

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

Phenomenon-Based learning Management with Causal Diagram to Develop Systematic Thinking for Grade 7 Students

จรุงจิต จรุงพิพันธ์* และ สุริยา ชาปุ

Jarungjit Chonwuttiphon* and Suriya Chapoo

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Science Education, Faculty of Education, Naresuan University

*Corresponding author, E-mail: Jarungjitc65@nu.ac.th, โทร. 06 5142 6353

วันที่ส่งบทความ 21 มิถุนายน 2567 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 17 กันยายน 2567

วันที่ตอบรับบทความ 17 กันยายน 2567 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 มกราคม 2569

บทคัดย่อ

งานวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน ที่เลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1.แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จำนวน 4 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 3 คาบ/ชั่วโมง มีประสิทธิภาพเครื่องมือโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ผลค่าประสิทธิภาพ 4.47 มีความเหมาะสมมาก 2.แบบวัดความคิดอย่างเป็นระบบ มีลักษณะเป็นแบบวัดอัตนัย จำนวน 10 ข้อ มีประสิทธิภาพเครื่องมือโดยหาค่า IOC สูงกว่า 0.5 ผลการวิจัยพบว่า 1.แนวทางการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุซึ่งผู้วิจัยใช้รูปแบบของ Islakhiyah, Sutopo, & Yulianti (2018) ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสังเกตปรากฏการณ์ 2) ขั้นสร้างคำอธิบายเบื้องต้น 3) ขั้นการตรวจสอบ 4) ขั้นรวบรวมคำอธิบายสุดท้าย 5) ขั้นการให้เหตุผล 2.ค่าเฉลี่ยการคิดอย่างเป็นระบบของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน ($\bar{X}$ =27.14) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ =16.72) อยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การคิดอย่างเป็นระบบ ปรากฏการณ์เป็นฐาน แผนภาพเชิงสาเหตุ

Abstract

The action research has the objective to study of learning management using phenomenon-based learning with causal diagrams for grade 7 students and develop systematic thinking of students through learning management using phenomena as a base with causal diagrams. The participants were 40 grade 7 students specifically selected. The research tools consisted of Learning 1. Management Plan on Climate Change of 4 plans, learning time 3 periods/hours (The tool's efficiency was found by finding the average and standard deviation. The efficiency value was 4.47, which is very appropriate.) 2. The systematic Thinking Test is a subjective test with 10 items. (The tool is effective by finding the IOC value higher than 0.5) Statistics used in content analysis of data. The research results found that 1. The approach to learning management is based on a phenomenon with a causal diagram which the researcher used the model of Islakhiyah, Sutopo, & Yulianti (2018). Consists of the following steps 1) Observation stage 2) Initial description creation step 3) Investigation stage 4) Final explanation 5) Reasoning stage 2. The participants mean of systematic thinking very well on post-test ($\bar{X}$ =27.14) were higher than pre-test ($\bar{X}$ =16.72).

Keywords: Climate chang, Systematic thinking, Phenomenon-based learning management, causal diagram

บทนำ

ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีความรุนแรงมากขึ้น ส่งผลให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มีความถี่และมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้น ก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างมากต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์ รวมทั้งส่งผลกระทบต่อทางเศรษฐกิจและสังคม กระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในมาตรฐาน ว3.2 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ในชีวิตประจำวัน รู้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเนื้อหาได้กล่าวถึงเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลกไว้อย่างชัดเจน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้นมนุษย์ควรมีการคิดและมองสถานการณ์ปัญหาของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบองค์รวม ควรวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบ การเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบย่อยของสาเหตุ และผลกระทบ ด้วยการสร้างแผนภาพเชิงสาเหตุ และการคิดที่เป็นระบบ ที่วิเคราะห์สาเหตุ และอธิบายความสัมพันธ์ของสาเหตุย่อยกับปรากฏการณ์ ให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ต้องแก้ไขปัญหาคือซับซ้อน และขอบเขตของปัญหาที่ไม่ชัดเจน และการคิดอย่างครบถ้วน (Ritchie, 2017)

การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบมีหลากหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Islakhiyah, Sutopo, & Yulianti, 2018) เป็นรูปแบบที่มีผู้นำมาใช้ในการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เช่น สุขานันท์ วรพัฒนานนท์ (2565) พบว่าในภาพรวมสูงขึ้นจากร้อยละ 49.75 เป็น 81.25 (ระดับน้อยเป็นระดับมาก) และมี

ระดับทักษะในแต่ละองค์ประกอบเป็นดังนี้ ด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ด้านใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา อยู่ในระดับมาก ส่วนด้านใช้การคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบแล้วยังมีนักวิจัยที่สนใจนำแผนภาพเชิงสาเหตุของ Cox, Steegen, & Elen, (2018) เป็นรูปแบบหนึ่งที่มีผู้นำมาใช้เป็นเทคโนโลยีสำหรับการสอน เช่น วณิชยา ใจเร็ว, ดวงรัตน์ เหลืองอ่อน และ คณิติน จรโคกรวด (2566) พบว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเป็นการยอมรับเทคโนโลยีสำหรับการสอนของครู นอกจากนี้แผนภาพเชิงสาเหตุ สามารถทำให้เกิดภาพองค์รวมของส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องกันตลอดจนเห็นความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงต่อกัน และผลกระทบที่มีต่อกัน ทำให้เกิดความเข้าใจในปัญหาอย่างลึกซึ้ง และนำไปสู่การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ (ฤทัยรัตน์ ชิตมงคล และสมยศ ชิตมงคล, 2560)

