

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL Development of Learning Achievement and Physics Problem-Solving Skills on Wave Optics of Grade 11 Students Using 7E Inquiry-Based Learning Combined with the KWDL Technique

นลินี ดวงแก้ว¹, ณิชาเรย์ วังขุนพรหม¹, อริสา เสนา¹, ชีรเดช สุกุลอ่อน², อภินันท์ ฐิติภรณ์พันธ์² และกนกกานต์ ฐิติภรณ์พันธ์^{3*}

Nalinee Doungkaew¹, Nicharee Wangkunphom¹, Arisa Saena¹, Teeradath Sakulon², Apinun Titipornpun²

and Kanokkan Titipornpun^{3*}

¹คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Faculty of Education, Surat Thani Rajabhat University, Surat Thani

²โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Suratpittaya School, Surat Thani

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Faculty of Science and Technology, Surat Thani Rajabhat University, Surat Thani

*Corresponding author e-mail: kanokkan.tit@sru.ac.th

(Received: March 11, 2026, Revised: May 15, 2026, Accepted: June 26, 2026)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ทาค่าประสิทธิผลและดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) 3) เปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) และ 4) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 81 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 46 คน และกลุ่มควบคุม 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน - หลังเรียน แบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ และแบบวัดความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีค่าประสิทธิผล 77.93/71.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 0.50 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 14.37 ± 3.16 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน (5.54 ± 1.70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสูงกว่าคะแนนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (10.69 ± 3.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ พบว่านักเรียนร้อยละ 56.52 มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (4.63 ± 0.51) และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.91 ± 0.29) ทั้งนี้ มีข้อเสนอแนะว่าควรประยุกต์ใช้เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งควรพัฒนา

ทักษะการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) เทคนิค KWDL

ABSTRACT

The objectives of this research are as follows: 1) to determine the efficiency and the effectiveness index of the 7E Inquiry-Based Learning process integrated with the KWDL technique; 2) to compare students' academic achievement before and after the intervention, and to compare the achievement against a 70% criterion between the 7E-KWDL approach and conventional 7E instruction; 3) to compare physics problem-solving skills between the 7E-KWDL approach and conventional 7E instruction; and 4) to evaluate students' satisfaction towards the implemented learning management. The samples consisted of 81 grade 11 students of Suratpittaya School, Surat Thani Province, divided into 46 in the experimental group and 35 in the control group. The research instruments included lesson plans, pretest and posttest academic achievement tests, a physics problem-solving skill assessment, and a satisfaction questionnaire. The percentage, mean, standard deviation, and t-test statistics were used for data analysis. The research findings revealed that the learning management plan achieved an efficiency of 77.93/71.85, which exceeded the set criteria of 70/70. Additionally, the effectiveness index was 0.61, surpassing the established threshold of 0.50. The average post-instruction learning achievement was 14.37 ± 3.16 out of 20 points, which was significantly higher than the pre-instruction score (5.54 ± 1.70) at the 0.01 level, and also considerably higher than the post-instruction learning achievement of the control group receiving conventional instruction (10.69 ± 3.55) at the 0.05 level. In addition, 56.52% of the students achieved post-instruction scores above the 70% criterion. Students' overall physics problem-solving skills were at a very high level (4.63 ± 0.51), and their overall satisfaction with the learning management approach was at the highest level (4.91 ± 0.29). Furthermore, questioning techniques should be employed to enable students to analyze problem requirements more rapidly. Additionally, the continuous development of students' diverse learning skills is essential to further enhance their academic achievement effectively.

