



การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์

The Development of the Problem-Solving Ability for Mathayomsuksa 5 Students Using the Deductive Teaching Method with Heller and Heller's Logical Problem-Solving Strategy

ชาคริต มีรัตน์¹ และอุฤทธิ เจริญอินทร์²

Chakhit Meerat¹ and Urit Charlene-in²

นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม¹,
 ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม²

M. Ed. Student in Teaching of Science and Mathematics, Faculty of Education, Mahasarakham University¹,

Department of Physics, Faculty of Science, Mahasarakham University²

Corresponding author, E-mail: 64010554008@msu.ac.th¹, urit.c@msu.ac.th²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรูแบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง เสียง โดยรวมและจำแนกตามขั้นตอน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรูแบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง เสียง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรูแบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง เสียง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 37 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จังหวัดร้อยเอ็ด ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว

ผลการวิจัย พบว่า 1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ โดยรวมและจำแนกตามขั้นตอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ หลังเรียนโดยรวม ชั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ และชั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์, การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย, กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์



ABSTRACT

Three purposes of this research were 1) to compare the physics problem-solving ability of grade 11 student's before and after the learning based on the deductive teaching method with Heller and Heller's logical problem-solving strategy in the overall and step by steps, 2) to compare the physics problem-solving ability of grade 11 student's based on the deductive teaching method with Heller and Heller's logical problem-solving strategy after the learning with the 70 percent criterion, and 3) to compare the physics learning achievement of grade 11 student's based on the deductive teaching method with Heller and Heller's logical problem-solving strategy after the learning with the 70 percent criterion. The 37 sample from cluster random sampling technique were grade 11th students, in the first semester of the academic year 2023, science and mathematics program, from Watsratong municipal school, Roi-et province. The research instruments used for the study were the lesson plans, physics problem-solving ability test, and physics learning achievement test. Data were analyzed by mean, standard deviation, percentage, and tested the hypotheses with dependent samples t-test, and one sample t-test.

The research results were found that: 1. Physics problem-solving ability of grade 11 student's who received the deductive teaching method with Heller and Heller's logical problem-solving strategy in the overall and step by steps after the learning was higher than before the learning at the statistical significance at the .05 level. 2. Physics problem-solving ability of grade 11 student's who received the deductive teaching method with Heller and Heller's logical problem-solving strategy after the learning in the overall, Describe the Physics, and Execute the Plan was higher than the 70 percent criterion at the statistical significance at the .05 level. 3. Physics Learning Achievement of grade 11 student's who received the deductive teaching method with Heller and Heller's logical problem-solving strategy after the learning was higher than the 70 percent criterion at the statistical significance at the .05 level.

Keywords: Physics Problem-Solving Ability, Physics Learning Achievement, Deductive Teaching Method, Heller and Heller's Logical Problem-Solving Strategy



บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้า ทาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาโดยกำหนดให้ เป็นสมรรถนะสำคัญของนักเรียน เพราะความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ไข้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่จะเผชิญ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2551) และในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์วิชา ฟิสิกส์นับว่าเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน แต่เป็นเรื่องยากที่จะทำความเข้าใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาฟิสิกส์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เรื่อง เสียง ซึ่งนักเรียนจะต้อง แก้ไข้ปัญหาที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในกฎ หลักการ ทฤษฎีและทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ นำไปประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ไข้ปัญหา ดังนั้นจุดมุ่งหมายหนึ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ก็คือนักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ไข้ปัญหาฟิสิกส์

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น รอบตัวเรา และมีบทบาทสำคัญอย่างมากในชีวิตประจำวัน ทั้งยังเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด เกิดความเข้าใจ สามารถ นำความรู้ไปใช้ในการแก้ไข้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กมลชนก ชัยชนะ และปรกรณ์ ประจัญบาน, 2561) แต่นักเรียนส่วนใหญ่ ยังไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากฟิสิกส์ เป็นวิชาที่ต้องอาศัยความสามารถในการแปลความจากโจทย์ปัญหา ไปเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ กราฟ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ของตัวแปร สมการต่าง ๆ ทางฟิสิกส์และทางคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้อง โดยปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถ ในการแก้ไข้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ต่ำ (Redish, 1994) จากการ ที่ผู้วิจัยทำหน้าที่จัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียน ส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ไข้ปัญหาฟิสิกส์ได้ เนื่องจากขาดความรู้

