การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิด (NHT) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

The Development of Physics Problem-Solving Ability for Mathayomsuksa 5 Students by Using Numbered Head Together technique (NHT) with Deductive Learning Method Coordinate

เอกนิต มงคลเสริม[1] และมนตรี วงษ์สะพาน[2]

Aekkanit Mongkhonserm[1] and Montree Wongsaphan[2]

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม[1,2]

Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Mahasarakham University[1,2]

Corresponding, E-mail: aekkanit.m@gmail.com[1], montree.v@msu.ac.th[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 จำนวน 36 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 13 ชั่งโมง 2) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ฉบับ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และ 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่อยู่ในระดับดี มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ระดับปานกลาง มีจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 และระดับพอใช้ มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.78 เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติ พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 วงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 97.22 นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เข้าใจแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางฟิสิกส์กับสถานการณ์จริงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: เทคนิคร่วมกันคิด, การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

รับบทความ 27 พฤษภาคม 2568 แก้ไขบทความ 27 มิถุนายน 2568 ตอบรับบทความ 2 กรกฎาคม 2568
Received 27 May 2025 Revised 27 June 2025 Accepted 2 July 2025

ABSTRACT

This research is classroom action research. The purpose of the study was to develop Grade 11 students' ability to solve physics problems by using the Numbered Heads Together (NHT) technique in combination with deductive learning. The instructional goal was for students to meet a minimum threshold of 70 percent of the full score. The target group consisted of 36 Mathayomsuksa 5/9 students at Sarakham Pittayakhom School. The research instruments included: 1) A lesson plan incorporating numbered heads together technique and deductive learning, 2) Three subjective physics problem - solving behavior questionnaires, 3) An observation form for physics problem-solving behavior, and 4) Student interview protocols. The research findings revealed that 6 students (16.67%) demonstrated a high level of problem-solving ability in physics. A total of 29 students (80.56%) exhibited a moderate level, while 1 student (2.78%) showed a fair level of ability. When examining the outcomes by operational cycle, it was found that: The first cycle, 16 students (44.44%) met the 70 percent criterion, The second cycle, 30 students (83.33%) met the criterion, The third cycle, 35 students (97.22%) met the criterion. Students exchange ideas, understand approaches to solving physics problems, and can relate physics concepts to real-life situations more clearly.

Keywords: Numbered Head Together technique (NHT), Deductive Learning Method, Physics Problem - Solving Ability

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะเกี่ยวข้องกับเรื่องราวในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพของทุก ๆ คน ตลอดจนมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกในการทำงานและการดำรงชีวิตให้กับมนุษย์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การเรียนวิทยาศาสตร์จะทำให้ได้พัฒนาวิธีคิด กระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล มีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยเลือกใช้ข้อมูลที่หลากหลายได้อย่างถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงและอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหลักซึ่งสอดคล้องกับหลักการ กฎ ทฤษฎี ข้อสรุป หรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้น รวมทั้งสามารถนำมาใช้เชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (เตชทัต เรืองธรรม, 2559) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และค้นพบด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง และนำผลที่ได้มาจัดเป็นระบบแนวคิด หลักการและองค์ความรู้ ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจในหลักการ กฎ ทฤษฎี และเพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรา และมีบทบาทสำคัญอย่างมากในชีวิตประจำวัน ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นวิชาฟิสิกส์ถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพราะวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการทางความคิด ความเข้าใจ และฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดพิจารณาเหตุผลตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ อีกด้วย (Constant, 1967) แต่การที่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์นั้น เนื่องจากวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องใช้ความสามารถในการแปลความจากโจทย์ปัญหาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์หรือสมการทางฟิสิกส์ ซึ่งในนักเรียนส่วนใหญ่มักจะพบปัญหาในการวิเคราะห์โจทย์และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ ทำให้ไม่สามารถนำกฎ ทฤษฎี หลักการ หรือสมการต่าง ๆ ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้ จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ต่ำลง (Redish, 1994) นอกจากนี้การแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องนั้นจะส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดหรือความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหา และเมื่อนักเรียนพบโจทย์ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความแตกต่างไปจากเดิม นักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองได้ (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2562) ดังนั้นการแก้โจทย์ปัญหาต้องอาศัยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ จึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องเริ่มต้นตั้งแต่ขั้นของการสอนให้นักเรียนได้วิเคราะห์โจทย์และนำความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ทั้งนี้แนวคิดของนักเรียนที่นำมาใช้นั้นจะต้องถูกต้องครบถ้วน ซึ่งผู้สอนจะต้องเน้นให้นักเรียนเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์เชื่อมโยงกับแนวคิดที่จำเป็น เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนากระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จรรยา ดาสา, 2553)