Keywords: learning achievement, physics problem-solving skills, 7E inquiry-based learning, KWDL technique

บทนำ

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศให้ยั่งยืน โดยเฉพาะการพัฒนาผู้เรียนให้พร้อมรับมือกับการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งวิชาวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญมากในปัจจุบันและอนาคต เพราะเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตโดยตรง ผู้เรียนต้องมีวิธีคิดแก้ปัญหาพร้อมทั้งเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน [1] ซึ่งการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่เน้นการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ [2] ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ นอกจากต้องการให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นแล้ว ยังต้องการให้ผู้เรียนฝึกฝนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ [3] ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาด้านการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวิธีปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ยังคงขาดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และไม่เข้าใจเนื้อหา เนื่องจากเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณในรายวิชาคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังนั้น วิธีการที่

สามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของผู้เรียนได้ คือ การฝึกฝนให้ผู้เรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์อย่างชัดเจน วิธีการจัดการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ที่นิยมใช้ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ซึ่งประกอบด้วย (1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) (2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) (3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) (4) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) (5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) (6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) และ (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) [4] นอกจากนี้ยังมีเทคนิค KWDL ซึ่งประกอบด้วย (1) รู้อะไร (K: Know) (2) อยากรู้อะไร (W: Want to know) (3) มีวิธีการหาคำตอบอย่างไร (D: What we do) และ (4) สิ่งที่เราได้เรียนรู้ (L: What we learned) [5] จะเห็นได้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น (7E) เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาดังนั้น การบูรณาการจัดการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ย่อมมีโอกาที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยกระบวนการ 7E ช่วยให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และเทคนิค KWDL จะเข้ามาช่วยเสริมสร้างการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ ได้มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ 7E และการใช้เทคนิค KWDL อาทิ การศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้ฟิสิกส์ผ่านแบบจำลองวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ด้วยการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองวงจรการเรียนรู้ 7E ช่วยพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ [6] การวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการพัฒนาแบบฝึกหัดออนไลน์สำหรับนักเรียน (e-Student) ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เรื่องอุณหภูมิและความร้อน พบว่า แบบฝึกหัดที่อิงตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ e-Learning 7 ประการนี้ มีความเหมาะสมในการใช้งาน สามารถพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิด และได้รับการตอบรับที่ดีมาจากนักเรียน [7] และการพัฒนาสื่อการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายผ่านแบบจำลองวงจรการเรียนรู้ 7E เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า สื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนรู้ในระดับมาก [8] นอกจากนี้ ศศิตา กองเป็ง [9] ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร พบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วุฒินันท์ คำดอน [10] ที่รายงานการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบ KWDL ร่วมกับแผนผังความคิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 86.67 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรดา ลิ้มปัสวส์ดี [11] ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ พบว่า ทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นแนวทางในการยกระดับประสิทธิภาพการเรียนรู้ฟิสิกส์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาค่าประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E)

3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E)

4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

การดำเนินงานวิจัย

1. ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 305 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นห้องเรียนที่รับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนซึ่งมี 2 ห้อง ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 และ 5/9 ดังนั้น จึงแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 46 คน โดยได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2) กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 35 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ กลุ่มทดลองใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ส่วนควบคุม ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E)

ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ค่าประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 70/70 และดัชนีประสิทธิผลไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 0.50 ของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น
- 3) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น
- 4) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ รายวิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30203 เรื่อง แสงเชิงคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย

- 1) แนวคิดเกี่ยวกับแสงเชิงคลื่น
- 2) การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่

3) การเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว

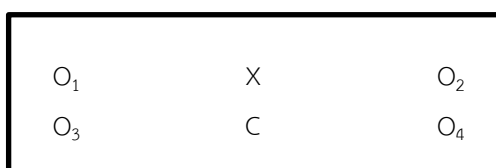
4) การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 11 ชั่วโมง ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

2. แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีการดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ The Pretest – Posttest Non-equivalent – Groups Design [12] ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบแผนการวิจัย

O₁ หมายถึง การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น ในรายวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลอง
X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงคลื่น ในรายวิชาฟิสิกส์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

O₂ หมายถึง การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น ในรายวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลอง

O₃ หมายถึง การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น ในรายวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มควบคุม

C หมายถึง การจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงคลื่น ในรายวิชาฟิสิกส์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E)

O₄ หมายถึง การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น ในรายวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มควบคุม

3. เครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนำมาออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อที่สามารถนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 4 แผน ดังนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับแสงเชิงคลื่น
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว
- 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ สำหรับใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2) แบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้ แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ของกลุ่มควบคุม จำนวน 8 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์ว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้าง ชั้นที่ 2 โจทย์ให้หาอะไรบ้าง ชั้นที่ 3 เลือกใช้สมการหรือวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา ชั้นที่ 4 สิ่งที่เราได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

3) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง แสงเชิงคลื่น จำนวน 15 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์ ด้านการวัดและประเมินผล และ ด้านพัฒนาการของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินจากมาตราวัดทัศนคติของลิเคิร์ต (Likert) 5 ระดับ

4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้: ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงคลื่น โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งมีผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับ 5.00 (เหมาะสมมากที่สุด) และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) มีผลการประเมินคุณภาพอยู่ที่ระดับ 4.50 (เหมาะสมมาก) เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แสงเชิงคลื่น จำนวน 4 แผน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมรวม 11 ชั่วโมง

4.2 การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้: ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบต่าง ๆ ว่ามีความสอดคล้องสัมพันธ์กันระหว่างตัวชี้วัด สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ การทดสอบ และการวัดผลประเมินผล โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ครอบคลุม 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเป้าหมายการเรียนรู้ 2) ด้านสารสำคัญ/สาระการเรียนรู้ 3) ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนรู้ 4) ด้านหลักฐานการเรียนรู้/สื่อ/แหล่งเรียนรู้ และ 5) ด้านการวัดผลประเมินผล มีเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย [13] ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อย ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

4.3 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้: ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ทดลองจัดการเรียนรู้อีกกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน: ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ จากนั้นนำเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of Item Objective Congruence: IOC) รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องด้านภาษา ตัวเลือก และการใช้คำถาม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงตามจุดประสงค์, 0 เมื่อไม่แน่ใจ และ -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงตามจุดประสงค์ ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบมีค่าดัชนี IOC เฉลี่ยเท่ากับ 0.92 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาใช้จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงจำนวน 20 ข้อ

4.5 แบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์: ผู้วิจัยสร้างแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 ข้อ แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของการใช้ภาษา และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ (IOC) โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ผู้วิจัยจึงปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4.6 แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้: ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย [13] ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

4.7 การประเมินคุณภาพแบบวัดความพึงพอใจ: ผู้วิจัยนำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบวัดความพึงพอใจมีความเหมาะสมอยู่ที่ระดับค่าเฉลี่ย 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.00 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ประเมินกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเชิงทดลองตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นก่อนทดลอง (Pre-test): ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่อง แสงเชิงคลื่น จำนวน 20 ข้อ (แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก) แล้วบันทึกคะแนนไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน
2. ขั้นดำเนินการทดลอง: ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยกลุ่มทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 4 แผน และกลุ่มควบคุมใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) จำนวน 4 แผน โดยทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้รวม 11 ชั่วโมงเท่ากัน ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมคะแนนระหว่างเรียนจากใบงานและกิจกรรมท้ายแผนเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1)
3. ขั้นประเมินทักษะ: ผู้วิจัยทำการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายบุคคล โดยใช้แบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จำนวน 8 ข้อ
4. ขั้นหลังทดลอง (Post-test): เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผนการสอน ให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน (จำนวน 20 ข้อ) เพื่อนำคะแนนไปเปรียบเทียบพัฒนาการทางการเรียนรู้
5. ขั้นประเมินความพึงพอใจ: ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบวัดความพึงพอใจจำนวน 15 ข้อ เพื่อประเมินเจตคติและความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้: 1) ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) กำหนดตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 โดย E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) คำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยรวมของ

นักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำกิจกรรมและใบงานระหว่างเรียน และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) คำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 2) ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E. I.) กำหนดตามเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 0.50 เพื่อประเมินค่าความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังได้รับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนวณจากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

6.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายในกลุ่มทดลอง: เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD), ร้อยละ และสถิติทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Samples t-test)

6.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่ม: เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD), ร้อยละ และสถิติทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Samples t-test)

6.4 การเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความสำเร็จ: เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับเกณฑ์เป้าหมายร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบที (One-Sample t-test)

