

**ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 : การวิจัยปฏิบัติการ**

EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BASED ON SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY AND ENVIRONMENT (STSE) WITH INFOGRAPHIC DESIGN USING CANVA ON ENVIRONMENTAL AWARENESS OF MATHAYOMSUKSA 1 STUDENTS: ACTION RESEARCH

นิธิศ ธงภักดิ์<sup>1,\*</sup> และ อุษณี ลลิตพसान<sup>2</sup>

Nithis Thongpak<sup>1,\*</sup> and Usanee Lalitpasan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>โรงเรียนสมเด็จพระปิยมหาราชรมณียเขต กาญจนบุรี 71150

<sup>2</sup>ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

<sup>1</sup>Somdetphrapiyamaharajrommaniyakhet School, Kanchanaburi Thailand, 71150

<sup>2</sup>Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok Thailand, 10900

\*Corresponding author: Email: nithis.t@ku.th

รับบทความ 11 มีนาคม 2565 แก้ไขบทความ 7 มิถุนายน 2565 ตอรับบทความ 12 มิถุนายน 2565 เผยแพร่บทความ เมษายน 2566

**บทคัดย่อ**

การวิจัยปฏิบัติการในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ได้แก่ 1) เพื่อพัฒนานวัตกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม 2) เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3) เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 37 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และ 3) แบบวัดความตระหนักเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 ข้อ

ผลการวิจัย พบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ และแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า ผลการทดสอบความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลางถึงระดับสูงมาก และนักเรียนสามารถออกแบบโปสเตอร์ โดยใช้ canva เพื่อรณรงค์หรือเชิญชวนให้ผู้คนที่ยกขึ้นและได้อ่านสามารถนำไปปฏิบัติตนเพื่อเป็นแนวทางและเกิดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมได้
3. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 1) ศึกษาเอกสารและตัวอย่างของงานวิจัยอย่างรอบด้าน 2) มีกระบวนการในการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย และร่วมมือกับครูผู้สอนในรายวิชาต่าง ๆ 3) การสะท้อนผลทุกขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอนด้วยวิธีการที่หลากหลาย 4) ให้ข้อมูลย้อนกลับหรือคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขผลงานให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น และ 5) เผยแพร่ผลงานของนักเรียนและผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผ่านช่องทางที่หลากหลาย

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE, ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม, แคนวา

## ABSTRACT

This action research aimed to 1) develop innovative learning management based on science, technology, society and environment (STSE) education with infographic design using Canva affecting environmental awareness, 2) examine the effects of the developed learning management, and 3) examine good practices derived from organizing the developed learning management. The target group consisted of 37 students of Mathayomsuka 1 studying in the second semester of the academic year 2021. Research instruments consisted of 1) lesson plans based on STSE education with infographic design using Canva, 2) a learning management reflection form, and 3) a 30-item assessment form on global warming awareness for lower secondary school students.

The research results showed that

1. All elements of lesson plans based on STSE education with infographic design using Canva affecting environmental awareness achieved the highest level of appropriateness. The developed reflection form of learning management could be used as a tool in learning management.

2. The students' environmental awareness ranged from moderate to very high levels. With the help of Canva, the students were able to create posters to encourage or persuade individuals who view and read them to enhance self-performance and raise environmental awareness.

3. Good practices obtained from the learning management based on STSE education with infographic design using Canva affecting environmental awareness, comprised 1) examining documents and research studies comprehensively, 2) employing a variety of processes in analyzing problems and collaborating with teachers from various subjects, 3) reflecting on each step of the six learning management procedures using various approaches, 4) providing feedback or suggestions to improve the products, and 5) publishing the students' results and the teachers' learning management through multiple channels.

**Keywords:** STSE Education, Environmental Awareness, Canva

## บทนำ

การเปลี่ยนแปลงอย่างหนึ่งที่กำลังส่งผลต่อชีวิตของมนุษย์อย่างมากก็คือการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมที่ในปัจจุบันมีความรุนแรงและเกิดขึ้นบ่อยมากขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ซึ่งถือเป็นปัญหาที่มนุษย์ทุกคนทุกเชื้อชาติกำลังเผชิญ และปัญหาดังกล่าวยิ่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2563) สำหรับประเทศไทยได้มีการตระหนักและตื่นตัวในปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงมีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ และเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งจะถือเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ มีงานวิจัยจำนวนมากได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดและกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม เช่น รุ่งทิพา กองสอน (2562) ได้ศึกษาการสร้างความรู้ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับนิสิตวิชาชีพครู ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับสักขิภา นาไช และอังคณา อ่อนธานี (2560) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สอดคล้องกับ สายรุ่ง ชาวสุภา (2561) ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง แนวคิดเคมีสีเขียว ที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์และความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนิสิตวิชาชีพครู และฉันทนา เชาว์ปรีชา (2562) ได้ศึกษาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความตระหนักเรื่องสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงผ่านการศึกษานอกระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะพบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับการตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้หรือแนวคิดที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนมีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (technology) สังคม (social) และสิ่งแวดล้อม (environment) หรือย่อว่า STSE เป็นแนวคิดหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมได้ โดยแนวคิด

