

Received: October 8, 2025

Revised: November 24, 2025

Accepted: November 24, 2025

Published: December 22, 2025

การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ STEAM4INNOVATOR ด้วยเครื่องอัดใบไม้ เพื่อเสริมทักษะนวัตกรรมและการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน

Developing a STEAM4INNOVATOR Learning Process Using a Leaf-Press Machine to Enhance Students' Innovation and Environmental Problem-Solving Skills

สุพรรณษา อินทพงศ์^{1*}

Supunsa Intapong^{1*}

¹โรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาแม่ฮ่องสอน

¹Maesarieng Boripat Suksa. The Secondary Educational Service Area Office Maehongson.

*Shinniyong@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR โดยใช้เครื่องอัดใบไม้ และศึกษาผลต่อทักษะการสร้างนวัตกรรมและทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้รูปแบบการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design กับนักเรียนแกนนำสิ่งแวดล้อมจำนวน 30 คน เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และแบบวัดทั้งสองทักษะ ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC = 0.75–0.88) กระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของ STEAM4INNOVATOR ได้แก่ Inspire, Ideate, Invent และ Implement ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คะแนนทักษะการสร้างนวัตกรรมและทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 47.61$ และ 75.99 ตามลำดับ) โดยมีค่า Normalized gain เท่ากับ 0.67 และ 0.68 อยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างสูง ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกตและสัมภาษณ์พบว่า ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน ความสามารถในการแก้ปัญหา และจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR ร่วมกับการใช้เครื่องอัดใบไม้ มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะทั้งสองด้านและช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ปัญหาสิ่งแวดล้อมจริงในโรงเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: STEAM4INNOVATOR, การสร้างนวัตกรรม, การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม, การเรียนรู้แบบบูรณาการ

Abstract

This study aimed to develop a STEAM4INNOVATOR-based learning process using a leaf-compression device and to examine its effects on upper secondary students' innovation skills and environmental problem-solving skills. The research employed a One Group Pre-test/Pos-test Design with 30 student environmental leaders. The research instruments, including a learning management plan and two skill assessment tools, demonstrated acceptable content validity (IOC = 0.75–0.88). The learning process followed the four stages of STEAM4INNOVATOR—Inspire, Ideate, Invent, and Implement. The results revealed that post-instruction scores for both innovation skills and environmental problem-solving skills were significantly higher than pre-

instruction scores at the .05 level ($t = 47.61$ and 75.99 , respectively). The normalized gain values were 0.67 and 0.68, indicating medium-to-high improvement. Qualitative data from observations and reflection interviews further showed that students demonstrated enhanced creativity, collaboration, problem-solving abilities, and environmental awareness. Overall, the STEAM4INNOVATOR learning process integrated with a leaf-compression device effectively fostered students' innovation and environmental problem-solving skills, enabling them to design practical solutions to real environmental issues within their school context.

Keywords: STEAM4INNOVATOR, Innovation skills, Environmental problem-solving, Integrated learning

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 การจัดการศึกษามุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนด้านการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อเตรียมพร้อมรับมือกับความท้าทายของสังคมร่วมสมัย หนึ่งในปัญหาสำคัญของภาคเหนือประเทศไทยคือ มลพิษจากหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) โดยเฉพาะในจังหวัดแม่ฮ่องสอน รายงานของกรมควบคุมมลพิษ (2567) ระบุว่า การเผาใบไม้ เศษกิ่งไม้ และวัชพืชจากพื้นที่ป่าและเกษตรกรรมเป็นสาเหตุสำคัญของหมอกควัน และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนอย่างต่อเนื่อง สำนักงานประชาสัมพันธ์ จังหวัดแม่ฮ่องสอน (2568) จึงห้ามการเผาในที่โล่งทุกชนิด เพื่อควบคุมสถานการณ์ไฟป่าและฝุ่นควัน ตามบริบทของโรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” พบว่ามีเศษใบไม้จำนวนมากจากพื้นที่สีเขียวของโรงเรียน ส่วนใหญ่ถูกกำจัดโดยการเผาหรือทิ้งโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดมลพิษและสูญเสียทรัพยากรชีวมวล โอกาสนี้จึงสะท้อนความจำเป็นในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาเชิงจริงและสร้างนวัตกรรมด้านสิ่งแวดล้อม แนวคิด STEAM4INNOVATOR ของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (2562) เป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม โดยบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์เข้ากับกระบวนการ Design Thinking ผ่าน 4 ขั้นตอน คือ Inspire – Ideate – Invent – Implement ซึ่งช่วยส่งเสริมการคิดเชิงระบบ การสร้างต้นแบบ การทดสอบ และการนำไปใช้จริง งานวิจัยระบุว่าแนวทาง STEAM4INNOVATOR สามารถพัฒนาทักษะนวัตกรรม การแก้ปัญหา และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Srikoon et al., 2023)

งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนากระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM4INNOVATOR ร่วมกับอุปกรณ์ เครื่องอัดใบไม้ เพื่อผลิต จานใบไม้ แตกต่างจากโครงการอโฟเซลหรือโอโอแมสทั่วไป เพราะนักเรียนมีส่วนร่วมครบวงจร ตั้งแต่การสำรวจปัญหา ออกแบบ ทดลอง และสร้างผลิตภัณฑ์จริง การใช้วัสดุชีวมวลในพื้นที่ช่วยลดการเผาใบไม้ สร้างต้นแบบนวัตกรรมที่สามารถต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ และพัฒนาทักษะการสร้างนวัตกรรม การแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อม รวมถึงจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR โดยใช้เครื่องอัดใบไม้ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนรู้ฯ ที่มีต่อการพัฒนาทักษะการสร้างนวัตกรรม และทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นโดยใช้รูปแบบการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design มีการประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR โดยใช้เครื่องอัดใบไม้ ที่มีต่อการพัฒนาทักษะนวัตกรรมและทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ดังนี้

1. ขอบเขตการวิจัย

1.1 ตัวแปรที่ศึกษา

1.1.1 ตัวแปรต้น คือ กระบวนการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR โดยใช้เครื่องอัดใบไม้

1.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการสร้างนวัตกรรม (Innovation Skills) ทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Environmental Problem-Solving Skills)

1.2 ประชากรในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนแกนนำสิ่งแวดล้อม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาแม่ฮ่องสอน ปีการศึกษา 2568 จำนวน 175 คน

1.3 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนแกนนำสิ่งแวดล้อม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” จำนวน 30 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง โดยพิจารณาจากความพร้อมของกลุ่มนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR โดยใช้เครื่องอัดใบไม้ จำนวน 4 แผน ใช้เวลาเรียนแผนละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งหมด 12 คาบเรียน (4 สัปดาห์)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินการตามกรอบ STEAM4INNOVATOR โดยกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ (S-T-E-A-M) อย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

Inspire: สร้างแรงบันดาลใจและตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมในชีวิตจริง

Ideate: ระดมความคิดและออกแบบแนวทางแก้ปัญหา

Invent: พัฒนาต้นแบบและสร้างนวัตกรรม เช่น งานใบไม้

Implement: ทดสอบและนำเสนอผลงานเพื่อใช้ประโยชน์จริงในชุมชน

แบบวัดทักษะการสร้างนวัตกรรม (Innovation Skills Test) เพื่อวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบนวัตกรรม

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Environmental Problem-Solving Skills Test) เพื่อประเมินความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ปัญหาวางแผน และนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในบริบทจริง

3. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR โดยใช้เครื่องอัดใบไม้ แบบวัดทักษะการสร้างนวัตกรรม และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความสำคัญขององค์ประกอบ

ตารางที่ 1 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการ STEAM4INNOVATOR”

