



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Development of the Project-Based Learning Activities that Focus on the Idea and Problem-Solving Related to Science Entitled Solar Cell Energy for Grade 10 Students

สถาพร สิทธิวงศ์¹ และ ชัยยพล ธงชัยสุรชัตกุล²

Sathaporn Sitthiwong¹ and Chaiyapon Thongchaisuratkul²

Article History

Receive: April 28, 2022

Revised: August 26, 2022

Accepted: August 29, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนปกติ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เลือกตัวอย่างแบบเจาะจงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมอำเภอมะนัง จังหวัดน่าน จำนวน 38 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานเน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์และกลุ่มที่มีการเรียนการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานกับการเรียนการสอนแบบปกติ แบบทดสอบวัดความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.72 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานเน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.48/80.26 และแผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนปกติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.82/79.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) แผนการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.773 และแผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนปกติมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.722 3) นักเรียนที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานเน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : การเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน ; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ; ความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ ; พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ; นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

¹ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, Doctoral Student in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, Assistant Professor, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok



ABSTRACT

This research aimed to develop the learning activities using the project-based teaching that focus on the idea and problem-solving related to science entitled solar cell energy for grade 10 students with the efficiency criteria of 75/75, and study the effectiveness index of the learning activities plan, and then compare the learning achievement between the group that learned with the project-based teaching and the group that learned with the traditional teaching, as well as study the satisfaction of the grade-10 students toward the project-based teaching that focus on the idea and problem-solving related to science. The sample consisted of 38 Grade-10 students from the Secondary School in Muang Nontaburi District, Nonthaburi Province using purposive sampling. The sample was divided into 2 groups including the group that learned with the project-based teaching that focus on the idea and problem-solving related to science entitled solar cell energy and the group that learned with the traditional teaching. The research instrument consisted of the project-based learning activities lesson plan, the traditional teaching lesson plan, the idea and problem-solving related to science measuring test with the reliability of 0.72. The research results found that the efficiency level of the learning activities with the project-based teaching that focus on the idea and problem-solving related to science lesson plan was at 80.48/80.26, and the efficiency level of the traditional teaching's lesson plan was at 79.82/79.12 which were higher than the defined criteria. For the study of effectiveness index of the learning activities with the project-based teaching lesson plan found that the effectiveness index of the learning activities with the project-based teaching lesson plan was at 0.773 and the effectiveness index of the traditional teaching lesson plan was at 0.722. The comparison of the students' learning achievement of the group that learned with the project-based teaching and the students' who learned with the traditional teaching found that the students' learning achievement of the group that learned with the project-based teaching was significantly higher than the students' who learned with the traditional teaching at the .05 level. Moreover the study on the satisfaction of the students found that the satisfaction of the students who learned with the project-based teaching that focus on the idea and problem-solving related to science was at a high level.

Keywords : Learning Using Project-Based Teaching ; Learning Achievement of Science Subject ; Idea and Problem-solving Related to Science ; Solar Cell Energy ; Grade-10 Students

บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อมนุษย์ สังคมและเศรษฐกิจ จากสถานการณ์ของโลกยังคงมีแนวโน้มการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วและกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งยังคงมีแนวโน้มการใช้พลังงานที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Nuttapol, 2021) ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับประเทศไทยมีค่อนข้างสูง จากการคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่า 18.2 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน (Kanchana, 2021) จากแผนพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกของประเทศไทย พ.ศ.2561-2580 (AEDP 2018) ได้มีการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ในส่วนของพลังงานแสงอาทิตย์ให้กำลังผลิตไฟฟ้าจากเดิม 2,849 เมกะวัตต์ เป็น 12,139 เมกะวัตต์ (Ministry of Energy, 2018) ซึ่งมากที่สุดจากพลังงานทดแทนทั้งหมด โดยมียุทธศาสตร์การส่งเสริมให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจต่อพลังงานทดแทนและส่งเสริมให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการผลิตและการใช้พลังงานทดแทน เซลล์แสงอาทิตย์จึงมีบทบาทสำคัญในการเป็นส่วนหนึ่งของพลังงานทดแทนที่ใช้ในผลิตไฟฟ้า การประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า เช่น หลังคาโซล่าเซลล์ รถไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ เป็นต้น

การศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาเป็นการจัดการศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและเป็นการศึกษาภาคบังคับ (Thipkanchanarat, 2018) วัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อเสริมสร้างความรู้และทักษะกระบวนการเฉพาะด้านและเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและระบบสายอาชีพด้านต่างๆ เช่น งานช่างอุตสาหกรรมและงานเกษตรกรรม เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นมัศึกษามีความสำคัญคือเป็นช่วงที่นักเรียนจะต้องเลือกเรียนหรือเลือกอาชีพ ดังนั้นความรู้พื้นฐานและทักษะการลงมือปฏิบัติจึงมีความสำคัญเพื่อที่จะทำให้นักเรียนมีตัวเลือกในการเรียน การทำงานมากขึ้น ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การศึกษาระดับชั้นมัศึกษามีเนื้อหาการเรียนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าและพลังงานทดแทน ซึ่งอยู่ในส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะ มีความสนใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนให้คำแนะนำและคอยช่วยเหลือเพื่อให้ นักเรียนได้บรรลุเป้าหมายอย่าง ที่วางไว้ (Phromdoun, 2021) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวด 4 มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ลงมือปฏิบัติ คิดและทำเป็น (Ministry of Education Thailand, 2008) การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งที่จะสามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยได้มีการคิดวางแผนการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมีขั้นตอนเพื่อให้งานนั้นสำเร็จสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaisit (2021) ที่ได้ทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานมาใช้ใน เรื่องวรรณกรรมท้องถิ่น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 พบว่านักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ระหว่างการเรียนรู้ นักเรียนเลือกศึกษาค้นคว้าผลงานที่ตนเองสนใจ ลงมือปฏิบัติงานบรรลุจุดมุ่งหมาย มีส่วนร่วมในการทำงาน เช่น เกิดความอยากรู้อยากเห็นในโครงงานที่ได้รับมอบหมายมากขึ้น Bozkurt Altan (2021) ได้ให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงความรู้เพิ่มเติมศึกษาแบบการเรียนรู้บนฐานการออกแบบ (Design-Based Learning) โดยมีความจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและเมื่อผู้เรียนได้เรียนแล้วสามารถตัดสินใจวางแผนในการเรียนศึกษาต่อระดับที่สูงขึ้นได้ (Salmela-Aro, 2020) จากสภาพและปัญหาที่มีผลต่อการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ (Panin, 2021) พบว่าปัญหาการดำเนินการจัดกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนไม่ได้ใช้กระบวนการคิดเท่าที่ควรและโครงงานโดยส่วนใหญ่ครูจะเป็นผู้กำหนดหัวข้อโครงงาน ทำให้นักเรียนไม่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและยังขาดอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม (Assavawongsanon, 2019) ปัญหาการจัดกระบวนการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์คือ ยังขาดการวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานความสามารถของผู้เรียน การสำรวจแหล่งเรียนรู้ตามธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกที่จะใช้ในการสอน การนำความรู้จากกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในการทำโครงงาน

จากแนวโน้มแผนพลังงานทดแทนในอนาคตของประเทศไทยและผู้วิจัยได้สอนสาขาที่เกี่ยวข้องกับด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้าในระดับชั้นปริญญาตรี ได้เล็งเห็นความสำคัญของพลังงานแสงอาทิตย์ จึงมีแนวคิดที่จะนำความรู้พลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์มาสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงการทำงาน ความสำคัญของพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้รูปแบบการสอนเป็นแบบโครงงานเป็นฐาน โดยที่ผู้วิจัยมีบทบาทเป็นผู้แนะนำเพื่อช่วยเหลือและให้การสนับสนุน รวมทั้งเป็นผู้อำนวยความสะดวก แทรกเนื้อหาความรู้ด้านเทคโนโลยี วิศวกรรม ช่วงระหว่างการเรียนในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เข้าด้วยกัน รู้จักการแก้ปัญหาในระหว่างการทำโครงงาน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการสอนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้แผนการสอนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน



เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์

แหล่งพลังงานของประเทศไทยที่มีศักยภาพสูง ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากประเทศตั้งอยู่ในเขตศูนย์สูตร พลังงานที่ได้รับประมาณ 5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร ความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์ที่จะนำเซลล์แสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้ามีค่ามากกว่าที่จะนำมาใช้ในรูปความร้อน กระทรวงพลังงานจึงได้ดำเนินการสนับสนุนด้วยการส่งเสริมความรู้ ให้มีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Department of Alternative Energy Development and Efficiency Ministry of Energy, 2017) โรงเรียนแห่งหนึ่งในเกาะกูดได้ทำการใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพื่อมาผลิตไฟฟ้าและสูบน้ำ โดยทำการสอนระบบเซลล์แสงอาทิตย์ควบคู่ไปกับการบูรณาการงานวิจัยกับการเรียนการสอน เสริมทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นแนวทางศึกษาให้นักเรียนและชุมชน โดยสร้างสร้างกิจกรรมเสริมทักษะการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และพลังงานจากธรรมชาติ ด้วยกรรมวิธีหลักการทางวิศวกรรม (Chitphutthanakul, 2019) ในต่างประเทศ โรงเรียนในประเทศอินโดนีเซียได้นำเนื้อหาและให้ความสำคัญต่อพลังงานทดแทน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการเรียนการสอนกับนักเรียน ด้วยโครงงานพลังงานความร้อนผ่านแนวคิดสะสม (Mayasari et al., 2019)