STSE เป็นการเรียนการสอนที่บูรณาการทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มิติทางสังคมและมิติทางด้านสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน เน้นให้เกิดการคิดแบบปลายเปิด การทำงานเป็นกลุ่มย่อยขนาดเล็ก การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การวิพากษ์วิจารณ์ การเห็นแย้ง การโต้เถียงด้วยเหตุผล (Aikenhead, 1988; Kim and Orth, 2008; Erminal et al., 2008; Yoruk et al., 2009 อ้างถึงใน รุ่งทิวา กองสอน (2562) ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสืบค้น (Search) 2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) 3) ขั้นสะท้อนคิด (Reflect) 4) ขั้นสร้างสรรค์ (Create) 5) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) และ 6) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Act) (รุ่งทิวา กองสอน และ พงษ์ศักดิ์ แป้นเขียว, 2556) โดยกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมได้

ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสภาวะจิตใจที่เกิดความรู้สึก ความสำนึกต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดขึ้นจากการมีความรู้และเจตคติที่ถูกต้องด้านสิ่งแวดล้อม จนเกิดเป็นความมุ่งมั่น ชัดแจ้ง ตัวอย่างเช่น การเห็นประโยชน์ รู้คุณรู้โทษ การหวงแหน รู้สึกปกป้องและรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนนำไปปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมจนสามารถพัฒนาต่อเป็นความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ เห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อม และผลกระทบที่เกิดขึ้นตามมาจากการกระทำที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมได้ในที่สุด (ลินดา การภักดี, 2561)

ความตระหนักรู้เป็นพฤติกรรมในด้านความรู้สึกและอารมณ์ที่เกิดจากการได้รับความรู้ จนเกิดเป็นค่านิยมที่ถูกต้อง และพัฒนาต่อจนเป็นความตระหนักที่ส่งผลต่อการแสดงออกของพฤติกรรมที่พึงประสงค์ การจะพัฒนาความตระหนักทางด้านสิ่งแวดล้อมสามารถใช้กิจกรรมที่หลากหลาย ได้แก่ การพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่ การใช้กิจกรรมบทบาทสมมติ (role play) การสัมภาษณ์บุคคลผู้มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เช่น ประชาชนชาวบ้าน การทำโครงการด้านสิ่งแวดล้อม การโต้วาทีในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชุมชนด้านสิ่งแวดล้อม และการเผยแพร่ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและผู้อื่น เช่น จัดทำโปสเตอร์ แผ่นพับ ส่งเสริมการกระทำที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม วาดภาพ เขียนคำขวัญ เขียนความเรียงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Ballantyne and Parker, 2002)

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาเกี่ยวกับการขาดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนด้วยการใช้เทคนิค card sort พบว่าปัญหาที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลให้นักเรียนขาดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูที่ยังไม่สามารถสร้างความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนได้ โดยจากการสอบถามครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวมถึงประสบการณ์ในการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้วิจัยที่ผ่านมา และการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับการเผยแพร่ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและผู้อื่น เช่น จัดทำโปสเตอร์ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ได้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้ผู้เรียนจัดทำโปสเตอร์เผยแพร่และรณรงค์นอกจากการนักเรียนที่เป็นผู้จัดทำแล้ว บุคคลอื่นที่ได้พบเห็นโปสเตอร์ก็สามารถเกิดความตระหนักรู้ได้ โดยการจัดทำโปสเตอร์หรือการออกแบบ infographic ที่ใช้งานได้ง่ายและมีรูปแบบแม่แบบพื้นหลัง รูปภาพให้นักเรียนเลือกใช้ในการออกแบบงาน และเป็นที่ยอมรับในการทำงานออกแบบได้แก่แอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ที่มีชื่อว่า canva ซึ่งเป็นเครื่องมือสร้างอินโฟกราฟิกแบบออนไลน์ใช้งานได้ฟรี มีเครื่องมือที่ไม่ซับซ้อน เพียงแค่เลือกแม่แบบอินโฟกราฟิก แล้วเพิ่มข้อมูล จะทำให้ได้อินโฟกราฟิกที่มีความน่าสนใจ ซึ่งนักเรียนสามารถปรับแต่งเองได้เพิ่มเติม อีกทั้งยังมีแม่แบบสำเร็จรูปจำนวนมากให้นักเรียนได้เลือกใช้ในงานออกแบบของตนเอง พร้อมมีภาพวาดจำนวนหลายพันรูป ดังนั้นไม่ว่าเนื้อหาจะเกี่ยวกับสิ่งใดนักเรียนก็สามารถเติมแต่งงานออกแบบของตนเองได้ด้วยเครื่องมือสร้างอินโฟกราฟิกที่ใช้งานง่าย ซึ่ง canva สามารถใช้งานได้หลากหลายช่องทางไม่ว่าจะเป็นเว็บไซต์ผ่านคอมพิวเตอร์ แอปพลิเคชันผ่านสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต อีกทั้งสามารถทำงานร่วมกับผู้ใช้งานบัญชีอื่นเพื่อช่วยกันทำงานได้ผ่านเครือข่ายออนไลน์ (หน่วยพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ สำนักคิจิทัลเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2562) สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ภายใต้สถานการณ์ระบาดไวรัส Covid-19 (วิทัศน์ ผักเจริญผลและคณะ, 2563) พบว่า ครูผู้สอนเคยจัดการเรียนการสอนหรือใช้ canva ประกอบการจัดการเรียนการสอน 7% นอกจากนี้งานวิจัยเรื่องการพัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน Facebook โดยไขปัญหาพื้นฐาน เรื่อง การออกแบบและพัฒนาอินโฟกราฟิก (ประภัสสร กองทอง, 2563) พบว่ามีการสร้างอินโฟกราฟิกด้วยแอปพลิเคชัน canva แล้วนำเสนอผ่านสื่อสังคมออนไลน์ และสถาพร สาดแล่น (2563) พบว่า นักเรียนสามารถออกแบบอินโฟกราฟิก โดยใช้แอปพลิเคชันแคนวาได้จริง