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และการใช้แผนภาพเชิงสาเหตุในการจัดการเรียนรู้ ตามที่เสนอข้างต้นแต่ยังไม่มีความชัดเจนที่ใช้องค์ความรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุมาพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ
2. เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หมายถึง การบูรณาการของเนื้อหาสาระวิชาที่หลากหลายและเป็นประเด็นหัวข้อเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนใช้ข้อเท็จจริงและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องตามแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างลึกซึ้ง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำรูปแบบของ Islakhiyah et al. (2017) มาใช้ในการศึกษาค้นคว้า ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การสังเกตปรากฏการณ์ เป็นขั้นที่ นำปรากฏการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นระดับโลก และระดับประเทศ ในรูปแบบวิดีโอให้นักเรียนได้ศึกษา ทำให้สามารถคิดคำอธิบายขึ้นมาได้ ขั้นที่ 2 สร้างคำอธิบายเบื้องต้น โดยนักเรียนได้คิดสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุของปรากฏการณ์ที่ครูยกตัวอย่าง โดยใช้แผนภาพเชิงสาเหตุ ขั้นที่ 3 การตรวจสอบ นักเรียนสืบค้นหาคำตอบเพื่อระบุสาเหตุที่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่พบในชีวิตจริง ขั้นที่ 4 รวบรวมคำอธิบายสุดท้าย การสืบค้นแหล่งข้อมูลและอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ใช้หลักฐานมาอธิบายต่อปรากฏการณ์ ระบุแนวทางการแก้ปัญหา ใช้เหตุผลประกอบการอธิบายแนวทางการปฏิบัติตนต่อปรากฏการณ์ ขั้นที่ 5 การให้เหตุผล นักเรียนให้เหตุผลที่สนับสนุนความคิดของกลุ่มปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

2. แผนภาพเชิงสาเหตุ หมายถึง แผนภาพความคิดที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ต่างๆ มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่าง ตัวแปร เป็นแผนภาพความคิดประเภทหนึ่ง ที่มีลักษณะเป็นแผนผังระบบและแผนผังความรู้ความเข้าใจ สามารถระบุทิศทางของความสัมพันธ์ได้ การใส่เครื่องหมาย + หรือ - แสดงความสัมพันธ์ของแผนภาพ หากการเปลี่ยนแปลงของสาเหตุ (cause) ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ในทิศทางเดียวกัน ใช้เครื่องหมาย + หรือ S (same, similar) หากเป็นการเปลี่ยนแปลงตรงกันข้าม ให้ใช้เครื่องหมาย - หรือ O (opposite) (Cox, Steegen, & Elen, 2018)

3. การจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ ซึ่งมีลักษณะนำปรากฏการณ์มาเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น พร้อมทั้งทำกิจกรรมการเรียนรู้ ร่วมกับเทคนิคแผนภาพเชิงสาเหตุ นำไปสู่การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับรายวิชาอื่น ช่วยสร้างความรู้กับปรากฏการณ์ในชีวิตจริง เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ การระบุปัจจัยสาเหตุที่แท้จริงจากการสร้างแผนภาพเชิงสาเหตุ เป็นการแสดงสาเหตุ ผลกระทบ สามารถระบุทิศทางของความสัมพันธ์ได้

4. การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง การคิดและมองสถานการณ์ปัญหาหรือสิ่งต่างๆ แบบองค์รวม เพื่อเป็นกรอบแนวคิดการทำงานที่มองแบบแผนและความเชื่อมโยงกันระหว่างองค์ประกอบย่อยอย่างสมเหตุสมผลซึ่งกันและกัน เพื่อสร้างแผนภาพแสดงที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบทั้งหมด ช่วยแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงตัวบ่งชี้ ตามแนวคิดของ Ritchie (2017) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้วัดด้วยแบบวัดความคิดอย่างเป็นระบบที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551
2. ขอบเขตกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย จำนวน 40 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการสอน
3. ขอบเขตเวลา เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลานาน 4 สัปดาห์
4. ขอบเขตวิธีการรวบรวมข้อมูล ดำเนินการ 4 วงรอบ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลก่อนจัดกิจกรรมโดยการสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง เก็บข้อมูลระหว่างวงรอบโดยใช้ใบกิจกรรม แบบสะท้อนการเรียนรู้ หลังจากการจัดการเรียนรู้ใช้แบบวัดการคิดอย่างเป็นระบบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์
3. ขอบเขตตัวแปรที่ต้องศึกษา ตัวแปรอิสระ การจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ ตัวแปรตาม การคิดอย่างเป็นระบบ