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้มีส่วนสำคัญในการช่วยส่งเสริมบทบาททั้งผู้เรียนและผู้สอน โดยผู้สอนเป็นผู้สนับสนุน และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ พัฒนาความคิด เห็นคุณค่าของตนเอง เห็นใจผู้อื่น สามารถแก้ไขปัญหาและเน้นการลงมือปฏิบัติได้จริง (Kamonnat, 2021) กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้น (Netwong, 2021) การจัดกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้ควรสอดคล้องกับลักษณะผู้เรียนและเอื้อต่อการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขและเกิดความสุขในการเรียนตามที่ตนเองถนัดหรือพัฒนาตนเองให้มีความสามารถยิ่งขึ้นไป (Khetsim, 2021) การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาทักษะการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ฝึกฝนและทำแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้ (Phromdoug, 2021)

การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีแนวคิดเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ ให้แก่นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งอำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี โดยมุ่งให้นักเรียนได้มีการวางแผนการดำเนินงานการเรียนรู้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงเสร็จสิ้นโครงงาน โดยที่ครูผู้สอนจะมีหน้าที่คอยให้คำแนะนำ ปรึกษาตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน เพื่อต้องศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวว่าจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นเพื่อให้เกิดความสนใจจากตัวผู้เรียนมาใช้ในการทำกิจกรรม ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง เพื่อนำไปสู่การเพิ่ม ความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกต จากผู้เชี่ยวชาญโดยที่ผู้เรียนจะแนวคิดของการแก้ปัญหา (Meesawat, 2020) จากการที่มีผู้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือ ปฏิบัติจริงมีการวางแผนการเรียนรู้การออกแบบการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่เรียนมา และสอดคล้องกับ Singhwee (2020) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับความรู้ โดยผ่านการทำงานที่มีการค้นคว้าด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน มีกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ร่วมกับการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับ Kaewtong (2018) การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหาที่แท้จริง และปัญหาที่ผู้เรียนพบเป็นสิ่งที่มีความหมายสามารถตรวจสอบแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ผู้เรียนต้องทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานว่าผู้เรียนจะเป็นผู้ที่เลือกปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและมีความสำคัญ จากนั้นทำการพัฒนาโครงงานขึ้นมาเพื่อหาคำตอบในการแก้ปัญหาเหล่านั้น และสื่อสารให้คนอื่นรับรู้ หลักการการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการมอบหมายให้ผู้เรียนออกแบบโครงงานที่เป็นไปตามความสนใจของผู้เรียน การออกแบบโครงการที่ดีจะกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าอย่างกระตือรือร้นและใช้ทักษะการคิดขั้นสูง การอธิบายขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Kaewsawang, 2021) 1. การเตรียมความพร้อม ผู้สอนเตรียมมอบหมายโครงงานโดยระบุในแผนการสอนในชั้นเรียน