จากปัญหาที่พบและการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน canva มาใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมเด็จพระปิยมหาราชรมณียเขต จังหวัดกาญจนบุรี ในเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรต้น : การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva

ตัวแปรตาม : ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart (2008, p. 78)

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสมเด็จพระปิยมหาราชรมณียเขต จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 37 คน

#### เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตาม STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva จำนวน 3 แผน
- 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
- 3) แบบวัดความตระหนักเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 ข้อ โดยผู้วิจัยนำแบบวัดของนางสาวนิตดาวรรณ บุญอินทร์ มาใช้เนื่องจากข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและข้อคำถามในแบบวัดมุ่งวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม (นิตดาวรรณ บุญอินทร์, 2558)

โดยมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva

1.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล สื่อการเรียนรู้ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะในการปรับแก้ก่อนให้ ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบต่อไป

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ดร.อุษณี ลลิตผสาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นางสาวเกียรติพร นาคสุน ครูโรงเรียนพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ และนางสาวดาวเรือง สายคำเลิศ ครูโรงเรียนพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี ตรวจสอบและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

นำผลการตอบของผู้ทรงคุณวุฒิมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งค่าเฉลี่ย 3.00 – 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเข้าเกณฑ์มีความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2540)

1.6 นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไขและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

## 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายและประเด็นที่สำคัญที่จะบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ จุดเด่น จุดที่ควร พัฒนาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้

2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีขอบข่ายการสร้าง ประกอบด้วย

2.2.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva โดยจะมีการจดบันทึกลักษณะของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน

2.2.2 บันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและประเมินความเหมาะสม แล้วปรับปรุง ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.4 ปรับปรุง และแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำแล้วไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับ สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3) แบบวัดความตระหนักเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 ข้อ โดยผู้วิจัยนำ แบบวัดของนางสาวนิดาวรรณ บุญอินทร์ (นิดาวรรณ บุญอินทร์, 2558) โดยมีคะแนนและเกณฑ์ระดับความตระหนักผู้ต่อสิ่งแวดล้อม ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงคะแนนและระดับความตระหนักผู้ต่อภาวะโลกร้อน

ระดับความตระหนัก	ช่วงคะแนนดิบ
สูงมาก	134–150
สูง	117–133
ปานกลาง	101–116
ต่ำ	83–100
ต่ำมาก	5–82

## วิธีรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ตั้งแต่เดือนตุลาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 เนื่องจากเป็นโรงเรียนประจำและมีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ซึ่งใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

1) ชี้แจงวัตถุประสงค์และข้อตกลงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2) ดำเนินการออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนฯ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจรตามหลักการและขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนของ Kemmis and McTaggart (2008, p. 78) ซึ่งเป็นวงจร PAOR ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์แก๊สเรอโนนระจกและแก๊สเรอโนนระจก วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยแต่ละวงจรมีรายละเอียด ดังนี้

#### วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์แก๊สเรอโนนระจกและแก๊สเรอโนนระจก

ขั้นวางแผน (Plan) : ออกแบบการจัดการเรียนรู้ แล้วเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์แก๊สเรอโนนระจกและแก๊สเรอโนนระจก และสร้างแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์แก๊สเรอโนนระจกและแก๊สเรอโนนระจก

ขั้นปฏิบัติ (Act) : ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์แก๊สเรอโนนระจกและแก๊สเรอโนนระจกจำนวน 3 ชั่วโมง

ขั้นสังเกต (Observe) : ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์แก๊สเรอโนนระจกและแก๊สเรอโนนระจก ผู้วิจัยเก็บข้อมูล โดยการสังเกตการเรียนรู้ของผู้เรียน

ขั้นสะท้อนผล (Reflect) : ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน ได้แก่ ผลงานการออกแบบ infographic เรื่อง ปรากฏการณ์แก๊สเรอโนนระจกและแก๊สเรอโนนระจก บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ บันทึกจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ฯ แล้วทำการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล แล้วสรุปผล เพื่อนำผลที่พบ ปัญหาและอุปสรรคที่พบไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ต่อไป

#### วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน

ขั้นวางแผน (Plan) : นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำมาปรับปรุงให้เหมาะสม รวมถึงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่พบในวงจรที่ 1 แล้วทำการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน จำนวน 3 ชั่วโมง และสร้างแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน

ขั้นปฏิบัติ (Act) : ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน จำนวน 3 ชั่วโมง

ขั้นสังเกต (Observe) : ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน ผู้วิจัยเก็บข้อมูล โดยใช้แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ฯ

ขั้นสะท้อนผล (Reflect) : ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน ได้แก่ ผลงานการออกแบบ infographic เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ บันทึกจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ฯ แล้วทำการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล แล้วสรุปผล เพื่อนำผลที่พบ ปัญหาและอุปสรรคที่พบไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ต่อไป

#### วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ขั้นวางแผน (Plan) : นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นำมาปรับปรุงให้เหมาะสม รวมถึงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่พบในวงจรที่ 1 และ 2 แล้วทำการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จำนวน 6 ชั่วโมง และสร้างแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ เรื่อง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

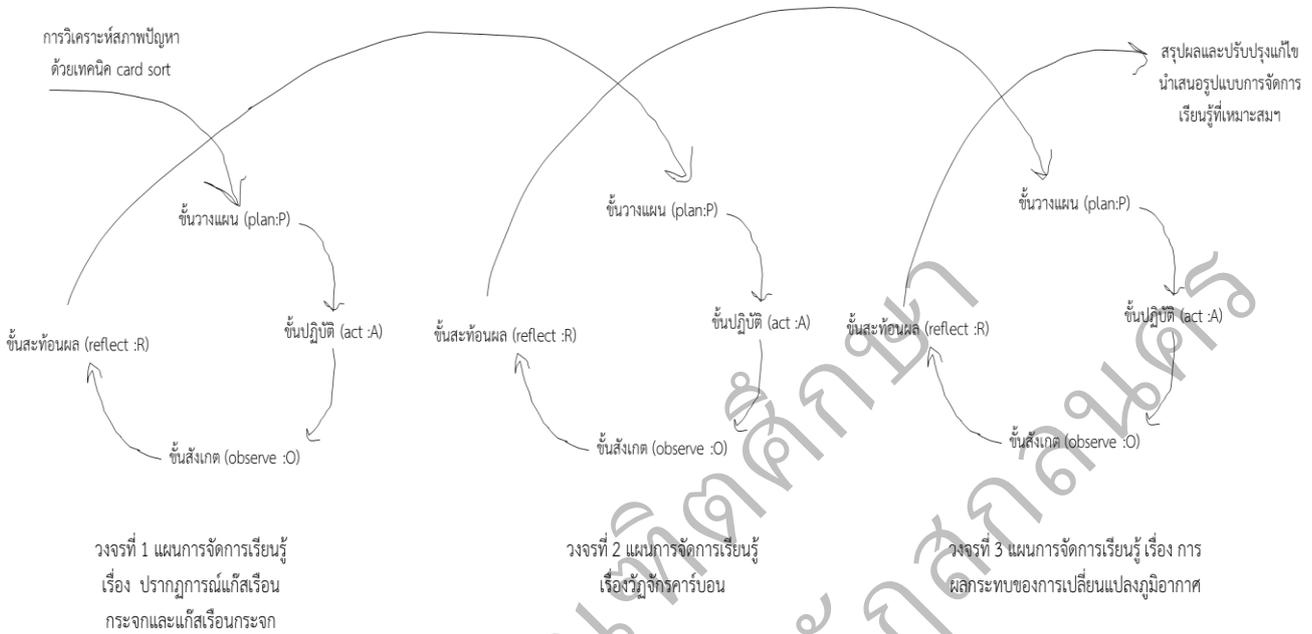
ขั้นปฏิบัติ (Act) : ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ขั้นสังเกต (Observe) : ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โลก ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ฯ

ขั้นสะท้อนผล (Reflect) : ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน ได้แก่ ผลงานการออกแบบ infographic เรื่อง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ บันทึกจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ฯ แล้วทำการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล แล้วสรุปผล เพื่อนำผลที่พบ ปัญหาและอุปสรรคที่พบไปใช้ในการสรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยต่อไป รวมถึงนำเสนอวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ฯ เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการ

จัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการทดสอบโดยใช้แบบวัดความตระหนักเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (นิตาวรรณ บุญอินทร์, 2558) จำนวน 30 ข้อ

จากการดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart (2008, p. 78) สามารถเขียนเป็นแผนภาพวงจรการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนทั้ง 3 วงจร PAOR ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 วงจรการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

**สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์**

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

**สรุปผลการวิจัย**

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ผลการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva และตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักเรื่องสิ่งแวดล้อม ดังนี้

**ตอนที่ 1 ผลการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

ผลการประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ได้แก่ มีความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้หรือตัวชี้วัดฯ จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนการสอนของแนวคิด STSE มีการวัดและประเมินผลผู้เรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลใช้วิธีการที่หลากหลาย เป็นต้น โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 4.52-4.72 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.53-0.72 ดังนี้

