การส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา

ธาฤชร ประสพลาภ[1] ชาตรี ฝ่ายคำตา[1] และกรกนก เลิศเดชาภัทร[2*]

[1]ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900;
[2]ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330
[*]E-mail: Kornkanok.L@chula.ac.th

รับบทความ: 27 มกราคม 2569 แก้ไขบทความ: 11 มีนาคม 2569 ยอมรับตีพิมพ์: 25 มีนาคม 2569

บทคัดย่อ

แม้การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่งานวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนยังไม่สามารถบรรลุสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากการออกแบบบทเรียนเพื่อพัฒนาสมรรถนะไม่แตกต่างจากบทเรียนทั่วไป บทความนี้จึงมีเป้าหมายในการนำเสนอข้อควรพิจารณาพื้นฐานในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการถอดบทเรียนการพัฒนาวิชาชีพครูที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะที่สอดคล้องกับแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ข้อควรพิจารณาดังกล่าวครอบคลุม 3 ประเด็น ดังนี้ ประเด็นแรก การกำหนดสถานการณ์สะเต็มที่มีความท้าทายต่อผู้เรียนในการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา จะช่วยให้ผู้เรียนคำนึงถึงความสมจริงในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ และไม่ลองผิดลองถูก มุ่งดำเนินการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประการที่สอง การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่สะท้อนแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ จะเป็นการกำหนดทิศทางการออกแบบกิจกรรมสะเต็มที่สอดคล้องกับธรรมชาติของการทำงานทางสะเต็มผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างชัดเจนขึ้น และประเด็นสุดท้าย การวางแผนและกำหนดแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบ จะเอื้อให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของการสะเต็มศึกษา ผ่านการคำนึงถึงแนวคิดข้ามศาสตร์ที่สอดคล้องกับแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

คำสำคัญ: การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

Enhancing Learners' Science Competencies through STEM–driven Learning Design

Tharuesean Prasoplarb[1], Chatree Faikhamta[1] and Kornkanok Lertdechapat[2*]

[1]Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10330, Thailand;
[2]Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand
[*]E-mail: Kornkanok.L@chula.ac.th

Received: 27 January 2026 Revised: 11 March 2026 Accepted: 25 March 2026

Abstract

While the development of science competencies remains a primary objective of science education, existing research highlights that learners frequently fall short of achieving these competencies due to lesson designs that are not significantly differentiated from traditional instructional strategies. This article seeks to elucidate foundational considerations for designing learning experiences that effectively foster the attainment of scientific competencies. This is achieved through an examination of a professional development program, which aims to cultivate competencies aligned with science and engineering practices (SEPs). The core considerations are delineated into three key aspects. First, the creation of STEM scenarios that present challenging problem-solving tasks encourages learners to approach problems with a systematic and realistic perspective, rather than relying on trial and error. Such an approach entails the application of an engineering design process for developing solutions. Second, establishing learning objectives that highlight SEPs will provide clear direction for designing STEM activities that are congruent with the nature of STEM work and the engineering design process. Finally, the systematic planning and implementation of SEPs during STEM activities will support learners in comprehending the essence of STEM education. This involves integrating interdisciplinary concepts that align with scientific and engineering practices.

Keywords: Learning design, STEM education, Science competencies

บทนำ

สมรรถนะของผู้เรียน เป็นหนึ่งในเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษา การออกแบบการเรียนรู้ รวมถึงการเตรียมความพร้อมของผู้สอนในการออกแบบชั้นเรียนที่ส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียน ถึงแม้ว่าแนวคิดพื้นฐานของสมรรถนะ คือ

การที่ผู้เรียนสามารถถักทอ ความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือทำงานในสถานการณ์หนึ่ง ๆ ได้ลุล่วง (Organisation for Economic Co–operation and Development [OECD], 2019) แต่งานวิจัยบางส่วนยังคงมุ่งเน้นการออกแบบบทเรียนเพื่อพัฒนาสมรรถนะในลักษณะของการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้แบบแยกรายด้าน นำไปสู่การประเมินแบบแยกรายด้าน ส่งผลให้สมรรถนะของผู้เรียนได้รับการพัฒนาแบบแยกส่วนกัน บทความนี้มุ่งนำเสนอข้อควรพิจารณาพื้นฐานในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุสมรรถนะของบทเรียนนั้น ๆ ผ่านตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้และประสบการณ์ของผู้เขียนผ่านการถอดบทเรียนการพัฒนาวิชาชีพครู โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทสะเต็มศึกษา เนื่องจากเป็นบริบทที่มีลักษณะเฉพาะที่มุ่งท้าทายให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทักษะที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาที่พบได้ในชีวิตประจำวัน รวมถึงสำรวจถึงคุณค่าของการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ ที่สะท้อนถึงการถักทอความรู้ความสามารถและฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่องจนปรากฏเป็นสมรรถนะของผู้เรียนผ่านการจัดการเรียนรู้

สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการศาสตร์อย่างน้อยตั้งแต่สองศาสตร์ขึ้นไป เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ได้ลุล่วง (Chiu *et al*., 2025; English, 2016) โดยปัญหาหรือความท้าทายดังกล่าวควรมีลักษณะที่มีสาเหตุของปัญหาที่หลากหลาย (Ill-defined problem) นำไปสู่การค้นหาหรือทดสอบแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากกว่า 1 วิธี (Kelley *et al*., 2021) ในขณะเดียวกันยังสอดคล้องกับบริบทของโลกที่เปลี่ยนไปสู่โลกวูก้า (VUCA world) ที่สถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมีลักษณะที่ผันผวน (volatility) ไม่แน่นอน (uncertainty) สลับซับซ้อน (complexity) หรือคลุมเครือ (ambiguity) ทำให้ความรู้เพียงศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งอาจถูกจำกัดหรือไม่เพียงพอในการคลี่คลายปัญหาดังกล่าวได้ สะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวคิดของการใช้หลากศาสตร์หลายมุมมองที่เกี่ยวข้องเข้ามาประกอบในการพิจารณาในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้

แม้ว่าสะเต็มศึกษาได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานการพัฒนาการศึกษาทั้งในระดับชาติและนานาชาติ แต่ยังคงมีงานวิจัยที่สะท้อนว่า ผู้สอนยังคงมีข้อกังวลในการออกแบบบทเรียนสะเต็มให้บรรลุเป้าหมายของการทำงานทางสะเต็มศึกษา เช่น ผู้สอนไม่สามารถบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรที่มีอยู่ในปัจจุบัน (Lo, 2021) ผู้สอนไม่สามารถกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ออกแบบได้ และไม่สามารถออกแบบการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สะท้อนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ (Evagorou, 2024) และผู้สอนยังไม่สามารถออกแบบกิจกรรมสะเต็มที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ตามระดับที่คาดหวัง (Boonkitti *et al*., 2021) ผู้เขียนเชื่อว่า หากผู้สอนพิจารณาธรรมชาติของศาสตร์และผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นจุดตั้งต้นในการออกแบบบทเรียนสะเต็มศึกษา อาจช่วยให้ผู้สอนสามารถพัฒนาบทเรียนสะเต็มที่เหมาะสมกับบริบทชั้นเรียนและเนื้อหาที่ผู้สอนจะเลือกมาเชื่อมต่อได้อย่างเหมาะสม (Brand, 2020; Christian *et al*., 2021; Lin *et al*., 2025)

ในการลดข้อจำกัดข้างต้น ผู้สอนจึงควร

พิจารณามิติที่หลากหลายในการออกแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ครอบคลุมความเฉพาะของศาสตร์เพื่อนำสู่การกำหนดบทบาทของศาสตร์นั้นในการแก้ปัญหา Kelly and Knowles (2016) นำเสนอบทบาทของศาสตร์ทางสะเต็มศึกษา ครอบคลุมทั้ง 4 ศาสตร์ การใช้กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งค้นหาคำตอบของคำถามที่สงสัยผ่านการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ประกอบการให้เหตุผล การใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีในการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงธรรมชาติของเทคโนโลยี (Chiu *et al.*, 2025) การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างและทดสอบแนวทางการแก้ปัญหา และการใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังในตาราง 1

ตาราง 1 การออกแบบการบูรณาการศาสตร์ตามมิติของธรรมชาติของศาสตร์และผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

