



การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง เพื่อส่งเสริมทักษะ
การคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
Project-Based Learning Management on Motion and Forces to Promote
Computational Thinking Skills and Learning Achievement of Grade 8 Students

ARTICLE INFO

Article history

Received: March 2, 2025

Revised: August 23, 2025

Accepted: August 26, 2025

เกวลี คำสี^{1*} และ พรรณวิไล ดอกไม้²

Kaewalee Khamsee^{1*} and Panwilai Dokmai²

ABSTRACT

The purposes of this research were to: 1) study Computational Thinking Skills of Grade 8 students in Project-Based Learning (PjBL), and 2) compare the students' learning achievement after learning with the PjBL with the 65 percent criterion. The sample consisted of 27, Grade 8 students from Khattiyawongsa school, Roi-Et Province in the second semester, academic year of the 2024. The sample used the cluster random sampling. The research instruments included 1) Project-Based Learning (PjBL) lesson plans on the topic of Motion and Force for 19 hours, 2) the 12 items writing test of Computational Thinking Skills, comprising 3 situational-based essay questions, with 4 questions in each situation, and 3) the 20 items, four multiple choices learning achievement test. The data analysis statistics were mean, standard deviation, percentage and t-test (One-sample t-test).

The results of research found that: 1) Most of Grade 8 students in PjBL had Computational Thinking Skills at a good level, or 44.44 percent of all students and 2) After learning with the PjBL, the sample earned their learning achievement scores higher than the 65 percent criteria at the statical significance as .05 level.

Keywords: Project-Based Learning Management, Computational Thinking Skills, Learning Achievement

¹ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเทศไทย
M.Ed. (Science Education), Faculty of Education, Rajadhat Maha Sarakham University, Thailand.

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเทศไทย

Assistant Professor, Faculty of Education, Rajadhat Maha Sarakham University, Thailand.

*Corresponding author; e-Mail address: 668210300101@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) กับเกณฑ์ร้อยละ 65 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขัติยะวงษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 27 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 19 ชั่วโมง 2) แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ แบบอัตนัย จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวม 12 ข้อ และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และสถิติทดสอบที (One-Sample t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานส่วนใหญ่ มีระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 44.44 ของนักเรียนทั้งหมด และ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน, ทักษะการคิดเชิงคำนวณ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทนำ

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ มีเป้าหมายการพัฒนาที่สำคัญเพื่อพัฒนาคนในทุกมิติและในทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพ มีหลักคิดที่ถูกต้องมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สู่การเป็นคนไทยที่มีทักษะสูง (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562) สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 ที่เน้นการพัฒนาผู้อยู่ในช่วงวัยการศึกษาระดับพื้นฐานให้มีความตระหนักรู้ในตนเอง มีทักษะดิจิทัลและมีสมรรถนะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ โดยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แนวใหม่ เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูง (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2565) จึงกำหนดนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมที่มุ่งเน้นการพัฒนากำลังคนดิจิทัล (Digital Workforce) ขึ้นมาเพื่อสร้างและพัฒนาบุคลากรให้มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างชาญฉลาด มีทักษะในลักษณะของสหวิทยาการ เช่น ทักษะด้านการคิดคำนวณอย่างเป็นระบบ (Computational Thinking) และทักษะอื่น ๆ นำไปสู่การสร้างธุรกิจใหม่บนพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลที่มีคุณค่าสูง (สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562) ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดนโยบายการพัฒนาคุณภาพนักเรียนในทุกมิติโดยมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ผ่านการนำ Digital Technology มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเป็นรายบุคคลตามสมรรถนะ ความต้องการและความถนัด เพื่อสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2565) สอดคล้องกับที่ OECD กำหนดกรอบโครงสร้างการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ PISA 2025 จากการประชุมคณะกรรมการบริหารของ PISA ครั้งที่ 54 โดยให้ความสำคัญกับวิธีการคิดและการทำงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการส่งเสริมความสามารถในด้านสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจและการแก้ปัญหาผ่านการคิดเชิงคำนวณ เนื่องด้วยในอนาคตเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตและสามารถคิดหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์แทนมนุษย์ได้มากขึ้นเรื่อย ๆ แต่มนุษย์ยังคงต้องเข้าใจว่าคำตอบนั้น มีกระบวนการคิดหาคำตอบอย่างไร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skill) เป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ด้วยเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญต่อการนำไปประยุกต์ใช้หรือทำความเข้าใจเทคโนโลยีสมัยใหม่และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่หลากหลาย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ผ่านการจัดลำดับเชิงตรรกศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล การแยกย่อยปัญหา รวม



ถึงการสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถรับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้ปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพและได้เพิ่มทักษะการคิดเชิงคำนวณให้เป็นอีกหนึ่งทักษะที่จำเป็นของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาไทยที่เน้นการท่องจำและความเหลื่อมล้ำของระบบการศึกษาไทยที่ส่งผลให้นักเรียนบางกลุ่มมีความยากลำบากในการเข้าถึงการเรียนรู้ จึงส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ฯลฯ กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (กสศ.) และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) จึงได้เข้าร่วมกับองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) เพื่อหาแนวทางการลดความเหลื่อมล้ำในการพัฒนาศักยภาพและเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในโรงเรียนทุกระดับ โดยการปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนและบทบาทครูให้เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ช่วยเหลือนักเรียนให้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการสอนแบบ Project-Based Learning เป็นอีกหนึ่งการสอนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง (กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา, 2562) จากการศึกษาผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนชติยะวงษา ปีการศึกษา 2566 ที่ข้อสอบส่วนใหญ่เน้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล เพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 27.45 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566) จากรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา ประจำปีการศึกษา 2566 มาตรฐานที่ 1 คุณภาพผู้เรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหาที่ต่ำกว่าค่าเป้าหมาย (โรงเรียนชติยะวงษา, 2566) ซึ่งแสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิด ที่สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ ทั้งนี้อาจเกิดจากการเรียนโดยส่วนใหญ่เป็นการเรียนแบบท่องจำ ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดค่อนข้างน้อย จึงไม่สามารถแยกย่อยปัญหา พิจารณารูปแบบหรือออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาได้ รวมถึงในกระบวนการจัดการเรียนการสอนไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองมากนัก ซึ่งอาจส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ผ่านการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PjBL) เป็นการเรียนรู้ที่จัดประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้แก่แก่นักเรียนอย่างมีระบบ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการวางแผนงาน แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงอย่างมีเหตุผล ตลอดจนการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและนำความสนใจของนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรม นำไปสู่การสรุปองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และพัฒนาสมรรถนะที่สำคัญของนักเรียนที่สอดคล้องกับหลักพัฒนาการคิดของ Bloom's Taxonomy of Education Objective ทั้ง 6 ชั้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานถือได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2564) นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะการแก้ปัญหา มีการเรียนรู้ด้วยตัวเองและสรุปองค์ความรู้ของตนเองได้ สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ เป็นพื้นฐานในการพัฒนาและสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิตในอนาคต การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยกระตุ้นนักเรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้และบูรณาการความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ กับชีวิตจริง เพื่อสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ของตนเอง เกิดการคิดสร้างสรรค์และคิดรับผิดชอบต่อความสำเร็จของส่วนรวม ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการทำงานที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิต (Real World) ทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง มีวิธีการเรียนรู้และพัฒนาตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย (สมาคม ควอท, 2566) อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ ด้วยตนเองทุกขั้นตอน (ทัศนัย สูงใหญ่, 2566) และจากงานวิจัยที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การทำงานเป็นทีม และมีทักษะการ

คิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี (พะเยาว์ ทองแก้ว, 2566; รุจิรา เคารยะสกุล, 2564; วิรุฬห์ สติธิเชตรกรณ์, 2564)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีความสำคัญอย่างมากต่อการดำรงชีวิตในอนาคตของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เร็วขึ้นของโลกในปัจจุบัน ส่งผลให้นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะพื้นฐานในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นทั้งต่อตัวนักเรียนและสังคม ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาช่วยในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างอิสระ ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกใช้ทักษะการแก้ปัญหา การทำงานอย่างเป็นระบบ ผ่านกระบวนการคิดเชิงคำนวณ โดยผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครู นักเรียน ผู้บริหารสถานศึกษา นักวิชาการ และผู้ที่สนใจได้ศึกษาและนำเอารูปแบบของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานนี้ไปพัฒนาและวิจัยเพื่อหาแนวทางพัฒนาการศึกษาของชาติต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) กับเกณฑ์ร้อยละ 65

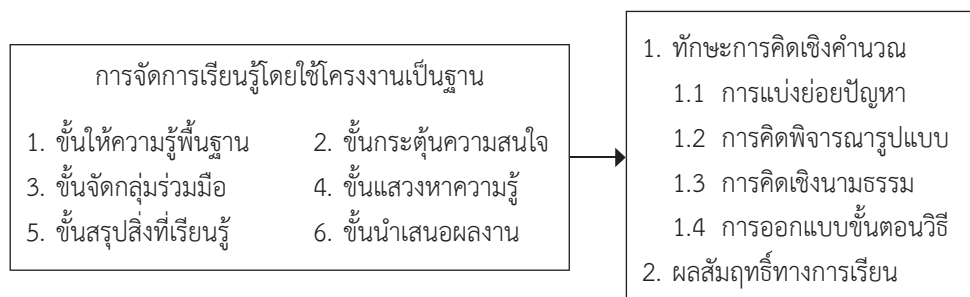
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขัติยะวงษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 5 ห้อง นักเรียนรวม 148 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนขัติยะวงษา จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 27 คน ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

กรอบแนวคิด



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 19 ชั่วโมง มีการประเมินความเหมาะสมเป็นระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.60 ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

2. แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีลักษณะเป็นแบบอัตนัยแบบกำหนดสถานการณ์ทั้งหมด 3 สถานการณ์ โดยใน 1 สถานการณ์



ประกอบด้วย ข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 12 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ซึ่งแบ่งองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การแบ่งย่อยปัญหา การคิดพิจารณารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม มีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.90 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.46-0.71 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.39-0.67 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.94

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Bloom ซึ่งวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า มีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.80 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.17-0.83 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.67 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.91

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบแผนวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยดำเนินแบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. เตรียมความพร้อมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 19 ชั่วโมง
3. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ ดังนี้
 - 3.1 แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีลักษณะเป็นแบบปรนัยแบบกำหนดสถานการณ์ ทั้งหมด 3 สถานการณ์ โดยใน 1 สถานการณ์ ประกอบด้วย ข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 12 ข้อ
 - 3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
4. ตรวจข้อสอบแล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ
5. นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ประมวลผล วิเคราะห์ผล และเรียบเรียงข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และร้อยละ (Percentage) แล้วนำไปวิเคราะห์ระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนรายบุคคล เพื่อจัดระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณตามเกณฑ์การเปรียบเทียบค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ดังนี้

ช่วงคะแนนร้อยละที่ได้	ระดับความสามารถ	ความหมาย
มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 81 ขึ้นไป	6	ดีมาก
มีคะแนนระหว่างร้อยละ 65-80	5	ดี
มีคะแนนระหว่างร้อยละ 49-64	4	ค่อนข้างดี
มีคะแนนระหว่างร้อยละ 33-48	3	พอใช้
มีคะแนนระหว่างร้อยละ 17-32	2	ค่อนข้างต่ำ
มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 16	1	ปรับปรุง

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติทดสอบที (One-Sample t-test)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

การวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 19 ชั่วโมง ผ่านแบบทดสอบสถานการณ์ จำนวน 3 สถานการณ์ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วย 4 ข้อคำถาม รวมทั้งสิ้น 12 ข้อคำถาม สร้างขึ้นตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ซึ่งแบ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณ ออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การแบ่งย่อยปัญหา การคิดพิจารณารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม เมื่อนำร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาแปลผลเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละคะแนนผลการทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณทางวิทยาศาสตร์ เทียบกับเกณฑ์ระดับความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

