติดตามการบันทึกสูตร ชนิด ปริมาณ เพื่อเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในการสร้างคำอธิบายในลำดับต่อไป	- การชักชวนให้ผู้เรียนตรวจสอบถึงความคงทนของชั้นที่เรียง เช่น การยกหรือย้ายตำแหน่งไม่ทำให้แต่ละชั้นผสมกัน โดยสูตรที่กำหนดชั้นทำซ้ำได้ - การยกระดับการใช้ความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือผลที่เกิดขึ้นจากระดับง่ายไปซับซ้อนเกี่ยวกับการแยกชั้นของสาร	- ผู้เรียนใช้ความคิดเกี่ยวกับ <u>โครงสร้างและหน้าที่ (structure and function)</u> ของการแบ่งชั้นของสารหรือวัตถุดิบที่เลือกใช้ในการกำหนดสูตรและทดสอบสูตรเหล่านั้น
- การติดตามการตั้งคำถามและการพัฒนาการตั้งคำถาม เกี่ยวกับการจมหรือการลอยของวัตถุ - การติดตามการโต้แย้งให้มีคุณภาพเพื่อให้ผู้เรียนได้ซึ่งข้อสรุปบนหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์	- การโน้มน้าวให้ผู้เรียนเห็นถึงความหลากหลายของประเด็นหรือเป้าหมายของการตั้งคำถามที่สัมพันธ์กับการดำเนินการของกลุ่มตนเองและสอดคล้องกับโจทย์ - การเชื่อมต่อแนวคิดอย่างง่ายจากแผนภาพแสดงแรงสู่สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยให้ถ่าย/วาดภาพแล้วเขียนแรงที่เกี่ยวข้องได้	- ผู้เรียนใช้ความคิดเกี่ยวกับ <u>ระบบและแบบจำลองระบบ (systems and system model)</u> เพื่อนำเสนอการทำให้วัตถุจม จม หรือวัตถุจมนบางส่วน ตามที่กำหนดเป้าหมายไว้
- การติดตามการสร้างและการพัฒนาแบบจำลอง ตั้งแต่การเปลี่ยนแบบจำลองทางความคิด เป็นแบบจำลองที่จับต้องได้ก่อนจะนำไปปรับใช้ พร้อมทั้งประเมินและปรับปรุงแบบจำลองได้	- การกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงธรรมชาติของแบบจำลองที่เปลี่ยนแปลงได้ด้วยปัจจัยต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนปรับปรุงแบบจำลองตามข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้รับเพิ่มเติม - การเชื่อมต่อการประเมินหรือตรวจสอบแนวคิดขององค์ประกอบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องดื่มด้วยแนวคิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	- ผู้เรียนใช้ความคิดเกี่ยวกับพลังงานและสสาร (<u>energy and matter</u>) เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสูตรเครื่องดื่มที่พัฒนาขึ้น

ระยะที่ 3 การติดตามผู้เรียนระหว่างเรียนรู้สะเต็มพีซีจี แบบต่อเนื่องตลอดทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ ที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนจะทำได้ (What students do) ผู้เรียนจะต้องรู้อะไร (What student know) และผู้เรียนจะมีแนวคิดอย่างไร (How student think) ตามแนวคิดการตัดขวางบูรณาการของสามมิติในกรอบแนวคิดของมาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (NGSS) (National Research Council, 2012) ดังแสดงในตารางที่ 4 เกี่ยวกับการเชื่อมต่อการติดตามวิธีคิดของผู้เรียนผ่านรูปแบบของ แนวคิดตัดขวาง (Cross-cutting concepts) ที่แบ่งเป็น 7 ลักษณะ คือ แบบรูป (Patterns) สาเหตุและผลกระทบ (Cause and effect) โครงสร้างและหน้าที่ (Structure and function) ระบบและแบบจำลองระบบ (Systems and system model) ความเสถียรหรือความเปลี่ยนแปลง (Stability and change) มาตราวัด อัตราส่วน และปริมาณ (Scale, proportion, and quantity) และพลังงานและสสาร (Energy and matter) เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดการติดตามทั้งการปฏิบัติ การใช้ความรู้ความเข้าใจ และวิธีการคิดของผู้เรียนระหว่างบทเรียนสะเต็มพีซีจี (National Research Council, 2012)