ผู้สอนอาจกำหนดขอบเขตของโครงงานอย่างกว้างๆ ให้สอดคล้องกับรายวิชาหรือความถนัดของผู้เรียนและเตรียมแหล่งเรียนรู้ ข้อมูลตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม สามารถใช้เว็บไซต์ ในการอัปเดตข้อมูลแหล่งเรียนรู้ 2. การคิดและเลือกหัวข้อให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างทางเลือกในการออกแบบโครงงานเองเพื่อเปิดโอกาสให้รู้จักการค้นคว้าและ สร้างสรรค์ความรู้เชิงนวัตกรรม 3.การเขียนเค้าโครงของโครงงาน เป็นการสร้างแผนผังความคิดแสดงแนวคิดแผนการ ดำเนินงาน และขั้นตอนการทำโครงงาน 4. การปฏิบัติโครงงานผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในเค้าโครงของโครงงาน 5. การนำเสนอโครงงาน ผู้เรียนสรุปรายงานผล 6. การประเมินผลโครงงานและ (Chuataham, 2021) การเรียนรู้ด้วยการนำ ตนเองเป็นการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนรับผิดชอบในด้านการวางแผน การปฏิบัติ และการประเมินผล ความพยายามในการเรียนรู้ของ ตนเองเป็นลักษณะซึ่งทุกคนมีอยู่ระดับหนึ่ง (Prasertsang, 2018) ได้วิจัยเรื่องเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 79.67/76.56 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและ (Klinkajorn, 2018) ความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนตาม แนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ของครูฟิสิกส์ในโรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ควรได้รับการพัฒนาความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ข้อมูลจากการวิจัยนี้สามารถ นำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์แบบสะเต็มศึกษาในโรงเรียน ดังนั้นจากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องก็นำแนวทางของการจัดการเรียนในลักษณะนี้มาเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในด้าน ต่างๆเพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

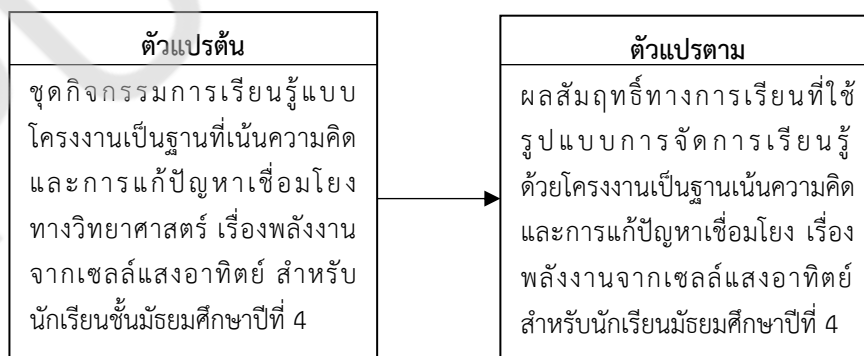
จากการศึกษางานวิจัยจึงได้ให้ความสำคัญกับพลังงานทดแทน และทำการศึกษาด้านศักยภาพพลังงานทดแทน ในประเทศไทย พลังงานแสงอาทิตย์มีศักยภาพสูงสุด แผนพลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงานจึงมีการส่งเสริมให้มีการผลิต ไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มากขึ้น โดยการส่งเสริมให้ทุกหน่วยที่เกี่ยวข้องได้ให้ความรู้กับประชาชน ผู้วิจัยทำการสอน ด้านวิศวกรรมพลังงาน จึงได้มีแนวคิดในการให้ความรู้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากนักเรียนสามารถ ฝึกทักษะปฏิบัติในด้านเซลล์แสงอาทิตย์ได้และมีแนวทางการประยุกต์ทำชิ้นงานจากโครงงานได้เหมือนกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ นักเรียนระดับมัธยมได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาด้านพลังงานไฟฟ้าและพลังงานทดแทน ผู้วิจัยจึงต้องเสริมกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์และพลังงาน จากเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรไว้ทั้งหมด 2 ตัวแปร คือ ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามดังรายละเอียดดังนี้

1.ตัวแปรอิสระ (Independent variable) คือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานเน้นความคิดและ การแก้ปัญหาเชื่อมโยง เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐานเน้นความคิด และการแก้ปัญหาเชื่อมโยง เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการสอนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ไม่ต่ำกว่า 0.5
3. นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน อยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยในห้องเรียนรูปแบบเชิงทดลองโดยจะมีเนื้อหาของวิธีการวิจัยอยู่ 4 ประเด็น คือ ประชากรและตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่ง อำเภอเมืองนันทบุรี จังหวัดนันทบุรี จำนวน 156 คน
2. ตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่ง อำเภอเมืองนันทบุรี จังหวัดนันทบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เลือกโดยใช้วิธีแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 38 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิจัย การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหา จะมี 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 แผนการสอน ได้จัดทำแผนการสอนไว้ 2 แบบคือ 1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้วกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมของรายวิชา จากนั้นได้ทำการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ประกอบไปด้วย คู่มือครู คู่มือผู้เรียนและออกแบบใบความรู้และชุดทดลองจริง เช่น อุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้สำหรับทดลองจริงในสนามโรงเรียน เครื่องวัดค่าพลังงาน 2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จากนั้นนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมในด้านต่างๆ และส่งเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน และนำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมทั้ง 2 ฉบับ โดยที่ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.84 อยู่ในระดับมากและชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.45 อยู่ในระดับมาก