องค์ประกอบทักษะการคิดเชิงคำนวณ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	การแปลผล
การแบ่งย่อยปัญหา	12	9.19	1.30	76.54	ดี
การคิดพิจารณารูปแบบ	12	10.04	1.37	83.64	ดีมาก
การคิดเชิงนามธรรม	12	8.93	1.57	74.38	ดี
การออกแบบขั้นตอนวิธี	12	7.67	1.59	63.89	ค่อนข้างดี
รวม	48	35.63	4.23	74.23	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 27 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) พบว่า นักเรียนมีคะแนนระดับความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 การแบ่งย่อยปัญหาอยู่ในระดับดี คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.54 ($\bar{X}=9.19$, S.D.=1.30) องค์ประกอบที่ 2 การคิดพิจารณารูปแบบอยู่ในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.64 ($\bar{X}=10.04$, S.D.=1.37) องค์ประกอบที่ 3 การคิดเชิงนามธรรมอยู่ในระดับดี คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.38 ($\bar{X}=8.93$, S.D.=1.57) และองค์ประกอบที่ 4 การออกแบบขั้นตอนวิธีอยู่ในระดับค่อนข้างดี คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 63.89 ($\bar{X}=7.67$, S.D.=1.59)

เมื่อพิจารณาคะแนนระดับความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบรวมกัน พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 7 คน ระดับดี จำนวน 12 คน และระดับค่อนข้างดี 8 คน ซึ่งแสดงว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 35.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน (S.D.=4.23)

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) กับเกณฑ์ร้อยละ 65

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 19 ชั่วโมง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย จำนวน 4 ตัวเลือก สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Bloom's Taxonomy of Education Objective ที่จำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า จำนวน 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์คะแนนผลการทดสอบ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ได้ผลดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละคะแนนผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	μ_0	S.D.	t	Sig.
	27	20	15.44	13	1.65	7.70	.001

* ระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 27 คน พบว่า หลังจาได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 15.44 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน (S.D.=1.65) เมื่อทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 65 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 96.29 และผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.71

อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) นักเรียนมีคะแนนระดับความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 การแบ่งย่อยปัญหาอยู่ในระดับดี คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.54 ($\bar{X}$ =9.19, S.D.=1.30) องค์ประกอบที่ 2 การคิดพิจารณารูปแบบอยู่ในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.64 ($\bar{X}$ =10.04, S.D.=1.37) องค์ประกอบที่ 3 การคิดเชิงนามธรรมอยู่ในระดับดี คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.38 ($\bar{X}$ =8.93, S.D.=1.57) และองค์ประกอบที่ 4 การออกแบบขั้นตอนวิธีอยู่ในระดับค่อนข้างดี คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 63.89 ($\bar{X}$ =7.67, S.D.=1.59) เมื่อพิจารณาคะแนนระดับความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบร่วมกัน พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 7 คน ระดับดี จำนวน 12 คน และระดับค่อนข้างดี 8 คน ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 35.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน (S.D.=4.23) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกวิธีการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติโครงงาน ตลอดจนทั้งฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ที่หลากหลาย เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่เป็นระบบแบบแผน ตั้งแต่การสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่สนใจ ตลอดจนการวางแผน การควบคุมการปฏิบัติให้เป็นไปตามแผน การแก้ปัญหา การประเมินการปฏิบัติการสื่อสารและการนำเสนอ ช่วยฝึกทักษะการปรับตัวและความรับผิดชอบ ทักษะทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล และทักษะการนำเสนอข้อมูล ผ่านการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และการลงมือปฏิบัติของนักเรียนเอง โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและให้คำแนะนำในทุกขั้นตอนการปฏิบัติงาน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ นักเรียนได้ฝึกการแบ่งย่อยปัญหาที่ซับซ้อนให้เป็นปัญหาย่อยที่เล็กลง จากการแบ่งกลุ่มร่วมมือเพื่อแสวงหาความรู้ในการพิจารณาหัวข้อของปัญหาในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว ตลอดจนได้คิดพิจารณารูปแบบของปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจและออกแบบวางแผนการทำงานเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และขั้นที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้ นักเรียนได้ฝึกการคิดเชิงนามธรรมผ่านการแยกแยะรายละเอียดที่สำคัญและจำเป็นต่อการจัดทำสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้แผนภาพในการวางแผนและวิเคราะห์ส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์นั้นเพื่อการจัดทำออกมาอย่างสมบูรณ์ รวมถึงได้ออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อพิจารณาขั้นตอน ส่วนประกอบและแนวทางการใช้เครื่องมือ ก่อนการลงมือปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุตามแผนที่วางไว้ ซึ่งสอดคล้องกับที่สมาคม ควอท. (2566) กล่าวถึง การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) ว่าเป็นเทคนิคการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นและเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติกระทั่งได้คำตอบที่นักเรียนอยากรู้หรือสงสัย สนับสนุนให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ และบูรณาการความรู้จากศาสตร์ต่างๆ กับชีวิตจริง เพื่อสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ของตนเองจากรูปรธรรมเป็นนามธรรม ซึ่งอาจเป็นองค์ความรู้ที่เหมือนหรือต่างจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในห้องเรียน ทั้งนี้