ที่	กิจกรรม	สถานการณ์	โจทย์ให้นักเรียน	การบูรณาการ S-T-E-A-M	เป้าหมายการเรียนรู้
1	Inspire สำรวจปัญหา และคุณค่า ใบไม้ใน ท้องถิ่น	โรงเรียนของนักเรียน มีพื้นที่สนามและสวน ขนาดใหญ่ มีใบไม้ร่วง จำนวนมากทุกวัน แต่ ไม่มีระบบจัดการที่ เหมาะสม ทำให้เกิด ขยะสะสม พื้นดิน เกิดกลิ่น เป็นแหล่ง เพาะเชื้อโรค	นักเรียน จะ ช่วย โรงเรียนจัดการใบไม้ ให้เกิดประโยชน์ได้ อย่างไร โดยไม่สร้าง ขยะเพิ่ม และ ใช้ ทรัพยากรในท้องถิ่น ให้คุ้มค่า	S : ศึกษาข้อมูลผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม T : ใช้อุปกรณ์ดิจิทัล รวบรวม หลักฐาน E : วิเคราะห์ระบบจัดการ ใบไม้เดิมของโรงเรียน A : วาดแนวคิดเบื้องต้น เกี่ยวกับการจัดการใบไม้ M: คำนวณปริมาณใบไม้ที่ และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ	นักเรียนตระหนักถึง ปัญหาสิ่งแวดล้อม จริงในโรงเรียน เห็น คุณค่าและศักยภาพ ของใบไม้ท้องถิ่น เพื่อกระตุ้นความคิด สร้างสรรค์
2	Ideate ออกแบบแนว คิดงานใบไม้ และต้นแบบ เบื้องต้น	นักเรียนสังเกตความ แตกต่างของใบไม้แต่ ละชนิด เช่น ใบแข็ง เหมาะทำจานรอง ใบ ใหญ่ใช้ห่ออาหาร ใบ บางใช้ทำงานศิลปะ หรือบรรจุภัณฑ์	แต่ละกลุ่มออกแบบ แนวคิด “งานใบไม้ ต้นแบบ” ที่ เหมาะสมกับชนิด ของใบไม้ โดย คำนึงถึงความ แข็งแรง ความ สวยงาม และความ ปลอดภัย	S : ศึกษาคุณสมบัติของใบไม้ แต่ละชนิด T : ใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วย สร้างแบบจำลอง E : ออกแบบแนวความคิดการใช้ ใบไม้เป็นวัสดุภาชนะ A : คำนึงถึงความงามของ รูปทรง สี และ เอกลักษณ์ M : คำนวณขนาด รูปทรง และอัตราส่วนวัสดุให้ เหมาะสมกับต้นทุน	นักเรียนเรียนรู้การ วิเคราะห์คุณสมบัติ วัสดุ และพัฒนา ทักษะการออกแบบ เชิงสร้างสรรค์
ที่	กิจกรรม	สถานการณ์	โจทย์ให้นักเรียน	การบูรณาการ S-T-E-A-M	เป้าหมายการเรียนรู้
3	Invent สร้างต้นแบบ งานใบไม้จริง	โรงอาหารของ โรงเรียนต้องการใช้ ภาชนะที่เป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม เพื่อลด ขยะพลาสติกและ ส่งเสริมภาพลักษณ์ “Green School”	นักเรียนสร้างงาน ใบไม้ต้นแบบจาก วัสดุท้องถิ่น ทดลอง ใช้งานจริง และ ปรับปรุงให้เหมาะสม กับการใช้งาน	S : ทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ T: ใช้เทคโนโลยี “เครื่องอัด ใบไม้” เพื่อขึ้นรูป E : ทดลองปรับอุณหภูมิ เพื่อหาค่าที่เหมาะสม A : ปรับปรุงรูปแบบให้ สวยงามและเหมาะสมกับ การใช้งาน M : เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ จากการทดลอง	นักเรียนฝึก กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม ทดลอง และพัฒนาผลิตภัณฑ์
4	Implement ทดสอบและ นำเสนอ ผลงานเพื่อใช้	โรงเรียนมีแนวคิด ส่งเสริมการใช้ ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม จากนักเรียน เพื่อ	นักเรียนวางแผน การตลาด กำหนด ราคาขาย ออกแบบ บรรจุภัณฑ์ และ	S: วิเคราะห์ข้อมูลการใช้งาน จริง และความพึงพอใจ T: ใช้สื่อดิจิทัลในการ ประชาสัมพันธ์และจำหน่าย	นักเรียนเรียนรู้ทักษะ การตลาด การ ประเมินความพึง พอใจของลูกค้า และ

	ประโยชน์จริง ในชุมชน	สร้างรายได้และ พัฒนาโรงเรียนสีเขียว	ทดลองขายใน โรงเรียนหรือชุมชน	E: วางแผนการผลิตให้เหมาะ กับทรัพยากรที่มี A: ออกแบบบรรจุภัณฑ์และโล โก้ผลิตภัณฑ์ M: คำนวณต้นทุน กำไร และ ราคาขาย	การต่อยอด นวัตกรรมเพื่อใช้ใน ชีวิตจริง
--	---------------------------------	--	---------------------------------	--	--