6.5 การวิเคราะห์ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์: ประเมินทักษะพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากคะแนนการตรวจชิ้นงานระหว่างเรียน แล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

6.6 การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจ: วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความพึงพอใจ แล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

ผลการวิจัย

1. ผลการหาค่าประสิทธิภาพ และดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 และดัชนีประสิทธิผล E. I. ตามเกณฑ์มาตรฐานของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง แสงเชิงคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

| ค่าประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผล | จำนวนนักเรียน | คะแนนเต็ม | ร้อยละ |
|--------------------------------------|---------------|-----------|--------|
| ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) | 46 | 20 | 77.93 |
| ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) | 46 | 20 | 71.85 |
| ค่าดัชนีประสิทธิผล (E. I.) | 46 | 20 | 0.61 |

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง แสงเชิงคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 77.93/71.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E. I.) เท่ากับ 0.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 0.50 แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบดังกล่าว สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน รวมถึงการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL (N=46 คน) และกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ (N=35 คน) นำมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 7 ชั้น (7E)

| การจัดการเรียนรู้ | จำนวนนักเรียน | การทดสอบ | ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|-----------|-----------------------|-----|-----|-------|------|----------|------|-------|
| | | | คะแนนเต็ม | Min | Max | Mean | SD | t | p | d |
| แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL | 46 | ก่อนเรียน | 20 | 3 | 10 | 5.54 | 1.70 | -11.92** | .000 | 1.105 |
| | 46 | หลังเรียน | 20 | 10 | 20 | 14.37 | 3.16 | | | |
| แบบปกติ (7E) | 35 | ก่อนเรียน | 20 | 3 | 14 | 6.43 | 2.73 | -6.11** | .000 | |
| | 35 | หลังเรียน | 20 | 4 | 19 | 10.69 | 3.55 | | | |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงคลื่น ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.54 และ 14.37 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.70 และ 3.16 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (Dependent samples t-test, $p < 0.01$) ส่วนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (7E) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.43 และ 10.69 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 2.73 และ 3.55 แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (Dependent samples t-test, $p < 0.01$) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่า effect size หรือค่า d (Cohen's d) ของค่าเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่าอยู่ที่ระดับ 1.105 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมมาก

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ของกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ของกลุ่มควบคุม พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Independent samples t-test, $p > 0.05$) ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ของกลุ่มทดลอง (14.37 ± 3.16) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (10.69 ± 3.55) โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Independent samples t-test, $p < 0.05$)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ก้นการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E)

| การทดสอบ | การจัดการเรียนรู้ | จำนวนนักเรียน | ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | | | | t | p | |
|-----------|---------------------------|---------------|-----------------------|-----|-----|-------|------|--------|------|
| | | | คะแนนเต็ม | Min | Max | Mean | | | SD |
| ก่อนเรียน | แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL | 46 | 20 | 3 | 10 | 5.54 | 1.70 | -1.79 | .077 |
| | แบบปกติ (7E) | 35 | 20 | 3 | 14 | 6.43 | 2.73 | | |
| หลังเรียน | แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL | 46 | 20 | 10 | 20 | 14.37 | 3.16 | 3.50** | .000 |
| | แบบปกติ (7E) | 35 | 20 | 4 | 19 | 10.69 | 3.55 | | |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ของกลุ่มควบคุม เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ก้นการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

| การจัดการเรียนรู้ | การทดสอบ | จำนวนตัวอย่าง | Mean (ร้อยละ) | SD (ร้อยละ) | t | p |
|---------------------------|-----------|---------------|---------------|-------------|-----------|------|
| แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL | ก่อนเรียน | 46 | 27.72 | 8.49 | -33.821** | .000 |
| แบบปกติ (7E) | หลังเรียน | 46 | 68.91 | 21.11 | -0.349 | .729 |
| แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL | ก่อนเรียน | 35 | 32.14 | 13.63 | -16.435** | .000 |
| | หลังเรียน | 35 | 53.43 | 17.77 | -5.516** | .000 |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่มีการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (One sample t-test, $p < 0.05$) ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 68.91 ± 21.11 ไม่ต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (One sample t-test, $p > 0.05$) นั้นแสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 นอกจากนี้พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองจำนวนร้อยละ 56.52 มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่กลุ่มควบคุมที่มีการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ชั้น (7E) มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 53.43 ± 17.77 ยังต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (One sample t-test, $p < 0.05$)

3. ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

การเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL และกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ (7E) วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E)

| ข้อ ที่ | รายการประเมิน | การจัดการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL | | | การจัดการเรียนรู้แบบปกติ (7E) | | | t |
|---|--|---|-------------|--------------|----------------------------------|-------------|-----------------|---------------|
| | | Mean | SD | ระดับคุณภาพ | Mean | SD | ระดับ คุณภาพ | |
| ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์ว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้าง (K : Know) | | | | | | | | |
| 1.1 | นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหา สามารถระบุเรื่องหรือแนวคิดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา | 4.72 | 0.50 | ดีมาก | 3.91 | 0.89 | ดี | 1.99** |
| 1.2 | นักเรียนสามารถระบุปริมาณทางฟิสิกส์ (ตัวแปร) หรือเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสัญลักษณ์ของปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง | 4.70 | 0.47 | ดีมาก | 3.86 | 0.81 | ดี | 1.99** |
| | รวม | 4.71 | 0.48 | ดีมาก | 3.89 | 0.84 | ดี | 1.99** |
| ขั้นที่ 2 โจทย์ให้หาอะไร (W : Want to know) | | | | | | | | |
| 2.1 | นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง | 4.76 | 0.43 | ดีมาก | 3.86 | 0.69 | ดี | 1.99** |
| 2.2 | นักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละตัวได้ | 4.76 | 0.43 | ดีมาก | 3.94 | 0.94 | ดี | 2.00** |
| | รวม | 4.76 | 0.43 | ดีมาก | 3.90 | 0.82 | ดี | |
| ขั้นที่ 3 เลือกใช้สมการหรือวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา (D: what we do) | | | | | | | | |
| 3.1 | นักเรียนสามารถเลือกใช้สมการได้อย่างเหมาะสมกับปริมาณทางฟิสิกส์ที่ทราบจากโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ | 4.63 | 0.49 | ดีมาก | 3.74 | 0.82 | ดี | 2.00** |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (7E) (ต่อเนื่อง)

| ข้อที่ | รายการประเมิน | การจัดการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL | | การจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ (7E) | | t | | |
|--|--|---|-------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-----------|---------------|
| | | Mean | SD | Mean | SD | | | |
| ขั้นที่ 3 เลือกใช้สมการหรือวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา (D: what we do) (ต่อ) | | | | | | | | |
| 3.2 | นักเรียนสามารถนำตัวเลขที่ทราบค่าจากโจทย์มาแทนในสมการได้ถูกต้อง | 4.52 | 0.51 | ดีมาก | 3.83 | 0.79 | ดี | 2.00** |
| | รวม | 4.54 | 0.53 | ดีมาก | 3.79 | 0.80 | ดี | 1.99** |
| ขั้นที่ 4 สิ่งที่เราได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้ (L : what we learned) | | | | | | | | |
| 4.1 | นักเรียนสามารถสรุปผลลัพธ์ที่คำนวณได้ นำมาเชื่อมโยงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง และชัดเจน | 4.41 | 0.58 | ดีมาก | 3.60 | 0.55 | ดี | 1.99** |
| 4.2 | นักเรียนสามารถระบุหน่วยของผลลัพธ์ที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง | 4.52 | 0.55 | ดีมาก | 3.80 | 0.76 | ดี | 1.99** |
| | รวม | 4.47 | 0.56 | ดีมาก | 3.70 | 0.67 | ดี | 1.99** |
| | รวมทั้งหมด | 4.63 | 0.51 | ดีมาก | 3.82 | 0.78 | ดี | 1.99** |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าผลการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ในขั้นที่ 2 โจทย์ให้หาอะไร (W : Want to know) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 อยู่ในระดับดีมาก รองลงมาคือ ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์ว่า โจทย์ให้อะไรมาบ้าง (K : Know) มีค่าเฉลี่ย 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 อยู่ในระดับดีมาก ส่วนที่ 4 สิ่งที่เราได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้ (L : what we learned) มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 อยู่ในระดับดีมาก