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำหน้าที่จัดการเรียนการสอนในฐานะนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยได้ทำการสังเกตและสอบถามนักเรียนในขณะที่ฝึกแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ และไม่ทราบข้อมูลที่โจทย์ให้มาหรือไม่สามารถระบุตัวแปรและหน่วยของปริมาณต่าง ๆ ได้ ส่งผลให้นักเรียนเลือกใช้สมการไม่ถูกต้อง และไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นอกจากนี้ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 36.67 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ข้อสอบพบว่า ข้อสอบส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์คิดเป็นร้อยละ 60 ของข้อสอบทั้งหมด ด้วยปัญหาดังกล่าว จะเห็นว่านักเรียนยังมีข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นอย่างมาก

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า ในงานวิจัยของ รัตนพร บูรณะพล (2564) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่ยังคงพบปัญหาในการแก้โจทย์ในขั้นตอนที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหาและขั้นตอนที่ 4 การทบทวนคำตอบ ในงานวิจัยของ วีนัส ชาลี (2563) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา พบว่า คะแนนเฉลี่ยการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุด ได้แก่ ด้านการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (13.70) ด้านการเขียนแผนภาพ (8.40) การดำเนินการแก้โจทย์ (5.50) การหาวิธีการแก้โจทย์ (4.30) การสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบ (2.50) ในงานวิจัยของวีรดา ลิมปิสวัสดิ (2565) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุด ได้แก่ ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา (15.98) ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา (15.42) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา (14.79) และขั้นตรวจสอบคำตอบ (14.35) ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่กำหนดให้ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มเล็ก ๆ คละเพศและคละความสามารถ ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยกำหนดกิจกรรมให้สมาชิกรับผิดชอบงานในกลุ่ม มีการพัฒนาทักษะการทำงาน และทักษะทางสังคม การเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายเทคนิค ได้แก่ Jigsaw TGT GI TAI NHT STAD และ LT ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิคร่วมกันคิด (Numbered Heads Together: NHT) เป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและเพื่อใช้แก้ปัญหา ซึ่งจะใช้เพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาในรายวิชาฟิสิกส์ในคาบเรียนนั้น ๆ และจะทำให้ได้รู้ว่านักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนในรายวิชาฟิสิกส์มากน้อยเพียงใด ซึ่งถ้าหากนักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาก็จะไม่สามารถ ที่จะอธิบายหรือสื่อสารให้คนอื่นให้เข้าใจได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษา ค้นคว้ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถใช้สอดแทรกหรืออธิบายเนื้อหาฟิสิกส์ให้นักเรียนได้เข้าใจได้ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เป็นหัวใจสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย (Deductive Method) คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียนแล้วจึงให้ตัวอย่างหรือให้นักเรียนฝึกนำทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้น ๆ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย ชาตรี เกิดธรรม (2547) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนแบบนิรนัยไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นอธิบายปัญหา โดยระบุสิ่งที่สอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้นักเรียนเกิด ความสนใจที่จะหาคำตอบ และปัญหาจะต้องเกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงของชีวิต เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายข้อสรุป เป็นการนำเอาข้อสรุป กฎ หรือนิยามมากกว่า 1 อย่างมา อธิบาย เพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้ในการแก้ปัญหาขั้นที่ 3 ขั้นตกลงใจ เป็นขั้นที่นักเรียนจะเลือกข้อสรุป กฎ หรือนิยามที่จะนำมาใช้ใน การแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์ หรืออาจเรียกว่าขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นที่สรุปกฎหรือนิยามว่า ความจริงหรือไม่ โดยการปรึกษา ค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ และจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์ว่า เป็นจริงจึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