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานยังกระตุ้นให้นักเรียนคิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหา คิดวิพากษ์ และคิดรับผิดชอบต่อความสำเร็จของส่วนรวม การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน จึงช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการทำงานที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิต (Real World) ตั้งแต่การวางแผน การควบคุมการปฏิบัติให้เป็นไปตามแผน การแก้ปัญหา การประเมินการปฏิบัติ การสื่อสารและการนำเสนอ ช่วยฝึกทักษะการปรับตัวและความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม นอกจากนี้นักเรียนยังได้รับประสบการณ์ตรงจากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และจากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสภาพแวดล้อม ทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง มีวิธีการเรียนรู้และพัฒนาตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย สอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีทักษะการคิดเชิงคำนวณที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (Saritepeci, M., 2020; สิริรัตน มุ่งคุณโคตร, 2566; รุจิรา เคารยะสกุล, 2566; พะเยาว์ ทองแก้ว, 2566)

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) กับเกณฑ์ร้อยละ 65 จำนวน 27 คน พบว่า เมื่อทดสอบด้วยสถิติที่ (One-Sample t-test) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 15.44 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ทั้งหมด 26 คน คิดเป็นร้อยละ 96.29 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.71 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องราวหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ตนเองสนใจจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีความท้าทายในการเรียนรู้และมีกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ กระตุ้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น เสริมสร้างคิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหา คิดวิพากษ์ และคิดรับผิดชอบต่อความสำเร็จของส่วนรวม โดยมีครูเป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ผ่านการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน รวมถึงการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ การอำนวยความสะดวกในการจัดทำโครงงานและการให้แนวทางหรือชี้แนะวิธีแก้ปัญหาก็ช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานตามแผนโครงงานด้วยตัวเอง จึงส่งผลให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการคิดอย่างเป็นระบบ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน นักเรียนได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้ความรู้ความจำ และความเข้าใจ จากการทบทวนแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่และแรงในชีวิตประจำวัน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดทำโครงงาน ขั้นที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้ นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์หลักการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ตามทฤษฎีของการเคลื่อนที่และแรง และสังเคราะห์แผนงานและความสัมพันธ์ขององค์ความรู้ ในการลงมือปฏิบัติโครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ โดยการเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้จากการศึกษาความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่และแรง มาอธิบายแนวทางการประดิษฐ์และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน เช่น การคำนวณและวิเคราะห์ทิศทางของแรง และขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ นักเรียนได้พัฒนาการนำไปใช้และการประเมินค่า พิจารณาว่าสิ่งประดิษฐ์นั้นมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือนำไปต่อยอดความคิดได้หรือไม่ มีแนวทางในการปรับปรุงหรือพัฒนาให้มีประสิทธิภาพและเกิดความคุ้มค่าอย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับที่ Edutopia (2018) กล่าวถึงการเรียนรู้ด้วยโครงงานว่าเป็นการเรียนรู้ที่จรัส (Dynamic) กล่าวคือเป็นการสอนที่ให้นักเรียนศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงที่ท้าทาย ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องมากมาย ซึ่งในขณะที่ร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทั้งนี้ เนื่องจากการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นการเรียนรู้ที่เต็มไปด้วยการทำงานและการมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นแรงบันดาลใจให้นักเรียนได้เรียนรู้ลึกในวิชาที่กำลังศึกษาอยู่ สอดคล้องกับที่คุชกุ โยเหลา (2557) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงาน และได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม นอกจากนี้ในการประเมินนักเรียนอยู่บนพื้นฐานของโครงงานที่นักเรียนทำมากกว่าการเปรียบเทียบกับเกณฑ์แบบ ๆ ด้วยการสอบ การเขียนบรรยายและการทำรายงาน การประเมินผลการทำงานบนพื้นฐานของโครงงานมักจะมีความหมายกับนักเรียน นักเรียนจะมองเห็นการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง และอาจจะเป็นแรงบันดาลใจในการประกอบอาชีพหรือมีส่วนร่วมในการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับโครงงานที่นักเรียนพัฒนา สอดคล้องกับที่ Feichtner and Davis (1992) กล่าวถึงวิธีการ