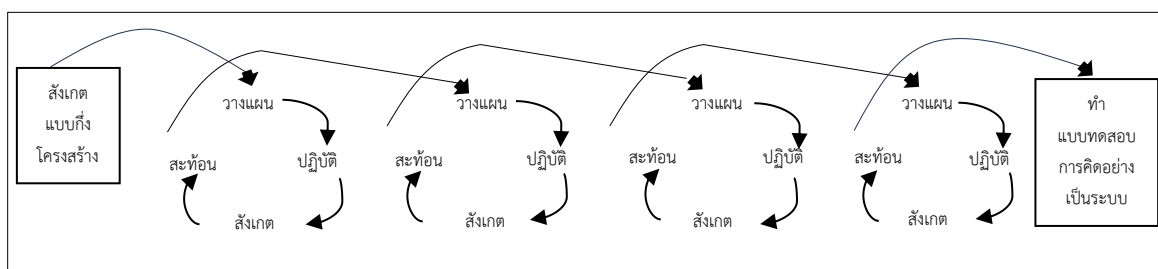
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้ปรากฏการณ์ร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ จำนวน 4 แผน ใช้เวลาในการสอน 3 คาบ/ชั่วโมง แต่ละแผนประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ เนื้อหาสาระ สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน ลำดับกิจกรรมการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ (ในขั้นนี้มีใบกิจกรรม) การวัด และประเมินผล (ขั้นนี้มีแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้) กิจกรรมเสนอแนะบันทึกผลหลังการสอน - ผลการสอน - ปัญหาอุปสรรค - แนวทางการแก้ไข - ข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยจะนำคะแนนจากใบกิจกรรม มาตรวจสอบให้คะแนนโดยใช้ Rating scale และหาร้อยละค่าเฉลี่ย มีการหาประสิทธิภาพของแผน โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ค่าประสิทธิภาพมีความเหมาะสมระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.35 และใบกิจกรรมมีการหาประสิทธิภาพ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) เฉลี่ย 1.00

2. แบบวัดความคิดอย่างเป็นระบบ มีลักษณะของแบบทดสอบเป็นอัตนัย จำนวน 10 ข้อ มีการหาประสิทธิภาพของแบบวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) เฉลี่ย 0.67-1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลานาน 4 สัปดาห์ ดำเนินการ 4 วนรอบ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลก่อนจัดกิจกรรมโดยการสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง เก็บข้อมูลระหว่างวนรอบโดยใช้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนการเรียนรู้ หลังจากการจัดการเรียนรู้ใช้แบบวัดการคิดอย่างเป็นระบบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ ดังภาพ 1



ภาพ 1 การเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) นำข้อมูลจากแบบสะท้อนมาจัดระเบียบและพิจารณาถึงปัญหาเพื่อนำมาปรับปรุงและเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในวนรอบต่อไป ตรวจสอบคุณภาพข้อมูลใช้วิธีด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation)

2. การพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ พิจารณาจากใบกิจกรรมที่นักเรียนตอบแบบอัตนัย โดยประเมิน ดังนี้ 1) ตรวจสอบคำตอบในใบกิจกรรมว่าสอดคล้องกับข้อบ่งชี้การคิดเป็นระบบ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา 2) รวมคะแนนจากแบบประเมินใบกิจกรรมของนักเรียน จากนั้นแปลงคะแนนเป็นร้อยละค่าเฉลี่ย ซึ่งประยุกต์เกณฑ์มาจากบลูม (Bloom, 1971 as cited in Saksoong, 2019) โดยแบ่งเกณฑ์ระดับคุณภาพออกเป็น 4 ระดับ คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยร้อยละ 55 – 79 ระดับดี ค่าเฉลี่ยร้อยละ 30 – 54 ระดับพอใช้ และค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 30 ระดับปรับปรุง แสดงรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงเกณฑ์การวัดการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คะแนนร้อยละ	ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
80 ขึ้นไป	24-30	ดีมาก	ผ่านระดับดีขึ้นไป
55-79	17-23	ดี	
30-54	9-16	พอใช้	
ต่ำกว่า 30	0-8	ปรับปรุง	

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ

ผู้วิจัยนำผลมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ จากแบบสะท้อนทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ ได้ผลดังนี้

ตาราง 2 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1- 4

วงรอบ 1	วงรอบ 2	วงรอบ 3	วงรอบ 4	สรุป
ขั้นที่1 สังเกตปรากฏการณ์				
หลังจากนักเรียน	ครูปรับมาใช้แอป	ปรากฏการณ์ที่นำมา	นักเรียน	การนำปรากฏการณ์
สังเกตปรากฏการณ์	พลิเคชั่น Kahoot	จัดการเรียนการสอน	กระตือรือร้นและ	ที่มาให้ให้นักเรียน
การตอบคำถาม	และมีปรากฏการณ์ที่	เป็นปรากฏการณ์ที่	สนุกสนานเมื่อ	สังเกตควรเน้น
บางส่วนไม่กล้าตอบ	เกิดขึ้นจริงมาให้	เกิดขึ้นใกล้ตัว ทำให้	ทบทวนความรู้โดย	ปรากฏการณ์ทาง
คำถามและไม่	นักเรียนวิเคราะห์	นักเรียนมีความสนใจ	ใช้ Quiz whizzer	ธรรมชาติ สามารถ
สามารถอธิบาย	นักเรียนตื่นเต้นและ	พร้อมเรียนรู้และทำ		พบเห็นได้ใน
ปรากฏการณ์ในเชิง	สนุกกับคำถามแต่ละ	กิจกรรมมากขึ้น มี		ประจำวัน นำ
วิทยาศาสตร์ได้	ข้อในการใช้ ทำให้	การใช้เทคโนโลยีใน		ปรากฏการณ์ที่
	เกิดความสนใจมาก	การตอบคำถามเพื่อ		หลากหลายเพื่อ
	ขึ้น	ทบทวนความรู้		นำมาบูรณาการ
				ระหว่างสาระวิชา
				การนำเทคโนโลยีมา
				ใช้ในขั้นตอนการ
				เรียนรู้ เป็นสิ่งเราให้
				นักเรียนสนใจ
ขั้นที่2 เขียนคำอธิบายเบื้องต้น				
นักเรียนบางกลุ่มไม่	ครูเพิ่มให้มีการให้	นักเรียนบางกลุ่ม	เขียนแผนภาพเชิง	การเขียนแผนภาพ
พูดปรึกษากัน และ	คะแนนสะสม ทำให้	ตอบสาเหตุการเกิด	สาเหตุแล้วทำได้	เชิงสาเหตุครูควร
ไม่ค่อยแสดงความ	นักเรียน	ปรากฏการณ์ไม่	อย่างรวดเร็ว	อธิบายวิธีการเขียน
คิดเห็นมากนัก	กระตือรือร้นใน	ชัดเจน ไม่ตรงกับ	นักเรียนได้ระบุ	แผนภาพเชิงสาเหตุ
นักเรียนบางกลุ่มยังมี	กิจกรรมและให้	ประเด็นของ	สาเหตุของ	และยกตัวอย่าง
ความไม่เข้าใจในการ	นักเรียนได้ใช้ทักษะ	ปรากฏการณ์แต่	ปรากฏการณ์	แผนภาพเชิงสาเหตุ
เขียนลูกศรและ	ในการอธิบาย	นักเรียนสามารถ		ให้นักเรียนก่อนที่จะ
เครื่องหมายที่แสดง	ปรากฏการณ์จาก	เชื่อมโยงสาเหตุย่อย		ให้นักเรียนเขียน
ความสัมพันธ์	การดูวิดีโอการเขียน	ที่นักเรียนเขียนมาได้		แผนภาพเชิงสาเหตุ
ระหว่างสาเหตุย่อย	แผนภาพเชิงสาเหตุ	ถูกต้อง		ด้วยตนเองการแสดง
	นักเรียนบางกลุ่ม			