ความเข้าใจในเนื้อหาและกระบวนการแก้ไข้ปัญหาฟิสิกส์ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำเอาแนวคิดทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ใช้ในการ แก้ไข้ปัญหาได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะแก้ไข้ปัญหาโดยเริ่มจากการเขียนสมการและการแทนค่าลงในสมการโดยไม่คำนึงถึงแนวคิด ทางฟิสิกส์หรือการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่สมการ ซึ่งถือว่าเป็นการแก้ไข้ปัญหาฟิสิกส์ที่ไม่มี ประสิทธิภาพ (Heller & Heller, 2010) ส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจแนวคิด ทางฟิสิกส์อย่างแท้จริงและไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการ แก้ไข้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า ความสามารถในการแก้ไข้ปัญหาฟิสิกส์เป็นสิ่งสำคัญต่อการศึกษาด้านฟิสิกส์ที่จำเป็นต้องพัฒนาให้กับนักเรียนซึ่งจะเป็นส่วนช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์ทั้งในปัจจุบันและในระดับที่สูงขึ้น

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2564 และ 2565 พบว่า คะแนนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีคะแนนผลการทดสอบคือ 28.65 และ 28.08 คะแนนตามลำดับ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียน การสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสองปีมีคะแนนเฉลี่ยลดลง โดยภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2566) แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ ค่อนข้างต่ำ และจากที่ผู้วิจัยได้ทำหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอน ในฐานะนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในรายวิชาฟิสิกส์ 2 ซึ่งมี เนื้อหาบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์คำนวณในภาคเรียนที่ 1/2566 ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ณ โรงเรียนเทศบาล วัดสระทอง ร่วมกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ในปีการศึกษา 2564 และ 2565 ที่ผ่านมามีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อครูให้นักเรียนแก้ไข้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่จะวิเคราะห์ข้อมูลไม่ได้ ไม่สามารถระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มากกว่าสิ่งที่โจทย์ให้หาความสัมพันธ์ หรือเชื่อมโยงกันอย่างไร และไม่สามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหา ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เป็นการคำนวณได้ อีกทั้งนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์มาแก้ โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ



จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาพบว่า การแก้โจทย์ปัญหาเป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทโรงเรียนเทศบาลวัดสระทองจังหวัดร้อยเอ็ด สำหรับนำมาพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย (Deductive Method) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎ หลักการ ทฤษฎี ข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้กฎ หลักการ ทฤษฎี ข้อสรุปนั้น ๆ ข้อดีของวิธีสอนการแบบนิรนัยคือใช้เวลาในการเรียนการสอนน้อย เพราะนักเรียนสามารถนำกฎหรือสมการที่เคยเรียนมาแล้วนำไปใช้ได้เลย ทำให้นักเรียนจำกฎหรือสมการได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น ช่วยฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้เห็นจริง (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยจะฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และกล้าตัดสินใจแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รวมทั้งยังทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้นและผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยนั้นยังมีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เนื่องจากขั้นใช้ทฤษฎี หลักการเป็นการแก้โจทย์ปัญหาแบบปกติไม่มีการวางแผนหรือตรวจสอบคำตอบจากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงได้นำกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะ (Logical Problem-Solving Strategy) ของ Heller & Heller (2010) ที่เป็นกลวิธีหนึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่จะเป็นตัวช่วยให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการในการหาคำตอบได้อย่างดียิ่งขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นพิจารณาปัญหา (Focus the Problem) ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ (Describe the Physics) ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Plan the Solution) ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (Execute the Plan) และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลลัพธ์ (Evaluate the Answer) ซึ่งกลวิธีนี้จะเน้นการเชื่อมโยงไปสู่ความสัมพันธ์หรือสมการในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา จนถึงการแก้โจทย์ปัญหาให้ได้คำตอบ นอกจากนี้กลวิธีแก้โจทย์

ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ยังได้ให้ความสำคัญกับการเขียนแผนภาพวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา อธิบายหลักการและโมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา นำไปสู่การเลือกใช้สมการ วางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและดำเนินการแก้ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา และมีการตรวจสอบคำตอบจากการศึกษาพบว่ากลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์จะช่วยให้ นักเรียนจำแนกลักษณะของปัญหา สร้างตัวแทนของปัญหาผ่านการเขียนแผนภาพ และกำหนดวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่ากลวิธีแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างหลากหลาย เป็นลำดับขั้นตอน และสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