เพื่อพิจารณาผลการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (7E) พบว่า ในขั้นที่ 2 โจทย์ให้หาอะไร (W : Want to know) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.82 อยู่ในระดับดี รองลงมา คือ ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์ว่า โจทย์ให้อะไรมาบ้าง (K : Know) มีค่าเฉลี่ย 3.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 อยู่ในระดับดี ส่วนที่ 4 สิ่งที่เราได้เรียนรู้ หรือ คำตอบที่ได้ (L : what we learned) มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 อยู่ในระดับดี

เมื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในภาพรวมระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.63 ± 0.51 ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.82 ± 0.78 ซึ่งพบว่าการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Independent samples t-test, $p < 0.05$)

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

เมื่อนำค่ามาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ดังผลในตารางที่ 6 แสดงให้เห็นความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เมื่อพิจารณาทางด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดในทุกด้าน โดยมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 4.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.29

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

| รายการประเมิน | Mean | SD | ระดับความพึงพอใจ |
|---|-------------|-------------|------------------|
| ด้านเนื้อหา | | | |
| 1. เนื้อหาที่มีความยาก - ยากเหมาะสมกับระดับชั้น | 4.78 | 0.42 | มากที่สุด |
| 2. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน | 4.83 | 0.38 | มากที่สุด |
| รวม | 4.80 | 0.40 | มากที่สุด |
| ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ | | | |
| 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้และได้แสดงผลงาน | 4.93 | 0.25 | มากที่สุด |
| 4. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ทำให้เกิดความเข้าใจ คำนึงเกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ และทำแบบฝึกทักษะได้มากยิ่งขึ้น | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 5. นักเรียนพึงพอใจที่ได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ชักถามข้อสงสัย และนำเสนอความคิดเห็น | 4.96 | 0.21 | มากที่สุด |
| 6. กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน | 4.96 | 0.21 | มากที่สุด |
| รวม | 4.92 | 0.27 | มากที่สุด |
| ด้านสื่อ อุปกรณ์ | | | |
| 7. สื่อการเรียนการสอนที่ใช้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา | 4.91 | 0.28 | มากที่สุด |
| 8. สื่อ อุปกรณ์ มีความน่าสนใจ | 4.96 | 0.21 | มากที่สุด |
| 9. นักเรียนพอใจที่ได้ร่วมใช้สื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน | 4.91 | 0.28 | มากที่สุด |
| 10. ครูมีการใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาการเรียนรู้ | 4.93 | 0.25 | มากที่สุด |
| รวม | 4.93 | 0.26 | มากที่สุด |
| ด้านการวัดและประเมินผล | | | |
| 11. นักเรียนพึงพอใจต่อคะแนนของตนเองและคะแนนจากกลุ่ม | 4.98 | 0.15 | มากที่สุด |
| 12. นักเรียนได้รับการประเมินผลอย่างยุติธรรม | 4.91 | 0.28 | มากที่สุด |
| 13. นักเรียนทราบแนวทางเนื้อหาการเรียนรู้อในการวัดและประเมินผลในแต่ละครั้ง | 4.93 | 0.25 | มากที่สุด |
| รวม | 4.94 | 0.23 | มากที่สุด |

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL (ต่อเนื่อง)

| รายการประเมิน | Mean | SD | ระดับความพึงพอใจ |
|--|-------------|-------------|------------------|
| ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ | | | |
| 14. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น | 4.91 | 0.28 | มากที่สุด |
| 15. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ทำให้มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ดีขึ้น | 4.89 | 0.31 | มากที่สุด |
| รวม | 4.90 | 0.30 | มากที่สุด |
| รวมทั้งหมด | 4.91 | 0.29 | มากที่สุด |