วงรอบ 1	วงรอบ 2	วงรอบ 3	วงรอบ 4	สรุป
ในแผนภาพเชิง	ไม่ได้เขียน			ตัวอย่างให้นักเรียนดู
สาเหตุและการ	เครื่องหมายแสดง			ตั้งแต่ครั้งแรกที่มีการ
อธิบายชิ้นงานของ	ความเชื่อมโยงของ			เริ่มให้นักเรียนทำ
เพื่อนนักเรียนไม่กล้า	แต่ละสาเหตุย่อย			โปสเตอร์
แสดงความคิดเห็น	และบางกลุ่มเขียน			เพื่อให้เข้าใจในการ
นักเรียนนำข้อมูล	แนวทางการ			ทำโปสเตอร์มากขึ้น
ทั้งหมดที่สืบค้นมา	แก้ปัญหาใน			
ทำเป็นโปสเตอร์	แผนภาพ			

ขั้นที่3 ตรวจสอบ

นักเรียนบางคน	ครูชี้แนะหัวข้อใน	นักเรียนส่วนใหญ่	การอธิบายเกี่ยวกับ	ควรมีการชี้แนะ
ไม่ฟังข้อสรุปของคน	การสืบค้นก่อนและ	สามารถระบุหัวข้อใน	แหล่งที่มานักเรียน	ความสำคัญการ
อื่น นักเรียนบางกลุ่ม	ระหว่างการทำ	การสืบค้นได้ด้วย	บางกลุ่มยังมีการถาม	ตรวจสอบความ
ทำการตรวจสอบ	กิจกรรม นักเรียนมี	ตนเอง แต่บางกลุ่ม	ครูตลอดการ	นำเชื่อถือข้อมูลและ
ความน่าเชื่อถือของ	การสืบค้นข้อมูล	ยังไม่สามารถระบุ	อธิบาย	ชี้แนะให้นักเรียนหา
ข้อมูลไม่ได้	จากหลายแหล่งมาก	หัวข้อในการสืบค้น		ข้อมูลมาจากหลาย
เนื่องจากหาข้อมูลได้	ขึ้น แต่มีนักเรียนบาง	เพิ่มเติมได้ ครูแสดง		แหล่ง ฝึกให้นักเรียน
น้อย นักเรียนไม่เห็น	กลุ่ม ระบุแหล่งที่มา	ตัวอย่างโปสเตอร์ที่		ระบุหัวข้อและ
ความสำคัญการ	ที่ไม่น่าเชื่อถือ สรุป	นำเสนอให้กับ		แหล่งที่มาให้มากขึ้น
อ้างอิงข้อมูลการทำ	ข้อมูลในการทำ	นักเรียนดู นักเรียนมี		การทำโปสเตอร์ของ
โปสเตอร์ของ	โปสเตอร์ที่มีมาก	การสรุปข้อมูลและ		นักเรียนควรมี
นักเรียนไม่มีการสรุป	จนเกินไป	ตกแต่งโปสเตอร์ได้ดี		
เนื้อหา		ขึ้น		