จากสาเหตุและปัญหาที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการทำการวิจัยที่ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนด้วยเทคนิคร่วมกันคิด (NHT) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 36 คน โดยเป็นนักเรียนที่มีคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหาต่ำกว่าร้อยละ 70 จากการทำแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบอัตนัย ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 9 แผน รวมทั้งสิ้น 13 ชั่วโมง โดยมีค่าคุณภาพของแผน การจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) คือ แผนการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย แผนที่ 1 ถึง 3 มีค่าเท่ากับ 4.88 แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย แผนที่ 4 ถึง 6 มีค่าเท่ากับ 4.87 แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย แผนที่ 7 ถึง 9 มีค่าเท่ากับ 4.90 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการมีความเหมาะสม มากที่สุด

2. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยที่กำหนดขอบเขตของการตอบ จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ โดยพิจารณาขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ขั้นที่ 1 พิจารณาปัญหา (Focus the Problem) ขั้นที่ 2 อธิบายหลักการทางฟิสิกส์ (Describe the Physics) ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา (Plan the Solution) ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (Execute the Plan) ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลลัพธ์ (Evaluate the Answer) ใช้ทดสอบหลังสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) ผลการพิจารณาค่าความสอดคล้องพบว่าแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.80-1.00 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินพบว่าคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด แสดงว่า ข้อคำถามกับจุดประสงค์มีความสอดคล้องกัน

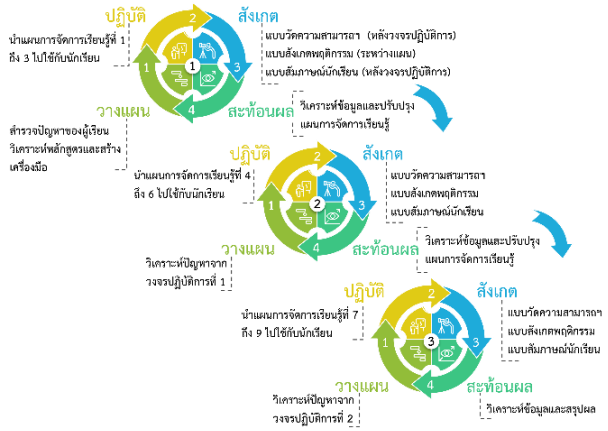
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแบบสังเกตมีโครงสร้าง โดยจะใช้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่แสดงออกรายบุคคล ซึ่งสังเกตระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการ (IOC) ผลพิจารณาพบว่าแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.80-1.00 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินพบว่าคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด แสดงว่าข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการมีความสอดคล้องกัน

4. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนในการเรียนรู้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อที่จะนำบทสรุปจากการสัมภาษณ์มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ (IOC) ผลพิจารณาพบว่าแบบสัมภาษณ์นักเรียน มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.80-1.00 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินพบว่าคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด แสดงว่า ข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบมีความสอดคล้องกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ (Kemmis & McTaggart, 1988) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผล (Reflection)

โดยทำการดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ รายละเอียดแต่ละวงรอบปฏิบัติการมี ดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

สำรวจปัญหาของผู้เรียนด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงสาเหตุปัญหาที่เกิดขึ้น ศึกษา วิเคราะห์หลักสูตร และผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ กำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอน และศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับแบบนิรนัย ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ นำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นหาคุณภาพของเครื่องมือโดยเสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสม และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ในส่วนของวงจรถัดไปนำปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์การทำกิจกรรมหรือบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติมาวางแผนการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ถัดไป

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยที่พัฒนาขึ้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย 1) เรื่อง กระแสไฟฟ้าในตัวนำและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ 2) เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน 3) เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย 4) เรื่อง ตัวต้านทานและการต่อตัวต้านทาน 5) เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์ 6) เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย 7) เรื่อง การต่อแบตเตอรี่ 8) เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง 9) เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งที่เป็นส่วนดีและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไขเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ตรวจและบันทึกผลการทำใบงานและใบกิจกรรมของนักเรียน ประเมินผลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละวงจรปฏิบัติการจะใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จำนวน 3 ข้อ และสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนพร้อมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังทำการจัดการเรียนรู้ ตามแบบสัมภาษณ์นักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ การสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์ มาอภิปรายและวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและผลลัพธ์จากการปฏิบัติ จากนั้นนำข้อสรุปที่ได้มาปรับปรุงและออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป ให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามชนิดของข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นการนำข้อมูลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนมาวิเคราะห์

โดยสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และค่าร้อยละ (%) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกตพฤติกรรม และการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน โดยนำมาวิเคราะห์ ตีความและสรุปในรูปแบบอุปนัยและนำเสนอแบบบรรยาย

ผลการวิจัย

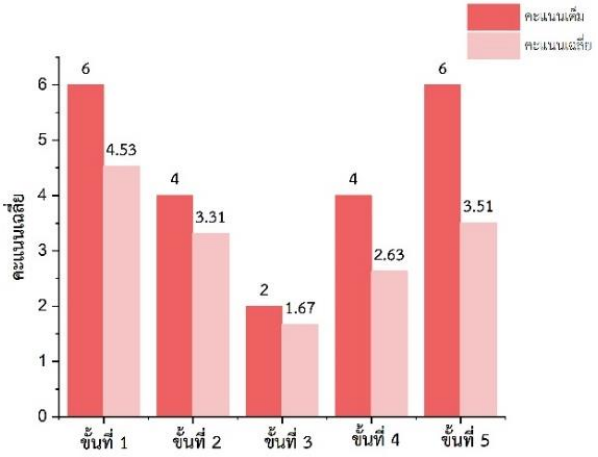
วงจรปฏิบัติการที่ 1

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย จำนวน 3 แผน ประกอบด้วย 1) เรื่อง กระแสไฟฟ้าในตัวนำและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ 2) เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน 3) เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 66 คะแนน ซึ่งสามารถสรุปจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

จำนวนนักเรียน (คน)	ผ่านเกณฑ์		ไม่ผ่านเกณฑ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
36	16	44.44	20	55.56

จากตารางที่ 1 เมื่อทำการวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 36 คนพบว่า มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละขั้นตอนตามกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ของกลุ่มเป้าหมาย ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละขั้น ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 2 เมื่อพิจารณาคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นตอนตามกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน พบว่า ขั้นที่ 1 พิจารณาปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.53 คิดเป็นร้อยละ 75.46 ขั้นที่ 2 อธิบายหลักการทางฟิสิกส์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.31 คิดเป็นร้อยละ 82.87 ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 1.67 คิดเป็นร้อยละ 83.33 ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.63 คิดเป็นร้อยละ 65.97 และขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลลัพธ์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.51 คิดเป็นร้อยละ 47.22

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในขั้นที่ 1 นักเรียนยังขาดการวาดรูปและเขียนสัญลักษณ์จากการพิจารณาทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและไม่สามารถระบุตัวแปรและข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ถูกต้อง ขั้นที่ 2 นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ได้ หรือ

เขียนแต่ไม่ตรงกับเนื้อหา ขั้นที่ 3 มีนักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากมีความเคยชินเมื่อทราบสูตรแล้วก็จะคำนวณหาคำตอบเลย และในขั้นนี้นักเรียนส่วนใหญ่จะเขียนได้ แต่ไม่มีความละเอียด ขั้นที่ 4 นักเรียนสามารถแทนค่าตัวแปรในสูตรได้ แต่ยังมีข้อบกพร่องในเรื่องของการคำนวณ เช่น การคำนวณตัวเลขที่เป็นทศนิยม การคูณเลขชี้กำลัง การแก้ระบบสมการ ขั้นที่ 5 นักเรียนไม่สามารถที่จะแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้ และเขียนสรุปคำตอบไม่ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถาม อีกทั้งไม่ใส่หน่วยของคำตอบหรือใส่ผิด จึงทำให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งได้สรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1. นักเรียนไม่คุ้นชินกับวิธีการจัดการเรียนรู้และกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์	อธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมและขั้นตอน การแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนได้เข้าในอย่างละเอียด
2. นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นนานเกินไป	ครูกำหนดเวลาให้ชัดเจนว่าแต่ละขั้นของกิจกรรม ใช้เวลาเท่าไหร่ และส่งสัญญาณเตือนเมื่อใกล้จะ หมดเวลา
3. นักเรียนยังขาดการวาดรูปและเขียนสัญลักษณ์จากการพิจารณาทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและไม่สามารถระบุตัวแปรและข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ถูกต้อง	เน้นย้ำให้นักเรียนได้เข้าใจความหมายของตัวแปรและสัญลักษณ์ไปควบคู่กัน และอ่านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาซ้ำ ๆ หลายรอบ
4. นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาไม่ตรงกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา	กระตุ้นให้นักเรียนมีการค้นคว้าการหลักการ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา และแนะนำช่องทางการสืบค้นข้อมูลในขั้นของการทำกิจกรรม
5.นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้	อธิบายแนวทางการเขียนลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาและแนะนำให้นักเรียนเขียนลำดับเป็นข้อ ๆ แทนการเขียนความเรียงเพื่อที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ถ้าหากมีปัญหาเกิดขึ้น
6. นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณที่ไม่ถูกต้องและไม่ละเอียด	อธิบายและชี้แจงให้นักเรียนได้เข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเน้นย้ำให้นักเรียนทบทวบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา
7. นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบไม่สมเหตสมผล และสรุปคำตอบไม่สอดคล้องกับโจทย์ปัญหา	อธิบายขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบอย่าง ละเอียดและชี้แจงให้นักเรียนเห็นถึง ความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบเพื่อแสดงให้เห็นถึงที่มาของคำตอบได้ถูกต้องสมเหตุสมผล และเน้นย้ำการสรุปคำตอบ