จากสาเหตุและปัญหาที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัยที่จัดรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองในชั้นเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่างมีลำดับขั้นตอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง เสียง โดยรวมและจำแนกตามขั้นตอน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง เสียง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัย

ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง เสียง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

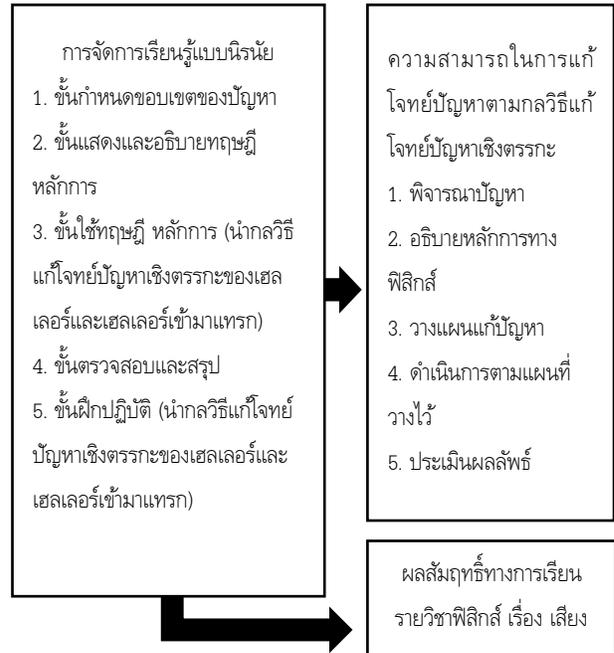
1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนिरนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ โดยรวมและจำแนกตามขั้นตอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนिरนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนिरนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยนำการจัดการเรียนรู้แบบนिरนัย (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545) เป็นการนำความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่อย่างมีลำดับขั้นตอน ตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์โดยมี 5 ขั้นตอนตามรูปแบบของ Heller & Heller (2000) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 รวมทั้งสิ้น 73 คน จำนวน 2 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 รวมทั้งสิ้น 37 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เพราะมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถทางการเรียน



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 14 ชั่วโมง หาคคุณภาพโดยการตรวจสอบคุณภาพด้านความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านพบว่า ความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.57-4.62 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง มีลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ คะแนนเต็ม 120 คะแนน แต่ละข้อแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ขั้นตอนละ 3 คะแนน โดยพิจารณาขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นพิจารณาปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลลัพธ์ ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549) ผลการพิจารณาพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) (สิรินธร สินจินดาวงศ์, 2547) อยู่ระหว่าง 0.45-0.65 มีค่าอำนาจจำแนก (D) (สิรินธร สินจินดาวงศ์, 2547) อยู่ระหว่าง 0.39-0.63 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้วิธีของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) (สิรินธร สินจินดาวงศ์, 2547) มีค่าเท่ากับ 0.87

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง มีลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ใช้ทดสอบหลังเรียน โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ผลการพิจารณาพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) อยู่ระหว่าง 0.33- 0.69 มีค่าอำนาจจำแนก (B) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) อยู่ระหว่าง 0.28-0.61 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) มีค่าเท่ากับ 0.84

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Pre - Experimental Research) แบบ One Group Pretest-Posttest Only Design (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544) โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์จนครบทุกแผน

3. ดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ฉบับเดิมและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์

4. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ (%) และการทดสอบที่แบบกลุ่มไม่อิสระ (Dependent Sample t-test)



2. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนโดยวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ร้อยละ (%) และการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One Samples t-test)

3. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนโดยวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ร้อยละ (%) และการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One Samples t-test)

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนินัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ก่อนเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนินัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ โดยรวม

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	%	t
ก่อนเรียน	120	33.84	15.18	28.20	26.85*
หลังเรียน	120	87.95	13.68	73.29	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ก่อนเรียนเท่ากับ 33.84 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.20 และหลังเรียนเท่ากับ 87.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.29 ดังนั้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยจำแนกตามขั้นตอน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนินัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ โดยจำแนกตามขั้นตอน

