

**การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*
INQUIRY - BASE LEARNING (5E) AND LOGICAL PHYSICS-SOLVING STRATEGIES TO DEVELOP THE ABILITY TO SOLVE PHYSICS PROBLEMS OF MATHAYOMSUKSA 4**

กานดา นิมะลา¹, ฐิติวรดา พลเยี่ยม²

Kanda Nimala¹, Titivorada Polyiem²

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม^{1,2}

Faculty of Education, Mahasarakham University, Thailand.^{1,2}

Email : 64010552002@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาลัย อําเภอลําปทุม จังหวัดมหาสารคาม โดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐานได้แก่ t-test (Independent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า 1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 74.28/71.84 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : 1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 2. กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ 3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) To develop inquiry-based learning (5E) combined with strategies for solving logical physics problems; of Mathayom 4 students according to the criteria 70/70. 2) To compare the ability to solve physics problems after learning of students who received inquiry-based learning (5E) combined with logical physics problem-solving strategies with students who received learning. Knowledge inquiry model (5E). 3) To study satisfaction with inquiry-based learning (5E) combined with logical physics problem solving strategies. of Mathayom 4 students. The sample group used in this study is students who are studying in Mathayom 4, Semester 2, academic year 2022, Suea Kok Wittayasan School. Wapi Pathum District Maha Sarakham Province By random sampling, 1 classroom, 29 people. The research tools include an inquiry-based learning plan (5E) along with strategies for solving logical physics problems. A test to measure your ability to solve physics problems. Academic achievement test and satisfaction questionnaire Statistics used in data analysis include percentage, mean, and standard deviation. and hypothesis testing statistics include One Sample t-test and t-test (Independent Samples)

The result was as follows: 1. The effectiveness of the inquiry-based learning management (5E) combined with logical physics problem solving strategies. of Mathayom 4 students had an efficiency of 74.28/71.84, which was higher than the specified criteria. 2. Group of students who received inquiry-based learning (5E) combined with logical physics problem solving strategies. The ability to solve physics problems after studying was significantly higher than before studying at the .05 level. 3. Students are satisfied with inquiry-based learning (5E) combined with logical physics problem solving strategies. To develop the ability to solve physics problems. Overall, it is at the highest level.

Keyword : 1. Inquiry - based learning (5E) 2. Logical problem-solving strategy 3. Ability to solve physics problems

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ช่วยอำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน นอกจากนี้ยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาทั้งด้านความคิดและทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษากฎต่าง ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ หลักการ ทฤษฎี จึงต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) อย่างไรก็ตาม

ตามพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์เท่าใดนัก เนื่องจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์จะเป็นการแก้โจทย์ปัญหาที่มีการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมักจะประสบปัญหาการวิเคราะห์โจทย์และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์กำหนด นักเรียนจึงไม่สามารถนำกฎทฤษฎี สมการต่าง ๆ ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง (ตะวัน พันธุ์ขาว, 2556) และการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ไม่ได้มีเฉพาะในส่วนของการคำนวณแก้โจทย์ปัญหาเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีในส่วนของทฤษฎีหรือเนื้อหาการทดลองซึ่งทั้งหมดนี้มีส่วนสำคัญยิ่งในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน แต่ปัจจุบันโรงเรียนส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนในรูปแบบบรรยายเนื้อหาตามหนังสือหรือเอกสารประกอบการเรียนซึ่งไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎีหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างถูกต้อง ชัดเจน และไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีสำหรับแก้โจทย์ปัญหาได้ (สิริเกศ หมัดเจริญ, 2553) เห็นได้จากการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนนานาชาติหรือ PISA ที่มีอายุ 15 ปี ในการแก้ปัญหา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 - 2015 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ OECD และอยู่ในระดับที่ 2 จากทั้งหมด 6 ระดับ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้และไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายและใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่างๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงการใช้ความคิดและการเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูงได้

จากการรายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์ ในปีการศึกษา 2562, 2563, 2564 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด คือ ร้อยละ 70 โดยมีผลการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 62.31, 63.15 และ 62.25 และมีความสามารถทางการเรียนด้านการแก้ปัญหาที่ต่ำกว่าโรงเรียนกำหนด คือ ร้อยละ 70 ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย 56.39 (โรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์, 2562, 2563, 2564) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการวิเคราะห์โจทย์และไม่สามารถเชื่อมโยงหลักการทางฟิสิกส์ ทฤษฎีและปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันเข้ากับสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดมาให้ นอกจากนี้ยังไม่มีลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจนจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถดำเนินแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้อง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบทำให้นักเรียนเกิดความรู้จากการคิดวิเคราะห์ แยกแยะและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองแล้วสรุปออกมาเป็นหลักการและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ (ทีศนา แชมมณี, 2555, ปิยะฉัตรชัยมาลา, 2550, วีณา ประชากุล และประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2559) นอกจากนี้ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ยังมีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ยังไม่ชัดเจนนัก จากการศึกษากรณีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะ (Heller & Heller, 2010) เป็นกรณีวิธีที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิดวิเคราะห์ปัญหา การคิดเชิงเหตุผลซึ่งเป็นสิ่งที่ยากที่สุดของการแก้โจทย์ปัญหา มีลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน ให้ความสำคัญกับการเขียนแผนภาพ แสดงสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้และให้ความสำคัญกับแนวคิดหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหารวมถึงให้ความสำคัญกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีส่วนที่นำไปสู่ผลลัพธ์ของปัญหานั้น

จากปัญหาและเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มาประกอบกับกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะ สำหรับใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ และความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากเป็นกระบวนการเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง มีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ที่ชัดเจน ทำให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนจากแนวคิดของกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะและสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นเมื่อนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะโดยจะแทรกเข้าไปในชั้นขยายความรู้ จะสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ได้ดียิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เชิงตรรกะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 70/70

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เชิงตรรกะกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เชิงตรรกะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

3.1 ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เชิงตรรกะ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ

3.2 เป็นแนวทางในการนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เชิงตรรกะ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์กับการจัดกิจกรรมในระดับชั้นอื่น ๆ การเรียนรู้ในระดับชั้นอื่น ๆ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เชิงตรรกะ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์ จำนวน 59 คน จาก 2 ห้องเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์ จำนวน 29 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาพีสิกส์ จำนวน 9 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง 2) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยวัดหลังการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.5 – 1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.23 – 0.32 และอำนาจจำแนก (B) 0.29 –

0.46 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.98 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.5 – 1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.27 - 0.77 และอำนาจจำแนก (B) 0.23 - 0.49 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 10 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) การเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้ 1) ผู้วิจัยขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปยังโรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2) นำเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คน 3) นำข้อมูลที่ได้จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อสรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยต่อไป สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 1) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2 2) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 3) วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ โดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Independent Samples t-test

5. ผลการวิจัย

5.1 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (E_1/E_2)

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) กับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์เชิงตรรกะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 70/70

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	76	56.49	2.11	74.28
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	30	21.55	2.65	71.84
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 74.28/71.84				

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย เท่ากับ 56.49 คะแนน จากคะแนนเต็ม 76 คิดเป็นร้อยละ 74.28 แสดงว่ามีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 74.28 และพบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับ 21.55 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คิดเป็นร้อยละ 71.84 แสดงว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

เท่ากับ 71.84 ดังนั้นประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (E_1/E_2) เท่ากับ 74.28/71.84 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 70/70

5.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

รูปแบบการเรียนรู้	คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์			t
	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	
แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ	42.83	2.30	85.66	16.09*
แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	29.23	3.47	58.46	

จากการตาราง 2 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์นักเรียนมีคะแนน 42.83 คะแนนจาก 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.66 และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นักเรียนมีคะแนน 29.23 คะแนน จาก 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 58.46 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของกลุ่มที่รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะทดลองสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ

รายการประเมินความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.83	0.38	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ	4.90	0.31	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้สนุกสนาน น่าสนใจ และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	4.41	0.57	มาก

รายการประเมินความพึงพอใจ	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
4. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	4.76	0.44	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนมีความพยายามในการทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมาย	4.59	0.50	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ใหม่ ๆ กับเพื่อน ๆ	4.76	0.44	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในกลุ่มมากขึ้น	4.69	0.47	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	4.93	0.26	มากที่สุด
9. การจัดบรรยากาศห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนการสอน	4.45	0.51	มาก
10. ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล	4.62	0.49	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.66	0.44	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.66 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

6. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

6.1 การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 74.28/71.84 ังเป็นตามเกณฑ์ 70/70 ปรากฏผลเช่นนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองและมีครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ ศิริพิมล หงส์เหม (2555) เอกวิทย์ ดวงแก้ว (2558) ได้กล่าวตรงกันว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือลงคั้นคว้าหาความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ครูมีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้อต่อกระบวนการสืบสวนและค้นหาคำตอบ นอกจากนี้ครูผู้สอนจะใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดและหาคำตอบด้วยตัวเอง ชาตรี เกิดธรรม (2542) เมื่อนำกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะมารวมใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยแทรกเข้าไปในชั้นที่ 4 ขยายความรู้ เป็นกลวิธีที่ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน อมรลัทษณ์ ฤทธิเดช (2553) กล่าวว่ากลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะ

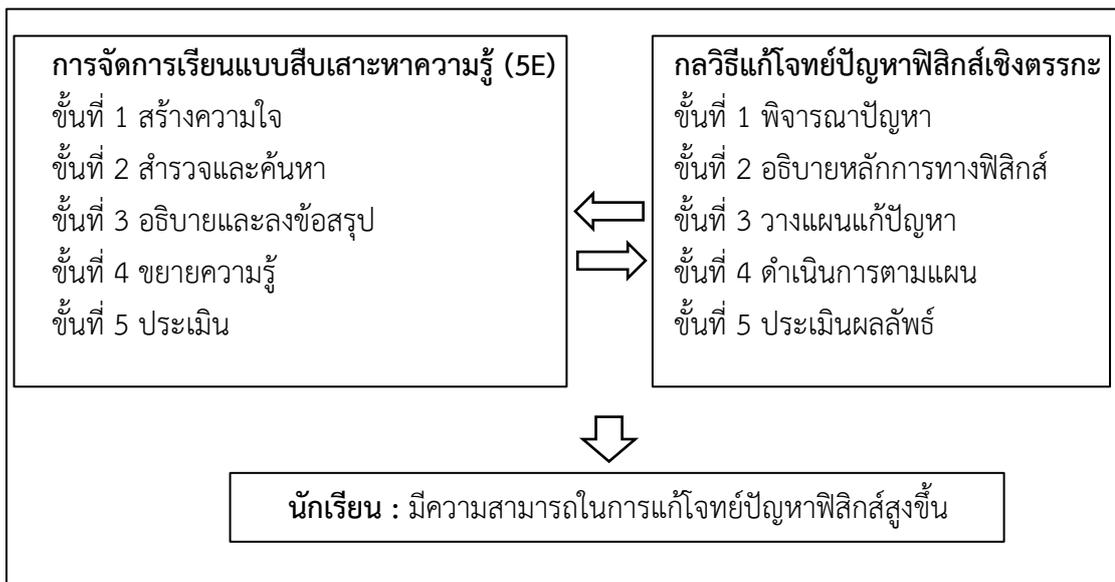
ของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนแผนภาพแสดงสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้ หลักการทางพีสิกส์ที่จะนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงให้ความสำคัญกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีส่วนช่วยให้นำไปสู่ผลลัพธ์ของปัญหานั้น กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 1) ชั้นพิจารณาปัญหา 2) ชั้นอธิบายหลักการทางพีสิกส์ 3) ชั้นวางแผนแก้ปัญหา 4) ชั้นดำเนินการตามแผน 5) ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์

6.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เชิงตรรกะ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เท่ากับร้อยละ 85.66 และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์สูงกว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบที่ต้องการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ ซึ่งมีลำดับขั้นในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ที่ชัดเจน ขั้นที่ 1 พิจารณาปัญหา เป็นการสร้างแผนภาพต่าง ๆ บอกสิ่งที่โจทย์ให้มา ขั้นที่ 2 อธิบายหลักการทางพีสิกส์ โดยจะอธิบายรูปสมการ เชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการทราบกับทฤษฎี ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา จะกำหนดแนวทางโดยเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ทำการแทนค่าตัวแปรที่ต้องการหา ขั้นที่ 5 ประเมินผลลัพธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง เช่น หน่วยของตัวแปร ทิศทาง ซึ่งปัญหาพีสิกส์มีความซับซ้อนต้องอาศัยการฝึกฝนจึงจำเป็นต้องได้รับการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์การแก้โจทย์ที่หลากหลายแล้วจะสามารถดำเนินการแก้โจทย์ได้เป็นขั้นตอน (รมิตา ชื่นเปรมชีพ, 2560) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์การแก้โจทย์ที่หลากหลายแล้วจะสามารถดำเนินการแก้โจทย์ได้เป็นขั้นตอน สอดคล้องกับ วิรัตน์ เขตชั้น (2562) ที่ได้ทำการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะเชิงเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นร้อยละ 51.58 และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้นร้อยละ 71.04 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

6.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เชิงตรรกะ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์เชิงตรรกะ ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์อย่างเป็นขั้นตอน ทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและดำเนินการแก้โจทย์ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ค้นคว้า ด้วยตนเอง และได้ฝึกแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันธิญา แก้ววิจิตร (2563) ได้ทำวิจัยเรื่องผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

7. องค์ความรู้ใหม่

จากผลการวิจัยสามารถสรุปองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มากขึ้น สามารถนำเสนอเป็นองค์ความรู้ใหม่ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ความรู้การจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