ประเด็นพิจารณาออกแบบกิจกรรม	มิติธรรมชาติของศาสตร์	มิติผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน
จุดเน้นของมุมมองต่อการออกแบบกิจกรรม	การระบุระดับการบูรณาการศาสตร์ เช่น พหุวิทยาการ สหวิทยาการ ข้ามสาขาวิชา	การพิจารณาเป้าหมายการเรียนรู้ตามศาสตร์ทั้งการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการออกแบบเทคโนโลยี การแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
แนวทางการออกแบบบทเรียน	ระบุตัวชี้วัดจากแต่ละกลุ่มสาระที่สอดคล้องกับปัญหาที่กำหนดให้ผู้เรียนศึกษา พัฒนา หรือแก้ไข	ออกแบบจุดประสงค์เชิงสมรรถนะแบบชัดแจ้งว่าผู้เรียนทำอะไรตามแนวทางของนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ นักเทคโนโลยี หรือวิศวกร

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการปฏิบัติสำคัญของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับนานาชาติ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตาม “แนวปฏิบัติวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ (science and engineering practices: SEPs)” ซึ่งเป็นหนึ่งในสามมิติสำคัญของมาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standards: NGSS) ที่กำหนดโดยสภาวิจัยแห่งชาติ (National Research Council: NRC) ประเทศสหรัฐอเมริกา (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012)

แนวปฏิบัติฯ ดังกล่าว มีลักษณะที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยมุ่งให้ผู้เรียนใช้ความรู้ที่ได้รับมาหรือสร้างขึ้นในการปฏิบัติได้อย่างสอดคล้องกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในการได้มาซึ่งคำตอบหรือการทำงานของวิศวกรในการได้มาซึ่งแนวทางแก้ปัญหา (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012) ที่กำหนดไว้ 8 แนวปฏิบัติ ได้แก่ 1) การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ และการนิยามปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 2) การสร้างและการใช้แบบจำลอง 3) การวางแผนและการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ 4) การวิเคราะห์และการแปลความหมายข้อมูล 5) การใช้คณิตศาสตร์และการคิดคำนวณ 6) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 7) การมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่ได้รับ และ 8) การสืบค้น การประเมิน และการสื่อสารทางด้านสารสนเทศ ถึงแม้ว่าแต่ละแนวปฏิบัติฯ จะไม่ได้แยกกันอย่างเป็นเอกเทศ มีความเชื่อมโยงและมีผลสืบเนื่องกัน จึงเป็นความท้าทายสำหรับนักการศึกษา ครูหรือนักศึกษาครู

ในการพัฒนาหรือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติแนวปฏิบัติวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยฝึกฝนการใช้ความรู้ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ หรือก็คือสมรรถนะได้อย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าผู้สอนส่วนใหญ่สามารถกำหนดแนวปฏิบัติฯ ที่สอดคล้องกับกิจกรรมสะเต็มได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงแนวปฏิบัติฯ ที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อใช้ในการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้อย่างสอดคล้องกับธรรมชาติของการทำงานทางสะเต็มศึกษา (Lertdechapat and Thanetweeraphat, 2023) ประกอบกับ NGSS Lead States (2013) และ NRC (2012) ได้ระบุแนวคิดข้ามศาสตร์ (crosscutting concepts: CCCs) มิติการเรียนรู้ประการหนึ่งซึ่งช่วยให้เข้าใจกลไกของปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบในการทำงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ผ่านมุมมองที่หลากหลาย 7 ประการ (Duncan and Cavera, 2015) ได้แก่ 1) แบบแผน 2) สาเหตุและผล กระทบ: กลไกและการอธิบาย 3) มาตราส่วน สัดส่วน และปริมาณ 4) ระบบและแบบจำลองของระบบ 5) พลังงานและสสาร: การไหล วัฏจักร และการอนุรักษ์ 6) โครงสร้างและหน้าที่การทำงาน และ 7) ความคงที่และการเปลี่ยนแปลง