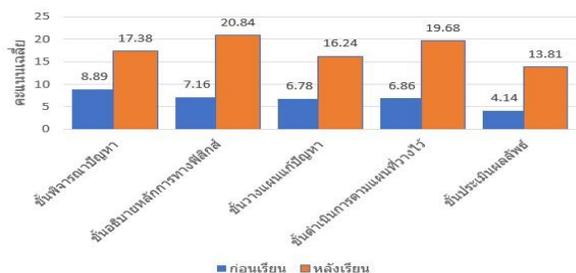
กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t
		\bar{X}	S.D.	%	\bar{X}	S.D.	%	
พิจารณาปัญหา	24	8.89	3.46	37.04	17.38	3.57	72.42	14.03*
อธิบายหลักการทางฟิสิกส์	24	7.16	4.42	29.83	20.84	2.95	86.83	19.16*
วางแผนแก้ปัญหา	24	6.78	3.72	28.25	16.24	4.45	67.67	14.84*
ดำเนินการตามแผนที่ตั้งไว้	24	6.86	4.36	28.58	19.68	3.95	82.00	20.16*
ประเมินผลลัพธ์	24	4.14	2.46	17.25	13.81	4.34	57.54	14.97*
รวม	120	33.84	15.18	28.20	87.95	13.68	73.29	26.85*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ก่อนเรียนชั้นพิจารณาปัญหาเท่ากับ 8.89 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 37.04 ชั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์เท่ากับ 7.16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.83 ชั้นวางแผนแก้ปัญหาเท่ากับ 6.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.25 ชั้นดำเนินการตามแผนที่ตั้งไว้เท่ากับ 6.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.58 ชั้นประเมินผลลัพธ์เท่ากับ 4.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 17.25 และหลังเรียนชั้นพิจารณาปัญหาเท่ากับ 17.38 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.42 ชั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์เท่ากับ 20.84 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.83 ชั้นวางแผนแก้ปัญหาเท่ากับ 16.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.67 ชั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้เท่ากับ 19.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.00 ชั้นประเมินผลลัพธ์เท่ากับ 13.81 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 57.54



ดังนั้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกขั้นตอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพที่ 2 กราฟแสดงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ โดยจำแนกตามขั้นตอน

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยรวม

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ผ่านเกณฑ์	\bar{X}	S.D.	%	t
หลังเรียน	37	120	84	87.95	13.68	73.28	1.754*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เท่ากับ 87.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.28 โดยมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 72.97

และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 27.03 เมื่อเทียบคะแนนเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสามารถสรุปผลจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ รายละเอียดดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียงที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 จำแนกตามขั้นตอน

กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์	n	คะแนนเต็ม	ผ่านเกณฑ์	หลังเรียน			t
				\bar{X}	S.D.	%	
พิจารณาปัญหา	37	24	16.8	17.38	3.57	72.41	.983
อธิบายหลักการทางฟิสิกส์	37	24	16.8	20.84	2.95	86.83	8.303*
วางแผนแก้ปัญหา	37	24	16.8	16.24	4.45	67.67	-.760
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้	37	24	16.8	19.68	3.95	82.00	4.427*
ประเมินผลลัพธ์	37	24	16.8	13.81	4.34	57.54	-4.185
รวม	37	120	84	87.95	13.68	73.28	1.754*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



จากตารางที่ 4 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิชาฟิสิกส์ตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบนินทรีย์ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังนี้ ขั้นตอนิบายหลักการทางฟิสิกส์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.84 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.83 และขั้นตอนิการตามแผนที่วางไว้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.00 โดยทั้งสองขั้นนี้ มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์หลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบนินทรีย์ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ หลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบนินทรีย์ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ผ่านเกณฑ์	\bar{X}	S.D.	%	t
หลังเรียน	37	20	14	14.86	2.65	74.32	1.979*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการ เรียนรู้แบบนินทรีย์ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอการอภิปรายผล ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบนินทรีย์ ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธีแก้โจทย์ ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาฟิสิกส์หลังเรียนเท่ากับ 14.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.32 โดยมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 70.27 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 29.73 เมื่อเทียบคะแนนเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสามารถสรุปผลจำนวนนักเรียน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ และไม่ผ่านเกณฑ์ รายละเอียดดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 จำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนินทรีย์ร่วมกับกลวิธีแก้ โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