ตาราง 2 แสดงผลการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
ปรากฏการณ์แก๊สเรือนกระจกและแก๊สเรือนกระจก	4.72	0.53
วัฏจักรคาร์บอน	4.56	0.69
ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	4.52	0.72

## ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva

ผลการทดสอบความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้แบบวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียน จำนวน 37 คน ได้รับคะแนนระหว่าง 101–116 คะแนน แสดงว่ามีความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลาง จำนวน 6 คน ได้รับคะแนนระหว่าง 117–133 คะแนน แสดงว่ามีความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับสูง จำนวน 15 คน และนักเรียนที่ได้รับคะแนนระหว่าง 134–150 คะแนน แสดงว่ามีความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับสูงมาก จำนวน 16 คน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เมื่อจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 ครบตามขั้นตอนแล้วจึงนำผลการสะท้อนคิดจากแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุง ได้แก่ 1) เพิ่มขั้นตอนให้นักเรียนออกแบบหรือร่างโปสเตอร์ พร้อมทั้งให้ครูตรวจและปรับปรุงแบบ โดยทำใบกิจกรรมออกแบบโปสเตอร์เพิ่มในแผนฯ และ 2) เพิ่มขั้นตอนการสะท้อนคิดโดยการพูดคุยหรือนำอภิปรายผ่านการตั้งคำถาม จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า ในระยะแรกนักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์น้อย และเนื่องจากนักเรียนทั้งหมดยังไม่เคยใช้ canva ในการออกแบบครูจึงต้องสอนวิธีการใช้งานเบื้องต้น แต่ด้วยตัวโปรแกรมที่ใช้งานได้ง่าย และมีมีแบบและรูปภาพให้ตกแต่งจำนวนมาก จึงทำให้ใช้เวลาไม่นาน นักเรียนก็สามารถใช้งานเบื้องต้นได้ โดยในระหว่างนักเรียนออกแบบ infographic ครูได้มีการเดินสังเกตการออกแบบของนักเรียนเพื่อให้คำแนะนำและสอบถามแนวคิดการออกแบบ พบว่า นักเรียนบางส่วนมีวิธีการนำเสนอที่แตกต่างไปจากที่หาข้อมูลมาไว้ โดยนักเรียนให้เหตุผลว่ามีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ได้แนวคิดใหม่ ๆ มาใช้ในการออกแบบโปสเตอร์ และเมื่อจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่า นักเรียนสามารถใช้โปรแกรม canva ในการออกแบบโปสเตอร์ได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถออกแบบโปสเตอร์ได้ใกล้เคียงกับร่างที่ออกแบบไว้ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาและมีความสวยงาม สอดคล้องและเป็นไปตามเนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหลังจากที่นักเรียนออกแบบโปสเตอร์เรียบร้อยแล้ว และครูผู้สอนจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร พบปัญหาและอุปสรรคในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในประเด็นต่าง ๆ โดยผู้วิจัยได้สะท้อนผล ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแนวคิด STSE ดังนี้

1) ขั้นสืบค้น (Search) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้ พบว่า บทความที่นำมาให้นักเรียนอ่านยาวเกินไป ทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถทำความเข้าใจและสรุปใจความสำคัญ รวมทั้งบอกสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนอ่านจากบทความว่าคืออะไรได้ ส่วนเกม Too little too late เป็นเกมที่สนุก ได้ความรู้และสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ควรเขียนขั้นตอนการจัดกิจกรรมหรือเกม การเดินทางของคาร์บอนให้ชัดเจน แต่เมื่อนำกิจกรรมไปใช้กับนักเรียน พบว่า เกิดความสนุกสนาน นักเรียนเข้าใจเนื้อหา เรื่อง วงจรของคาร์บอน และเข้าใจแหล่งกำเนิดของคาร์บอน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถออกแบบหรือร่างโปสเตอร์ได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น แต่ควรเพิ่มคำถามท้ายกิจกรรมอีก 2-3 ข้อ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาและเป็นแนวทางหรือคำถามนำให้กับนักเรียนนำไปออกแบบหรือร่างโปสเตอร์

2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) : ควรเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศภายในขวดที่บรรจุน้ำกับขวดที่บรรจุน้ำโซดา เมื่อให้ความร้อน จากการทำให้นักเรียนได้ลงมือทำการสาธิตหรือดูคลิปวิดีโอ เนื่องจากในการทำกิจกรรมต้องใช้เวลานาน และผลการทำกิจกรรมเป็นสิ่งที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคาดการณ์ได้ รวมทั้งนักเรียนสามารถระบุปัญหาโดยไม่ต้องทำกิจกรรม และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์แก๊สเรือนกระจกเกี่ยวกับสาเหตุ ผลกระทบและแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดแก๊สเรือนกระจก จากแหล่งข้อมูลมากกว่า 4 แหล่งที่มา หรือมากกว่า ควรออกแบบใบกิจกรรมการสืบค้นที่มีหัวข้อเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนสืบค้น ไม่ควรให้นักเรียนจดลงในสมุด แต่นักเรียนสามารถเสนอแนวทางการค้นคว้าเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเพื่อลดแก๊สเรือนกระจกและผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้

