



วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม
https://so08.tci-thaijo.org/index.php/edunpuJ
ดำเนินการวารสารโดย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนมัธยมศึกษา: การบูรณาการกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025

Developing Phenomenon-Based Learning Plans to Enhance High School Students' Environmental Science Competencies: Integrating the PISA 2025 Science Framework

สรายุธ รัชมี¹ และณัฐพล มีแก้ว^{2*}

Sarayoot Ratsamee¹ and Nattapon Meekaew^{2*}

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น¹

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น²

Bachelor student in Social Studies, Faculty of Education, Khon Kaen University¹

Assistant Professor, Department of Social Studies, Faculty of Education, Khon Kaen University²

Received: December 3, 2024 Revised: December 12, 2024 Accepted: December 29, 2024

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในศตวรรษที่ 21 ส่งผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่อระบบนิเวศและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ส่งผลให้จำเป็นต้องมีแนวทางการศึกษาที่สร้างความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน การจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมแบบดั้งเดิมมักขาดการเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางทฤษฎีกับความท้าทายในทางปฏิบัติได้ การวิจัยนี้มุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าวโดยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (PhenoBL) เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมในบริบท “ป่าบุ่งป่าทาม” ซึ่งเป็นระบบนิเวศชุ่มน้ำที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ PhenoBL เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษา และ 2) ศึกษาสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยประเมินผ่านกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025 กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 80 คน โดยเลือกแบบการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ PhenoBL เรื่อง ป่าบุ่งป่าทาม จำนวน 4 แผน รวม 4 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 20 ข้อ โดยกำหนดนักศึกษาก่อนเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 3) แบบประเมินผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ และ 4) แบบสัมภาษณ์เชิงลึก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ PhenoBL ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ ส่งเสริมการคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และการสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และ 2) นักเรียนร้อยละ 87.25 มีคะแนนสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมผ่านเกณฑ์ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.76 คะแนน (SD = 2.87) คิดเป็นร้อยละ 83.80 ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงประสิทธิผลของการบูรณาการ PhenoBL ในการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม พร้อมเสนอแนะเชิงนโยบายให้พัฒนาแผนการเรียนรู้ PhenoBL ในระดับชาติ รวมถึงสนับสนุนการอบรมครูให้มีความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับบริบทท้องถิ่นและความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน

* Corresponding author.

Email address: nattame@kku.ac.th

คำสำคัญ: การเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ป่าบุงป่าทาม กรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025

Abstract

Environmental changes today have significantly impacted ecosystems and human livelihoods. Traditional environmental education often lacks a connection between theoretical concepts and real-world phenomena and the development of essential skills to enhance environmental knowledge and awareness. Therefore, integrating phenomenon-based learning (PhenoBL) plans to improve environmental science competencies is crucial to fostering students' literacy of environmental issues and their ability to connect related knowledge to real-world phenomena. This study aimed to 1) develop PhenoBL plans to enhance high school students' environmental science competencies and 2) assess high school students' environmental science competencies based on the PISA 2025 environmental science competencies framework. The target group consisted of 80 Grade 10 students selected through Simple Random Sampling. The research tools included 1) PhenoBL plans focused on the freshwater swamp forest, consisting of four lessons totaling four hours, 2) a 20-item environmental science competencies test, with a passing criterion of 70%, 3) evaluation of the development of the learning management plan, and 4) an in-depth interview guide. Data were analyzed using mean, standard deviation and percentage.

The findings revealed that 1) the PhenoBL plans enabled students to connect relationships within ecosystems, promote systems thinking, solve environmental problems, and foster environmental awareness while also developing essential 21st-century skills, and 2) 87.25% of the students achieved environmental literacy passing criterion, with an average score of 16.76 (SD = 2.87), equivalent to 83.80%. The study highlighted the importance of linking classroom learning with real-world phenomena and recommended policy initiatives to develop PhenoBL plans at the national level. Furthermore, it emphasized the need to support teacher training to equip educators for context-based learning management that addressed local and environmental challenges.

Keywords: Phenomenon-Based Learning, Environmental Science Competencies, Freshwater Swamp Forest, Scientific Framework, PISA 2025

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 โลกกำลังเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและการดำรงชีวิตของมนุษย์ สาเหตุสำคัญมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) จากรายงานด้านสิ่งแวดล้อมของสถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์ ระบุว่า ระหว่างปี 1950 – 2100 อุณหภูมิพื้นผิวโลกและระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและการตัดไม้ทำลายป่า (กรณีการ ธรรมชาติของสังคม และคณะ, 2567) สำหรับประเทศไทย สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2565) รายงานว่า อุณหภูมิเฉลี่ยย้อนหลัง 70 ปี (1951 – 2021) เพิ่มขึ้นในภาพรวม 1-2 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ มลพิษทางอากาศ เช่น ปัญหา PM 2.5 และมลพิษทางน้ำจากการใช้สารเคมีและการทิ้งของเสียในพื้นที่เมืองใหญ่ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง

รวมถึงการทำลายสมดุลของระบบนิเวศอย่างร้ายแรง ทั้งยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคภัยไข้เจ็บและความท้าทายทางเศรษฐกิจในระดับโลกและระดับท้องถิ่น

ในบริบทของการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Environmental Science Competencies) ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้สามารถเข้าใจและแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดย PISA 2025 ได้ให้นิยามสมรรถนะนี้ว่าเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออภิปรายและตัดสินใจในประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ความยั่งยืน และเทคโนโลยี สมรรถนะดังกล่าวครอบคลุม 3 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ 1) การอธิบายผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อระบบนิเวศ 2) การตัดสินใจเพื่อการลงมือปฏิบัติด้วยข้อมูลโดยใช้แหล่งข้อมูลที่หลากหลายและการประเมินความน่าเชื่อถือ และ 3) การให้ความสำคัญและเคารพต่อมุมมองที่หลากหลายในการแก้ปัญหาวิกฤตการณ์เชิงนิเวศวิทยา (PISA 2025, 2024) นักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมจะสามารถเชื่อมโยงความรู้จากหลากหลายสาขาวิชามาแก้ปัญหาในโลกจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การเข้าใจระบบนิเวศที่ซับซ้อน การประเมินผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ และการเสนอแนวทางแก้ไขที่เหมาะสม และนักเรียนยังต้องมีลักษณะอุปนิสัยและเจตคติต่อการทำงานของตนเองและการทำงานร่วมกับผู้อื่น และคนอื่นๆ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบและมีความยั่งยืน

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นหนึ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะผลกระทบต่อพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งถือเป็นระบบนิเวศที่มีบทบาทสำคัญต่อการรักษาสมดุลของธรรมชาติและการดำรงชีวิตของมนุษย์ พื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลกกำลังลดลงในอัตราที่น่าตกใจ และสถานการณ์นี้กำลังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมในหลายประเทศ เช่น บราซิลและอินโดนีเซีย กรณีศึกษาที่น่าสนใจคือ “ป่าบุงป่าทาม” เนื่องจากป่าบุงป่าทามเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์หลากหลายชนิด โดยเฉพาะสัตว์น้ำและพันธุ์ไม้พื้นเมืองที่สำคัญในการรักษาสมดุลของธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการป้องกันการกัดเซาะของน้ำ ปรับสภาพอากาศและช่วยในกระบวนการฟอกอากาศ แต่ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา พื้นที่ดังกล่าวประสบปัญหาสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมจากการบุกรุกพื้นที่ป่าต้นน้ำเพื่อทำการเกษตร การใช้สารเคมีในไร่นา และการปล่อยมลพิษลงสู่ดิน น้ำ และอากาศ ส่งผลให้แหล่งอาหารของชุมชนลดลงและกระทบต่อสุขภาพอนามัย รวมถึงความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ (ชินกร พิมพิลา และคณะ, 2564) ดังนั้น การอนุรักษ์ป่าบุงป่าทามจึงเป็นเรื่องที่สำคัญและจำเป็นในการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติในระยะยาว โดยสามารถเริ่มจากการเสริมสร้างความรู้และการศึกษาสาธารณะให้แก่ชุมชนและประชาชนในพื้นที่ การสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับความสำคัญของป่าบุงป่าทามสามารถช่วยกระตุ้นให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ โดยการจัดกิจกรรมฝึกอบรม การประชุม และการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากร เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยเฉพาะการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศและความยั่งยืนของโลกต่อไป