วงจรปฏิบัติการที่ 2

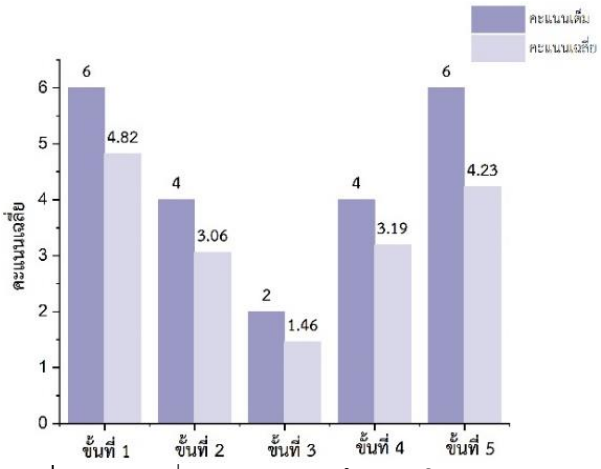
ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย จำนวน 3 แผน ประกอบด้วย 4) เรื่อง ตัวต้านทาน และการต่อตัวต้านทาน 5) เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์ 6) เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 66 คะแนน ซึ่งสามารถสรุป

จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

จำนวนนักเรียน (คน)	ผ่านเกณฑ์		ไม่ผ่านเกณฑ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
36	30	83.33	6	16.67

จากตารางที่ 3 เมื่อทำการวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 36 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละขั้นตอนตามกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ของกลุ่มเป้าหมาย ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละขั้น ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 3 เมื่อพิจารณาคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นตอนตามกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน พบว่า ขั้นที่ 1 พิจารณาปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.82 คิดเป็นร้อยละ 80.40 ขั้นที่ 2 อธิบายหลักการทางฟิสิกส์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.06 คิดเป็นร้อยละ 76.62 ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 1.46 คิดเป็นร้อยละ 75.15 ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.19 คิดเป็นร้อยละ 79.86 และขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลลัพธ์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.23 คิดเป็นร้อยละ 70.52

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถระบุได้ว่าโจทย์ปัญหานั้น ๆ กำหนดตัวแปรอะไรมาให้บ้าง แต่คำตอบของนักเรียนยังไม่ครบสมบูรณ์และไม่ชัดเจน เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงวิธีการหาคำตอบ จึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้ ในส่วนขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบ นักเรียนมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบแต่ขาดความสมเหตุสมผลไม่สามารถชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหาได้ รวมถึงไม่มีการเขียนสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหา จึงทำให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งได้สรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1. นักเรียนระบุตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ไม่ชัดเจน	กำชับให้นักเรียนแปรตัวแปรที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ครบทุกตัวแปร ถึงแม้ว่าตัวแปรนั้นอาจจะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการคำนวณก็ตาม
2. นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้	อธิบายและยกตัวอย่างการเขียนการวางแผนการแก้โจทย์โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหาทั้งหมดแล้วจึงเขียนออกมาจากความเข้าใจ
3. นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบไม่สมเหตสมผล	อธิบายขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบอย่าง ละเอียดและชี้แจงให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบ

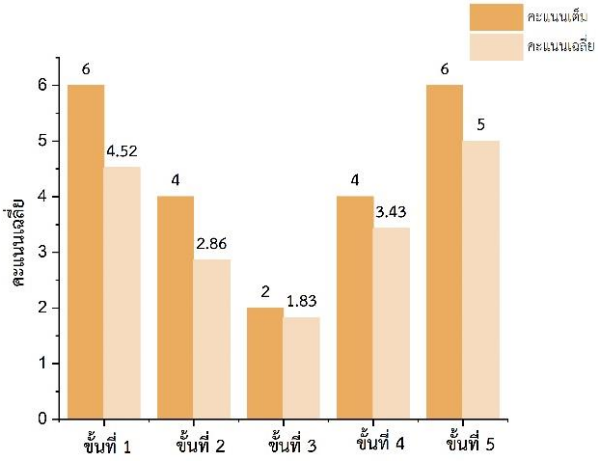
วงจรปฏิบัติการที่ 3

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย จำนวน 3 แผน ประกอบด้วย 7) เรื่อง การต่อแบตเตอรี่ 8) เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง 9) เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงานและทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 66 คะแนน ซึ่งสามารถสรุปจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

จำนวนนักเรียน (คน)	ผ่านเกณฑ์		ไม่ผ่านเกณฑ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
36	35	97.22	1	2.78

จากตารางที่ 5 เมื่อทำการวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 36 คน พบว่า มีนักเรียนที่มี คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อย ละ 97.22 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.78 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละขั้นตอนตามกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ของกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละขั้น ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพที่ 4 เมื่อพิจารณาคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นตอนตามกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน พบว่า ขั้นที่ 1 พิจารณาปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.52 คิดเป็นร้อยละ 75.31 ขั้นที่ 2 อธิบายหลักการทางฟิสิกส์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย

2.86 คิดเป็นร้อยละ 71.53 ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 1.83 คิดเป็นร้อย 91.67 ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.43 คิดเป็นร้อยละ 85.65 และขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลลัพธ์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.00 คิดเป็นร้อยละ 83.33

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีความสับสนในการระบุตัวแปรของโจทย์ปัญหา ซึ่งระบุไม่ตรงตามความหมายและสัญลักษณ์ของตัวแปร นักเรียนสามารถที่จะเลือกใช้สมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังขาดความสมบูรณ์ขององค์ประกอบของคำตอบ เช่น การเลือกเขียนมาเพียงสมการเดียว ในส่วนของการเขียนแสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบ นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบของสมการได้ถูกต้อง และคำตอบที่ได้นั้นก็ไม่ครบสมบูรณ์ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ของโจทย์ปัญหาไม่ละเอียดรอบครอบ จึงทำให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งได้สรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1. นักเรียนมีความสับสนกับการใช้ตัวแปรหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ	ครูอธิบายความแตกต่างของตัวแปรให้นักเรียนเกิดความเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์หรือตัวแปร แทนการจำสัญลักษณ์เพียงอย่างเดียว
2. นักเรียนเขียนสมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาไม่ครบ	เน้นย้ำให้นักเรียนพิจารณาและทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้รอบครอบ
3. นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาไม่ครบสมบูรณ์	แนะนำให้นักเรียนทบทวนคำถามของโจทย์ปัญหาให้ถี่ถ้วน ว่าครบสมบูรณ์หรือไม่

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 3 ข้อ คะแนนเต็ม 198 คะแนน และนำมาเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายระดับความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามช่วงคะแนน ดังนี้ คะแนน 179-198 คะแนน หรือ 90-100% มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในระดับดีมาก คะแนน 158-178 คะแนน หรือ 80-89 อยู่ในระดับดี คะแนน 138-157 คะแนน หรือ 70-79% อยู่ในระดับปานกลางคะแนน 118-137 คะแนน หรือ 60-69% อยู่ในระดับพอใช้คะแนน 0-117 คะแนน หรือต่ำกว่า 60% อยู่ในระดับควรปรับปรุง ซึ่งจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในระดับต่าง ๆ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในระดับต่าง ๆ

ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
ระดับดีมาก	0	0.00
ระดับดี	6	16.67
ระดับปานกลาง	29	80.56
ระดับพอใช้	1	2.78
ระดับปรับปรุง	0	0.00