3) ขั้นสะท้อนคิด (Reflect) : นักเรียนสามารถบอกชนิดของแก๊สเรือนกระจก และสรุปสาเหตุ ผลกระทบที่เกิดจากปรากฏการณ์แก๊สเรือนกระจก และเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดแก๊สเรือนกระจกได้ซึ่งนักเรียนจะได้นำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบ infographic ต่อไป และในการสืบค้นข้อมูลครูจะต้องให้คำแนะนำและตรวจผลการสืบค้นข้อมูล เพราะมีนักเรียนบางคนที่ยังสับสนและนำเสนอผลการค้นข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา เช่น นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เครื่องทำความเย็นที่มีสารทำความเย็นซึ่งจะทำให้เกิดสาร CFC แต่ในเนื้อหานี้เน้นข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น โดยในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้ออกแบบหรือร่างโปสเตอร์เกี่ยวกับแนวทางในการปฏิบัติตนเพื่อช่วยลดปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ โดย พบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอเนื้อหาที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือเกี่ยวกับการลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ

4) **ขั้นสร้างสรรค์ (Create) :** ในการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ต้องให้นักเรียนออกแบบงานด้วยตนเอง ยังไม่ต้องจับคู่หรือเข้ากลุ่มในการออกแบบ แต่ครูผู้สอนจะต้องคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนจะใส่ลงในงาน รวมทั้งต้องมีการระบุหัวข้อที่ชัดเจน และเพื่อให้การออกแบบโปสเตอร์โดยใช้ canva มีความสมบูรณ์ในด้านเนื้อหาและความสวยงาม ครูต้องให้นักเรียนออกแบบหรือร่างโปสเตอร์ก่อนที่จะมาออกแบบจริง โดยถ้านักเรียนออกแบบหรือร่างแบบมาก่อนจะทำจริงครูจะได้มีการตรวจสอบเนื้อหาที่นักเรียนเลือกมาว่าถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์และน่าเชื่อถือหรือไม่ด้วย และครูจะต้องกำหนดรายละเอียดในการออกแบบโปสเตอร์ให้ชัดเจน ได้แก่ หัวข้อในการออกแบบโปสเตอร์ คำชี้แจงในการออกแบบโปสเตอร์โดยครูจะต้องระบุให้ชัดเจนว่าให้นักเรียนเลือกวิธีการปฏิบัติตนในการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกมาเพียง 1 วิธีเท่านั้น เนื่องจากนักเรียนบางคนเลือกมาหลายวิธีในการออกแบบโปสเตอร์ และนักเรียนจะต้องบอกเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ด้วยว่าเพราะเหตุใดวิธีการที่นักเรียนนำเสนอถึงช่วยลดแก๊สเรือนกระจกได้ แต่โดยภาพรวมนักเรียนสามารถออกแบบโปสเตอร์ให้มีความสมบูรณ์ในด้านความสวยงามและเนื้อหา รวมทั้งโปสเตอร์ที่นักเรียนออกแบบนั้นสามารถสื่อสารและรณรงค์ให้เกิดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่างการออกแบบโปสเตอร์ของนักเรียนโดยใช้ canva



ภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่างการออกแบบโปสเตอร์เกี่ยวกับวิธีการลดโลกร้อนของนักเรียนโดยใช้ canva

5) **ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) :** นักเรียนนำเสนอ infographic ให้สมาชิกภายในห้องฟัง แล้วอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดแก๊สเรือนกระจกร่วมกัน โดยครูจะต้องทำหน้าที่ในการกระตุ้นและนำเสนออภิปรายและควรเพิ่มจำนวนนักเรียนที่ออกมานำเสนอผลงานการออกแบบโปสเตอร์หน้าชั้นเรียนและนำเสนอแบบร่างของโปสเตอร์ที่นักเรียนทำไว้ก่อนออกแบบจริงโดยใช้ canva

6) **ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Act) :** นำผลงานของตนเองไปจัดบอร์ดเผยแพร่ผลงานหน้าห้องเรียน และบอร์ดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ให้นักเรียนแต่ละคนนำเสนอผลงานตนเองผ่านช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Instagram, Twitter, Tiktok แต่จะติดตามได้ยากเนื่องจากบางคนไม่ได้เป็นเพื่อนในช่องทางสื่อสังคมออนไลน์กับครู และครูได้คัดเลือกนักเรียนที่มีผลงานการออกแบบโปสเตอร์ที่มีความสมบูรณ์มากที่สุดในด้านเนื้อหา ความน่าเชื่อถือของแนวทางการปฏิบัติตนและความสวยงาม โดยตัวอย่างโปสเตอร์ที่ได้รับการคัดเลือกไปนำเสนอหน้าเสาธงในการทำกิจกรรมเคารพธงชาติ ในช่วงสัปดาห์ประจำวัน