แม้จะมีความพยายามในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม แต่การจัดการเรียนรู้ในระบบการศึกษายังคงขาดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางทฤษฎีกับปรากฏการณ์ในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจเชิงลึกและทักษะที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน การจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-Based Learning: PhenoBL) ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการศึกษาแบบใหม่ที่ช่วยเชื่อมโยงความรู้จากหลายสาขาวิชาเข้ากับปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์จริงในโลก ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะที่สำคัญ เช่น การคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหาจากข้อมูลที่หลากหลาย และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการอภิปรายและตัดสินใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ความยั่งยืน และเทคโนโลยี (PISA 2025, 2024) เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่เน้นการเรียนรู้จากปรากฏการณ์จริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งนักเรียนจะได้สำรวจและวิเคราะห์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อเข้าใจเชิงลึกและพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา การใช้วิธีการนี้ในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับสถานการณ์จริง โดยเฉพาะในด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องการการรับรู้และการปฏิบัติอย่างมีความรับผิดชอบ (Jokinen and

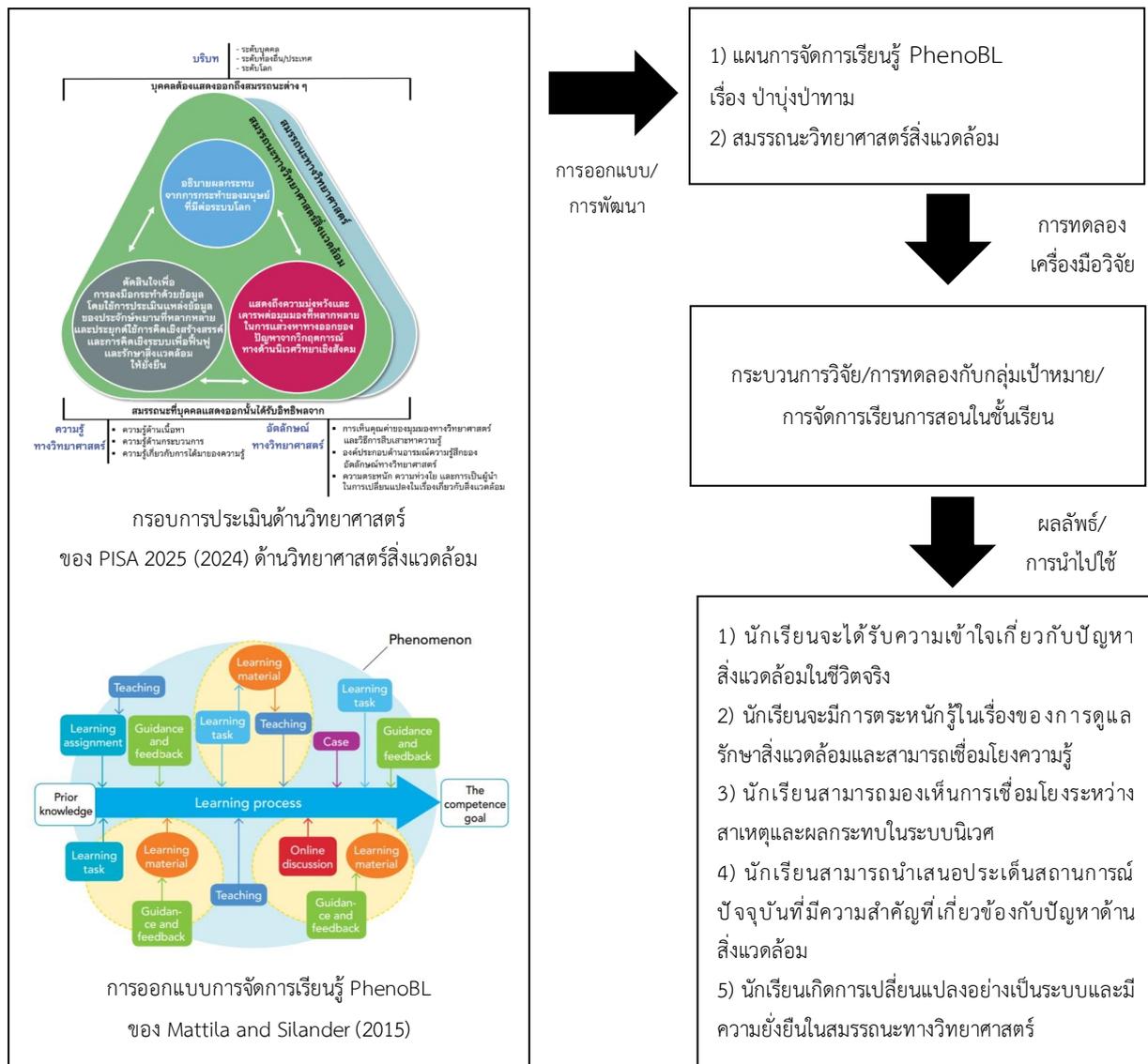
Rissanen, 2022) การใช้ PhenoBL ทำให้ในการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการตามสถานการณ์จริง

ดังนั้น การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ PhenoBL โดยเน้นกรณีศึกษาป่าบุงป่าทาม จึงเป็นแนวทางสำคัญในการเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสำคัญของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน พร้อมทั้งเตรียมความพร้อมในการเผชิญหน้ากับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ PhenoBL เรื่อง ป่าบุงป่าทาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษา ตามกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA 2025 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ PhenoBL เรื่อง ป่าบุงป่าทาม สามารถช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจเกี่ยวกับการรักษาสิ่งแวดล้อมและเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในการดูแลทรัพยากรธรรมชาติ นักเรียนจะสามารถพัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน การปฏิบัติที่ยั่งยืน และการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21
2. นักเรียนมัธยมศึกษาที่มีคะแนนสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ตามกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 80 คน โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ใช้วิธีคัดเลือกแบบการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น (Independent Variable) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (PhenoBL) และกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2025 (2024) ด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา และสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษา

3. เนื้อหาในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้พัฒนาจากหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา (Environmental Education) และเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม โดยเฉพาะสาระที่ 5 ภูมิศาสตร์ โดยเน้นการใช้แหล่งเรียนรู้ตามธรรมชาติในท้องถิ่นของผู้เรียนเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายซึ่งอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัว การวิจัยนี้ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน รวมเวลา 4 ชั่วโมง

4. ระยะเวลาในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้ PhenoBL เรื่อง ป่าบุงป่าทาม จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ (4 ชั่วโมง) ประกอบด้วย

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับป่าบุงป่าทาม
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ประโยชน์ของป่าบุงป่าทามต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การจัดการและการอนุรักษ์ป่าบุงป่าทาม
- 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 บทบาทของป่าบุงป่าทามในสังคมและวัฒนธรรม