จากตารางที่ 7 เป็นผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 36 คน พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่อยู่ในระดับดี มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ระดับปานกลาง มีจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 และระดับพอใช้ มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.78

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิด

ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่อยู่ในระดับดี มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ระดับปานกลาง มีจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 และระดับพอใช้ มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.78 เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 47.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.21 ซึ่งในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สูงสุดในขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ และขั้นพิจารณาปัญหา ตามลำดับ และมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่ำสุดในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ทั้งนี้ในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนมีคะแนนสูงสุด อาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ซึ่งการจัดการเรียนรู้เทคนิคร่วมกันคิดที่เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันคิด ร่วมกันทำ หรือระดมสมอง (ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์, 2542) อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในกลุ่มว่ามีความเข้าใจในเนื้อหามากน้อยเพียงใด และถ้าหากมีความเข้าใจไม่ถูกต้องหรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเนื้อหา นักเรียนในกลุ่มก็จะเป็นผู้ให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ซึ่งกันและกันของนักเรียน นอกจากนี้การที่ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป แล้วนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่หลากหลาย (ทิศนา แขมมณี, 2552) ในการวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ มาวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน พบว่า ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่นักเรียนได้ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยการวาดรูปและเขียนสัญลักษณ์ที่แสดงถึงสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้และระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการทราบ ทำให้นักเรียนได้เข้าใจสถานการณ์นั้น ๆ ได้มากยิ่งขึ้น เพราะการวาดรูปจะช่วยให้นักเรียนตีความหมายของข้อความที่มีความซับซ้อนและเข้าใจข้อความนั้นได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังได้วิเคราะห์โจทย์ปัญหาโดยแยกแยะปริมาณที่โจทย์บอกและปริมาณที่โจทย์ถามหา พร้อมทั้งระบุตัวแปรของปริมาณต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเห็นรายละเอียดของโจทย์ปัญหาชัดเจนขึ้น ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ศึกษา อภิปราย และแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ แนวคิด ทฤษฎีทางฟิสิกส์มาอธิบายโจทย์ปัญหา และเชื่อมโยงไม่สู่การเขียนสมการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาได้ ขั้นที่ 3 เป็นขั้นการวางแผนโดยการเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นจนได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา ในส่วนของขั้นที่ 4 ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการพร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ซึ่งผลคะแนนเฉลี่ยในขั้นนี้มีคะแนนไม่สูงมากนัก จากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่า นักเรียนยังขาดทักษะในด้านการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถคำนวณตัวเลขที่เป็นทศนิยม หรือตัวเลขที่เป็นเลขชี้กำลังได้ และขั้นที่ 5 เป็นขั้นที่นักเรียนต้องแสดงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ พร้อมทั้งสรุปคำตอบของปัญหา จากการวิเคราะห์พบว่าในขั้นนี้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยน้อยสุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากขั้นที่ผ่านมา เพราะเมื่อนักเรียนไม่สามารถที่จะคำนวณหาคำตอบได้ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถที่จะสรุปคำตอบได้ จึงส่งผลให้ขั้นนี้มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้

วงจรปฏิบัติที่ 2 เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ให้มีคะแนนสูงขึ้น พร้อมทั้งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ขั้นอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงได้นำปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาวิเคราะห์และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ในด้านการพิจารณาปัญหา ผู้วิจัยได้เน้นย้ำให้นักเรียนได้เข้าใจความหมายของตัวแปรและสัญลักษณ์ไปควบคู่กันและอ่านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาซ้ำ ๆ หลายรอบ ซึ่งจะทำสามารถระบุตัวแปรได้อย่างครบถ้วน ด้านอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้กระตุ้นให้นักเรียนมีการค้นคว้าการหลักการ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา อีกทั้งยังให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้และร่วมกันสรุปองค์ความรู้ ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้อธิบายแนวทางการเขียนลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาและแนะนำให้นักเรียนเขียนลำดับเป็นข้อ ๆ แทนการเขียนความเรียงเพื่อที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ถ้าหากมีปัญหาเกิดขึ้นก็จะสามารถกลับไปตรวจสอบได้ถูกต้อง อีกทั้งผู้วิจัยได้ปรับตัวเลขให้มีความเหมาะสม