จากการเชื่อมต่อแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นการบ่งชี้ว่าผู้เรียนมีความสามารถในการลงมือทำหรือปฏิบัติสิ่งใดได้ลุล่วง ร่วมกับแนวคิดข้ามศาสตร์ที่สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนมีการคิดหรือพิจารณาในการเรียนรู้เพื่อมุ่งแก้ปัญหาผ่านแนวคิดในลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือหลายลักษณะร่วมกัน ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในบทเรียนต่าง ๆ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีลักษณะของผู้รู้คิดบนการปฏิบัติของตนเอง (epistemic agency) (Krist *et al*., 2023) เช่น บทเรียนสะเต็มที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถสร้างแบบจำลองการจำแนกชั้นของสารผสมร่วมกับการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับมาตราส่วน สัดส่วนและปริมาณ หรือบทเรียนสะเต็มที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถลอกเลียนกลไกจากสิ่งมีชีวิต เพื่อประยุกต์ใช้รูปแบบ แบบแผน หรือโครงสร้างดังกล่าวในการคิดเชิงคณิตศาสตร์หรือการคิดเชิงคำนวณเพื่อกำหนดรายละเอียดของแนวคิดอาคารที่สามารถใช้ประโยชน์จากทิศทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ หรือแนวคิดเกี่ยวกับลมบก–ลมทะเล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากแนวทางข้างต้น การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มที่เชื่อมต่อแนวคิดข้ามศาสตร์และแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ จะสร้างโอกาสให้ผู้เรียนฝึกฝนการใช้สมรรถนะของตนเองจากในระดับเริ่มต้นไปสู่ระดับที่สูงขึ้นได้ตามลำดับ

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มที่เอื้อต่อการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็ม เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยสะท้อนความเชื่อและความคิดเบื้องหลังของครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ แม้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้จะไม่มีรูปแบบที่ตายตัว แต่มีลักษณะร่วมกันที่สะท้อนประเด็นสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็ม 3 ประเด็น ได้แก่ 1) การกำหนดสถานการณ์สะเต็มที่มีความท้าทายต่อผู้เรียนในการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา 2) การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาผ่าน

กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็ม และ 3) การกำหนดแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตลอดการทำกิจกรรมสะเต็ม บทความฉบับนี้นำเสนอตัวอย่างประเด็นของลักษณะร่วมกันข้างต้นที่ผู้สอนควรคำนึงถึง เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ลักษณะสำคัญที่ 1 การกำหนดสถานการณ์สะเต็มที่มีความท้าทายต่อผู้เรียนในการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ ทักษะ เจตคติ ในการทำงานทางสะเต็มศึกษา เพื่อออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง โดยไม่ใช้การลองผิดลองถูก ดังนั้นการกำหนดสถานการณ์สะเต็ม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมการทำงานทางสะเต็มศึกษาที่เอื้อให้ผู้เรียนได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ไม่ว่าผู้สอนจะออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้การบูรณาการระดับใดก็ตาม การกำหนดสถานการณ์สะเต็ม จะเป็นประเด็นสำคัญลำดับแรก ๆ ในการพิจารณาเพื่อออกแบบการเรียนรู้ หลักการสำคัญที่ผู้สอนควรคำนึงถึงในการกำหนดสถานการณ์สะเต็ม ครอบคลุมการกำหนดสถานการณ์ที่สะท้อนปัญหาและบริบทของปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ผู้เรียนมีโอกาสได้เผชิญกับปัญหานั้น ๆ มีความเป็นไปได้ในการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาโดยผู้เรียน และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการขับเคลื่อนแนวทางการแก้ปัญหาได้

อย่างไรก็ตาม การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความท้าทายต่อผู้เรียนนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อมูลของผู้เรียน ทั้งประสบการณ์ของผู้เรียนที่มีต่อสถานการณ์สะเต็ม ศักยภาพในการพัฒนาความรู้และทักษะที่จำเป็นในการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา มีความท้าทายต่อการเรียนรู้และการทำกิจกรรมของผู้เรียน และยิ่งหากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ทางสะเต็ม ผู้สอนอาจพิจารณาความรู้ของรายวิชาที่สอนร่วมว่ามีความเป็นไปได้ในการนำความรู้ด้านเนื้อหาหรือความรู้ด้านกระบวนการไปใช้ในการทำกิจกรรมสะเต็ม ตัวอย่างการกำหนดสถานการณ์สะเต็มที่สอดคล้องกับแนวคิดข้างต้น ผู้เขียนนำเสนอตัวอย่างสถานการณ์สะเต็ม ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่แสดงในบัตรสถานการณ์สะเต็ม แสดงให้เห็นถึงลักษณะของปัญหาทางสะเต็มที่ไม่สามารถแก้ได้โดยง่าย ต้องการแนวทางการทดลองและทดสอบที่เป็นระเบียบเพื่อยืนยันผล ไม่ใช่เพียงการลองผิดลองถูกแล้วบังเอิญสำเร็จ รวมถึงแนวทางแก้ปัญหาอาจไม่ได้มีเพียงหนึ่งคำตอบที่ถูกต้องที่สุด อีกทั้งผู้เรียนยังได้มีพื้นที่ในการสำรวจหรือเลือกศึกษาแนวทางแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจ เช่น บางกลุ่มอยากจะออกแบบของตกแต่งเป็นน้ำแข็งที่จมอยู่ระหว่างของเหลวสองชนิด ในขณะที่นักเรียนบางกลุ่มอยากลองออกแบบแนวทางแก้ปัญหาเกี่ยวกับของตกแต่งในลักษณะข้าวพอที่ไม่จมลงใต้ผิวของเหลวที่ตนเองคาดการณ์ไว้ ดังในภาพที่ 1