บทสรุป

จากพิมพ์เขียวการออกแบบบทเรียนสะเต็มปีซีจีข้างต้น จะเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยให้ผู้สอนหรือครูนักออกแบบบทเรียนบูรณาการเผชิญกับความท้าทายทางการศึกษาในสามประการสำคัญ

ประการแรก คือ ช่วยให้ผู้สอนสามารถผสมผสานแนวคิดทางการศึกษาที่หลากหลาย ทั้งการใช้สถานการณ์หรือบริบทเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ โมเดลเศรษฐกิจปีซีจีที่เป็นหนึ่งในเป้าหมายการยกระดับคุณภาพชีวิตของคนไทย แนวคิดความเป็นผู้ประกอบการที่มุ่งยกระดับความเป็นผู้พัฒนา เปลี่ยนปัญหาทั่วไปสู่ปัญหาสะเต็ม และเลือกแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังปรับเหมาะแนวทางการทดลองหรือทดสอบจากโลกจริงเข้าสู่ชั้นเรียนผ่านแนวคิดการดำเนินการแบบย่อส่วน ที่ไม่ใช่เพียงการใช้วัสดุต่าง ๆ น้อยลง แต่เป็นการเน้นให้ผู้เรียนสามารถแสดงถึงผลการศึกษาด้านแบบที่ประจักษ์หรือจับต้องได้จริง หรือบูรณาการแนวคิดผู้ประกอบการสู่โครงงานหรือการศึกษาขนาดเล็กที่นำไปสู่การปฏิบัติได้จริง ดังเช่นตัวอย่างในบทความฉบับนี้ที่แสดงให้เห็นถึงการจำลองการปฏิบัติงานอย่างผู้ประกอบการลงสู่นวัตกรรมที่เป็นสื่อกลาง (เช่น แก้วเครื่องดื่มที่มีลักษณะเด่นแตกต่างกันออกไป เป็นต้น)

ประการที่สอง คือ สร้างความเชื่อมโยงในการยกระดับความท้าทายสะเต็มสู่การเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะของผู้เรียน ผ่านหลักคิดหรือการปฏิบัติแต่ละศาสตร์ อีกนัยหนึ่งคือการผสมผสานตัวชี้วัดสำหรับผู้เรียนเข้ากับโจทย์ที่ผู้เรียนจะต้องเผชิญ เน้นการลงมือปฏิบัติจริงตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ (เช่น กระบวนการคิด วิเคราะห์ ออกแบบ ทดลอง แก้ปัญหา) จนค้นพบองค์ความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหา

ประการที่สาม คือ การสร้างโอกาสที่จะวินิจฉัย (Diagnose) ผู้เรียนตามสภาพจริง (Authentic assessment) ว่าผู้เรียนมีการปฏิบัติอย่างไร ใช้ความรู้ได้อย่างไร รวมถึงเข้าใจถึงแนวคิดของแนวทางแก้ปัญหาอย่างไร ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อเพิ่มมิติทางสังคมและชุมชนเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ ก็จะสามารถติดตามการเรียนรู้รวมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้เรียนได้ว่าการบูรณาการแนวคิดหรือแนวปฏิบัติจากแต่ละศาสตร์หรือมิติเศรษฐกิจแต่ละด้านอย่างไรเพื่อให้บรรลุความท้าทายที่ถูกกำหนดไว้ จึงไม่ใช่แค่ทำได้ อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ผลการวินิจฉัยผู้เรียนจะทำให้ผู้สอนตระหนักและเตรียมการในการช่วยสนับสนุนผู้เรียนให้ปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมายทางเศรษฐกิจหรือการพัฒนาอย่างยั่งยืน

