วารสารอิเล็กทรอนิกส์
ทางการศึกษา

OJED, Vol. 20, No. 1, 2025. Article ID: OJED-20-01-008
Article Info: Received 5 April, 2025; Revised 8 June, 2025; Accepted 9 June, 2025

OJED
An Online Journal
of Education
www.tci-thaijo.org/index.php/OJED

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Effects of Model-Based Learning Activities on Environmental Problem-Solving Ability of Upper Secondary Students

ภาคภูมิ เนียมบุญ[1] และ กรกนก เลิศเดชาภัทร[2]**

Phakphoom Neamboon[1] and Kornkanok Lertdechapat[2]**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทั้งในภาพรวมและตามองค์ประกอบ ตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในภาพรวม นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมตามองค์ประกอบ ได้แก่ การระบุปัญหาสิ่งแวดล้อม การกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม การประเมินแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม การเสนอแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม และการนำแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมไปประยุกต์ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลังเรียนในทุกองค์ประกอบ โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม, ปัญหาสิ่งแวดล้อม, นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

[1] นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : 6580120027@student.chula.ac.th
Master student in Division of Curriculum and Instruction, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University. Email: 6580120027@student.chula.ac.th

[2] อาจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : Kornkanok.L@chula.ac.th
Lecturer (Ph.D.) in Division of Curriculum and Instruction, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University. Email: Kornkanok.L@chula.ac.th

** *Corresponding Author*

Abstract

The purpose of this study was to compare the environmental problem-solving ability of students before and after learning through model-based learning activities, both in overall terms and classified by component. The sample consisted of 38 11th-grade students, selected using simple random sampling. The research instruments consisted of model-based lesson plans and an environmental problem-solving ability test. The collected quantitative data were analyzed using arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, and *t*-test for dependent samples, and qualitative data were analyzed using content analysis. The research results were summarized as follows: 1) When considering the overall environmental problem-solving ability, the students' average environmental problem-solving ability score after learning was higher than before learning at the .05 level of significance, and 2) When classifying the environmental problem-solving ability into components, including identifying environmental problems, formulating solutions to environmental problems, assessing solutions to environmental problems, proposing appropriate actions to solve environmental problems, and applying environmental problem-solving approach, the students' average environmental problem-solving ability scores after learning were higher in all aspects than before learning at the .05 level of significance.

Keywords: model-based learning activities, environmental problem-solving ability, environmental problem, upper secondary students

บทนำ

ผลกระทบจากการดำรงชีวิตของมนุษย์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบชีวภาค อุทกภาค ธรณีภาค และอากาศภาค ผลกระทบดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการปฏิวัติอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 18 ปัจจุบันโลกได้เข้าสู่ยุคแอนโทรโพซีน (Anthropocene) ซึ่งเป็นยุคที่กิจกรรมของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (White et al., 2023) ซึ่งส่งผลกระทบย้อนกลับมาสู่การดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบันจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาอย่างจริงจัง และไม่ได้มีขอบเขตอยู่เพียงในระดับประเทศหรือภูมิภาค แต่เป็นหนึ่งในประเด็นหลักของปัญหาและความท้าทายระดับโลก การพัฒนาพลโลกให้เป็นผู้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมได้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

ความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (environmental problem solving ability) คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดและการค้นหาวิธีแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Prastiwi et al., 2019) เพื่อตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างสภาพแวดล้อมปัจจุบันและสภาพแวดล้อมที่คาดหวัง (Sigit et al.,