ขั้นที่4 รวบรวมคำอธิบายสุดท้าย

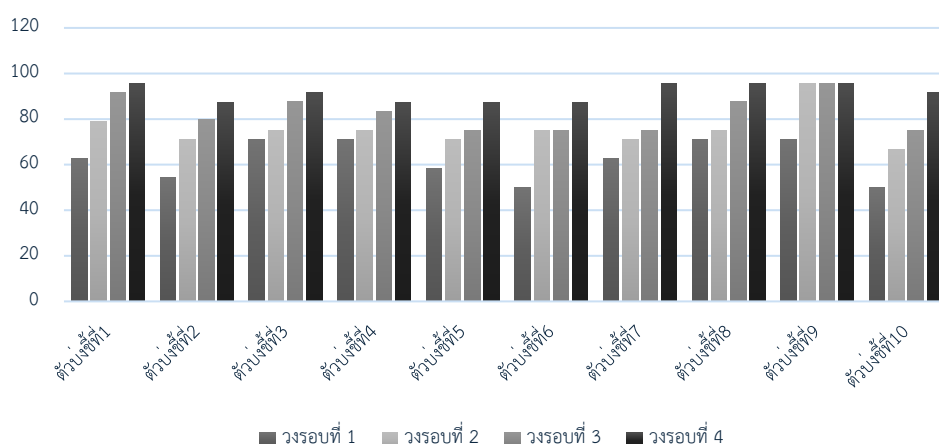
นักเรียนบางกลุ่ม	ครูชี้แนะการสืบค้น	นักเรียนสามารถ	นักเรียนแต่ละกลุ่ม	การสืบค้นหลักฐานที่
สืบค้นข้อมูลและ	หลักฐานให้นักเรียน	สืบค้นหลักฐานได้ มี	ระบุ กระบวนการ	นำเชื่อถือนักเรียนหา
หลักฐานที่น่าเชื่อถือ	พบว่านักเรียนบาง	การสืบค้นข้อมูลได้	เกิดและสาเหตุ	หลักฐานในแต่ละ
ไม่ได้ การนำความรู้	กลุ่มหาหลักฐานที่	จากหลายแหล่งมาก	ความสัมพันธ์ ที่	วงจรได้ ครูใช้คำถาม
จากการเดินชม	น่าเชื่อถือได้ แต่มี	ขึ้น	เกี่ยวข้องกับ	เพิ่มเติมในการถาม
ผลงานของกลุ่มอื่น	เพียงบางกลุ่มหา		ปรากฏการณ์ได้	นักเรียนให้บอก
นักเรียนไม่สามารถ	หลักฐานที่ไม่			สาเหตุที่เกี่ยวข้องกับ
นำข้อมูลมาสรุปให้	เกี่ยวข้องกับ			ปรากฏการณ์ได้
ในกลุ่มของตนเองได้	ปรากฏการณ์			

วกรอบ1	วกรอบ2	วกรอบ3	วกรอบ4	สรุป
ขั้นที่5 การให้เหตุผล				
นักเรียนไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาได้	ครูใช้คำถามเกี่ยวกับให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบเกี่ยวกับนักเรียนบางกลุ่ม	นักเรียนบางกลุ่มสับสนเกี่ยวกับคำถามผลกระทบต่อบริบทและชีวภาพ ครูต้องคอยช่วยชี้แนะ และอธิบายให้นักเรียน	นักเรียนบางกลุ่มสรุปความรู้เป็นโพสเตอร์ได้ไม่ครอบคลุม	การตอบคำถามการระบุแนวทางการปฏิบัติเพียงสั้นๆ และไม่มีการอธิบายเหตุผลประกอบในวงจรแรก ครูใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบ การทำโพสเตอร์ ครูควรตรวจสอบของข้อมูลก่อนให้นักเรียนนำไปทำโพสเตอร์

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ ควรนำปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สามารถพบเห็นได้ในประจำวันมาให้นักเรียนสังเกต การนำเทคโนโลยีมาใช้ในขั้นตอนการเรียนรู้ เป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนสนใจ สำหรับการเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุครูควรอธิบายวิธีการเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุและยกตัวอย่างแผนภาพเชิงสาเหตุ ให้นักเรียนก่อนที่จะให้นักเรียนเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุด้วยตนเอง ครูควรมีการชี้แนะการสืบค้นหลักฐานความสำคัญการตรวจสอบข้อมูลและชี้แนะให้นักเรียนหาข้อมูลมาจากหลายแหล่ง

2. ศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ใบกิจกรรม จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 วกรอบ และจากการทำแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบมาวิเคราะห์ผล ซึ่งได้ผลดังนี้

2.1 ผลจากการตอบคำถามของนักเรียนในใบกิจกรรมมาวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้



ภาพ 2 แสดงพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนแต่ละวกรอบ

จากภาพ 2 แสดงให้เห็นพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับสูงในแต่ละตัวบ่งชี้ หลังจากจัดการเรียนรู้และมีลำดับแต่ละตัวบ่งชี้ดีขึ้นเป็นลำดับในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ตัวบ่งชี้ที่นักเรียนพัฒนาได้มาก ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ที่กำหนดให้ได้ชัดเจน มีความเหมาะสมกับปรากฏการณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 7 ระบุความสัมพันธ์ การเชื่อมโยงของแต่ละสาเหตุย่อยจากการเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุของนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ถูกต้อง ตัวบ่งชี้ที่ 8 เขียนความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุย่อยแต่ละตัว ด้วยการใส่ลูกศรเชื่อมโยงความสัมพันธ์ มีความสมเหตุสมผล ชัดเจน อ่านง่าย และตัวบ่งชี้ที่ 9 สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและชัดเจน เนื่องจากนักเรียนสามารถค้นพบสาเหตุจากการเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุ ตัวบ่งชี้ในลำดับถัดมา ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 3 ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยของปรากฏการณ์ ที่ครูกำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ในกระบวนการเรียนรู้แต่ละวงรอบ และตัวบ่งชี้ที่ 10 นักเรียนใช้แผนภาพเชิงสาเหตุที่สร้างขึ้นทดสอบและระบุแนวทางการแก้ปัญหา อย่างสมเหตุสมผล ตัวบ่งชี้ที่นักเรียนพัฒนาได้ในลำดับสุดท้าย ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 2 ระบุสาเหตุได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับปรากฏการณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 4 การระบุคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 5 นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุแต่ละตัว เชื่อมโยงปัจจัยสาเหตุกับประเด็นปัญหา ได้อย่างสมเหตุสมผล และระบุแนวทางได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างชัดเจน และตัวบ่งชี้ที่ 6 สามารถทำนายหลังจากที่ระบุสาเหตุที่แท้จริงจากการเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุได้เหมาะสม