การขับเคลื่อนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มปีซีจี เป็นกลไกสำคัญในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะความเป็นผู้ประกอบการของผู้เรียน ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าถึงความเป็นผู้ประกอบการได้อย่างสอดคล้องกับบริบทการเรียนรู้ของตนเอง บทความนี้ได้ชี้แจงแนวทางการออกแบบบทเรียนสะเต็มปีซีจี โดยเชื่อมต่อกับผู้เรียนในการคำนึงถึงการค้นหา ความเจ็บปวดหรือความยังไม่สมหวังของลูกค้า (Pain-points) เพื่อสร้างแนวทางแก้ปัญหาที่ตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าภายใต้การดิสรัปต์โดยดิจิทัล (Digital disruption) ซึ่งจะครอบคลุมการออกแบบปัญหาสะเต็มปีซีจีแบบมุ่งเน้นความเป็นผู้ประกอบการและแนวปฏิบัติสะเต็ม โดยใช้บริบททางสังคมเพื่อใช้เป็นภูมิหลังในการกำหนดสถานการณ์ปัญหา หรือกำหนดเป็นเงื่อนไขในการทำงานเพื่อออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา การกำหนดจุดประสงค์เชิงสมรรถนะที่สะท้อนการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศาสตร์การดำรงชีวิต คณิตศาสตร์ แนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน และแนวคิดเศรษฐกิจสีเขียว เพื่อใช้เป็นแนวคิดสำคัญในการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องกับบริบทและการดำเนินงานของผู้ประกอบการ ซึ่งนำไปสู่การติดตามการเรียนรู้สะเต็มปีจีระหว่างของผู้เรียน ผ่านการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสะเต็มศึกษา ทั้งในมิติของการติดตามวิธีคิดของผู้เรียนผ่านรูปแบบของ แนวคิดตัดขวางเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดการติดตามการปฏิบัติทางสะเต็มปีซีจีได้อย่างสอดคล้องกับเป้าหมายของการดำเนินงานของผู้ประกอบการและบริบทของผู้เรียน

References

- Antink-Meyer, A., & Meyer, D. Z. (2016). Science teachers' misconceptions in science and engineering distinctions: Reflections on modern research examples. *Journal of Science Teacher Education*, 27(6), 625-647.
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The influence of project-based STEM (PjBL-STEM) applications on the development of 21st century skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798-815.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*, 3, 1-8.
- Faikhامت C., Suknarusaitagul N., Yokyong S., Panyanukit P., Muangsong K., Ninubon J., & Prasoplarb T. (2022). Decoding STEM education integrated with BCG economic model activity. *IPST Magazine*, 50(238), 31-37. [in Thai]

- Listyarini, R. V., Pamenang, F. D. N., Harta, J., Wijayanti, L. W., Asy'ari, M., & Lee, W. (2019). The integration of green chemistry principles into small scale chemistry practicum for senior high school students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 371-378.
- McNeill, K. L., Lowenhaupt, R. J., & Katsh-Singer, R. (2018). Instructional leadership in the era of the NGSS: Principals' understandings of science practices. *Science Education*, 102(3), 452-473.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
- Osborne, J. (2016). Defining a knowledge base for reasoning in science: the role of procedural and epistemic knowledge. In *Reconceptualizing STEM education* (pp. 215-231). Routledge.
- Roberts, T., Maiorca, C., Jackson, C., & Mohr-Schroeder, M. (2022). Integrated STEM as problem-solving practices. *Investigations in Mathematics Learning*, 14(1), 1-13.
- Sheffield, A., Morgan, H. G., & Blackmore, C. (2018). Lessons learned from STEM entrepreneurship academy. *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*, 22(3), 185-200.
- Stenard, B. S. (2023). Interdisciplinary skills for STEAM entrepreneurship education. *Entrepreneurship Education and Pedagogy*, 6(1), 32-59.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.