ลักษณะสำคัญที่ 2 การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็ม

เป้าหมายการเรียนรู้สำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ดังนั้นผู้สอนสามารถกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

ปัญหา:	สถานการณ์ปัญหา:	สาเหตุของปัญหา:
ผู้ประกอบการต้องการสูตรเครื่องดื่มใหม่ ที่มีแนวคิดส่งเสริมการขายพร้อมกับการร่วมฉลองเทศกาลลอยกระทง เป็นการเผยแพร่ซอฟต์พาวเวอร์ดึงดูดนักท่องเที่ยว	ผู้ประกอบการเอกชนต้องการให้ผู้เรียนออกแบบเครื่องดื่มสำหรับจำหน่ายช่วงเทศกาลลอยกระทง โดยอยากได้เครื่องดื่มสามารถแยก 2 ชั้นขณะเสิร์ฟ โดยมีของตกแต่งเป็นกิมมิกพิเศษเข้ากับเทศกาล แบบจมบางส่วนลอยบางส่วน หรือจมมิดใต้ผิวของเหลวพอดี หรือจมอยู่ระหว่างของเหลวสองชั้นได้	เครื่องดื่มที่จะแยกชั้นได้ต้องมีความหนา แน่นไม่เท่ากัน เป็นสารที่มีเนื้อสัมผัสต่าง ชนิดกัน ในขณะที่การกำหนดการจมลองของวัตถุต้องคำนึงถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น
เงื่อนไข:		ข้อจำกัด:
1) เครื่องดื่มมีการแสดงถึงการแยกชั้นขณะเสิร์ฟ 2) มีการใช้ของตกแต่งที่มีลักษณะการจม/ลอยแบบใดแบบหนึ่งตามที่ลูกค้าต้องการ		1) ใช้ได้เฉพาะเครื่องดื่มที่ผู้สอนกำหนดให้ ที่เป็นสินค้าที่ผู้ประกอบการต้องการเพิ่มมูลค่า 2) ทดสอบการจมลอยได้ไม่เกิน 3 รอบ 3) ระยะเวลาในการพัฒนาสูตรเครื่องดื่ม

ภาพที่ 1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา เงื่อนไข และข้อจำกัด จากสถานการณ์ปัญหาตัวอย่าง

นั้น ๆ ที่สะท้อนแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้มั่นใจได้ว่า ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาแนวปฏิบัตินั้น ๆ พร้อมทั้งได้รับการประเมินว่า ผู้เรียนบุคคลนั้น ๆ สามารถปฏิบัติได้เป็นอย่างไร (Lertdechapat and Faikhamta, 2019) อย่างไรก็ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในลักษณะที่ผู้สอนคุ้นเคย มักเป็นการระบุว่า จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น ๆ สะท้อนการเรียนรู้ในด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย หรือทักษะพิสัย ซึ่งไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน ที่มีเป้าหมายให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือทำงานในสถานการณ์หนึ่ง ๆ ได้ลุล่วงไปใช้ในการปฏิบัติงานในสถานการณ์หนึ่ง ๆ ผู้เขียนขอนำเสนอตัวอย่างการกำหนดจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ ที่สะท้อนแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ดังในภาพที่ 2