กับนักเรียนมากยิ่งขึ้น ด้านตรวจสอบผลลัพธ์ ผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบอย่างละเอียดและชี้แจงให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงที่มาของคำตอบได้ถูกต้อง สมเหตุสมผล และเน้นย้ำการเขียนสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหา ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 50.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.26 จะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 อาจเป็นผลมาจากการออกแบบและปรับปรุงกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับเวลาและสถานการณของโจทย์ปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนได้มีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจภายในกลุ่มของตนเองมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ รัตนพร บูรณะพล (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ในทุกวงจรปฏิบัติการ และเมื่อพิจารณาคะแนนในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา จะเห็นว่าในขั้นที่ 4 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยสูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้รับการฝึกฝนและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้คุ้นชินกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหา เกิดทักษะและเกิดความชำนาญในการแกโจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น (พันธ์ ทองชุมนุม, 2547) และในขั้นที่ 5 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยสูงขึ้นเช่นกัน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งจากการวิเคราะห์ปัญหา ด้านการพิจารณาปัญหา พบว่า นักเรียนมีความสับสนกันการใช้ตัวแปรหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ผู้วิจัยได้อธิบายความแตกต่างของตัวแปรให้นักเรียนเกิดความเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์หรือตัวแปร แทนการจำสัญลักษณ์เพียงอย่างเดียว ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 52.89 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.14 จะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยธวัช อ้อมแก้ว (2567) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในทุกวงวงจรปฏิบัติการ ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาเป็นประจำ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ไปใช้วิเคราะห์ หาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้นได้

ดังนั้นจากการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย สามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้ดีขึ้นได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยน ปรึกษา และระดมความคิด อีกทั้งยังเน้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจในหลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางฟิสิกส์ที่ให้ผู้เรียนนำไปปรับใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในสถาการณ์ที่แตกต่างออกไปได้ โดยประยุกต์องค์ความรู้เข้ากับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ซึ่งผลวิจัยนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของวุฒิชัย จารุตัน (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทยปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ในทุกวงจรปฏิบัติการ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย ครูผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนอย่างชัดเจน

1.2 ในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ควรมีการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความละเอียดมากขึ้น เพื่อที่จะแบ่งระดับความสามารถของนักเรียนได้ชัดเจน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเชิงทดลองเกี่ยวการจัดการเรียนรู้เทคนิคร่วมกันคิดร่วมกับการจัดการเรียนนิรนัย

2.2 ควรมีการนำการจัดการเรียนรู้เทคนิคร่วมกันคิดไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้สอบวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและแนวทางแก้ไขวิทยานิพนธ์ ให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และนักเรียน โรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่สนับสนุนและให้ความช่วยเหลือตลอดมา ทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

รายการอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2562). การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 13(2), 7-21.

จรรยา ดาสา. (2553). เทคนิคการจัดการเรียนรู้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเคมีคำนวณ. *นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 38(167), 44-48.

ชาตรี เกิดธรรม. (2547). *เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ชัยธวัช อ้อมแก้ว, มนตรี วงษ์สะพาน. (2024). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย*, *16*(1), *227-242*.

เตชทัต เรืองธรรม. (2559). SHW การเขียนทางวิทยาศาสตร์. *นิตยสาร สสวท.*, 45(203), 7-13.

รัตนพร บูรณะพล, กัญญา รัตน์โคจร. (2021). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 15(1), 123-136.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์. (2542). *เทคนิคการสอนและการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ ดิสคัฟเวอรี่.

ทิศนา แขมณี. (2552). *รูปแบบการเรียนการสอน*: ทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ โอเดียนสโตร์.

วีนัส ชาลี, ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล. (2020). ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, *35*(3).

วุฒิชัย จารุตัน, อุฤทธิ์ เจริญอินทร์. (2021). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *44*(1), 50-64.

วีรดา ลิมปิสวัสดิ์, เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์, & ธนาวุฒิ ลาตวงษ์. (2022). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 20(1), 503-524.

Constant, F. W. (1967). *Fundamental Principle of Physics*. Massachusetts: Addison Wesley Publishing Company.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner* (3rd ed.). Victoria: Deakin University.

Redish, E. F. (1994). Implication of Cognitive Studies for Teaching Physics. *American Journal of Physics*, 62(9), 796-803. https://doi.org/10.1119/1.17461