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการตอบคำถามของนักเรียนในแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

ตาราง 3 แสดงคะแนนแบบทดสอบเฉลี่ยของนักเรียนตามตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบระหว่างการจัดการเรียนรู้	
	$\bar{X}$	SD
1. พิจารณาปัญหา	2.75	0.46
2. ระบุสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา	2.62	0.25
3. ระบุหน้าที่การทำงาน / บทบาทของระบบ	2.75	0.46
4. ระบุตัวแปรของระบบ	2.62	0.20
5. ระบุความสัมพันธ์	2.62	0.20
6. พิจารณาว่าระบบเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อเวลาผ่านไป	2.50	0.53
7. ระบุว่าระบบได้ตอบกับระบบย่อยอื่น	2.80	0.35
8. สร้างแผนภาพระบบโดยมุ่งเน้นที่ปัญหา	2.87	0.35
9. ระบุแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้	2.86	0.35
10. ทดสอบแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพระบบ	2.75	0.22
รวม	27.14	1.62
ร้อยละค่าเฉลี่ย	90.46	
ระดับการคิดอย่างเป็นระบบ	ดีมาก	

จากตาราง 3 พบว่า การคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.14 ร้อยละ 90.46 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.62 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์การวัดการคิดอย่างเป็นระบบดังตาราง 1 โดยนักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่ได้จากการเรียนรู้ในแต่ละวงจรมาใช้ในการวิเคราะห์แยกแยะ และจัดระเบียบข้อมูลแล้วตอบคำถามในแบบทดสอบได้ จากข้อมูลทั้งหมดที่แสดงไปข้างต้นสะท้อนว่านักเรียนมีพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบดีขึ้นเป็นลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1 แนวการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ ที่พัฒนาทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ ขั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์

ในขั้นนี้นักเรียนทบทวนความรู้ โดยใช้แอปพลิเคชัน Wordwall Kahoot Quiz whizzer เกมตอบคำถาม นักเรียนกระตือรือร้นในการตอบคำถาม หลังจากนั้นนักเรียนจะได้รับคะแนนสะสม นักเรียนศึกษาคลิปวิดีโอเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และแสดงความคิดเห็นที่นำไปสู่การอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สอดคล้องกับ ตะวัน ไชยวรรณ และกุลธิดา นกุลธรรม (2564) กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ในโลกแห่งความจริงมากระตุ้นความสนใจ เพื่อไปสู่กระบวนการเรียนรู้สาระวิชาการร่วมกับเทคนิคกลยุทธ์การสอน

ขั้นที่ 2 เขียนคำอธิบายเบื้องต้น

นักเรียนตอบคำถามจากการศึกษาคลิปวิดีโอปรากฏการณ์ ถึงสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดประเด็นปัญหา นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานและบันทึกลงในใบกิจกรรม จากนั้นสร้างแผนภาพเชิงสาเหตุที่อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดให้ การเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุนักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างประเด็นปัญหากับปัจจัยสาเหตุ จากนั้นนักเรียนออกมานำเสนอแผนภาพเชิงสาเหตุหน้าชั้นเรียน แต่ละกลุ่มจะได้รับคะแนนสะสมจากการทำใบกิจกรรมและการนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนสามารถนำคะแนนสะสมมาแลกของรางวัลหลังจากจบกระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับ Bryson & Ackermann (2004) ได้ให้ความหมายแผนภาพเชิงสาเหตุเป็นเครื่องมือที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและผลลัพธ์ที่ศึกษา โดยการระบุความสัมพันธ์โดยใช้สัญลักษณ์ + หรือ - เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุ หากมีการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ในทิศทางเดียวกัน ใช้เครื่องหมาย + หรือ S (same, similar) แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้าม ใช้เครื่องหมาย - หรือ O (opposite) และการทำแผนภาพ ใช้ลูกศรเชื่อมโยงสาเหตุ และสอดคล้องกับ ปิยนาด ประยูร (2548) ที่กล่าวว่า การคิดอย่างเป็นระบบเป็นวิธีที่ทำความเข้าใจโลกที่ซับซ้อนและสามารถเชื่อมโยงเหตุและผล

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบ

นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการอธิบายสาเหตุ การรายงานสถานการณ์ ผลกระทบในด้านต่างๆ และแนวทางการลดทอนกิจกรรมโดยบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรม นักเรียนระบุเรื่องที่ต้องการสืบค้น แหล่งที่มา ระหว่างทำกิจกรรมครูชี้แนะการอ้างอิงข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ต้องทำการตรวจสอบที่มาของได้ สรุปความรู้จากการสืบค้นมาทำเป็นโปสเตอร์เพื่อนำความรู้และแหล่งข้อมูลที่ได้มาสรุป สอดคล้องกับ Kompa (2017) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นการลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาคำตอบโดยครูเป็นผู้ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ

ขั้นที่ 4 รวบรวมคำอธิบาย นักเรียนได้ศึกษากราฟที่แสดงการเพิ่มขึ้นของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จนนักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน จากการถามคำถามของครู นักเรียนได้รับคะแนนสะสมและนักเรียนสรุปความรู้เป็น