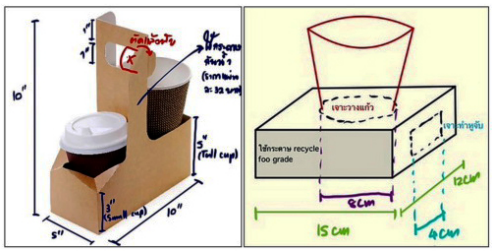
ภาพที่ 2 ตัวอย่างการกำหนดจุดประสงค์เชิงสมรรถนะผ่านแนวคิดสะเต็ม

จากสถานการณ์ตัวอย่าง หากผู้สอนวางแผนพัฒนาสมรรถนะการสร้างและใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาหรือทดสอบตัวต้นแบบในลำดับต่อไป ผู้สอนสามารถปรับแนวทางการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้แบบเดิม ที่คาดหวังให้ผู้เรียนวาดภาพร่างของที่รองแก้วพกพาได้ เป็นการคาดหวังและออกแบบให้ผู้เรียนวาดภาพร่างของที่รองแก้วพกพา โดยคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากภาพร่างดังกล่าวในเชิงวิศวกรรมศาสตร์ เป็นจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

ตัวอย่างของจุดประสงค์เชิงสมรรถนะที่แสดงในภาพที่ 2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองของถาดของแก้ว ที่สามารถพกพาได้ ไม่เป็นอันตรายกับธรรมชาติ และสามารถวางแก้วได้อย่างน้อยสองแก้ว ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขและข้อจำกัดที่กำหนดในสถานการณ์สะเต็ม และสอดคล้องกับเป้าหมายของแนวปฏิบัติที่ 2 การ

สร้างและใช้แบบจำลอง ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ออกแบบแบบจำลอง ในลักษณะของภาพวาดของที่รองแก้วที่จะสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้ และใช้ภาพดังกล่าวเป็นแนวทางในการสร้างที่รองแก้ว เพื่อนำสู่การทดสอบประสิทธิภาพต่อไป อย่างไรก็ตามแบบจำลองในลักษณะของภาพวาด จะเป็นประโยชน์ต่อการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์เมื่อผู้วาดภาพร่างชิ้นงานนั้น มีการระบุรายละเอียดของชิ้นงาน ทั้งลักษณะและขนาด รวมทั้งวัสดุที่นำมาใช้

หากพิจารณาภาพแบบร่างชิ้นงานที่รองแก้ว (ภาพที่ 3) พบว่า ผู้เรียนร่างภาพที่รองแก้วที่สอดคล้องกับเงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์ โดยระบุลักษณะของที่รองแก้วในแต่ละส่วน โดยใช้เส้นโค้ง หรือเส้นตรง แทนลักษณะหรือรูปร่างของที่รองแก้ว ขนาดของที่รองแก้วในแต่ละส่วน และวัสดุที่นำมาใช้สร้างที่รองแก้วในแต่ละส่วน เป็นต้น ที่ผู้เรียนอาจอ้างอิงจากภาพต้นแบบที่มีอยู่แล้ว แต่ปรับปรุงเกี่ยวกับขนาดและเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาใหม่ หรืออาจร่างต้นแบบของกลุ่มตนเองขึ้นมาใหม่ได้ ซึ่งเป้าหมายเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาตัวต้นแบบในกิจกรรมลำดับถัดไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3 ตัวอย่างภาพร่างต้นแบบของที่รองแก้วพกพาได้

ลักษณะสำคัญที่ 3 การกำหนดแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตลอดการทำกิจกรรมสะเต็ม

ธรรมชาติของการทำงานทางสะเต็มศึกษา สอดคล้องกับหลักการสำคัญของแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ไม่อาจจะแยกแนวปฏิบัติฯ ใด ๆ ออกจากกันได้อย่างชัดเจน นอกจากแนวคิดข้ามศาสตร์ (crosscutting concepts: CCCs) เป็นมิติหนึ่งในการทำงานทางสะเต็ม ยังเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการบูรณาการที่เกิดขึ้นระหว่างศาสตร์ และการเชื่อมโยงแนวปฏิบัติฯ ที่มีความสอดคล้องกันได้ (Chen *et al.*, 2025; NRC, 2012)