2. การพัฒนาแบบทดสอบสำหรับเก็บข้อมูลประกอบด้วย 2 ชุดโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหา โดยเขียนลงในแบบฟอร์มดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ประเมินความสอดคล้องเพื่อปรับปรุงและแก้ไขเพิ่มเติมโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.8-1.00 และตัดข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออกจะเหลือแบบทดสอบอยู่ จำนวน 33 ข้อ หลังจากนั้นนำแบบทดสอบฉบับร่างที่ได้ทำการแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อนำผลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ซึ่งมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 25 ข้อ ในการวิเคราะห์แบบทดสอบจะได้ค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.21-0.68 และได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-0.47 ส่วนอีก 8 ข้อ ไม่ผ่านอยู่ระหว่าง -0.05-0.11 และทำการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีของ Kuder-Richardson สูตร KR-20 ได้ค่า Cronbach's Alpha เท่ากับ 0.72 จากนั้นนำมาใช้ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 การพัฒนาแบบทดสอบวัดความคิดและการแก้ปัญหาแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหา โดยเขียนลงในแบบฟอร์มดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ประเมินความสอดคล้องเพื่อปรับปรุงและแก้ไขเพิ่มเติมโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.8-1.00 ได้ผ่าน ในการวิเคราะห์แบบอัตนัย

3. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยลักษณะของแบบสอบถามความพึงพอใจจะเป็นแบบมาตราส่วนการประมาณค่าตามแบบลิเคิร์ท แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด รูปแบบของแบบสอบถามประกอบด้วยคำถาม 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นคำถามแบบตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น ตอนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียน จำนวน 5 ข้อ เป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ และตอนที่ 3 เป็นข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติมมีลักษณะคำถามปลายเปิด นำมาตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ทำการพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามแต่ละข้อ แล้วนำผลการพิจารณามาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามมีค่าระหว่าง .67-1.00 แสดงว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีวิธีการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ผู้วิจัยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่างๆ โดยมีการวางแผนดำเนินงานอย่างรอบคอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องครบถ้วนสมบูรณ์จะมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยได้กำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการสอนช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคมรวมระยะเวลา 4 เดือน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่ง อำเภอเมืองนันทบุรี จังหวัดนันทบุรี จำนวน 38 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

2. ประเมินความรู้ของกลุ่มตัวอย่างโดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนจากเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจะใช้เวลาสำหรับการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง 15 นาที

3. ดำเนินจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นซึ่งมีจำนวน 1 ชุดการสอน

4. ประเมินความรู้ของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนโดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนจากเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจะใช้เวลาสำหรับการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง 15 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ได้มีการนำโปรแกรมสำเร็จรูปมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลและใช้สถิติในการแปลผลค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถิติคือการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ประกอบด้วย 1 กิจกรรมการเรียนรู้ คือพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ แต่ละกิจกรรมมี 4 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เซลล์แสงอาทิตย์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 จำลองระบบเซลล์แสงอาทิตย์ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย 1) วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 2) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) สื่อและอุปกรณ์ 4) การวัดและประเมินผล แต่ละหน่วยการเรียนรู้ใช้เวลา 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.48/80.26 หมายความว่าคะแนนในการทำแต่ละกิจกรรมและประเมินแบบทดสอบท้ายกิจกรรม จำนวน 1 แผน การจัดกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.48 และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.26 แสดงว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2



ตารางที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1)	80.48	80.48
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)	7.28	80.26

จากตารางที่ 1 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.48/80.26 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.82/79.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ของ Massopha (2022) ที่หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

ตารางที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1)	79.82	79.82
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)	16.44	79.12

จากตารางที่ 2 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 79.82/79.12 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ มีดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.77 คิดเป็นร้อยละ 77.30 และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติมีดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.72 คิดเป็นร้อยละ 72.20 ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์

จำนวนนักเรียน 38 คน	คะแนนเต็ม 25	ผลรวมคะแนน		ค่าดัชนีประสิทธิผล
		ก่อนเรียน 480	หลังเรียน 842	
				0.77

จากตารางที่ 3 พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ มีดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.77 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 77.00 สอดคล้องกับ Yamsang (2018) แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นด้วยค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าร้อยละ 50 ซึ่งบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

ตารางที่ 4 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ

จำนวนนักเรียน 38 คน	คะแนนเต็ม 25	ผลรวมคะแนน		ค่าดัชนีประสิทธิผล
		ก่อนเรียน 410	หลังเรียน 800	
				0.72