8.1.1 โรงเรียนเสื่อโก้ววิทยาสรรค์ ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูผู้สอนใช้นวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ

8.1.2 โรงเรียนควรมีการจัดประสบการณ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มสาระเพื่อการประยุกต์ใช้ สะท้อนข้อดี ข้อบกพร่องและเป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนในการใช้นวัตกรรม

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ปฏิบัติ

8.2.1 ครูควรกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน เพื่อที่นักเรียนจะสามารถคำนวณเวลาในการทำใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยได้ทันเวลาพอดี

8.2.2 เวลาทำกิจกรรมกลุ่มและสืบค้น ครูคอยกระตุ้นให้กำลังใจ แนะนำนักเรียนภายในกลุ่ม

8.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

8.3.1 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลที่เกิดจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะ ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง อื่น ๆ

8.3.2 ควรมีการศึกษาความสามารถทางฟิสิกส์ด้านอื่น ๆ ของนักเรียน เช่น การสื่อสาร

9. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. **ชาติรี เกิดธรรม. (2542). การสอนวิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอรี่ จำกัด.
- ตะวัน พันธุ์ขาว. (2556). **การพัฒนาหลักสูตรเสริมทักษะการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ทีศนา แชมณี. (2555). **ศาสตร์การสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉันทรัตน์ พลเยี่ยม. (2563). **การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นันทิญา แก้ววิจิตร. (2563). **ผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับ กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปิยฉัตร ชัยมาลา. (2550). **ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- โรงเรียนเสื่อไก่อภิตยาสรรค์. (2562). **รายงานผลการประเมินตนเองของสถานศึกษาโรงเรียนเสื่อไก่อภิตยาสรรค์ ประจำปีการ 2562**. มหาสารคาม : ฝ่ายวิชาการโรงเรียนโรงเรียนเสื่อไก่อภิตยาสรรค์.
- โรงเรียนเสื่อไก่อภิตยาสรรค์. (2563). **รายงานผลการประเมินตนเองของสถานศึกษาโรงเรียนเสื่อไก่อภิตยาสรรค์ ประจำปีการ 2563**. มหาสารคาม : ฝ่ายวิชาการโรงเรียนโรงเรียนเสื่อไก่อภิตยาสรรค์.
- โรงเรียนเสื่อไก่อภิตยาสรรค์. (2564). **รายงานผลการประเมินตนเองของสถานศึกษาโรงเรียนเสื่อไก่อภิตยาสรรค์ ประจำปีการ 2564**. มหาสารคาม : ฝ่ายวิชาการโรงเรียนโรงเรียนเสื่อไก่อภิตยาสรรค์.

- วิรัตน์ ชันเขต. (2560). การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้ โจทย์ปัญหา ทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 21(4). 286-300.
- วีณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิง. (2559). รูปแบบการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. ขอนแก่น : คลังน่านาวิทยา.
- วุฒิชัย จารุตัน. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและ การชน ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของ เฮลเลอร์และเฮลเลอร์. วิทยานิพนธ์การศึกษาปริญญามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศรียิมล หงส์เหม. (2555). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ คุณลักษณะ ใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.
- สิริเกศ หมัดเจริญ. (2553). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อมรลักษณ์ ฤทธิเดช. (2553). ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เอกวิทย์ ดวงแก้ว. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Heller, K., & Heller, P. (2010). **Cooperative problem solving in physics a user's manual**. Retrieved 9 November 2022. From <http://www.Aapt.org/Conferences/newfaculty/upload/Coop-Problem-Solving-Guide>

10. คำขอบคุณ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยได้รับความเมตตากรุณา ให้คำปรึกษา คอยให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ ประธานกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.กันยรัตน์ สอนสุภาพ กรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะธิดา ปัญญา ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือทั้งห้าท่าน ได้แก่ คุณครูศาสตรา โคตรธาดา คุณครูธันช ภูมิชูชิต คุณครูสุภาวดี ยนต์ชัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิรุฬพุทธา ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือเพื่อให้เก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนเสื่อไก่วิทยาสรรค์ อำเภอลำดวน จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ ช่วยเหลือ ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยจนบรรลุวัตถุประสงค์ สำเร็จไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณ นายคมสัน นิมะลานางรุ่งนภา นิมะลา บิดา มารดา ของผู้วิจัย ที่ได้มอบความรัก ความอบอุ่น ให้กำลังใจ คอยสนับสนุน การทำวิจัย จนสำเร็จลุล่วงตามความมุ่งหวังที่ตั้งใจไว้ทุกประการ