ตัวอย่างความเชื่อมโยงกับระหว่างแนวปฏิบัติฯ ทั้ง 8 ข้อ อาจพิจารณาจากการปฏิบัติและเป้าหมายของแนวปฏิบัติฯ นั้น ๆ ดังจะเห็นได้จาก NRC (2012) ได้อธิบายเป้าหมายแนวปฏิบัติฯ ที่ 2 สำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ในการสร้างและใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการนำเสนอความคิดหรือคำอธิบาย ใช้ทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดขึ้นภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่ และปรับปรุงคำอธิบายหรือแบบจำลองที่เสนอให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่าผลผลิตหนึ่งของการสร้างและใช้แบบจำลองคือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแนวทางการแก้ปัญหาในเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งนำสู่การปฏิบัติที่สอดคล้องกับแนวปฏิบัติที่ 6 การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่ง NRC (2012) ได้อธิบายเป้าหมายของแนวปฏิบัติฯ นี้ไว้ว่าผลผลิตของการทำงานทางวิทยาศาสตร์คือ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อปรากฏการณ์เป็น

ผลผลิตของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ และผลผลิตของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์คือการออกแบบการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และแบบจำลองในมุมมองโลกของวัสดุ

เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสอดคล้องระหว่างแนวปฏิบัติฯ ที่ 2 และ 6 ได้อย่างชัดเจนขึ้น ตัวอย่างแนวคิดข้ามศาสตร์ที่สอดคล้องกับแนวปฏิบัติฯ ทั้ง 2 ข้อข้างต้น คือ “โครงสร้างและหน้าที่การทำงาน” ซึ่งเป็นการอธิบายลักษณะของโครงสร้างของสิ่งที่ศึกษา ที่เป็นผลให้เกิดการทำงานในลักษณะที่แตกต่างกัน หากผู้สอนวางแผนให้ผู้เรียนออกแบบลักษณะของที่รองแก้วที่สอดคล้องกับเงื่อนไขและข้อจำกัด เพื่อแก้ปัญหาการรับรองการทรงตัวของแก้วที่มีความสูงแตกต่างกันตั้งแต่สองแก้วขึ้นไป ที่มีความจำเพาะกับสถานการณ์สะเต็ม การพิจารณาโครงสร้างของที่รองแก้ว ผ่านการออกแบบลักษณะของที่รองแก้วที่มีรูปทรงที่แตกต่างกัน รวมถึงการเลือกใช้วัสดุที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อการทำงานของที่รองแก้วในมิติของความสามารถในการรับรองแก้วนั่นเอง ในทางกลับกัน หากผู้เรียนไม่เข้าใจโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของสิ่งที่ออกแบบ อาจไม่สามารถอธิบายกลไกการทำงานของที่รองแก้วที่มิติของการใช้งานได้อย่างชัดเจน

บทสรุป

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มเป็นภาพสะท้อนที่มีประสิทธิภาพสำหรับครูนักออกแบบ ผ่านการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนใช้ความรู้ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพปัญหา รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าในการใช้ความรู้ดังกล่าว บทความฉบับนี้ยังมุ่งเน้นให้ครูนักออกแบบสามารถตรวจสอบการพัฒนากิจกรรมสะเต็มเช่นเดียวกับนักศึกษาครู ที่มุ่งสำรวจความสอดคล้องระหว่างความท้าทาย แนวปฏิบัติวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ กับเป้าหมายพัฒนาผู้เรียน ว่าสอดคล้องกันอย่างต่อเนื่องตลอดกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่ รวมถึงกิจกรรมสะเต็มที่พัฒนาขึ้นนั้นแสดงถึงการสืบเสาะจนได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ความรู้นั้นประกอบการออกแบบแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างไร เพื่อเป็นกิจกรรมสะเต็มที่มีประสิทธิภาพและเป็นประสบการณ์เชิงรุกที่พร้อมส่งต่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาสมรรถนะของตนเองอย่างต่อเนื่อง