จากตารางที่ 4 พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ มีดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.72 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 72.00

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้อยู่แบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 5



ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้แผนการสอนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	$\bar{X}$	S.D.	t-test	Sig
แบบปกติ	38	7.28	3.94	21.01**	.00
แบบโครงงานเป็นฐาน	38	16.44	2.63	20.54**	.00

จากตารางที่ 5 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน

ลำดับ	รูปแบบการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1	สามารถเห็นของจริงในเวลาการสอน	3.90	0.74	มาก
2	นักเรียนสามารถประกอบแผนเซลล์แสงอาทิตย์	3.81	0.76	มาก
3	นักเรียนมีความรู้สามารถนำไปต่อใช้งานที่บ้านได้	3.50	0.67	ปานกลาง
4	อธิบายส่วนประกอบของแผนเซลล์แสงอาทิตย์	3.71	0.73	มาก
5	ตอบปัญหาของนักเรียนได้สนุกเป็นกันเอง	4.10	0.78	มาก
	รวมทั้งหมด	3.80	0.73	มาก

จากตารางที่ 6 พบว่าผู้เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน มีความพึงพอใจรวมค่าทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.73 มีความพึงพอใจการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ตอบปัญหาของนักเรียนได้สนุกเป็นกันเองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 รองลงมาคือ สามารถเห็นของจริงในเวลาการสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 และต่ำสุดคือนักเรียนมีความรู้สามารถนำไปต่อใช้งานที่บ้านได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 สอดคล้องกับ Thammawongsri (2021) ที่ใช้ชุดฝึกทักษะประกอบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเรื่องคอมพิวเตอร์ โดยการให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง จัดสภาพแวดล้อมให้เรียนรู้แบบอิสระ ได้เรียนรู้จากใบความรู้แต่ละเรื่อง ทำให้นักเรียนเกิดความรู้และความมั่นใจ

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.48/80.26 และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.82/79.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลการวิเคราะห์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ มีดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.773 คิดเป็นร้อยละ 77.30 และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ มีดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.722 คิดเป็นร้อยละ 72.20 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ทำการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้อยู่แบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลความพึงพอใจผู้เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน มีความพึงพอใจรวมค่าทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.61 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. จากการศึกษาพบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหา ยังสามารถนำไปใช้สอนรายวิชาที่นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาที่ยาก ต้องมีการวางแผนเนื้อหา การวิเคราะห์เนื้อหาให้



ทันสมัยของผู้เรียน และที่สำคัญนักเรียนสามารถเสนอแนะปัญหาได้ ผู้สอนต้องมีการจดบันทึกนักเรียนทุกคนว่าเข้าใจเนื้อหาที่มีการออกแบบเนื้อหาที่ยากให้ง่ายขึ้นและสนุก

2. ควรจะนำไปปรับใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีซับซ้อน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานเน้นความคิดและการแก้ปัญหา สามารถนำไปใช้กับวิชาเทคโนโลยีการงานอาชีพ หรือในวิชากิจกรรมเสริมทักษะของแต่ละโรงเรียนได้

2. สามารถปรับงานวิจัยโดยนำไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและบริบทของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นความคิดและการแก้ปัญหาเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้พลังงานทดแทนที่มีบทบาทในประเทศไทย เช่น พลังงานชีวมวล เป็นต้น

2. ควรมีจัดการเวลาให้เหมาะสมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เนื่องด้วยการจำกัดของเวลาในการรับความรู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเทอมนั้น

ข้อจำกัดงานวิจัย

1. ความเหมาะสมของช่วงเวลาการรับความรู้ของนักเรียน ซึ่งมีผลต่อการรับความรู้ของนักเรียน หลังจากได้เรียนรู้วิชาอื่นๆ ในช่วงเช้าและบ่าย เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ในช่วงท้ายเวลาอันสั้นของนักเรียน

2. ความต่อเนื่องของการรับความรู้ของนักเรียน เนื่องจากระยะเวลาของกิจกรรมใช้เวลาว่างมากกว่าที่กำหนดและนักเรียนเจอปัญหาระหว่างการเรียนรู้ จึงทำให้การวางแผนเวลาการทำงานไม่ตรงกับแผนการดำเนินงานที่วางไว้