การเรียนรู้แบบนินทรีย์ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหา เชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.84 คะแนน จากคะแนนเต็ม 120 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.20 แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ส่งผลให้มี คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 87.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.29 เมื่อพิจารณาจำแนกตามขั้นตอนของกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะ ของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ก่อนเรียน 5 ขั้นตอน โดยขั้นที่มีคะแนน ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ขั้นพิจารณาปัญหาที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.89 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 37.04 รองลงมาคือขั้นตอนิบายหลักการทางฟิสิกส์



มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.83 ขึ้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.86 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 28.58 ขึ้นวางแผนแก้ปัญหาที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.25 และขึ้นประเมินผลลัพธ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 17.25 และคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์หลังเรียน 5 ขั้นตอน โดยขั้นที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงที่สุดคือขั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.84 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.83 รองลงมาคือขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.00 ขั้นพิจารณาปัญหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.38 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.42 ขึ้นวางแผนแก้ปัญหาที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.67 และขั้นประเมินผลลัพธ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.81 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 57.54 ซึ่งพบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยได้นำมาใช้ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ โดยแทรกเข้าไปในขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ และขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติ ซึ่งจะพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะได้ให้ความสำคัญกับการเขียนแผนภาพแสดงสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนนั้นสามารถมองเห็นภาพรวมของโจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจน เพราะการเขียนแผนภาพแทนข้อความนั้นจะช่วยให้เข้าใจสิ่งนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะข้อความที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อน การเขียนแผนภาพจึงเป็นตัวช่วยสำคัญที่ทำให้นักเรียนเข้าใจข้อความนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น (รมิตา ชื่นเปรมชีพ และคณะ, 2560) และนอกจากนี้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะยังให้ความสำคัญกับการนำเอาหลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์เข้ามาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาส่งผลให้นักเรียนเข้าใจโมโนทัศน์ทางฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น ทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวางแผนในการแก้ปัญหา (เอกวิทย์ ดวงแก้ว และคณะ, 2558) ทำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ดังนั้นกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะจึงมีความเหมาะสม

กับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (วิรัตน์ ชันเขต และคณะ, 2562) ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในภาพรวมสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ญัฐวุฒิ ยกน้อยวงศ์ และชันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2561) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะร่วมกับแผนผังมโนทัศน์ มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 87.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.29 มีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 72.97 และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 27.03 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ในแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ครูจะแสดงตัวอย่างวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และร่วมกันอภิปรายกับนักเรียน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง จากนั้นครูให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ ๆ ด้วยตนเอง และจากการสังเกตนักเรียนในขณะทำการจัดการเรียนรู้และจากการตรวจสอบใบกิจกรรมและใบงาน พบว่า นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีทักษะ กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ครบทั้ง 5 ขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหา วิธีการและกลวิธีที่จะเผชิญกับโจทย์ปัญหาต่าง ๆ มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์สูงขึ้นและสูงกว่าเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิรัตน์ ชันเขต และคณะ (2562) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ มีความสามารถ



ในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้นร้อยละ 71.04 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 3 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.32 มีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 70.27 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี กฎ และหลักการทางฟิสิกส์ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางฟิสิกส์และมองเห็นภาพมากยิ่งขึ้นโดยผู้วิจัยได้นำกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์เข้ามาช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาที่มีการฝึกปฏิบัติลงมือทำที่จะช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น การที่นักเรียนจะวิเคราะห์โจทย์และแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ นักเรียนต้องฝึกแก้โจทย์ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ จึงจะเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเป็นผลให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบและมีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้อง ก่อให้เกิดการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยโดยทั่วไปแล้วเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกันแบบเป็นกลุ่ม (Cooperative learning) แต่ผู้วิจัยเล็งเห็นว่า การให้นักเรียนทำใบกิจกรรมเป็นกลุ่มจะส่งผลให้นักเรียนบางส่วนไม่มีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงมอบใบกิจกรรมและใบงานให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเป็นรายบุคคลเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมร่วมกับชั้นเรียน ทำให้ผู้วิจัยสามารถติดตามดูข้อบกพร่องและพัฒนาการของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ ซึ่งเป็นไปตาม พัชรฉวี พลเยี่ยม และกันยารัตน์ สอนสุภาพ (2564) ที่ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อฝึกฝนให้นักเรียนแก้ไขโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้