บทความฉบับนี้มีข้อจำกัดบางประการเนื่องจากบทความมุ่งนำเสนอแนวคิดและข้อพิจารณาในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากการถอดบทเรียนและประสบการณ์การพัฒนาวิชาชีพครูมากกว่าการรายงานผลการวิจัยเชิงประจักษ์อย่างเป็นระบบ จึงยังไม่ปรากฏหลักฐานเชิงข้อมูลที่แสดงให้เห็นผลลัพธ์ของการนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ต่อการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนอย่างชัดเจน นอกจากนี้ตัวอย่างกิจกรรมที่นำเสนอในบทความยังมีจำนวนจำกัดและอยู่ในบริบทเฉพาะบางสถานการณ์ จึงอาจไม่ครอบคลุมความหลากหลายของบริบทการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่แตกต่างกัน

หากพิจารณาบทความนี้ ผู้เขียนมีประเด็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมไปยังผู้สอนและนักออกแบบการเรียนรู้ ในมิติของการให้ความสำคัญกับการออกแบบสถานการณ์สะเต็มที่มีความท้าทายและสอดคล้องกับบริบทจริงของผู้เรียน พร้อมทั้งกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ในลักษณะของจุด-

ประสงค์เชิงสมรรถนะที่สะท้อนแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์อย่างชัดเจน การวางแผนกิจกรรมควรคำนึงถึงการเชื่อมโยงแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์กับแนวคิดข้ามศาสตร์อย่างเป็นระบบ เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาได้อย่างมีความหมาย

เอกสารอ้างอิง

Boonkitti, P., Pluempanupat, W., and Faikhamta, C. (2021). Infusion approach with STEM problem–based learning (STEM–PBL) in acid–base to enhancing critical thinking for secondary school education. **Journal of Education Khon Khan University** 44(4), 54–67. (in Thai)

Brand, B. R. (2020). Integrating science and engineering practices: Outcomes from a collaborative professional development. **International Journal of STEM Education** 7(1): 1–13.

Chen, W., Wang, J., and Li, N. (2025). Development and validation of a classroom observation protocol for crosscutting concepts (COPCC) for secondary biology. **Journal of Biological Education**: 1–20.

Chiu, T. K., Li, Y., Ding, M., Hallström, J., and Koretsky, M. D. (2025). A decade of research contributions and emerging trends in the International Journal of STEM Education. **International Journal of STEM Education** 12(1): 12.

Christian, K. B., Kelly, A. M., and Bugallo, M. F. (2021). NGSS–based teacher professional development to implement engineering practices in STEM instruction. **International Journal of STEM Education** 8(21): 1–18.

Duncan, R. G., and Cavera, V. L. (2015). DCIs, SEPs, and CCs, oh my! Understanding the three dimensions of the NGSS. **The Science Teacher** 82(7): 67–71.

English, L. D. (2016). STEM education K–12: Perspectives on integration. **International Journal of STEM Education** 3: 1–8.

Evagorou, M. (2024). Engaging kindergarten pre–service teachers in the design and implementation of STEM lessons. **Frontiers in Education** 9: 1277835.

Kelley, T. R., Knowles, J. G., Han, J., and Trice, A. N. (2021). Models of integrated STEM education. **Journal of STEM Education: Innovations and Research** 22(1): 34–45.

Krist, C. S., Machaka, N., Voss, D., Mathayas, N., Kelly, S., and Shim, S. Y. (2023). Teacher noticing for supporting students' epistemic agency in science sensemaking discussions. **Journal of Science Teacher Education** 34(8): 799–819.

Lertdechapat, K., and Faikhamta, C. (2019). Analysis of science and engineering practices in a revised Thai science curriculum. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 10(2): 216–231. (in Thai)

Lertdechapat, K., and Thanetweeraphat, A. (2023). Crosscutting concepts embedded in the STEM activities. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 14(1): 79–93. (in Thai)

Lin, C. J., Lee, H. Y., Wang, W. S., Huang, Y. M., and Wu, T. T. (2025). Enhancing reflective thinking in STEM education through experiential learning: The role of generative AI as a learning aid. **Education and Information Technologies** 30(5): 6315–6337.

Lo, C. K. (2021). Design principles for effective teacher professional development in integrated STEM education: A systematic review. **Educational Technology & Society** 24(4): 136–152.

National Research Council [NRC]. (2012). **A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. USA: National Academies.

NGSS Lead States. (2013). **Next Generation Science Standards: For States, by States**. Washington, DC: The National Academies.

Organisation for Economic Co–operation and Development [OECD]. (2019). **Conceptual learning framework: Transformative competencies for 2030**. Retrieved from http://www.oecd.org/education/2030-project, December 15, 2025.