จากการสะท้อนผลในการจัดการเรียนการสอนจากทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ครูผู้สอนควรปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ควรให้นักเรียนออกแบบหรือร่างแบบโปสเตอร์ แล้วครูตรวจและปรับปรุงก่อนจะออกแบบจริง และควรให้นักเรียนได้สะท้อนคิดในประเด็นการตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ครูพูดคุยกับนักเรียน การสัมภาษณ์ การนำเสนออภิปราย



2. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องมีกระบวนการในการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย เช่น เทคนิคก้างปลา เทคนิค card sort ประกอบกับบริบทในห้องเรียนและจะต้องร่วมมือและบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับรายวิชาที่เกี่ยวข้องและร่วมมือกับครูผู้สอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง
3. การสะท้อนผลการเรียนรู้ต้องสะท้อนผลของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน ในแต่ละขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนอย่างรอบด้านรอบคอบ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ การสังเกต การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การทดสอบด้วยแบบทดสอบ เป็นต้น
4. นำสิ่งที่ได้จากการสะท้อนผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เช่น การออกแบบโครงร่างงาน การนำเสนอวิธีคิดหรือแนวคิดต่าง ๆ ของผู้เรียน มาประมวลผลเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับหรือให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขผลงานหรือชิ้นงานหรือแนวคิดให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น
5. ต้องมีการเผยแพร่ผลงานทั้งผลงานของนักเรียนและผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผ่านช่องทางที่หลากหลาย

### อภิปรายผลการวิจัย

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสืบค้น (Search) 2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) 3) ขั้นสะท้อนคิด (Reflect) 4) ขั้นสร้างสรรค์ (Create) 5) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) และ 6) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Act) มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ได้แก่ มีความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้หรือตัวชี้วัดฯ จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนการสอนของแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva มีการวัดและประเมินผลผู้เรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลใช้วิธีการที่หลากหลาย เป็นต้น และแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลการทดสอบความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลางถึงระดับสูงมาก และนักเรียนสามารถออกแบบโปสเตอร์ โดยใช้ canva เพื่อรณรงค์หรือเชิญชวนให้ผู้คนที่ยกเว้นและได้อ่านสามารถนำไปปฏิบัติตนเพื่อเป็นแนวทางและเกิดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมได้จริงสอดคล้องกับผลการวิจัยของเพชรรัตน์ ศรีสวัสดิ์ (2554) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE มีจิตอนุรักษ์ด้านสิ่งแวดล้อมและพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมในการปฏิบัติตนต่อสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนที่แสดงถึงการมีจิตอนุรักษ์อยู่ในระดับสูงขึ้นหลังจากได้รับการเรียนรู้ด้วยแนวคิด STES นอกจากนี้งานวิจัยของรุ่งทิภา กองสอน (2563) พบว่า นิสิตมีระดับความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจเรื่องสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติตามแนวคิด STSE ที่ชัดเจน จึงเห็นความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสังคมจริง มีความห่วงใย วิตกกังวลในปัญหา จึงคิดหาวิธีการรักษาหรือลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมนั้นผ่านการผลิตสื่อการสอนเคมี และอาจเป็นเพราะการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแนวคิด STSE ที่มีการออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ชัดเจน เหมาะสม คำนี้ถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการพัฒนา เครื่องมือที่มีคุณภาพที่เหมาะสม เพราะได้รับคำแนะนำในการปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของลักษิกา นาไขและอังคณา อ่อนธานี (2560) พบว่า ผลการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนสามารถระบุปัญหา และอธิบายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น มีความรู้ความเข้าใจถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ว่ามีสาเหตุมาจากอะไร โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบและมีการแสดงความรู้สึกที่มีต่อสิ่งแวดล้อมจากการอ่านข่าวและการสำรวจสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนของนักเรียน อีกทั้งงานวิจัยของ ประภัสสร กองทอง (2563) การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ผ่าน Facebook โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การออกแบบและพัฒนาอินโฟกราฟิก พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ได้มีการจัดการเรียนรู้ออกแบบอินโฟกราฟิกโดยผู้สอนมีการตั้งประเด็นคำถามเพื่อนำไปสู่การหาสาเหตุของปัญหา ยกตัวอย่างภาพอินโฟกราฟิก และสาธิตวิธีการ