2021) มีลักษณะเป็นกระบวนการที่บุคคลทำความเข้าใจปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ไขปัญหา (Rimba & Rastati, 2023) เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผู้เรียนในปัจจุบันจะเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการรักษาความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมในอนาคต (Yeh et al., 2022) การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมจะทำให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดเพิ่มมากขึ้นในอนาคตได้ โดยสามารถพัฒนาผ่านกระบวนการบูรณาการเนื้อหาด้านสิ่งแวดล้อมเข้าสู่การศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Sigit et al., 2021) และสร้างผู้เรียนที่สามารถเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาระดับท้องถิ่นและระดับโลกได้ โดยความสามารถในการแก้ปัญหาทำให้ผู้เรียนตัดสินใจได้ถูกต้อง ระมัดระวังเป็นระบบ มีตรรกะ และพิจารณามุมมองต่าง ๆ อย่างหลากหลาย (Rimba & Rastati, 2023)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในต่างประเทศ พบว่า ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายยังอยู่ในระดับต่ำ และการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมที่ผ่านมายังไม่สามารถส่งเสริมให้บุคคลมีความพร้อมในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ (Ardoin et al., 2020) โดยมีสาเหตุสำคัญประการหนึ่งมาจากการที่งานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นการพัฒนาด้านความรู้หรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Ardoin et al., 2023) เมื่อพิจารณาบริบทในประเทศไทย พบว่า หลักสูตรให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยกำหนดเป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับการแก้ปัญหาในบริบทด้านสิ่งแวดล้อม มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและแนวทางในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามวิธีการหลักที่ผู้สอนใช้ในการจัดการเรียนรู้ยังคงเป็นการบรรยายเนื้อหาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองของผู้เรียนมากกว่าการจัดประสบการณ์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ได้รับการศึกษาวิจัยส่วนใหญ่ยังคงเป็นตัวแปรด้านความรู้และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม (จีระวรรณ เกษสิงห์ และคณะ, 2566) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมศึกษาส่วนใหญ่ยังไม่มีการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน และไม่มีการประเมินผลการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสิ่งแวดล้อม (Ardoin et al., 2020)

จากปัญหาการขาดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและช่องว่างขององค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม พบว่า วิธีการ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความเหมาะสมในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม จากงานวิจัยของ Sikk (2024) พบว่า การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ โดยหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมคือการเข้าใจแบบจำลองทางความคิด (mental model) เกี่ยวกับปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา (Olofsson et al., 2023) และผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสร้างแบบจำลอง (Svoboda & Passmore, 2013) งานวิจัยนี้จึงใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างแบบจำลองที่ใช้เป็นแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ประเมินและปรับปรุงแบบจำลองให้มีความสมบูรณ์ เพื่อให้สามารถนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างชัดเจน

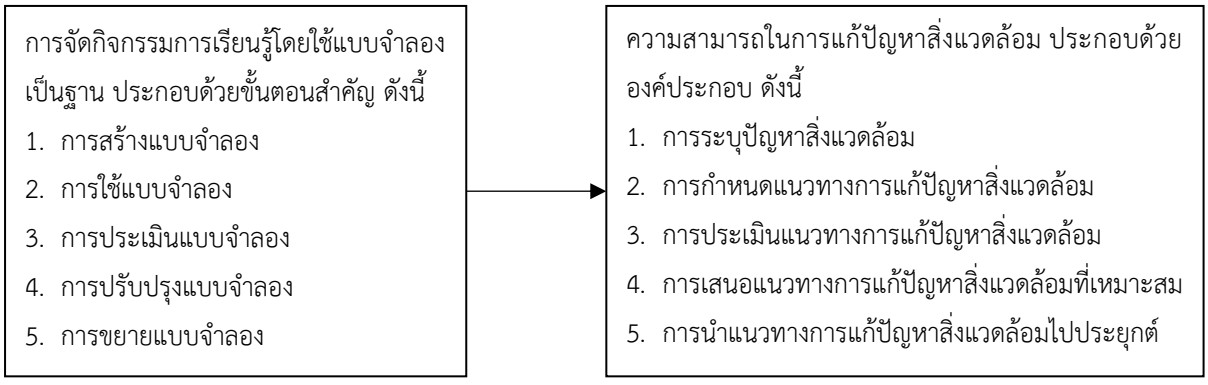
การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีบทบาทในการช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน คือ การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดจากประสบการณ์เดิม และพัฒนาแบบจำลองทางความคิดผ่านการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบในการพัฒนาแบบจำลองนั้นเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายปรากฏการณ์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างแบบจำลองที่แสดงออกจากแบบจำลองทางความคิดเริ่มต้นโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมร่วมกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดหรือสมมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ 2) การใช้แบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนนำแบบจำลองที่แสดงออกไปใช้อธิบายข้อมูล แนวคิด หรือปรากฏการณ์ 3) การประเมินแบบจำลอง เป็นขั้นที่มีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐาน และเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับแบบจำลองของผู้อื่นเพื่อระบุข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองนั้น 4) การปรับปรุงแบบจำลอง เป็นขั้นที่มีการปรับปรุงแบบจำลองที่แสดงออกจนกระทั่งแบบจำลองที่ผ่านการแก้ไขสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้อง โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองฉันทามติของกลุ่ม และ 5) การขยายแบบจำลอง เป็นขั้นที่มีการนำแบบจำลองฉันทามติไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์อื่นซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์อื่นได้หรือไม่

จากความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาการขาดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และช่องว่างขององค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจึงนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาใช้ในการจัด

การเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม คือ ความสามารถของบุคคลในกระบวนการใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่มีในการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เพื่อค้นหาคำตอบหรือทางออกของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เผชิญอยู่ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้ ประกอบด้วยองค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นการสำรวจและทำความเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อม ระบุสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยอ้างอิงและเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อม และบอกความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อม 2) การกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผนและออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในลักษณะของกระบวนการหรือผลผลิตที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3) การประเมินแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นการพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในมุมมองที่หลากหลาย โดยค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมและให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้ชัดเจนมากขึ้น ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ทดสอบและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหานั้น 4) การเสนอแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม เป็นการสื่อสารวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการประเมินและปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และ 5) การนำแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมไปประยุกต์ เป็นการวิเคราะห์สถานการณ์สิ่งแวดล้อม และเสนอวิธีการนำแนวทางการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ผ่านมา โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัย (ภาพ 1)

ภาพ 1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทั้งในภาพรวมและตามองค์ประกอบ

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (The one-group pre-test post-test design) มีรายละเอียดของวิธีการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.2 ตัวอย่าง คือ นักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์ มีวิธีการได้มาซึ่งตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) จากห้องเรียนที่มีลักษณะเป็นนักเรียนคละความสามารถ โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียน 38 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัญหาทรัพยากรดินและทรัพยากรน้ำ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปัญหาทรัพยากรอากาศ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ปัญหาทรัพยากรป่าไม้และทรัพยากรสัตว์ป่า แผนการเรียนรู้ละ 4 คาบเรียน รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจพิจารณาความเหมาะสม และนำผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับแก้ไขคำถามในการอภิปรายในชั้นเรียนให้เข้าใจง่ายขึ้น ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 หมายถึง มีความสอดคล้องกันระหว่างองค์ประกอบและรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 ใช้วัดก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และฉบับที่ 2 ใช้วัดหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบวัดคู่ขนาน (parallel test) ประกอบด้วยข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็ม 36 คะแนน โดยเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ตามแนวคิดของ Yeh et al. (2022) กำหนดสถานการณ์ในแบบวัดจากปัญหาสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่พบได้ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแบบวัดตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยปรับแก้ไขเกณฑ์การให้คะแนนใน

องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหาสิ่งแวดล้อม ให้มีความครอบคลุมคำตอบที่นักเรียนอาจจะตอบมากขึ้น และปรับแก้ไขข้อคำถามในแบบประเมินให้มีความชัดเจนมากขึ้น แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ตัวอย่าง นำผลการวัดมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดรายข้อ ผลการวิเคราะห์พบว่ามีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 หมายถึง มีความยากอยู่ระหว่างค่อนข้างยากจนถึงค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป หมายถึง มีอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำขึ้นไป และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับโดยพิจารณาความเที่ยงของแบบวัดจากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) ผลการวิเคราะห์พบว่ามีค่าความเที่ยงของแบบวัดฉบับที่ 1 เป็น 0.73 หมายถึง มีความเที่ยงระดับพอใช้ และแบบวัดฉบับที่ 2 เป็น 0.81 หมายถึง มีความเที่ยงระดับดี