จากตารางที่ 1 แสดงรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการ STEAM4INNOVATOR ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ Inspire, Ideate, Invent และ Implement โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมให้เชื่อมโยงกับปัญหาสิ่งแวดล้อมจริงในโรงเรียน ได้แก่ ปัญหาการจัดการใบไม้ที่ก่อให้เกิดขยะสะสมและมลพิษทางอากาศ กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ (S-T-E-A-M) อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ ออกแบบแนวทางแก้ปัญหา พัฒนาต้นแบบ และนำเสนอนวัตกรรมที่สามารถใช้ประโยชน์ได้จริง

ตารางที่ 2 แบบวัดทักษะการสร้างนวัตกรรม (Innovation Skills Assessment Rubric)

ด้านการประเมิน	น้ำหนัก (%)	ระดับ 1 (1 คะแนน)	ระดับ 2 (2 คะแนน)	ระดับ 3 (3 คะแนน)	ระดับ 4 (4 คะแนน)	ระดับ 5 (5 คะแนน)
1. ความคิดสร้างสรรค์	20%	มีแนวคิดซ้ำเดิม ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์หรือปัญหา	มีแนวคิดใหม่บางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน	มีแนวคิดสร้างสรรค์ บางส่วนเหมาะสมกับปัญหาบางประการ	มีแนวคิดสร้างสรรค์ เหมาะสมกับสถานการณ์ ปัญหา	มีแนวคิดสร้างสรรค์สูง มีลักษณะนวัตกรรม และสามารถแก้ปัญหาได้จริง
2. การออกแบบต้นแบบ	25%	ไม่สามารถออกแบบต้นแบบได้	ออกแบบต้นแบบไม่สมบูรณ์ ใช้งานไม่ได้จริง	ออกแบบต้นแบบได้สมบูรณ์ แต่ใช้งานได้จำกัด	ออกแบบต้นแบบสมบูรณ์ ใช้งานได้จริง	ออกแบบต้นแบบสมบูรณ์ ใช้งานได้ดี มีคุณภาพสูงและน่าสนใจ
3. การทำงานร่วมกัน	20%	ทำงานคนเดียว ไม่รวมมือ	ร่วมมือบางส่วน แต่ไม่ต่อเนื่อง	ทำงานร่วมทีมได้บ้าง มีความเข้าใจร่วมกัน	ทำงานร่วมทีมได้ดี สื่อสารแบ่งงานชัดเจน	ทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ สนับสนุนและแก้ปัญหาาร่วมกัน
4. การนำเสนอและการสื่อสาร	25%	ไม่สื่อสารแนวคิด	สื่อสารบางส่วน ไม่ชัดเจน	สื่อสารชัดเจน แต่ขาดรายละเอียด	สื่อสารครบ เข้าใจง่าย	สื่อสารครบถ้วน ชัดเจน น่าสนใจ ตอบคำถามได้
5. จริยธรรมการวิจัย	5%	ไม่มีการพิจารณาจริยธรรมบิดเบือนข้อมูล	พิจารณาจริยธรรมบางส่วน	ปฏิบัติตามหลักจริยธรรมพื้นฐาน เช่น ขออนุญาตแล้ว ข้อมูลไม่บิดเบือน	ปฏิบัติตามหลักจริยธรรมครบถ้วน และอธิบายเหตุผล	ปฏิบัติตามหลักจริยธรรมครบถ้วน มีการสะท้อนผลกระทบและเคารพสิทธิทุกฝ่าย
6. ข้อจำกัด	5%	ไม่ระบุข้อจำกัด	ระบุข้อจำกัด/	ระบุข้อจำกัดหลัก	ระบุข้อจำกัด	ระบุข้อจำกัด

และ มาตรการลด อคติ		หรือมาตรการ ลดอคติ	มาตรการ บางส่วน แต่ไม่ ชัดเจน	และมาตรการลด อคติพื้นฐาน	ครบถ้วน พร้อม มาตรการลด อคติอย่าง เหมาะสม	ครบถ้วน วิเคราะห์ ผลกระทบ ปรับปรุง แบบแผนเพื่อลด อคติอย่างเหมาะสม
--------------------------	--	-----------------------	-------------------------------------	-----------------------------	--	--

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าแบบวัดทักษะการสร้างนวัตกรรม ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินทักษะการสร้างนวัตกรรม ของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR ครอบคลุม 6 ด้าน ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ การออกแบบต้นแบบ การทำงานร่วมกัน การสื่อสาร จริยธรรมการวิจัยและข้อจำกัด/มาตรการลดอคติ