ออกแบบและพัฒนาอินโฟกราฟิกด้วยแอปพลิเคชัน Canva ผ่าน Clip ที่โพสต์ลงใน Facebook Group หลังจากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาคลิตวีธีการออกแบบและพัฒนาอินโฟกราฟิกด้วยแอปพลิเคชัน Canva แล้วนำข้อมูลที่ได้ออกมาสังเคราะห์ความรู้ โดยการวางอินโฟกราฟิกแบบลงในกระดาษ โดยสามารถแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้สอนได้ แล้วจึงลงมือสร้างอินโฟกราฟิกด้วยแอปพลิเคชัน Canva ผลพบว่าผู้เรียนสามารถออกแบบอินโฟกราฟิกได้และมีคุณภาพตามเกณฑ์ดังนี้ 1) เนื้อหาสาระสำคัญของข้อมูลถูกต้อง เข้าใจง่ายอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.57$ , S.D. = 0.50) 2) ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับภาพสัญลักษณ์อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.57$ , S.D. = 0.57) 3) สีสันทันในการออกแบบอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.13$ , S.D. = 0.43) 4) ขนาดและสีของตัวอักษร อ่านง่ายอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.03$ , S.D. = 0.49) 5) การจัดวางองค์ประกอบอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D. = 0.45) และ 6) ความคิดสร้างสรรค์ ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D. = 0.64) ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับสภาพร สาดแล่น (2563) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ออกแบบอินโฟกราฟิกของนักเรียน โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่า นักเรียน จำนวน 16 คน ที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ออกแบบอินโฟกราฟิกโดยใช้โครงงานเป็นฐานนักเรียนสามารถออกแบบอินโฟกราฟิก โดยใช้แอปพลิเคชันแคนวาได้จริง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

**แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ร่วมกับการออกแบบ infographic โดยใช้ canva ที่มีต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 1. การศึกษาเอกสารและตัวอย่างของงานวิจัยอย่างรอบด้าน เพื่อนำข้อมูลต่าง ๆ มาออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ 2. ครูผู้สอนต้องมีกระบวนการในการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย เช่น เทคนิคกางปลา เทคนิค card sort และจะต้องร่วมมือและบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับรายวิชาที่เกี่ยวข้องและร่วมมือกับครูผู้สอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง 3. การสะท้อนผลการเรียนรู้ต้องสะท้อนผลในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนอย่างรอบด้านรอบด้าน ด้วยวิธีการที่หลากหลาย 4. นำสิ่งที่ได้จากการสะท้อนผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน มาประมวลผลเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับหรือให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขผลงานหรือชิ้นงานหรือแนวคิดให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น และ 5. ต้องมีการเผยแพร่ผลงานทั้งผลงานของนักเรียนและผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผ่านช่องทางที่หลากหลาย

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เหมาะสำหรับเนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

1.2 กิจกรรมหรือเทคนิคในแผนการจัดการเรียนรู้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามบริบทและสื่อการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนมีเพียงพอในการจัดการเรียนรู้

1.3 การบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้และในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จะต้องดำเนินการใน 2 ช่วง คือ ระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และหลังเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ทันที

1.4 ในการทำกิจกรรมจะต้องใช้คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อผู้เรียน จำนวน 1 คน และมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ใช้งานได้ นักเรียนควรเตรียมอีเมลพร้อมรหัสผ่านให้พร้อมก่อนเรียน

### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่นมาใช้ในการสร้างความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม เช่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM

2.2 ศึกษาตัวแปรตามอื่นกับการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิด STSE เพิ่มเติม เช่น การเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม

## เอกสารอ้างอิง

ฉันทนา เชาว์ปรีชา. (2562). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความตระหนักรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ผ่านการศึกษาเสื้อผ้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 42(2), 51-64.

- นิตดาพรรณ บุญอินทร์. (2558). การพัฒนาแบบวัดความตระหนักเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุทัยธานี เขต 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2540). การวิจัยทางการวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประภัสสร กองทอง. (2563). การพัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน Facebook โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การออกแบบและ  
พัฒนาอินโฟกราฟิก ของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครูคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.  
ศึกษา วารสารศึกษาศาสตร์, 7(2), 126-138
- รุ่งทิภา กองสอน. (2562). การสร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนิสิตวิชาชีพครู ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี  
สังคมและสิ่งแวดล้อม. วารสารวิชาการเซาธ์อีสท์บางกอก, 5(1), 25-36.
- ลักขิกา นาไขและอังคณา อ่อนธานี. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม  
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม เรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ  
สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ราชภัฏพิบูลสงคราม, 11(2), 174-189
- วิทัศน์ ฝึกเจริญผลและคณะ. (2563). ความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ภายใต้สถานการณ์ระบาดไวรัส Covid-19.  
วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์, 4(1), 44-61
- สถาพร สาดแล่น. (2563). การศึกษามลภาวะการเรียนรู้การออกแบบอินโฟกราฟิกของนักเรียนโดยใช้โครงการเป็นฐาน. การประชุม  
วิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563. (หน้า 1364-1372). กรุงเทพฯ:  
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
- ชาวสุภา, สายรุ่ง. (2561). ผลของการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง แนวคิดเคมีสีเขียว ที่มีต่อความสามารถในการ  
วิเคราะห์และความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนิสิตวิชาชีพครู. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม  
เพื่อการเรียนรู้, 9(2), 277-296.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1990). *The Action Research Planner*. Australia: Deakin University
- Roy Ballantyne, Jan Packer & John Falk. *Visits' Learning for environmental sustainability: testing short and  
longterm impacts of wildlife tourism experiences using structural equation modelling*. Retrieved from  
<https://espace.library.uq.edu.au/>. October 1<sup>st</sup>, 2022.