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมก่อนเรียน โดยทดสอบก่อนเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ 1 สัปดาห์ จากนั้นจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ จำนวน 12 คาบเรียน คาบละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 4 คาบเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลังเรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งในภาพรวมและตามองค์ประกอบ แล้วนำผลคะแนนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อแปลผลเป็นระดับความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคแยกองค์ประกอบ มีคะแนนเต็มของการวัด 36 คะแนน พิจารณาช่วงคะแนนรวมเป็นร้อยละ และกำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็น 4 ระดับ ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของ OECD (2005) โดยมีระดับความสามารถ ได้แก่ ระดับต้องปรับปรุง กำหนดคะแนนระหว่างร้อยละ 0.00-24.99 ระดับพอใช้ กำหนดคะแนนระหว่างร้อยละ 25.00-49.99 ระดับดี กำหนดคะแนนระหว่างร้อยละ 50.00-74.99 และระดับดีมาก กำหนดคะแนนร้อยละ 75.00 ขึ้นไป และทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานด้วยสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (*t*-test for dependent samples) โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และกำหนดรหัสคำตอบโดยใช้สัญลักษณ์และ

ตัวเลข เช่น S1-pre หมายถึง คำตอบของนักเรียนคนที่ 1 ในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมก่อนเรียน เพื่อประกอบการอธิบายการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประการ ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในภาพรวม นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมตามองค์ประกอบ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่ 2 การกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงที่สุด (M = 4.68, SD = 0.70) มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม พบว่า องค์ประกอบที่ 3 การประเมินแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนมากที่สุด โดยมีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.08 คะแนน (ตาราง 1)

ตาราง 1

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยการทดสอบค่าที (t-paired sample test) (จำนวนตัวอย่าง 38 คน)

องค์ประกอบ	การวัด	M	$M_{ร้อยละ}$	SD	t-test	P
1. การระบุปัญหาสิ่งแวดล้อม	ก่อนเรียน	1.45	24.12	0.83	19.77*	0.00
	หลังเรียน	4.29	71.49	0.80		
2. การกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	ก่อนเรียน	2.97	49.56	1.35	10.72*	0.00
	หลังเรียน	4.68	78.07	0.70		
3. การประเมินแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	ก่อนเรียน	4.87	40.57	2.08	13.35*	0.00
	หลังเรียน	7.95	66.23	1.75		
4. การเสนอแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม	ก่อนเรียน	2.50	41.67	0.69	11.39*	0.00
	หลังเรียน	3.89	64.91	0.83		
5. การนำแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมไปประยุกต์	ก่อนเรียน	2.18	36.40	0.61	12.82*	0.00
	หลังเรียน	3.61	60.09	0.72		

ตาราง 1 (ต่อ)

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยการทดสอบค่าที (t-paired sample test) (จำนวนตัวอย่าง 38 คน)

องค์ประกอบ	การวัด	*M*	$M_{ร้อยละ}$	*SD*	*t*-test	*P*
รวมทุกองค์ประกอบ	ก่อนเรียน	13.97	38.82	4.48	25.53*	0.00
	หลังเรียน	24.42	67.84	3.83		

*หมายเหตุ : *p < .05*

เมื่อพิจารณารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 และรูปแบบที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 โดยตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในองค์ประกอบที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน (ตาราง 2)