ตารางที่ 3 ทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Environmental Problem-Solving Skills)

ด้านการประเมิน	น้ำหนัก (%)	ระดับ 1 (1 คะแนน)	ระดับ 2 (2 คะแนน)	ระดับ 3 (3 คะแนน)	ระดับ 4 (4 คะแนน)	ระดับ 5 (5 คะแนน)
1. การระบุปัญหา	20%	ไม่ทราบว่ามีปัญหาอะไร กล่าวปัญหาแบบคลุมเครือ	สามารถอธิบายปัญหาได้บางส่วน	อธิบายปัญหาได้ชัดเจน มีตัวอย่างประกอบ	ระบุปัญหาได้ ครบถ้วนและสามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่เกี่ยวข้อง	ระบุปัญหาได้ ครบถ้วน วิเคราะห์เชิงลึก และเชื่อมโยงกับบริบทของชุมชน
2. การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	20%	เสนอแนวทางไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา แก้ไขไม่ได้	แนวทางแก้ปัญหาบางส่วนได้ แต่ไม่ครอบคลุม	แนวทางเหมาะสม มีเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้บางส่วน	แนวทางเหมาะสม ใช้งานได้จริง มีการทดลองหรือยืนยัน	แนวทางสร้างสรรค์ นำไปใช้จริงได้ แก้ปัญหาได้อย่างยั่งยืน
3. การสร้างและปรับปรุงต้นแบบ	25%	ไม่มีต้นแบบหรือไม่สามารถทำงานได้	มีต้นแบบแต่ไม่สมบูรณ์หรือใช้งานไม่ได้	ต้นแบบใช้งานได้ในระดับหนึ่ง	ต้นแบบใช้งานได้จริง มีการปรับปรุงจากการทดลอง	ต้นแบบสมบูรณ์ ใช้งานได้ดี ปรับปรุงคุณภาพสูงและนำไปใช้ได้จริง
4. การประเมินผลและการปรับปรุง	25%	ไม่มีการสะท้อนหรือทบทวน	มีการสะท้อนบางส่วน แต่ไม่ชัดเจน	ประเมินผลชัดเจน สามารถระบุปัญหาที่พบ	ประเมินผล ครบถ้วน มีข้อเสนอแนะปรับปรุง	ประเมินผลละเอียด พร้อมปรับปรุงอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสถานการณ์จริง
5. จริยธรรมการวิจัย	5%	ไม่มีการพิจารณาจริยธรรม บิดเบือนข้อมูล	พิจารณาจริยธรรมบางส่วน /ไม่ได้ขออนุญาต	ปฏิบัติตามหลักจริยธรรมพื้นฐาน เช่น ขออนุญาตแล้ว ข้อมูลไม่บิดเบือน	ปฏิบัติตามหลักจริยธรรมครบถ้วน และอธิบายเหตุผล	ปฏิบัติตามหลักจริยธรรมครบถ้วน มีการสะท้อนผลกระทบ
6. ข้อจำกัดและมาตรการลดอคติ	5%	ไม่ระบุข้อจำกัดหรือมาตรการลดอคติ	ระบุข้อจำกัด/มาตรการบางส่วน แต่ไม่ชัดเจน	ระบุข้อจำกัดหลักและมาตรการลดอคติพื้นฐาน	ระบุข้อจำกัด ครบถ้วน พร้อมมาตรการลดอคติอย่างเหมาะสม	ระบุข้อจำกัด ครบถ้วน วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงแบบแผน

						เพื่อลดอคติอย่าง เหมาะสม
--	--	--	--	--	--	-----------------------------

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ใช้สำหรับประเมินทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ครอบคลุม 6 ด้าน ได้แก่ การระบุปัญหา การเสนอแนวทางแก้ปัญหา การสร้างและปรับปรุงต้นแบบ การประเมินผลและปรับปรุง จริยธรรมการวิจัย และข้อจำกัด/มาตรการลดอคติ โดยใช้ระดับคะแนน 1-5 และน้ำหนัก (%) ของแต่ละด้านเพื่อ สะท้อนทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม อย่างสร้างสรรค์ มีความรับผิดชอบ และเชื่อถือได้

วิธีการเก็บและรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดทักษะการสร้างนวัตกรรม และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ การสัมภาษณ์สะท้อนคิด และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

วิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้การคำนวณค่า Normalized Gain ($\langle g \rangle$) ตามแนวคิดของ (Hake, R. R. (1998))

$$\langle g \rangle = \frac{(\%Post - \%Pre)}{(100 - \%Pre)}$$

โดยที่ $\langle g \rangle$ คือค่า normalized gain

% Post-test คือค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนเป็นร้อยละ , % Pre-test คือค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนเป็นร้อยละ ซึ่งการประเมินนี้ทำให้สามารถแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ ดังนี้

“High gain” หมายถึง ได้ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$

“Medium gain” หมายถึง ได้ค่า <math>0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7</math>

“Low gain” หมายถึง ได้ค่า <math>0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3</math>

ทั้งนี้ ค่า Actual gain = (%Post - %Pre) หมายถึงผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง และ

Maximum possible gain = (100 - %Pre) หมายถึงโอกาสสูงสุดที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตและการสัมภาษณ์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่ออธิบายเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของนักเรียนที่ปรากฏระหว่างการจัดกิจกรรม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือ

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยประเมินความสอดคล้อง (IOC)

เครื่องมือ	ค่า IOC	SD	การแปลผล
แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR	0.88	0.09	อยู่ในระดับสูงแสดงว่าเนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์อย่างเหมาะสม
แบบวัดทักษะการสร้างนวัตกรรม	0.75	0.12	อยู่ในระดับดี ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (≥ 0.70)
แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	0.78	0.11	อยู่ในระดับดี มีความสอดคล้องเหมาะสม

จากตารางที่ 4 การประเมินคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย ได้ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยพิจารณาค่า IOC พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR มีค่า IOC เท่ากับ 0.88 (SD = 0.09) ซึ่งอยู่ในระดับสูง แบบวัดทักษะการสร้างนวัตกรรม มีค่า IOC เท่ากับ 0.75 (SD = 0.12) อยู่ในระดับดี และผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมมีค่า IOC เท่ากับ 0.78 (SD = 0.11) อยู่ในระดับดีเช่นกัน ดังนั้นเครื่องมือทั้งสามชุดมีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการวิจัย

2. วิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะนวัตกรรม และทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่ได้รับการจัดการกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR ก่อนและหลังเรียน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 5 การทดสอบความแตกต่างด้วย paired sample t-test ทักษะการสร้างนวัตกรรมและทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังเรียน

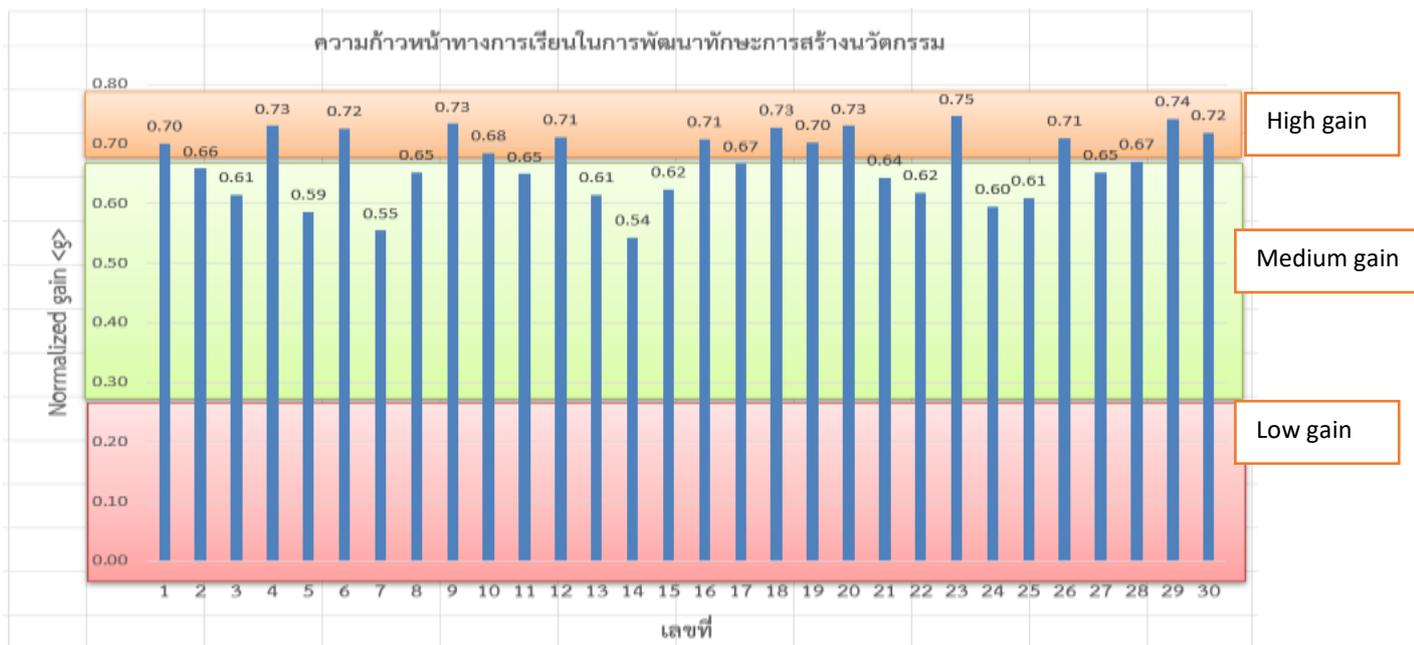
รายการ	คะแนนเฉลี่ย Pre-test	SD	คะแนนเฉลี่ย Post-test	SD	t (paired t-test)	df	p-value
ทักษะการสร้างนวัตกรรม	8.16	0.79	16.06	0.66	47.61	29	< .05
ทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	7.60	0.44	16.03	0.44	75.99	29	< .05
ค่าเฉลี่ยรวม	7.88	0.62	16.05	0.55	61.8	29	< .05

จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบด้วยสถิติ paired sample t-test พบว่า คะแนนทักษะการสร้างนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลังเรียนก็สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ เมื่อพิจารณารวมทั้งสองทักษะ พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะทั้งสองด้านอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการสร้างนวัตกรรมและทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังเรียน

รายการ	% Pre-test	% Post-test	Actual gain	Maximum possible gain	Normalized gain <g>
ทักษะการสร้างนวัตกรรม	40.77	80.31	39.55	59.23	0.67
ทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	38.03	80.16	42.13	61.97	0.68
ค่าเฉลี่ยรวม	39.33	80.44	41.11	60.67	0.68

จากตารางที่ 6 จากการประเมินก่อนและหลังการเรียนรู้ตามกระบวนการ STEAM4INNOVATOR พบว่า ค่า Normalized gain ($\langle g \rangle$) ของทักษะการสร้างนวัตกรรมอยู่ที่ 0.67 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ปานกลางค่อนข้างสูง”



รูปที่ 1 ความก้าวหน้าทางการเรียนในการพัฒนาทักษะการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนรายบุคคลที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR ทั้ง 4 กิจกรรม

จากรูปที่ 1 พบว่า การพัฒนาทักษะการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน รายบุคคล นักเรียนจำนวน 17 คน (ร้อยละ 56.67) อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) และ 13 คน (ร้อยละ 43.33) อยู่ในระดับสูง (High gain) การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการสัมภาษณ์สะท้อนคิด ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีความคิดริเริ่มในการออกแบบแนวคิดและพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม สามารถปรับปรุงและทดลองต้นแบบด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) แสดงความภาคภูมิใจในการสร้างนวัตกรรมจากวัสดุเหลือใช้ และเห็นคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น พร้อมทั้งมีพฤติกรรมความร่วมมือ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในกลุ่ม



รูปที่ 2 ความก้าวหน้าทางการเรียนในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนรายบุคคลที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR ทั้ง 4 กิจกรรม

จากรูปที่ 2 พบว่าการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน รายบุคคลหลังการเรียนรู้ตามกระบวนการ STEAM4INNOVATOR นักเรียนจำนวน 20 คน (ร้อยละ 66.67) อยู่ในระดับปานกลาง และ 10 คน (ร้อยละ 33.33) อยู่ในระดับสูง ส่วนการสังเกตและสัมภาษณ์สะท้อนว่ากลุ่มนักเรียนเหล่านี้มีความตระหนักรู้ต่อปัญหาการเผาไหม้และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สามารถวิเคราะห์ปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไขอย่างสร้างสรรค์