References

- Assavawongsanon, V. (2019). *Kān wikhroṅ ngānwichai phūā sanoe nānāo thāngkān phatthana khroṅ ngān wittayāsāt nai radap kānsuksā naphuṇ thān* [Research synthesis : guidelines for science project development in basic education]. Bangkok : Rangsit University.
- Bozkurt Altan, E. (2021). Concepts of Creativity in Design Based Learning in STEM Education. *International Journal of Technology and Design Education*. 31(3),503-529. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09569-y>
- Chaisit, K. (2021). *Kānphatthana chut kitchakam kānriānrū khroṅ ngān pen thān rūām kap nāokhit kānriānrū bāp rūām mū* [Developing Project-Based Learning Activity Together with Concept Cooperative Learning Local Literature for Grade 9 Student]. *Journal of MCU Nakhondhat*. 9(1),104-117.
- Chitphutthanakul, S. (2019). *Rabop sup nambādan sāeng āthit bāp phungpha ton ēng nai phūnthī ānubān kō kūt chāngwat Trāt* [Solar Energy Borehole Pumps for Self-Reliance in Anubankohkood school, Trāt Province]. *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*. 13(2),5-16.
- Chuataharn, P. (2021). *Phon khōṅ kānchat kitchakam kānriānrū duāi kānnam ton ēng chai theknōlōyī khluānthī thī kān sārasonthet* [Effects of Organizing Self-Directed Learning Activities Using Mobile Learning Technology]. *Journal of Education*. 16(2),1-15.



- Department of Alternative Energy Development and Efficiency Ministry of Energy. (2017). *Raīngān chabap sombun khroṅkān suksā sakkayaphap phunthī thī moṣom nai kānphatthana rabop phalit faifa phalangnān sāng āthit khōṅ prathet Thai* [The Report of Project to Study the potential of suitable areas for the development of solar power generation systems in Thailand. Retrieved February 2022 from, <https://webkc.dede.go.th/testmax/node/4451>
- Kaewsawang, P. (2021). Kānchatkān rianrū bāp khroṅ nān raīwicha thritsadi naksuksā radap parinya chan pī thī i nāt sinlapa Lop Buri [The Project-Based Learning in Thai Music Theory Subject for the First Year Student in Undergraduate of Lopburi Art]. *Journal of Nisitwang*. 23(1),12-22.
- Kaewtong, S. (2018). Kārābun nā kānka rot 'on wicha nawattakam lāe theknōlōyī sān suksā rūam kap raīwicha lakkān songsoem sukkhaphap withī kān rian kānsōn khroṅ thān [Integration of teaching in Innovation and Educational Technology subjects]. *Journal of Education and Human Development Sciences (JEHDS)*. 1(2),37-45.
- Kamonnat, S. (2021). Kānphatthana kitchakam kānrianrū thī nēn kān sūpsō hākhwām rūruāng ānāchak Sukhōthai chan prathomsuksā pī thī sī [The Development of Learning Activities Focused Inquiry Based of Sukhothai Kingdom of Prathomsuksa 4 Students]. *Journal of Social Science for Local Rajabhat Mahasarakham University*. 5(4),75-84.
- Kanchana, M. (2021). Kāntatsinchai chai phalangnān sāng āthit nai chāngwat Phuket [The decision of using solar power in Phuket]. *Western University Research Journal of Humanities and Social Science*. 7(3),114-125.
- Khetsim, W. (2021). Kānphatthana kitchakam kānrianrū dōi chai samōṅ pen thān rūāng khroṅkhruā khōṅ rao chan prathomsuksā pī thī nung [Development of Brain-Based Learning Activities on My Family of Prathomsuksa 1 Students]. *Journal of Social Science for Local Rajabhat Mahasarakham University*. 5(4),103-111.
- Klinkajorn, P. (2018). Khwāmkhaochai lāe kānpatibatkān sōn tām nāōkhīt kānsuksā withayāsāt khōṅ khru fisik nai rōngriān triām witsawakammasāt [Physics Teacher Understandings and Teaching Practices in STEM Education in A Pre-Engineering School]. *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*. 12(2),146-155.
- Massopha, C. (2022). Kānphatthana kitchakam rianrū withayāsāt rūam kap nāōkhīt hōṅ rian klāp dān songsoem withayāsāt khōṅ nakriān matthayommasuksā pī thī sī [The Development of Learning Activity Socioscientific Issues with Flipped Classroom to Enhanc. *Journal of Roi Kaensarn Academi*. 7(2),1-15.
- Mayasari, T., Susilowati, E. and Winarno, N. (2019). Practicing integrated STEM in renewable energy projects: Solar power. *Journal of Physics: Conference Series*. 1280(5),1-8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052033>
- Meesawat, W. (2020). Kānphatthana chut kitchakam kānrianrū withayākān khamnūan theknōlōyī sārasonthet kān rian kānsōn tām nāōkhīt STEM [The Development of Computing Science Subject Learning Package for Learning Management By STEM]. *Journal Maha Chula Tani Mahachulalongkorn rajavidyalaya University*. 3(6),16-22.
- Ministry of Education Thailand. (2008). *Laksut kēn klāng kānsuksā naphun thān Phutthasakkarāt sōṅphanhārōjhasip et* [Basic Education Core Curriculum A.D. 2008]. Bangkok : The Agricultural Co-operative Federation of Thailand, LTD. (ACFT).