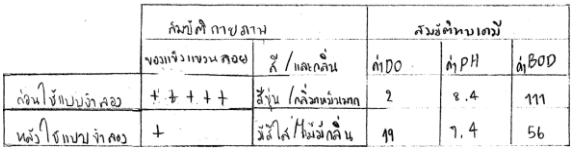
ตาราง 2

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

คำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียน	คำตอบของนักเรียนในแบบวัดหลังเรียน
คำถาม : ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดจากแนวทางทั้งหมดที่สมาชิกในกลุ่มเสนอ และทดสอบแนวทางการแก้ปัญหานั้น โดยระบุวิธีการทดสอบ นำเสนอผลการทดสอบ และนำเสนอวิธีการปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก	
“วิธีการทดสอบ นำพืชที่ต้านทานเค็มมาปลูกบริเวณที่มีดินเค็ม เลือกใช้พืชให้เหมาะสม โดยวัดปริมาณดินเค็มจากการวัดการนำไฟฟ้าของดินว่าสามารถเจริญเจริญเติบโตในบริเวณนั้นได้ดีไหม และลดความเค็มของดินได้ไหม ผลการทดสอบ สามารถลดความเค็มของดินในบริเวณที่ปลูกได้ในระดับหนึ่ง อาจใช้ระยะเวลานานที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี เพิ่มผลผลิตได้	“วิธีการทดสอบ คือการตรวจสอบคุณภาพน้ำและสารเคมีในน้ำ โดยพิจารณาสังเกตดูจากสี ความขุ่น ของแข็งแขวนลอยในแหล่งน้ำ กลิ่นของน้ำ และนำน้ำจากแหล่งน้ำมาตรวจค่าความเป็นกรดเบส ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ และตรวจค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

คำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียน	คำตอบของนักเรียนในแบบวัดหลังเรียน
วิธีการปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหา การปลูกพืชต้านทานเค็มอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการแก้ปัญหาได้ทั้งหมด จำเป็นต้องใช้วิธีการอื่นด้วย เช่น การล้างดินด้วยน้ำจืด และการปรับปรุงดินด้วยสารอินทรีย์ และจัดการน้ำอย่างเหมาะสม”	ผลการทดสอบ  วิธีการปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหา จากผลการทดสอบพบว่าลดกลิ่นและของแข็งแขวนลอยได้ดี แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้หายขาด จึงควรปรับปรุงโดยการเพิ่มชนิดเพิ่มแหนให้มีปริมาณมากขึ้นและเหมาะสมกับสภาพแหล่งน้ำ และเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ให้สมดุลกับแหนเพื่อทำให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาน้ำเสียมากขึ้น”

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้สร้างแบบจำลองเกี่ยวกับปัญหา โดยระบุปัญหาสิ่งแวดล้อม สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นการเปลี่ยนจากแบบจำลองทางความคิดไปสู่แบบจำลองที่แสดงออก ทำให้เกิดความเข้าใจปัญหาในมิติต่าง ๆ สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมองค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหาสิ่งแวดล้อม กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การใช้แบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้แบบจำลองเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนมีการนำแบบจำลองที่แสดงออกไปใช้ในการอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม การสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องและมีความชัดเจนจะนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมของนักเรียน สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมองค์ประกอบที่ 2 การกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การประเมินแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น โดยอภิปรายและเปรียบเทียบแบบจำลองแนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นกับผู้อื่นเพื่อระบุข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลอง

และประเมินแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นโดยพิจารณาจากหลักฐาน เป็นการใช้แบบจำลองในการทดสอบสมมติฐานของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการอธิบายข้อค้นพบของตนเองต่อผู้อื่น (Bryce et al., 2016) สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมองค์ประกอบที่ 3 การประเมินแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 4 การปรับปรุงแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ปรับปรุงแบบจำลองโดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนกระทั่งเกิดความเหมาะสมเพื่อเสนอแบบจำลองฉันทามตินั้นเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมองค์ประกอบที่ 4 การเสนอแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม และกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 5 การขยายแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้นำแบบจำลองฉันทามติไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยการวิเคราะห์สถานการณ์สิ่งแวดล้อม และเสนอวิธีการนำแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ผ่านมา สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมองค์ประกอบที่ 5 การนำแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมไปประยุกต์ กระบวนการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสอดคล้องกับ Svoboda & Passmore (2013) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เมื่อเกิดการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสร้างแบบจำลอง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sikk (2024) ที่ใช้การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เสริมด้วยเทคโนโลยี พบว่า เมื่อได้รับการสนับสนุนทางการเรียนรู้อย่างเหมาะสม นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยเหตุนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจึงสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนได้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากพัฒนาการของคำตอบของนักเรียนในองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยองค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหาสิ่งแวดล้อม พบว่า หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้นักเรียนสามารถระบุปัญหาและสาเหตุของสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง โดยมีการอ้างอิงและเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเกี่ยวกับปัญหา ทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม และนำไปสู่การออกแบบแนวทางในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Olofsson et al. (2023) ที่กล่าวว่า สิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาคือการเข้าใจแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และ Stammen et al. (2018) ที่กล่าวว่า วิธีการสอนที่เน้นการใช้แบบจำลองสามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ และองค์ประกอบที่ 3 การประเมินแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม พบว่า หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้นักเรียนสามารถประเมิน

แนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยพิจารณาจากมุมมองที่หลากหลาย โดยให้ข้อมูลป้อนกลับที่มีความชัดเจนในทางปฏิบัติเพื่อปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของสมาชิกในกลุ่ม ร่วมกันทดสอบแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของกลุ่มโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม และปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยคำนึงถึงผลการทดสอบ เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การประเมินแบบจำลอง นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนนำเสนอ ทำให้เกิดกระบวนการพิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เลือกแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สมาชิกในกลุ่มนำเสนอเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองฉันทามติของกลุ่ม และทดสอบแบบจำลองนั้นโดยสอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และปรับปรุงแบบจำลองนั้นภายหลังการทดสอบ ทำให้ได้มาซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด สอดคล้องกับ Windschitl & Thompson (2006) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับแบบจำลอง ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและทำอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่มีการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ Vosniadou (2013) ที่กล่าวว่า การใช้แบบจำลองช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่คล้ายคลึงกับการดำเนินงานจริงของนักวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมจะเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมและสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดเพิ่มมากขึ้นในอนาคตได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. จากผลการศึกษาพบว่า ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนอาจมีการสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นกระบวนการหรือผลผลิตที่ใช้ในการแก้ปัญหาในหลายรูปแบบ ดังนั้น ผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนพิจารณาความเหมาะสมของแบบจำลอง โดยคำนึงถึงการทดสอบผลการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม และการใช้เวลาในการติดตามผลการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2. จากผลการศึกษาพบว่า การเลือกปัญหาสิ่งแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน ดังนั้น ผู้สอนควรเลือกปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทด้านสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันของผู้เรียน และเป็นปัญหาที่อาศัยกระบวนการหรือผลผลิตที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในการแก้ปัญหาได้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และผู้สอนควรศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นำมาใช้ในการเรียนรู้อย่างรอบด้าน เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในทุกมิติ ซึ่งจะทำให้สามารถให้คำแนะนำกับผู้เรียนได้เมื่อเกิดผู้เรียนเกิดปัญหาหรือมีข้อสงสัยในระหว่างการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่นักเรียนเข้าร่วมกลุ่มในการทำงานกลุ่มเดิมตลอดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนบางคนอาจไม่ได้แสดงบทบาทที่หลากหลายภายในกลุ่ม ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการสลับกลุ่มของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้โดยพิจารณาจากระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคนหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง และแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยคละความสามารถ ซึ่งอาจทำให้เกิดการช่วยเหลือในการเรียนรู้ภายในกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนได้ปรับเปลี่ยนบทบาทการทำงานภายในกลุ่ม และอาจทำให้เกิดมุมมองในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่หลากหลายมากขึ้น

2. จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลประกอบการประเมินแบบจำลองที่สมาชิกในกลุ่มนำเสนอ โดยใช้หลักฐานจากการศึกษาค้นคว้ามาประกอบการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล นักเรียนจึงได้ใช้กระบวนการให้เหตุผลจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ และมีแนวโน้มที่จะให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลมากขึ้นหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ดังนั้น ในการทำวิจัยครั้งต่อไปจึงสามารถศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จีระวรรณ เกษสิงห์, สุชาวดี เกตชนก, และ ศรายุทธ ชาญนคร. (2566). สมรรถนะการปฏิบัติเพื่อสิ่งแวดล้อม : มุมมองใหม่ของผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, *34*(1), 1-19. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edupsu/article/view/251913