5.2 แบบทดสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เรื่อง ป่าบุงป่าทาม โดยพัฒนาภายใต้สมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ตามกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025 มีประกอบด้วยคำถามแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ลักษณะแบบ 4 ตัวเลือก หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้สูตร (IOC) พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.58 - 0.87 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.15 - 0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.874

5.3 แบบประเมินผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อวัดคุณภาพและผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้โดยครอบคลุมทั้งด้านการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้เรียน

5.4 แบบสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความคิดเห็น ประสบการณ์ และผลกระทบของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน (PhenoBL) รวมถึงผลการพัฒนาสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1 ผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานจากศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ จากนั้นสัมภาษณ์เชิงลึกครูผู้สอนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษาและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในพื้นที่เป้าหมายเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้วิธีการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา สื่อการเรียนรู้และการรับรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาอย่างละเอียดเพื่อประเมินบริบทของพื้นที่เป้าหมาย

6.2 ออกแบบและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ป่าบุ่งป่าทาม 2) แบบทดสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และ 3) แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้

6.3 ดำเนินการทดลอง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 4 แผน รวม 4 ชั่วโมง จากนั้น เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 20 ข้อ และนำคะแนนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 โดยระหว่างทำการจัดการเรียนการสอนให้มีการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ในทุกแผน เกี่ยวกับการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

6.4 การตรวจสอบความเป็นไปได้จากการนำรูปแบบไปใช้ก่อนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ จากนั้นตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขผลการใช้ตามองค์ประกอบต่าง ๆ จากการนำไปใช้ทดลองจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณคะแนนจากแบบทดสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการสังเกตและแบบบันทึกหลังสอนมาวิเคราะห์ แล้วนำเสนอในรูปแบบข้อมูลเชิงพรรณนา

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน (PhenoBL) ของนักเรียนมัธยมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ PhenoBL เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสำรวจและแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในรูปแบบที่สร้างความสนใจและกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ ผ่านการเรียนรู้จากปรากฏการณ์ในโลกจริง เช่น ปัญหาการเสื่อมสภาพของป่าบุ่งป่าทาม และความสำคัญของการอนุรักษ์ธรรมชาติในพื้นที่ดังกล่าว โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการทดลองจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยตามความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 4.67 - 4.97 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยสามารถวิเคราะห์สาระสำคัญ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 หลักการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถวางแผนการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและตอบโจทย์การพัฒนาผู้เรียนในทุกด้าน เริ่มตั้งแต่กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (Learning Objectives) ในแต่ละบทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนควรรู้อะไร เข้าใจอะไร และทำอะไรได้ ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ตามหลักการ SMART (S – Specific : มีความเฉพาะเจาะจง, M – Measurable : วัดผลได้, A – Attainable : สามารถบรรลุได้, R – Relevant : สอดคล้องกับหลักสูตรและชีวิตจริง, T – Time-bound : มีกรอบเวลาที่เหมาะสม) วิเคราะห์ผู้เรียน (Learner Analysis) ออกแบบเนื้อหา (Content Design) ให้มีความเชื่อมโยงกับระดับความรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องกับชีวิตจริงหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนเผชิญ (Real-World Relevance) ตามหลักสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากนั้น

กำหนดกระบวนการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-Based Learning) มาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities) เนื่องจากมีความสอดคล้องกับบริบทการวิจัยที่เชื่อมโยงกับโลกจริง (Authenticity) รวมถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล การบูรณาการองค์ความรู้เพื่อสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และการปลูกฝังจิตสำนึกต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เน้นความยืดหยุ่น (Flexibility) กล่าวคือ แผนการสอนควรสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ และต้องมีการสะท้อนผล (Reflection) หลังการเรียนการสอนระหว่างผู้สอนและผู้เรียนเพื่อนำไปพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามหลักการในการออกแบบและพัฒนา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และการทำงานร่วมกัน โดยเน้นการเรียนรู้จากการศึกษาปัญหาจริงและสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทในโลกจริง โดยผู้วิจัยได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์ให้มีความหลากหลายในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ตามลักษณะดังตัวอย่าง ดังนี้

ตารางที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025

วัตถุประสงค์ด้านความรู้ (Knowledge Objectives)	
ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะและคุณสมบัติของป่าบุงป่าทาม	เข้าใจบทบาทและความสำคัญของป่าบุงป่าทามในระบบนิเวศ เช่น การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ การป้องกันการกัดเซาะของดิน และการช่วยรักษาระดับน้ำ
ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงผลกระทบจากการทำลายป่าบุงป่าทาม	เข้าใจถึงผลกระทบจากการบุกรุกป่าต่อระบบนิเวศและสังคม เช่น การลดลงของแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ การเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำในพื้นที่
วัตถุประสงค์ด้านทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking Skills Objectives)	
ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามและตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในป่าบุงป่าทาม	เช่น ตั้งคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศของป่าบุงป่าทาม และตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสาเหตุและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น
ผู้เรียนสามารถออกแบบและดำเนินการทดลองหรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	เช่น การเก็บข้อมูลในพื้นที่ป่าบุงป่าทามเพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ การวัดระดับน้ำหรือปริมาณน้ำ
ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และตีความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	การใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนามเพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการทำลายป่าไม้
วัตถุประสงค์ด้านการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ (Problem-Solving and Decision-Making Objectives)	
ผู้เรียนสามารถระบุและหาแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการทำลายป่าบุงป่าทาม	เช่น การเสนอวิธีการฟื้นฟูและอนุรักษ์พื้นที่ป่าบุงป่าทามโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การปลูกพืชที่เหมาะสมหรือการสร้างพื้นที่กันน้ำ
ผู้เรียนสามารถเสนอแนะแนวทางการอนุรักษ์ที่เหมาะสม	เสนอวิธีการป้องกันและฟื้นฟูป่าบุงป่าทามจากมุมมองที่ใช้ข้อมูลและหลักวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจ

วัตถุประสงค์ด้านการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking Objectives)	
ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ป่าบุงป่าทามในมุมมองที่เป็นระบบ	เช่น การเข้าใจการทำงานของระบบนิเวศในป่าบุงป่าทามและเชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบ เช่น พืช สัตว์ น้ำ ดิน
ผู้เรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างการทำลายป่าและผลกระทบที่ตามมาในด้านต่าง ๆ	เช่น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเกษตร การดำรงชีวิตของชุมชน การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
วัตถุประสงค์ด้านการทำงานร่วมกัน (Collaboration Objectives)	
ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันในกลุ่มเพื่อสำรวจและแก้ไขปัญหาทางสิ่งแวดล้อม	เช่น การทำงานเป็นกลุ่มในการออกแบบโครงการอนุรักษ์ป่าบุงป่าทามหรือการเก็บข้อมูลร่วมกันจากการสำรวจ
ผู้เรียนสามารถนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมต่อกลุ่ม	เช่น นำเสนอผลการศึกษาและแนวทางการอนุรักษ์ในรูปแบบที่สามารถทำให้ผู้อื่นเข้าใจและเห็นความสำคัญ

ตารางที่ 2 การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามลักษณะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

การอธิบายผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อระบบโลก
<ol style="list-style-type: none"> (1) ผู้เรียนสามารถอธิบายผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ต่อระบบนิเวศป่าบุงป่าทามได้อย่างเป็นระบบ เช่น การบุกรุกป่าเพื่อการเกษตร การสร้างเขื่อน หรือการทิ้งของเสียที่ส่งผลต่อระบบน้ำ (2) ผู้เรียนสามารถระบุความเชื่อมโยงระหว่างการเปลี่ยนแปลงในป่าบุงป่าทามกับระบบโลก เช่น การสูญเสียแหล่งกักเก็บน้ำและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับท้องถิ่นและระดับโลก
การตัดสินใจเพื่อการลงมือกระทำด้วยข้อมูล
<ol style="list-style-type: none"> (1) ผู้เรียนสามารถประเมินแหล่งข้อมูลจากประจักษ์พยานที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหการทำลายป่าบุงป่าทาม เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย ทศนคติของชุมชน หรือข้อมูลทางภูมิศาสตร์เพื่อนำมาใช้สนับสนุนการตัดสินใจ (2) ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงระบบในการออกแบบแนวทางการฟื้นฟูป่าบุงป่าทาม เช่น การใช้เทคโนโลยีทางสิ่งแวดล้อมเพื่อฟื้นฟูป่าหรือการจัดการน้ำ (3) ผู้เรียนสามารถนำเสนอแนวทางการอนุรักษ์ที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและยั่งยืน เช่น การร่วมมือระหว่างชุมชนและองค์กรเพื่อสร้างระบบการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
การแสดงถึงความมุ่งมั่นและเคารพต่อมุมมองที่หลากหลาย
<ol style="list-style-type: none"> (1) ผู้เรียนสามารถรับฟังและเข้าใจมุมมองที่หลากหลายเกี่ยวกับวิกฤตการณ์ทางนิเวศวิทยาในพื้นที่ป่าบุงป่าทาม เช่น การฟังความคิดเห็นจากชุมชนท้องถิ่น นักสิ่งแวดล้อม หรือภาคธุรกิจ (2) ผู้เรียนสามารถใช้ความหลากหลายของมุมมองในการร่วมกันออกแบบทางออกที่ยั่งยืน เช่น การนำข้อมูลจากหลายฝ่ายมาประกอบการตัดสินใจเพื่อสร้างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์ (3) ผู้เรียนสามารถแสดงความเคารพและความร่วมมือในกระบวนการอภิปรายและหาทางออกของปัญหา เช่น การทำงานกลุ่มเพื่อเสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงสังคมและสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบที่ 3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-Based Learning หรือ PhenoBL) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงปรากฏการณ์ในชีวิตจริงกับการสร้างความรู้และทักษะที่นำไปใช้ได้จริงในอนาคต โดยเฉพาะในบริบทของสิ่งแวดล้อมศึกษา แนวทางนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจความสำคัญของสิ่งแวดล้อม พัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา และตระหนักถึงบทบาทของตนเองในการอนุรักษ์ธรรมชาติ

กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบนี้ถูกออกแบบเป็น 4 ขั้นตอนสำคัญที่สอดคล้องกับหลักการและวัตถุประสงค์ของการศึกษามีตัวอย่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นตอนแรกของการเรียนรู้เริ่มต้นด้วยการนำเสนอปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงซึ่งเกี่ยวข้องกับป่าชุ่มน้ำ เช่น ปัญหาการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ การบุกรุกพื้นที่ป่าชุ่มน้ำ หรือผลกระทบจากน้ำท่วมในฤดูฝน การใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น วิดีโอ ภาพถ่าย หรือสถานการณ์จำลอง ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ตัวอย่างกิจกรรมในขั้นนี้ ได้แก่ การตั้งคำถามกระตุ้นความคิด เช่น “จะเกิดอะไรขึ้นหากป่าชุ่มน้ำถูกแทนที่ด้วยพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด?” เพื่อสร้างความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญของปัญหา ขั้นที่ 2 การสำรวจและวิเคราะห์ (Investigation and Analysis) ในขั้นนี้ ผู้เรียนจะได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับป่าชุ่มน้ำในเชิงลึก และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ ตัวอย่างกิจกรรมได้แก่ การสำรวจข้อมูลภาคสนามหรือใช้แผนที่ระบบนิเวศเพื่อวาดภาพความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น วัฏจักรน้ำ การดำรงชีวิตของสัตว์ในพื้นที่ และผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ การจัดอภิปรายกลุ่มเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อป่าชุ่มน้ำช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงระบบและการทำงานร่วมกัน ขั้นที่ 3 การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ (Problem Solving and Decision Making) หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ผู้เรียนจะนำข้อมูลมาใช้สร้างทางเลือกและเสนอแนวทางแก้ไขปัญห ตัวอย่างเช่น การระดมสมองร่วมกันเพื่อคิดค้นวิธีการฟื้นฟูพื้นที่ป่าชุ่มน้ำ การออกแบบแผนจัดการทรัพยากร หรือการปลูกพืชท้องถิ่นที่เหมาะสมในพื้นที่ชุ่มน้ำ การนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาในรูปแบบที่สร้างสรรค์ เช่น โมเดลจำลองหรืออินโฟกราฟิก ช่วยส่งเสริมการคิดเชิงสร้างสรรค์และความสามารถในการตัดสินใจ ขั้นที่ 4 การสรุปและสะท้อนผล (Reflection and Presentation) ขั้นตอนสุดท้ายเน้นการสะท้อนผลการเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถเขียนบันทึกสะท้อนความรู้สึกเกี่ยวกับบทเรียนที่ได้รับ เช่น ความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ บทบาทของตนเองในระบบนิเวศ และการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ การจัดนิทรรศการหรือการนำเสนอผลงาน เช่น วิดีโอหรือโปสเตอร์ ยังช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารและการทำงานเป็นทีม ซึ่งขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ PhenoBL ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังปลูกฝังจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม และความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์และธรรมชาติ ในท้ายที่สุด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาในรูปแบบปรากฏการณ์เป็นฐานนี้ ไม่เพียงแต่ช่วยสร้างความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับระบบนิเวศและปัญหาสิ่งแวดล้อม แต่ยังปลูกฝังจิตสำนึกที่ยั่งยืนและเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเผชิญกับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมในศตวรรษที่ 21 อย่างมั่นใจและมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบที่ 4 การวัดและประเมินผลแผนการจัดการเรียนรู้ การประเมินผลไม่ควรจำกัดเฉพาะการสอบ แต่ควรใช้การประเมินที่หลากหลาย เช่น 1) การประเมินระหว่างเรียน: การสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน ระหว่างทำกิจกรรม การถามตอบเพื่อวัดความเข้าใจในเนื้อหา 2) การประเมินผลสัมฤทธิ์: การประเมินโครงการอนุรักษ์ที่ผู้เรียนออกแบบหรือการทดสอบความรู้ในเรื่องป่าชุ่มน้ำ และ 3) การประเมินทักษะการทำงานร่วมกัน: การประเมินการทำงานเป็นกลุ่มและการนำเสนอแผนการอนุรักษ์ เป็นต้น โดยเฉพาะการประเมินสมรรถนะ (Competency Assessment) จะช่วยวัดว่าผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์จริงได้หรือไม่ ซึ่งการประเมินสมรรถนะสามารถทำได้โดยการประเมินจากการนำเสนอผลงาน หรือการอภิปรายผลการศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น หรือการประเมินจากการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น การเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ หรือการแก้ไขปัญหาการทำลายป่าชุ่มน้ำ

องค์ประกอบที่ 5 ผลลัพธ์เชิงคุณภาพต่อผู้เรียน ผู้เรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นที่สะท้อนถึงผลกระทบต่อมุมมองการเรียนรู้ และแรงบันดาลใจของตนเอง ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้