ความเข้าใจจากทฤษฎี กฎ หลักการ หรือข้อสรุป อีกทั้งยังฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะได้พิสูจน์ตรวจสอบด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของวีรดา ลิ้มปัสวัสดิ์ และคณะ (2565) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรมีการเน้นการจัดการจัดกิจกรรมในชั้นตอนวางแผนแก้ปัญหาและขั้นประเมินผลลัพธ์ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่นักเรียนไม่เคยทำในการแก้โจทย์ปัญหาแบบทั่วไป

1.2 ครูผู้สอนควรจะยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา และอธิบายขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นให้ละเอียดและชัดเจนเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์และเข้าใจกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง

1.3 หลังจากที่นักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาพื้นฐานแล้วครูควรนำโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ ๆ มาเสนอให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจและมีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพิ่มมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ไปใช้สอนในเนื้อหาอื่น ๆ ของรายวิชาฟิสิกส์

2.2 ควรมีการศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียน เพื่อจะรู้ว่านักเรียนไม่เข้าใจหรือติดขัดตรงส่วนไหนของการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อที่จะได้พัฒนาได้ตรงประเด็นและมีประสิทธิภาพมากที่สุด



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กมลชนก ชัยชนะและปรกรณ์ ประจัญบาน. (2561). การพัฒนา
กิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
โดยประยุกต์แนวคิดของโรจาส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารการวิจัย
เพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*,
11(3), 130-138.
- ณัฐวุฒิ ยกน้อยวงศ์ และธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2561).
การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและทักษะการแก้โจทย์
ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กลยุทธ์แก้ปัญหาเชิงตรรกะร่วมกับ
แผนผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9).
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 3).
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผล
การเรียนการสอนคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชราภา พลเยี่ยม และกันยารัตน์ สอนสุภาพ. (2564). การพัฒนา
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การจัดการเรียนรู้
แบบนิรนัยร่วมกับกลยุทธ์ STAR ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม*, 15(3), 142-154.
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2563). *พื้นฐานการวิจัยทางหลักสูตร
และการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม:
ดักลิลาการพิมพ์.
- รมิตา ชื่นเปรมชีพ, พรเทพ จันทราอุทฤษฎ์ และวรากร เข้มปัญญา.
(2560). ผลของกลยุทธ์การแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสาร
อิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 12(1), 155-171.
- วิรัตน์ ชันเขต, ศรัณย์ ภิบาลชนม์ และกิตติมา พันธุ์พุกษา. (2562).
การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์
และเฮลเลอร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
นครสวรรค์*, 21(4), 286-300.
- วีรดา ลิ้มปัสวัสดิ์, เชษฐ ศิริสวัสดิ์ และธนาวุฒิ ลาตวงษ์. (2565).
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ
การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)
ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์. *วารสาร
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 20(1), 503-524.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้
เพื่อพัฒนาระบวนการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:
ภาพพิมพ์.
- สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์. (2547). *วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบ*. สืบค้น
จาก <http://dspace.spu.ac.th/handle/123456789/1986>.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา*. ภาพพิมพ์:
ประสานการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551).
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: เจริญการพิมพ์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2566).
*สรุปผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564*. สืบค้นเมื่อ 19
ธันวาคม 2566, จาก [http://www.newonetestresult.niets.or.th/
Announcement web/Notice/FrBasicStat.aspx](http://www.newonetestresult.niets.or.th/Announcement%20web/Notice/FrBasicStat.aspx)



สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). สรุปผล
การทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565. สืบค้นเมื่อ 19
ธันวาคม 2566, จาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx>
เอกวิทย์ ดวงแก้ว ,ศรัณย์ ภิบาลชนม์ และเชษฐา ศิริสวัสดิ์.
(2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์
ปัญหาทางฟิสิกส์ เิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์.
วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 18(1), 202-210.

Heller, K. and Heller, P. (2000). *The competent problem solver for introductory physics*. New York: Primis Custom Publishing.

Heller, K., & Heller, P. (2010). *Cooperative problem solving in physics a user's manual*. Retrieved from <https://www.aapt.org/Conferences/newfaculty/upload/Coop-Problem-Solving-Book.pdf>

Redish, E. F. (1994). The Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics. *American Journal of Physics*, 62(6), 796-803.