อภิปรายผล

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR โดยใช้เครื่องอัตโนมัติเป็นสื่อพบว่ารูปแบบดังกล่าวเหมาะสมและสามารถประยุกต์ใช้ในบริบทโรงเรียนได้อย่างสอดคล้องกับแนวคิด STEAM4INNOVATOR ของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (2562) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ Inspire, Ideate, Invent, Implement การจัดการกิจกรรมบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ควบคู่กับกระบวนการคิดเชิงนวัตกรรม ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญชี้ว่ารูปแบบมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักการออกแบบการเรียนรู้เชิงนวัตกรรม คณะนหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทั้งด้านทักษะนวัตกรรมและการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับงานของ เพียรพิมพ์ ยาระนะ และธงชัย เสงส์ศรี (2564) ที่รายงานว่ากิจกรรม STEAM4INNOVATOR ส่งเสริมความสามารถด้านนวัตกรรมและทักษะการทำงานเป็นทีม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Michelle & Kelly, 2015; Kumar, 2014) ซึ่งชี้ว่าการลงมือปฏิบัติจริงและสะท้อนผลลัพธ์ช่วยให้เกิดการเรียนรู้เชิงลึก เครื่องอัตโนมัติทำหน้าที่เป็น “สื่อกลางเชิงประสบการณ์” ช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นอย่างคุ้มค่า พร้อมเสริมจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ข้อจำกัดของการวิจัยนี้ คือดำเนินงานในห้องเรียนเดียว อาจไม่สะท้อนผลจึงควรศึกษาต่อเนื่องหลังจบกิจกรรม สำหรับการวิจัยในอนาคต แนะนำให้ใช้รูปแบบกึ่งทดลองหรือมีการควบคุมกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งขยายไปยังโรงเรียนอื่นในบริบทใกล้เคียงเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM4INNOVATOR โดยใช้เครื่องอัตโนมัติ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อศึกษาผลของกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว ต่อ ทักษะการสร้างนวัตกรรม และ ทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียน การวิจัยเป็นแบบ Pre-experimental Research ใช้การทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนแกนนำสิ่งแวดล้อม จำนวน 30 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ STEAM4INNOVATOR แบบวัดทักษะการสร้างนวัตกรรม และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งหมดผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญและมีค่า IOC อยู่ในระดับสูงถึงดี ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ คะแนนทักษะการสร้างนวัตกรรมและทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) โดยค่า Normalized Gain ($\langle g \rangle$) ของทักษะการสร้างนวัตกรรมเท่ากับ 0.67 และทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมเท่ากับ 0.68 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ปานกลางค่อนข้างสูง” การวิเคราะห์เชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์สะท้อนคิด พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหา ออกแบบและสร้างต้นแบบ รวมถึงปรับปรุงนวัตกรรมได้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำงานร่วมกัน และมีจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องอัตโนมัติ ซึ่งเป็นสื่อหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ อันส่งผลให้การพัฒนาทักษะการสร้างนวัตกรรมและการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” และคณะครูทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำตลอดกระบวนการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2567). *รายงานสถานการณ์มลพิษประเทศไทย พ.ศ. 2567*. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- เพียรพิมพ์ ยารณะ และธงชัย เสงี่ยมศรี. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสตรีมโพลีโนเวเตอร์เพื่อส่งเสริมการเป็นนวัตกรรม รายวิชาการออกแบบกราฟิกสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร. *วารสารวิจัยและนวัตกรรม สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร*, 4(1), 116–132.
- สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2562). *STEAM4INNOVATOR*. กรุงเทพฯ: กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ นวัตกรรมและเทคโนโลยี.
- สำนักงานประชาสัมพันธ์ จังหวัดแม่ฮ่องสอน. (2568). ประกาศกองอำนาจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดแม่ฮ่องสอน. สืบค้นจาก <https://www.facebook.com/prmhs/posts/กองอำนาจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดแม่ฮ่องสอน-ประกาศห้ามเผาในที่โล่งทุกข/1158783129548144/>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Kumar, S. (2014). Design thinking and system-based problem solving in education. *International Journal of Educational Development*, 38, 45–52.

-
- Michelle, R., & Kelly, B. (2015). Experiential learning and constructivist approaches in innovation education. *Journal of Learning Sciences, 24*(3), 245–260.
- Srikoon, S., Khamput, C., Bamroongkit, S., & Podjana, C. (2023). Meta-analysis of STEM education influencing learning achievement and thinking in Thailand from 2016 to 2020. *Journal of Educational Innovation and Research, 7*(3), 859–869.