ประเด็นสำคัญ	ตัวอย่างประโยค
ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของป่าบุงป่าทาม	<p>1.1 ผู้เรียนมองว่าเนื้อหาทำให้เข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างป่าบุงป่าทามกับระบบนิเวศ เช่น การเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่ช่วยกักเก็บน้ำ บรรเทาน้ำท่วม และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต</p> <p>1.2 ผู้เรียนรู้สึกว่าการนี้ทำให้มองเห็นความสำคัญของการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ไม่เพียงเพราะเป็นเรื่องของสิ่งแวดล้อม แต่ยังส่งผลต่อชุมชนและวิถีชีวิตมนุษย์</p>
ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน	<p>2.1 ผู้เรียนชื่นชอบวิธีการเรียนรู้ที่ทำให้เข้าใจปัญหาจริง เช่น การใช้กรณีศึกษาหรือข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ ตัวอย่างความคิดเห็น “มันทำให้เรารู้ว่าเรื่องที่เรารเรียนมีผลต่อโลกจริง ๆ และเราก็มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาได้”</p> <p>2.2 ผู้เรียนมองว่าการเรียนด้วยการตั้งคำถาม วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบโครงการเป็นกระบวนการที่ท้าทายและกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ ตัวอย่างความคิดเห็น เช่น “การเรียนแบบนี้สนุกกว่าฟังครูสอน เราได้ลองคิดเองและทำจริง”</p>
ความคิดเห็นเกี่ยวกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	<p>3.1 ผู้เรียนรู้สึกว่าการประเมินข้อมูลที่หลากหลาย เช่น งานวิจัยหรือมุมมองจากชุมชน ทำให้พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) ตัวอย่างความคิดเห็น “ได้เรียนรู้วิธีคิดเชิงเหตุผล เช่น การหาหลักฐานสนับสนุนความคิดของตนเอง”</p> <p>3.2 ผู้เรียนระบุว่ากิจกรรมนี้ช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างระบบนิเวศและการกระทำของมนุษย์ ตัวอย่างความคิดเห็น เช่น “ทำให้เห็นภาพว่า การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ได้ง่าย แต่ต้องเริ่มที่การวางแผนและทำร่วมกัน”</p>
ความคิดเห็นเกี่ยวกับมุมมองทางสังคมและสิ่งแวดล้อม	<p>4.1 ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะฟังและเข้าใจความคิดเห็นจากกลุ่มต่าง ๆ ตัวอย่างความคิดเห็น เช่น “การได้ฟังเรื่องจริงจากคนในพื้นที่ทำให้เข้าใจปัญหาและคิดแนวทางที่เหมาะสมได้ดีขึ้น”</p> <p>4.2 ผู้เรียนรู้สึกว่าการเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้กระตุ้นให้เกิดแรงบันดาลใจในการมีส่วนร่วมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ตัวอย่างความคิดเห็น เช่น “ถ้าทุกคนช่วยกัน จะสามารถเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ได้จริง”</p>
ความคิดเห็นต่อกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025	<p>5.1 ผู้เรียนระบุว่าการเรียนรู้ลักษณะนี้ช่วยเตรียมตัวให้เข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลก อย่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตัวอย่างความคิดเห็น เช่น “ได้เห็นถึงปัญหาที่ใหญ่ขึ้น ไม่ใช่แค่เรื่องในท้องถิ่นเท่านั้น”</p> <p>5.2 ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของตนเองในการช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและคิดถึงผลกระทบที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ต่อระบบโลก ตัวอย่างความคิดเห็น เช่น “ได้เข้าใจว่าทุกอย่างที่เราทำอาจส่งผลกระทบต่อใหญ่ได้ถ้าเราไม่ใส่ใจ” จากความคิดเห็นข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่า ผู้เรียนตระหนักถึงบทบาทของตนเองในฐานะผู้มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และความเป็นชุมชนโลกมากยิ่งขึ้น</p>

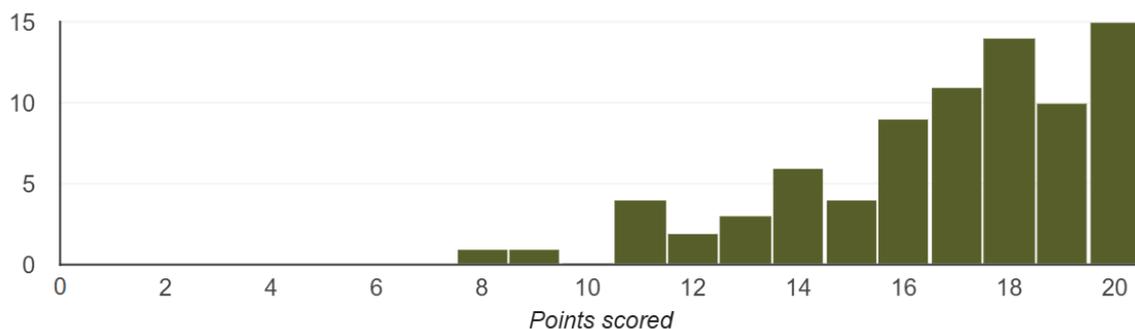
2. ผลการพัฒนาสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ตามกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

จำนวนนักเรียน	ผ่านเกณฑ์		ไม่ผ่านเกณฑ์		คะแนนสอบ			\bar{x}	SD	ร้อยละ
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด			
80	69	87.25	11	12.75	20	20	8	16.76	2.87	83.80

จากตารางที่ 4 พบว่า จากการกำหนดให้นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยนักเรียนจำนวน 80 คน มีผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 87.25 นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 12.75 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 16.76 คิดเป็นร้อยละ 83.80 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยแสดงภาพการกระจายตัวของคะแนนทั้งหมด ตามภาพที่ 2

Total points distribution



ภาพที่ 1 การกระจายตัวของผลการทดสอบสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำแนกรายข้อ)

ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (จำแนกรายแผนการเรียนรู้)								
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับป่าชุ่มน้ำ								
ประเด็นของคำถาม	ตอบถูก (คน)	ร้อยละ	ตอบผิด (คน)	ร้อยละ	\bar{x} (รายข้อ)	SD (รายข้อ)	\bar{x} (รวม)	SD (รวม)
1) ป่าชุ่มน้ำพบได้ในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังเป็นประจำทุกปี	74	92.50	6	7.50	0.93	0.27	0.70	0.35
2) ป่าชุ่มน้ำเป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง	76	95.00	4	5.00	0.95	0.22		
3) ป่าชุ่มน้ำมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บน้ำในฤดูแล้ง	72	90.00	8	10.00	0.90	0.30		

ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (จำแนกรายแผนการเรียนรู้)

4) ป่าบุงป่าทามไม่สามารถช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้	55	68.80	25	31.20	0.31	0.47		
5) ป่าบุงป่าทามเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการทำการเกษตรแบบเข้มข้น	46	57.50	34	42.50	0.43	0.50		

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ประโยชน์ของป่าบุงป่าทามต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

6) ป่าบุงป่าทามช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในลำน้ำที่ไหลผ่าน	73	91.30	7	8.70	0.91	0.28	0.80	0.31
7) ป่าบุงป่าทามมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและนกน้ำ	77	96.30	3	3.70	0.96	0.19		
8) การอนุรักษ์ป่าบุงป่าทามสามารถช่วยสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ได้	75	93.80	5	6.20	0.94	0.24		
9) ป่าบุงป่าทามไม่มีส่วนช่วยลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมในพื้นที่ชุมชน	26	32.5	54	67.5	0.33	0.47		
10) การจัดการป่าบุงป่าทามแบบยั่งยืนสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชนในท้องถิ่น	69	86.3	11	13.7	0.86	0.35		

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การจัดการและการอนุรักษ์ป่าบุงป่าทาม