ประเมินผลการเรียนแบบโครงการเป็นฐานว่าสามารถแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การประเมินระหว่างทำกิจกรรมการเรียนการสอน (Formative Evaluation) เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และปรับพฤติกรรมการเรียนและการทำงานได้ดีขึ้น และการประเมินผลสรุป (Summative Evaluation) ที่เป็นการประเมินผลครั้งสุดท้ายเพื่อพิจารณาให้เกรดแก่นักเรียน โดยการประเมินจะนำไปสู่การคิดคะแนนหรือเกรดของนักเรียน ซึ่งเกรดกับโครงการมักมีการเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน สอดคล้องกับ KM CHIL (2015) ที่กล่าวถึง ขั้นที่ 6 การประเมินผลโครงการไว้ว่าการประเมินโครงการควรมีการประเมินผลการเรียนรู้โดยหลากหลาย เช่น นักเรียนประเมินตนเอง ประเมินซึ่งกันและกัน ประเมินจากบุคคลภายนอก ซึ่งการประเมินจะไม่วัดเฉพาะความรู้หรือผลงานสุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่ จะวัดกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลงานด้วย รวมถึงกล่าวถึงการประเมินโดยครูหลายคนซึ่งจะเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ และทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูด้วยกันอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับนิติยาพร กินบุญ (2565) ที่กล่าวว่า ในการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนจากการปฏิบัติงานหรือชิ้นงานที่มีการประเมินตนเองหรือเพื่อนประเมินเพื่อน เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการเรียนแบบ Self-regulation ที่ช่วยให้นักเรียนได้สะท้อนความก้าวหน้าในการทำงานของนักเรียนเองและให้นักเรียนได้พิจารณาและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนคนอื่นในเรื่องคุณภาพการทำงานและคุณค่าของงาน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้แล้ว จากการวิจัยของ มาเรียม นิลพันธ์ (2564) ยังชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ในวิชาที่ศึกษาอยู่ ผ่านการสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองและเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่กับหลักการที่เคยเรียนมาแล้ว ส่งผลให้ความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นความรู้ที่อยู่คงทน สามารถถ่ายทอดความรู้-ความเข้าใจให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ดี โดยความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นเป็นรากฐานสำคัญที่นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง ตามหลักการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kong, et al., 2024; Triwoelandari, et. al., 2023; Zen, et al., 2022; พะเยาว์ ทองแก้ว, 2566; อุบลวรรณ สุทธิวิริยะ, 2565)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ก่อนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการจัดทำโครงการให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการออกแบบโครงการที่ตนเองสนใจระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ควรมีคำถามเพิ่มเติมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบหัวข้อโครงการ
2. ครูผู้สอนควรกำหนดสถานการณ์และมีแบบฝึกหัดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงคำนวณที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป ในกระบวนการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและไม่สับสนกับกระบวนการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาหรือการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จำเป็นจะต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ค่อนข้างนาน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้อย่างเต็มที่และมีคุณภาพ จำเป็นที่จะต้องให้นักเรียนได้มีเวลาในการจัดทำโครงการมากขึ้น คุณครูจะต้องติดตามและกระตุ้นนักเรียนให้มีการปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานที่มีต่อทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ให้นักเรียนมีกระบวนการทำงานเป็นทีมที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ขุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ขุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา. (2562). *ทิศทางการพัฒนาทักษะพื้นฐานชีวิต เพื่ออนาคตที่เข้มแข็งและยั่งยืนของประเทศไทย*. <https://www.eef.or.th/publication-asat/#fb0=35>
- ดุขฎิโยเลลา. (2557). *การจัดการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุมชนความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย*. ทิพย์วิสุทธิ.
- ทัศนัย สูงใหญ่. (2566). *แนวทางการจัดประสบการณ์รูปแบบโครงงานเป็นฐานสำหรับเด็กปฐมวัยเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21*. วารสารวิจัยเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้ สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 6(1), 52-60.
- นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. (2562, 11 เมษายน). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 136 ตอนที่ 47 ก. หน้า 10-41.
- นิตยาพร กิณบุญ. (2565). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการการเรียนรู้เชิงรุกในการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โครงงานเป็นฐาน*. วารสารชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพครู, 2(2), 160-173.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. สุวีริยาสาส์น.
- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570). (2565, 1 พฤศจิกายน). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 139 ตอนพิเศษ 258. หน้า 127-137.
- พะเยาว์ ทองแก้ว. (2566). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาการช่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วารสารวิจัยเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้ สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา, 6(2), 32-46.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2564). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน*. วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, 11(2), 8-23.
- รุจิรา เศรษฐะสกุล. (2564). *การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 4(11), 177-191.
- โรงเรียนขัติยะวงษา. (2566). *รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (SAR) โรงเรียนขัติยะวงษา ปีการศึกษา 2566*. http://ks101.ac.th/datashow_242168
- วิรุฬห์ สิทธิเชตรกรณ์. (2564). *การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากรในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 23(3), 286-300.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2566). *ผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนขัติยะวงษา ปีการศึกษา 2566*. <https://newonetestresult.niets.or.th/Individualweb/notice/frEnquireStudentGraphScore.aspx>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ขุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.



- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมาคม ควอท. (2566). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน. <https://active-learning.thailandpod.org/learning-activities/project-based-learning>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2564). *ก้าวแรก การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL)*. เอ็น.เอ.รัตนะเทรตติง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2565). *นโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). *ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580*. สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- สิริรัตน์ มุ่งคุณโคตร. (2566). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 13(4), 136-150.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Taxonomy of Education Objective Handbook: Cognitive Domain*. David Mackey Company, Inc.
- EduTopia. (2018). *Project-Based Learning*. <http://www.EduTopia.org/project-based-learning>
- Kim, B. (2013). Paper-and-Pencil Programming Strategy toward Computational Thinking for Non-Majors: Design Your Solution. *Journal of Educational Computing Research*, 49(9), 437-459.
- KM CHIL. (2015). *Project-based Learning*. <http://www.vchar.karn.com/vcafe/202304>.
- Kong, S.-C., Cheung, M.-Y. and Tsang, O. (2024). Developing an Artificial Intelligence Literacy Framework: Evaluation of a Literacy Course for Senior Secondary Students Using a Project-based Learning Approach. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6(1), 2-11.
- Saritepeci, M. (2020). Developing Computational Thinking Skills of High School Students: Design-Based Learning Activities and Programming Tasks. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(1), 35-54.
- Triwoelandari, R., Handayani, E. W. and Arif, S. (2023). Development of Project-based Learning Science E-module to Improve Collaboration Skills of Elementary School Students. *Journal Cakrawala Pendas*, 9(4), 762-774.