- Ministry of Energy. (2018). *phæñ phatthana phalangngān thotthæñ læ phalangngān thāng lūāk Phō.Sō. sōngphanhāoīhasippæet sōngphanhāoīchetsipkào* [Alternative Energy Development Plan: AEDP2015]. Retrieved February 2022, from <http://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/AEDP2015.pdf>
- Netwong, T. (2021). *Kānphatthana kitchakam kānriānrū bæp sip pā rūāng ‘ānāchak ‘Ayutthaya læ Thon Buri chan prathomsuksā pī thī hā* [Development of CIPPA Model Learning Activities Thonburi Grade 5]. *Maha Sarakham : Rajabhat Maha Sarakham University Journal*. 15(3),69-79.
- Nuttapol, A. (2021). *Rūpbæp kānchatkān phalangngān thotthæñ rawāng sahaphāp Yurōp læ phūmiphāk ‘Āsian* [Renewable Energy Management Model between the EU and ASEAN Region]. *Journal of Industrial Business Administration*. 3(1),100-109.
- Panin, W. (2021). *Kānsuksā saphāp læ panhā kānchatkān riān kānsōk khroṅg ngān witthayāsāt nai rōngriān matthayommasuksā khēt phāk tai* [A Study of State and Problems of Science Project Instruction in Secondary School in the Southern Region]. *Journal of Education*. 16(2),1-13.
- Phromdoun, C. (2021). *Kānsuksā thaksa khamnuān witthayāsāt læ phon thāngkān chai chut kitchakam ngān læ phalangngān khōṅg nakriān matthayom sōṅg rōngriān* [The Study of Scientific Computational Skills and Learning Achievement by Using a Set of Learning Activiti. *SSRU Academic Journal of Education*. 5(2),1-11.
- Prasertsang, P. (2018). *Kānsuksā sūp nam phalangngān sæṅg ‘āthit kitchakam kānchatkān riānrū bæp sa tem* [Studying The Solar Water Pump Using Integration of Learning Process with STEM Education]. *Udon Thani Rajabhat University Journal of Sciences and Technology*. 6(1),63-80.
- Salmela-Aro, K. (2020). The Role of Motivation and Academic Wellbeing - The Transition from Secondary to Further Education in STEM in Finland. In *European Review*. 23(S1),S121-S134. <https://doi.org/10.1017/S1062798720000952>
- Singhwee, C. (2020). *Kānchatkān riānrū bæp chai khroṅgngān pen thān phūā phatthanākān riānrū dūai kānnam ton ‘ēng* [Project-Based Learning for Development Self-Directed Learning]. *Journal of Social Sciences and Humanities*. 46(1),218-253.
- Thammawongsri, S. (2021). *Kānphatthana chut fuk thaksa kānchatkān riānrū khroṅg ngān pen thān ngān prap ‘ākāt rotyon khōm phrētsoe* [Development of an Automotive Air Conditioning Training Package in Project-based Learning]. *Journal of MCU Ubon Review*. 6(3),241-250.
- Thipkanchanarat, R. (2018). *Kanpatirū kānsuksā Thai* [Education Reform]. Retrieved February 2022, from <http://www.journalgrad.ssrui.ac.th/index.php/miniconference/article/view/1635>
- Yamsang, N. (2018). *Kānsuksā datchanī prasiṭthiphon thāng khanittasāt rūāng tuāprakōp khōṅg chāmnuānnap dōi chai kānchatkān riānrū bæp ACE samrap nakriān radap chan prathomsuksā pī thī hok* [A Study on Effectiveness Index of Mathematical Learning]. *The 9th International Conference on Local & Global Sustainability : Meeting the Challenges & Sharing the Solutions*. Retrieved February 2022, from <http://journalgrad.ssrui.ac.th/index.php/8thconference/article/view/1320>