11) การตัดไม้ทำลายป่าบุงป่าทามจะส่งผลกระทบต่อการกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศ	69	86.30	11	13.70	0.86	0.35	0.74	0.39
12) การฟื้นฟูป่าบุงป่าทามจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากชุมชนในพื้นที่	73	91.30	7	8.70	0.91	0.29		
13) การปลูกพืชเชิงเดี่ยวในพื้นที่ป่าบุงป่าทามไม่ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ	54	67.50	26	32.50	0.33	0.47		
14) การสร้างเขื่อนในพื้นที่ป่าบุงป่าทามจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในระยะยาว	74	92.50	6	7.50	0.80	0.40		

ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (จำแนกรายแผนการเรียนรู้)								
15) ป่าบุ่งป่าทามเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีศักยภาพในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	62	77.50	18	22.50	0.78	0.42		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 บทบาทของป่าบุ่งป่าทามในสังคมและวัฒนธรรม								
16) ป่าบุ่งป่าทามไม่มีความสำคัญในด้านวัฒนธรรมและประเพณีของชุมชนท้องถิ่น	58	72.50	22	27.50	0.29	0.46		
17) ชุมชนท้องถิ่นสามารถใช้ประโยชน์จากป่าบุ่งป่าทามโดยไม่ทำลายสมดุลทางนิเวศ	71	88.80	9	11.20	0.89	0.32		
18) การส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับป่าบุ่งป่าทามในโรงเรียนเป็นแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์	79	98.80	1	1.20	0.99	0.11	0.78	0.31
19) การใช้ทรัพยากรจากป่าบุ่งป่าทามอย่างรู้คุณค่าช่วยสร้างความมั่นคงทางอาหาร	66	82.50	14	17.50	0.83	0.38		
20) ป่าบุ่งป่าทามมีศักยภาพในการเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับเยาวชน	74	92.50	6	7.50	0.93	0.27		
ภาพรวม							16.76	2.87

จากตารางที่ 5 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำถามถูกมากที่สุด คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ประโยชน์ของป่าบุ่งป่าทามต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน เท่ากับ 0.80 (ร้อยละ 80.00) รองลงมา คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 บทบาทของป่าบุ่งป่าทามในสังคมและวัฒนธรรม เท่ากับ 0.78 (คิดเป็นร้อยละ 78.00) หากพิจารณารายชื่อพบว่าคำถามข้อที่ 18 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 0.99 (คิดเป็นร้อยละ 98.80) รองลงมา คือ ข้อที่ 7 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เท่ากับ 0.96 (คิดเป็นร้อยละ 96.30) โดยความเชื่อมโยงของแบบทดสอบทั้ง 20 ข้อ มีความเชื่อมโยงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ดังนี้ 1) ด้านการอธิบายผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อระบบนิเวศ ได้แก่ ข้อ 4, 9, 11, 13, 14 คำถามเหล่านี้เน้นการชี้ให้เห็นผลกระทบของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การสร้างเขื่อน หรือการทำเกษตรกรรมเชิงเดี่ยว ที่ส่งผลกระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ 2) ด้านการตัดสินใจเพื่อการลงมือปฏิบัติด้วยข้อมูล โดยใช้แหล่งข้อมูลที่หลากหลายและการประเมินความน่าเชื่อถือ ได้แก่ ข้อ 1, 6, 8, 12, 17, 19 คำถามเหล่านี้เกี่ยวกับการตัดสินใจที่พิจารณาข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การฟื้นฟู การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการสร้างสมดุลระหว่างการใช้ทรัพยากรและการอนุรักษ์ และ 3) การให้ความสำคัญและเคารพต่อมุมมองที่หลากหลายในการแก้ปัญหาวิกฤตการณ์เชิงนิเวศวิทยา ได้แก่ ข้อ 2, 3, 7, 10, 15, 16, 18, 20 คำถามในกลุ่มนี้เน้นความสำคัญของการมองป่าบุ่งป่าทามจากหลายมิติ เช่น ด้านเศรษฐกิจ การศึกษา ความหลากหลายทางชีวภาพ และมิติทางวัฒนธรรม เพื่อให้เกิดการจัดการที่ยั่งยืนและตอบสนองต่อประโยชน์ของชุมชนและสิ่งแวดล้อม

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ PhenoBL เรื่อง ป่าบุงป่าทาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตามองค์ประกอบ การจัดการเรียนรู้ 5 องค์ประกอบ มีความสำคัญต่อการออกแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ และการสร้างผลกระทบ เชิงบวกต่อผู้เรียนในหลากหลายมิติ สามารถสรุปผลได้ดังนี้ 1) ความสำเร็จในการพัฒนาแผนการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้ช่วยให้ ผู้เรียนเข้าใจถึงบทบาทของป่าบุงป่าทาม ในฐานะพื้นที่ชุ่มน้ำที่สำคัญ เช่น การรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ การจัดการน้ำ ท่วม และการสนับสนุนความหลากหลายทางชีวภาพ มีการผสมผสานเนื้อหาจากวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา สังคมศึกษาและ เศรษฐศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชาและการแก้ไขปัญหาในภาพรวม และมีกิจกรรมที่ เน้นการลงมือปฏิบัติ เช่น การทดลองจำลองระบบนิเวศ การวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งแวดล้อม และการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหา 2) ผลลัพธ์เชิงคุณภาพต่อผู้เรียน ได้แก่ 2.1 ด้านองค์ความรู้ (Knowledge) ผู้เรียนสามารถอธิบายความสำคัญของป่าบุงป่า ทาม และเชื่อมโยงปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ 2.2 ด้านทักษะ (Skills) ผู้เรียนสามารถประเมินสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในป่าบุงป่า ทาม และออกแบบแนวทางแก้ไขอย่างสร้างสรรค์ มีการทำงานกลุ่มและการสื่อสารความคิดเห็นในทีม เกิดทักษะในการค้นหา วิเคราะห์ และประยุกต์ข้อมูลจากหลากหลายแหล่งเพื่อตัดสินใจอย่างมีเหตุผล 2.3 ด้านเจตคติ (Attitude) ผู้เรียนมีความเข้าใจ และเห็นคุณค่าของการอนุรักษ์ป่าบุงป่าทาม รวมถึงเปิดใจรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น สุดท้ายคือ 3) ความสำเร็จในการ ออกแบบการสอนตามแนวทางปรากฏการณ์เป็นฐานเน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ตั้งแต่การตั้งคำถาม การค้นคว้า ไปจนถึงการสรุปผลและนำเสนอ ผู้เรียนได้รับโอกาสในการวิเคราะห์ปัญหาเชิงลึกและเสนอแนวทางที่คำนึงถึงผลกระทบใน ระดับกว้าง สอดคล้องกับผลงานวิชาการเรื่อง การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของ ภาคภูมิ นิยมบุญ และกรรณก เลิศเดชาภัทร (2567) ที่ได้นำเสนอมุมมอง การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม 4 มุมมอง ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียนในทุกด้าน และให้ความสำคัญ กับปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่นเพื่อสร้างการเชื่อมโยงที่มีความหมายกับชีวิตจริง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเป็น ศูนย์กลางของกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการผสมผสานความ ร่วมมือกับผู้อื่นเพื่อเอื้อต่อการบรรลุผลลัพธ์ในการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อม และการวัดและประเมินผลสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ผ่านการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่นเดียวกับ Jokinen and Rissanen (2022) การศึกษาการใช้การเรียนรู้แบบปรากฏการณ์ (Phenomenon-Based Learning หรือ PhenoBL) งานวิจัยนี้เน้นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วย PhenoBL ในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยมี การศึกษาผลลัพธ์ในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อนในโลก จริง ส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการคิดเชิงระบบ นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการผนวกแนวคิดความยั่งยืนและความเป็นพลเมืองโลกเข้าในระบบการศึกษาเพื่อเตรียมพร้อมนักเรียนสำหรับความท้าทายใน อนาคต และการศึกษาของ Koskinen and Niemi (2021) เน้นการใช้การเรียนรู้แบบปรากฏการณ์ (PhenoBL) เพื่อเพิ่มความ มีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม งานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบ PhenoBL ช่วยลดข้อจำกัดของ การเรียนรู้แบบดั้งเดิมโดยส่งเสริมความเข้าใจข้ามสาขาวิชา ทักษะการทำงานร่วมกัน การแก้ปัญหา และการคิดเชิงระบบ ทั้งนี้ ยังสนับสนุนเป้าหมายการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยเชื่อมโยงปัญหาความยั่งยืนและความท้าทายในโลกจริงเข้ากับ กระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียน นอกจากนี้ยังพบว่า Adipat et al. (2019) ได้เสนอว่า กระบวนการเรียนการสอน รวมถึง PhenoBL ร่วมกับวิธีการสอนอื่น ๆ เช่น ใช้ปัญหาเป็นฐาน, การสอนภาษาโดยใช้ภารกิจ และแบบสอบถาม เป็นสิ่งสำคัญใน การส่งเสริมการสอนที่มุ่งเน้นผู้เรียน สะท้อนให้เห็นถึงสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงไปสู่การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและมีความกระตือรือร้นมากขึ้น

2. ผลการพัฒนาสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ตามกรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025 ร่วมกับการ จัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.76 คิดเป็นร้อยละ 83.80 สูงกว่าเกณฑ์ที่ กำหนดไว้ แสดงถึงความสำเร็จที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติที่สอดคล้องกับเป้าหมายของ

การเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องมาจากองค์ประกอบการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบขั้นตอน จนเกิดผลลัพธ์ตามจุดประสงค์ ประกอบด้วย 1) ความสำเร็จด้านองค์ความรู้ (Knowledge Development) พบว่า 1.1 ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับป่าบุงป่าทาม เช่น บทบาทในการควบคุมระบบน้ำ ความสำคัญในฐานะแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ 1.2 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ ผ่านมุมมองวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่หลากหลาย 2) การพัฒนาทักษะ (Skill Development) ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาให้เกิดการเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง (Agency) อย่างเป็นระบบและมีความยั่งยืน เช่น การคิดวิเคราะห์เชิงระบบ (System Thinking) การประเมินข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลาย การออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาที่สร้างสรรค์ การตัดสินใจด้วยข้อมูล (Data-Driven Decision Making) โดยพิจารณาข้อมูลที่ได้รับอย่างรอบคอบ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 3) การพัฒนาเจตคติและคุณลักษณะ (Attitude and Disposition Development) พบว่า ผู้เรียนแสดงถึงความมุ่งมั่นในการรักษาและฟื้นฟูระบบนิเวศ โดยแสดงความเข้าใจถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมในระดับบุคคลและสังคม มีการรับฟังความคิดเห็นจากชุมชนผ่านสื่อการเรียนรู้และปรับใช้แนวคิดในการแก้ไขปัญหาที่คำนึงถึงความหลากหลายทางวัฒนธรรมและสังคม รวมถึงแรงบันดาลใจในการลงมือทำ 4) ผลสัมฤทธิ์เชิงตัวชี้วัด (Key Performance Indicators - KPIs) พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถทำคะแนนได้สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 70) ในการวิเคราะห์สถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน สามารถตอบคำถามที่เน้นการคิดวิเคราะห์และแสดงความเข้าใจเชิงลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงแสดงความเข้าใจในระบบนิเวศที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้เป็นอย่างดี และ 5) การสะท้อนผลกระทบบต่อผู้เรียน (Impact on Learners) ผู้เรียนตระหนักถึงผลกระทบของการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อระบบนิเวศ และความสำคัญของการรักษาสมดุลในระบบโลก การจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถาม ค้นคว้า และพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงผู้เรียนเข้าใจบทบาทของตนในฐานะพลเมืองที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของสิริวิมล ยืนสี (2567) ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานควรใช้ประเด็นจากสถานการณ์และประเด็นปัญหาในชีวิตจริงและเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับรู้ถึงแหล่งที่มาของหลักฐานและประเด็นปัญหาได้ โดยใช้การประเมินแหล่งข้อมูลของประจักษ์พยานที่หลากหลายและการประยุกต์ใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงระบบเพื่อฟื้นฟูและรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน คิดเป็นร้อยละ 70.00 รองลงมา คือ การแสดงถึงความมุ่งมั่นและเคารพต่อมุมมองที่หลากหลายในการแสวงหาทางออกของปัญหาจากวิกฤตการณ์ทางด้านนิเวศวิทยาเชิงสังคม คิดเป็นร้อยละ 53.81 และการอธิบายผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อระบบโลก คิดเป็นร้อยละ 50.47 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Kauertz et al. (2010) ได้นำเสนอเครื่องมือประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยแบ่งสมรรถนะเป็นระดับ เช่น การให้คุณค่าและการวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม โมเดลนี้สนับสนุนการตัดสินใจอย่างมีข้อมูลในบริบทที่ยั่งยืน โดยมีการจัดระดับสมรรถนะตั้งแต่การใช้เหตุผลเชิงสัญชาตญาณไปจนถึงการประเมินอย่างซับซ้อนและการสะท้อนคิด และองค์การ OECD (2023) ได้พัฒนา Environmental Sustainability Competence Framework ซึ่งประเมินสมรรถนะในมิติที่ครอบคลุม เช่น การแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกัน นักเรียนที่มีทักษะสูงสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับบริบทในชีวิตประจำวัน และตัดสินใจอย่างเหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงการศึกษาของ Koskinen and Niemi (2021) มุ่งเน้นบทบาทของการเรียนรู้แบบ PhenoBL ในการส่งเสริมการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยได้สำรวจวิธีที่ PhenoBL ช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริง โดยเน้นที่การพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการคิดเชิงระบบ การวิจัยชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ PhenoBL ในการเสริมสร้างความสามารถของนักเรียนในการมีส่วนร่วมกับหัวข้อสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ช่วยสนับสนุนการมีส่วนร่วม การทำงานร่วมกัน และการสะท้อนความคิดเห็น ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการรับมือกับความ

ท้าทายด้านความยั่งยืนในอนาคต นอกจากนี้ยังมองเห็นถึงความสามารถของวิธีนี้ในการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนสำหรับการเป็นพลเมืองโลกในอนาคต

ข้อค้นพบจากงานวิจัยนี้มีส่วนสำคัญในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ PhenoBL ซึ่งเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริบทของท้องถิ่นอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการนำกรณีศึกษาป่าบุงป่าทามมาเป็นฐานในการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาในด้านการคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล พร้อมทั้งสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม การวิจัยยังชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของ PhenoBL ในการบูรณาการเข้ากับหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาในระดับชาติ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมเผชิญหน้ากับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมในอนาคตอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้อยู่ที่การเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งจำกัดเฉพาะนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ผลการวิจัยอาจไม่สามารถสรุปเป็นภาพรวมในบริบทของภูมิภาคอื่นได้ นอกจากนี้ การประเมินผลในระยะสั้นเน้นที่ผลลัพธ์เชิงความรู้และสมรรถนะในช่วงเวลาที่กำหนดเท่านั้น จึงไม่สามารถประเมินผลกระทบในระยะยาวต่อพฤติกรรมหรือความคงทนของการเรียนรู้ได้ (Retention) ดังนั้น การศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มผู้เรียนที่หลากหลายและการติดตามผลในระยะยาวจึงมีความจำเป็นสำหรับการพัฒนาและขยายผลในอนาคต