โปสเตอร์ในแอปพลิเคชัน Canva จากการสืบค้นหลักฐาน แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานและนักเรียนได้รับคะแนน ประสิทธิภาพสะสม สอดคล้องกับ Ritchie (2017) ได้เสนอข้อบ่งชี้การคิดเป็นระบบ ดังนี้ พิจารณาปัญหา คือ การระบุ ประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล กำหนดขอบเขตของปัญหา คือ การระบุสาเหตุ ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ได้อย่างชัดเจน ระบุหน้าที่การทำงานของระบบ คือ การบอกสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยของ ปรากฏการณ์ ระบุตัวแปรของระบบ คือ การระบุคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ ระบุ ความสัมพันธ์ คือ การเชื่อมโยงสาเหตุย่อยกับประเด็นปัญหา อย่างสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับปรากฏการณ์ได้อย่าง ชัดเจน การพิจารณาว่าระบบเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อเวลาผ่านไป คือ การทำนายหลังจากระบุผลกระทบ และ ความสัมพันธ์ระหว่างกัน ระบุว่าระบบตอบโต้กับระบบย่อยอื่น คือ การระบุความสัมพันธ์เชื่อมโยงของแต่ละสาเหตุย่อย อื่นได้อย่างถูกต้อง สร้างแผนภาพระบบโดยมุ่งเน้นที่ปัญหา คือ การเขียนวงจรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหา กับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวด้วยการเขียนลูกศรเชื่อมโยงความสัมพันธ์และแนวทางแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล ชัดเจน อ่าน ง่าย ระบุแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ คือ การระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและชัดเจน ทดสอบแนวทางแก้ปัญหา โดยใช้แผนภาพระบบ คือ การทดสอบและปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหา อย่างสมเหตุสมผล

ขั้นที่ 5 การให้เหตุผล นักเรียนอภิปรายสรุปความรู้จากการเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุ มาร่วมกันวิเคราะห์ เพื่อ หาแนวทางการแก้ปัญหา และครูสุ่มนักเรียน 2 คน เพื่อพูดสรุปความรู้อีกครั้ง นักเรียนสรุปคะแนนสะสมของตนเอง และ คะแนนที่ทุกกลุ่มสะสมไว้ จะเปลี่ยนเป็นคะแนนเก็บ สอดคล้องกับ Ritchie (2017) ที่กล่าวว่า การคิดอย่างเป็นระบบเป็น การคิดวิพากษ์ วิเคราะห์ สามารถทดสอบแนวคิดที่เกี่ยวกับความเข้าใจในความเชื่อมโยงของตัวแปร ซึ่งสำคัญช่วย ให้ นักเรียนมีความเข้าใจในการแก้ปัญหา

2 ผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

จากผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ระหว่างที่นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ปรากฏการณ์ เป็นฐานกับการใช้แผนภาพเชิงสาเหตุ พบว่า วงจรทั้ง 4 ปฏิบัติการ นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาจาก ข้อบ่งชี้ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบที่สูงขึ้น นักเรียนจัดทำแผนภาพที่แสดงการอธิบายปัญหาอย่างเป็น ระบบ สามารถพิจารณาปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญได้ถูกต้องชัดเจน มีความสมเหตุสมผล สอดคล้องกับ Senge (1993) ที่กล่าวว่า เป็นการมองโลกแบบองค์รวมที่ซับซ้อน และการคิดอย่างเป็นระบบทำให้ความซับซ้อนสามารถจัดการ ได้ ที่สอดคล้องกับ Squires et al. (2011) ที่กล่าวว่า การคิดอย่างเป็นระบบ เป็นการคิดที่มีมุมมองมากขึ้น เข้าใจ บอก ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน และทำนายผลของการเปลี่ยนแปลงระบบได้อย่างน่าเชื่อถือ และสอดคล้องกับพัฒน์ นุ่นชูคัน (2561) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบ พบว่า รูปแบบการสอน วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) ขั้นตอนการจัดกิจกรรม (Syntax) นำเสนอเป็น 6 ขั้น (phase) ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ ขั้นที่ 2 พัฒนาแนวทางการคิด ขั้นที่ 3 พิจารณาปัญหา ขั้นที่ 4 สนทนาแลกเปลี่ยน ขั้นที่ 5 เรียนรู้ผลงานกลุ่ม ขั้นที่ 6 สรุป ร่วมกัน 2) ระบบทางสังคม (Social System) 3) หลักการตอบสนอง (Principles of Reaction) และ 4) ระบบที่นำมา สนับสนุน (Support System)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ พบว่า ปรากฏการณ์ที่นำมาใช้ในควรเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นใกล้ตัวกับนักเรียน และควรมีการนำเสนอปรากฏการณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชาอื่นได้
2. การจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์ร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ พบว่าการสืบค้นข้อมูลเพื่อหาหลักฐานของนักเรียนไม่ชัดเจน ครูควรแนะแนวการหาหลักฐานให้หรืออธิบายให้ละเอียดอีกครั้งก่อนให้นักเรียนสืบค้นหลักฐาน และการเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุของนักเรียนไม่ถูกต้อง ครูต้องอธิบายวิธีการเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุ และยกตัวอย่างแผนภาพเชิงสาเหตุให้นักเรียนก่อนที่จะให้นักเรียนเขียนแผนภาพเชิงสาเหตุด้วยตนเอง
3. การตอบคำถามเพื่อระบุสาเหตุเกี่ยวกับปรากฏการณ์ คำตอบของนักเรียนที่ครูถามนักเรียนตอบไม่ชัดเจน ครูควรใช้คำถามเพิ่มเติมในการถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนระบุสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ได้ และเมื่อนักเรียนจะตอบในประเด็นอื่นครูควรพุดคุยและเน้นย้ำปรากฏการณ์ให้นักเรียนตลอดการถามคำถาม
4. กิจกรรมเพื่อส่งเสริมและพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนระบุสาเหตุ ผลกระทบ และการแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้ตลอดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์ร่วมกับแผนภาพเชิงสาเหตุ ได้มีการนำเทคนิคการใช้แผนภาพเชิงสาเหตุมาช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถหาสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ นำไปสู่หาวิธีการแก้ไขปัญหาได้ตรงตามปรากฏการณ์ที่กำหนด ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดเป็นระบบได้ ในครั้งถัดไปควรนำเทคนิคอื่นมาประยุกต์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดขั้นสูงที่หลากหลาย
2. การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์กับแผนภาพเชิงสาเหตุ ในครั้งถัดไปควรนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่นและระดับมัธยมศึกษาอื่น