ภาษาอังกฤษ

Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation, 241*, Article 108224. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224

_____. (2023). A systematic mixed studies review of civic engagement outcomes in environmental education [Review]. *Environmental Education Research, 29*(1), 1-26. https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2135688

Bryce, C. M., Baliga, V. B., De Nesnera, K. L., Fiack, D., Goetz, K., Tarjan, L. M., Wade, C. E., Yovovich, V., Baumgart, S., Bard, D. G., Ash, D., Parker, I. M., & Gilbert, G. S. (2016). Exploring Models in the Biology Classroom. *The American Biology Teacher*, *78*(1), 35-42. https://doi.org/10.1525/abt.2016.78.1.35

OECD. (2005). *Problem Solving for Tomorrow's World: First Measures of Cross-Curricular Competencies from PISA* 2003. OECD Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264006430-en

Olofsson, K. L., Selvakumar, P. P., Peach, K., Leon-Corwin, M., Stormer, S. A., Gupta, K., Carlson, N., & Sibley, M. (2023). Effective stakeholder engagement in environmental problem-solving though group model building: An Oklahoma case study. *Environmental Challenges, 13*, Article 100755. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100755

Prastiwi, L., Sigit, D. V., & Ristanto, R. H. (2019). Relationship between academic ability and environmental problem-solving skill: A case study at Adiwiyata schools in Tangerang city, Indonesia. *Üniversitepark Bülten*, *8*(1), 76-86. http://dx.doi.org/10.22521/unibulletin.2019.81.6

Rimba, F., & Rastati, R. (2023). Analysis of environmental problem-solving ability of students in class XI social science at state senior high school 17 west Jakarta. *Tunas Geografi*, *12*(1), 9-17. https://doi.org/10.24114/tgeo.v12i1.42473

Sigit, D. V., Prastiwi, L., Ristanto, R. H., & Rifan, M. (2021). Adiwiyata school in Indonesia: A correlation between eco-literacy, environmental awareness, and academic ability with environmental problem-solving skill. *Journal of Physics: Conference Series, 1*, Article 012068. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012068

Sikk, J. I. (2024). Model-based learning analytics for capturing and scaffolding students' problem-solving skills in technology-enhanced learning environments. In A. Ortega-Arranz, B. M. McLaren, & I. Buchem (Eds.), *The Doctoral Consortium of the 19th European Conference on Technology Enhanced Learning (ECTELDC 2024). The 19th European Conference on Technology Enhanced Learning (ECTEL 2024)* (pp. 104-109). CEUR Workshop Proceedings. https://ceur-ws.org/Vol-3927/paper15.pdf

Stammen, A., Malone, K., & Irving, K. (2018). Effects of modeling instruction professional development on biology teachers' scientific reasoning skills. *Education Sciences, 8*(3), 1-19. https://doi.org/10.3390/educsci8030119

Svoboda, J., & Passmore, C. (2013). The strategies of modeling in biology education. *Science & Education*, *22*(1), 119-142. https://doi.org/10.1007/s11191-011-9425-5

White, P. J., Ardoin, N. M., Eames, C., & Monroe, M. C. (2023). *Agency in the Anthropocene: Supporting document to the PISA 2025 science framework*, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/8d3b6cfa-en

Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal*, *43*(4), 783-835. https://doi.org/10.3102/00028312043004783

Yeh, F. Y., Tran, N. H., Hung, S. H., & Huang, C.-F. (2022). A study of environmental literacy, scientific performance, and environmental problem-solving. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *20*(8), 1883-1905. https://doi.org/10.1007/s10763-021-10223-9

Vosniadou, S. (2013). Model based reasoning and the learning of counter-intuitive science concepts. *Journal for the Study of Education and Development, 36*(1), 5-33. https://doi.org/10.1174/021037013804826519