องค์ความรู้ใหม่

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PhenoBL (Phenomenon-Based Learning) เพื่อเสริมสร้างการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (environmental literacy) และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (environmental scientific competencies) ของนักเรียน โดยเลือกใช้บริบทของ ป่าบุงป่าทาม ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำสำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นกรณีศึกษา การเรียนรู้แบบ PhenoBL มีจุดเด่นในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับปรากฏการณ์ในชีวิตจริง โดยเน้นการบูรณาการความรู้หลายสาขาเพื่อแก้ปัญหาและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ สามารถสรุปองค์ความรู้ได้ดังนี้

1. บทบาทของ PhenoBL ในการพัฒนาการเรียนรู้เชิงระบบ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า แผนการเรียนรู้แบบ PhenoBL มีศักยภาพสูงในการเสริมสร้างการคิดเชิงระบบ (system thinking) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับการทำความเข้าใจระบบนิเวศที่ซับซ้อน เช่น ป่าบุงป่าทาม นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ เช่น วัฏจักรน้ำ ดิน พืช สัตว์ และผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ กระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เผชิญในแผนการนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (environmental problem-solving skills) ผ่านการตั้งคำถาม วิเคราะห์ปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ไขในเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (rational decision-making) ได้รับการพัฒนาจากการที่นักเรียนต้องพิจารณาข้อมูลและหลักฐานในกระบวนการเรียนรู้

2. การส่งเสริมจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมและทักษะในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้แบบ PhenoBL ยังช่วยปลูกฝังจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม (environmental awareness) ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของความรับผิดชอบต่อธรรมชาติและสังคม นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของป่าบุงป่าทามในฐานะทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก นอกจากนี้ แผนการเรียนรู้ดังกล่าวยังสนับสนุนการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การทำงานเป็นทีม (collaboration) การสื่อสาร (communication) การคิดเชิงสร้างสรรค์ (creative thinking) และการคิดเชิงวิพากษ์ (critical thinking) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเผชิญหน้ากับความท้าทายในอนาคตได้อย่างมั่นใจ

3. ความสำคัญของการบูรณาการบริบทท้องถิ่นในกระบวนการเรียนรู้ บริบทของป่าบุงป่าทามซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญเชิงระบบนิเวศถูกนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาเพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความเป็นจริงในชีวิตของนักเรียน การใช้บริบทท้องถิ่นทำให้อุณหภูมิการเรียนรู้มีความน่าสนใจและจับต้องได้ โดยนักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ของตนเอง รวมถึงพัฒนาทักษะที่สามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาในระดับชุมชนและประเทศได้

4. การพัฒนาครูและการปรับใช้ในหลักสูตรระดับชาติ การวิจัยยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการพัฒนาครูให้มีความพร้อมทั้งด้านความรู้และทักษะในการจัดการเรียนรู้แบบ PhenoBL ครูจำเป็นต้องมีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับปรากฏการณ์ในชีวิตจริง และต้องตอบสนองต่อความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมในยุคปัจจุบันและอนาคต นอกจากนี้ แผนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นควรถูกบูรณาการเข้าสู่หลักสูตรระดับชาติ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นระบบและยั่งยืน

การวิจัยนี้เป็นการเปิดมิติใหม่ของการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยแสดงให้เห็นว่า PhenoBL สามารถเสริมสร้างการเรียนรู้แบบองค์รวม (holistic learning) และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อยอดในด้านต่าง ๆ เช่น การประยุกต์ใช้ PhenoBL ในบริบทระบบนิเวศอื่น ๆ การประเมินผลลัพธ์ในระยะยาวของแผนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และการออกแบบหลักสูตรที่ตอบสนองต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลก โดยสรุปแล้ว งานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างของความสำเร็จในการบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับบริบทท้องถิ่น พร้อมทั้งสนับสนุนการสร้างพลเมืองที่มีจิตสำนึกและทักษะที่จำเป็นสำหรับการเผชิญหน้ากับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมในศตวรรษที่ 21 อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

1.1 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดึงดูดความสนใจและท้าทายผู้เรียน ควรมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง เช่น การทำงานภาคสนามในพื้นที่ป่าบุงป่าทาม การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ระบบนิเวศในสถานที่จริง หรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบและการแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม

1.2 การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ครูผู้สอนควรออกแบบแผนการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่นและสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ รวมถึงรองรับความหลากหลายของผู้เรียน เช่น การใช้สื่อและกิจกรรมที่ปรับให้เหมาะสมกับความสามารถ ความสนใจ และลักษณะเฉพาะของผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การใช้หลักการของแผนการเรียนรู้ PhenoBL ในการออกแบบการเรียนรู้หัวข้ออื่น เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือปัญหามลพิษและจัดทำสื่อที่เป็นสื่อสื่อปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบ (Interactive) เช่น เกมเพื่อการเรียนรู้ แอปพลิเคชัน หรือสื่อมัลติมีเดีย เพื่อเพิ่มความน่าสนใจและกระตุ้นการเรียนรู้

2.2 การใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรือในระดับประถมศึกษา โดยปรับเนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสมกับช่วงวัย รวมถึงจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับวิชาต่าง ๆ เช่น ชีววิทยา ภูมิศาสตร์ หรือพลศึกษา เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์เชิงบูรณาการระหว่างศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ ธรรมพานิชวงศ์, กฤษณ์เลิศ สัมพันธ์รักษ์, และสวิสา พงษ์เพชร. (2567). *การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับเศรษฐกิจ*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยเศรษฐกิจ ป๋วย อึ๊งภากรณ์.

ชินกร พิมพิลา, ธนภูมิ ดีพรม, วีระยุทธ อ่อนสุระทุม, วุฒิชัย ฤทธิรงค์, อรอนงค์ แจ่มพิศ, จินตระวี บุตรระ, ภูวนัย มงคุณ, ณัฐพัฒน์ ทะสุนโม, ชลดา เส็งนา, และศุภกร รัตนจันทร์. (2564). *การศึกษาวิถีชีวิตและความหลากหลายทางชีวภาพของป่าบุงป่าทามในลำน้ำสงคราม บ้านนาสิบลว ต.หนองแปน อ.เจริญศิลป์ จ.สกลนคร*. โรงเรียนบ้านนาสิบลว สำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาสกลนคร.

- ภาคภูมิ เนียมบุญ และกรรณก เลิศเดชาภัทร. (2567). การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 15(1), 133-151.
- สิริวิมล ยืนสี. (2567). การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนครพนม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนครพนม.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). *รายงานสถานการณ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประจำปี 2565*. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- Adipat, S. (2024) Transcending traditional paradigms: the multifaceted realm of phenomenon-based learning. *Front. Educ.* <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/educ.2024.1346403/full>
- Jokinen, P., & Rissanen, M. (2022). Phenomenon-Based Learning: Developing 21st century skills in environmental science education. *Education for Sustainable Development*, 13(2), 85-102.
- Kauertz, A., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E., & Walpuski, M. (2010). *Evaluation of the Standards of Science Education for Lower Secondary Schools (ESNaS)*. In German National Standards in Science Education.
- Koskinen, P., & Niemi, H. (2021). Integrating phenomenon-based learning into environmental education for sustainable development. *Journal of Environmental Education*, 42(3), 299-310.
- Mattila, P., & Silander, P. (2015). *How to create the school of the future: Revolutionary thinking and design from Finland*. Oulu: Multiversum.
- OECD. (2023). *Environmental Sustainability Competence Framework*. OECD Publications. <https://www.oecd.org/>
- PISA 2025. (2024). *SCIENCE FRAMEWORK*. <https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/>.