บรรณานุกรม

- ปิยนาล ประยูร. (2548). วิธีคิดกระบวนระบบ (Systems thinking) : โครงการเสริมสร้างการเรียนรู้เพื่อชุมชนเป็นสุข. ตะวัน ไชยวรรณ และ กุลธิดา นกุลธรรม. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน การเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อส่งเสริมความรู้ของผู้เรียนในโลกแห่งความจริง. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 15(2), 251–263.
- ฤทัยรัตน์ ชิตมงคล และ สมยศ ชิตมงคล. (2560). การคิดเชิงระบบ: ประสบการณ์การสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 45(2), 209–224.
- พัฒน์ นุ่นชูคัน. (2561). การพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารพัฒนาการเรียนรู้อย่างใหม่*, 7(10), 105–121.
- วณิษา ใจเร็ว, ดวงรัตน์ เหลืองอ่อน และ คณิติน จรโคกกรวด. (2566). โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยีสำหรับการสอนออนไลน์ของครูในช่วงแพร่ระบาดของโควิด-19. *วารสารพัฒนาการเรียนรู้อย่างใหม่*, 8(5), 31–48.
- สุชานันท์ วรรณานันท์. (2565). การจัดการเรียนรู้อย่างบูรณาการเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่องปรากฏการณ์ของโลกและภัยธรรมชาติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารร้อยแก่นสารศิลป์*, 8(1), 136–149.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. สืบค้นจาก http://academic.obec.go.th/images/document/1580786506_d_1.pdf
- Bloom, B., et al. (1971). Handbook on formative and summative evaluation of student learning. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Bryson, J. M., Ackermann, F., Eden, C., & Finn, C. B. (2004). *Visible thinking: Unlocking causal mapping for practical business results*. John Wiley & Sons.
- Cox, M., Steegen, A., & Elen, J. (2018). Using causal diagrams to foster systems thinking in geography education. *International Journal of Designs for Learning*, 9(1), 34–48. <https://doi.org/10.14434/ijdl.v9i1.22756>
- Islakhiyah, K., Sutopo, S., & Yulianti, L. (2017, August). Scientific explanation of light through phenomenon-based learning on junior high school students. In *1st Annual International Conference on Mathematics, Science, and Education (ICoMSE 2017)* (pp. 141–153). Atlantis Press.
- Kompa, J. S. (2017). Remembering Prof. Howard Barrows: Notes on problem-based learning and the school of the future. สืบค้นจาก <https://joanakompa.com/tag/phenomenon-based-learning>
- Ritchie, T. A. (2017). *Developing and measuring systems thinking skills in students and teachers* (Doctoral dissertation). University of Florida. <https://ufdc.ufl.edu/UFE0051372/00001>
- Senge, P. M. (1993). *The fifth discipline: The art & practice of the learning organization* : Century Business.

Squires, A., Wade, J., Dominick, P., & Gelosh, D. (2011, April). Building a competency taxonomy to guide experience acceleration of lead program systems engineers. *In Proceedings from the Ninth Annual Conference on Systems Engineering Research (CSER)*, Redondo Beach, CA.

Translated Thai References

- Chaiwan, T., & Nugultham, K. (2021). Management of learning using phenomena as a basis integrated learning to promote students' knowledge in the real world. *Journal of Graduate Studies, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage*, 15(2), 251–263. [in Thai].
- Chidmongkol, R., & Chidmongkol, S. (2017). Systems thinking: Teaching experiences for improving systems thinking. *Journal of Education Studies*, 45(2), 209–224. [in Thai].
- Jairew, W., Luangon, D., & Jornkokgoud, K. (2023). Causal relationship model of acceptance of technology for online teaching by teachers during the COVID-19 pandemic. *Journal of Modern Learning Development*, 8(5), 31–46. [in Thai].
- Noonchookhan, P. (2018). Development of science teaching model to develop systematic thinking process for Mathayom 3 students. *Journal of Modern Learning Development*, 7(10), 107–121. [in Thai].
- Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education. (2017). *Indicators and core learning content science learning group (revised edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum, B.E. 2008. Bangkok: Cooperative Community Agriculture of Thailand.* http://academic.obec.go.th/images/document/1580786506_d_1.pdf [in Thai].
- Piyanat, P. (2005). *Systems thinking : Project to Enhance Learning for a Happy Community.* [in Thai].
- Worawattananon, S. (2022). Phenomenon-based learning management to develop critical thinking and problem-solving skills on the phenomenon of the world and natural disasters of grade 6 students. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 8(1), 136–149. [in Thai].