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 77.93/71.85 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E. I.) เท่ากับ 0.61 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยอยู่ที่ 14.37 ± 3.16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน (5.54 ± 1.70 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสูงกว่าคะแนนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (10.69 ± 3.55 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ ยังพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 68.91 ± 21.11 ซึ่งผ่านเกณฑ์เป้าหมายร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ โดยมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (4.63 ± 0.51) และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.91 ± 0.29) ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและยกระดับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิตา กองเป็ง และคณะ [9] ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรดา ลิ้มปิสวัสดิ์ [11] ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) มีจุดเด่นในการเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้และค้นพบข้อเท็จจริงด้วยตนเอง [4] เมื่อนำมาผสมผสานร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งเป็นขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาที่ลุ่มลึก จึงช่วยส่งเสริมและเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่มีความซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนชัดเจน [5] ดังนั้นแนวทางจัดการเรียนรู้จากงานวิจัยในครั้งนี้จึงเหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นแกนหลัก หรือ ประยุกต์ใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์หัวข้ออื่น ๆ รวมถึงรายวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียนต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้ และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E. I.) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.50 ทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วย

รูปแบบดังกล่าวมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อีกทั้งยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างชัดเจน สำหรับผลการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในภาพรวม ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีทักษะอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงคลื่น โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดในทุกด้าน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1) ก่อนนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ไปใช้ ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนของเทคนิค KWDL อย่างละเอียดและชัดเจน เพื่อให้สามารถวางแผนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

2) ครูผู้สอนควรกำกับดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิดในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อคอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือนักเรียนที่มีข้อสงสัย และบริหารจัดการชั้นเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า นักเรียนมักใช้เวลาในขั้น K (รู้อะไร) และขั้น W (อยากรู้อะไร) ค่อนข้างนาน ครูผู้สอนจึงควรนำเทคนิคการตั้งคำถามกระตุ้นมาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดได้เร็วขึ้น ซึ่งจะช่วยบริหารจัดการเวลาให้เพียงพอสำหรับขั้นการปฏิบัติแก้โจทย์ (D) และขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ (L)

2) ควรมีการศึกษาและพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ครอบคลุมรอบด้านอย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

3) ควรเพิ่มรูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เข้ามาผสมผสานกับการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่รอบด้านและครอบคลุมบริบทของห้องเรียน ซึ่งจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนอำนวยความสะดวกทั้งในด้านสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งได้ให้ความร่วมมือในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร และคณาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่คอยให้การสนับสนุนการทำวิจัยในชั้นเรียน ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการพัฒนางานวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] พัทธมน วิริยะธรรม, “การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา,” *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, ปีที่ 27, ฉ. 1, น. 55–68, 2559.
- [2] จักรพันธ์ แซ่ไคว้, *การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2564.
- [3] ทิตยา สลิณ, “ปัญหาและแนวทางการเรียนรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย,” *วารสารครุศาสตร์*, ปีที่ 45, ฉ. 2, น. 112–120, 2560.
- [4] กระทรวงศึกษาธิการ, *แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น (7E)*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2550.
- [5] วิชรา เล่าเรียนดี, *การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย, 2556.
- [6] M. Musfiroh, I. R. Suwama and R. Efendi, “Enhancing physics learning through the 7E learning cycle model: A systematic literature review,” *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, vol. 7, no. 3, pp. 531–544. 2024.
- [7] R. Nurfitriani, D. H. Putri and R. Medriati, “Development of e-student worksheet based on learning cycle (7E) on temperature and heat material to improve understanding of physics concepts in high school,” *Asian Journal of Science Education*, vol. 6, no. 1, pp. 82-94, 2024.
- [8] S. Hartini, D. S. Abyati and A. Salam, “Developing high school physics teaching materials through 7E learning cycle model,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1422, 2020.
- [9] ศศิตา กองเป็ง, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์, “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโมเมนตัมและการชนที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร,” *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, ปีที่ 39, ฉ. 3, น. 16-25, 2566.
- [10] วุฒินันท์ คำต่อน และดุจดเดือน ชัยพิชิต, “การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์เรื่องสมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับแผนผังความคิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4,” *วารสาร เจอร์นัล ออฟ ร้อยแก่นสาร แอคคาเดมี*, ปีที่ 6, ฉ. 6, 2564.
- [11] วีรดา ลิ้มปิสวัสดิ์, “การศึกษผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์,” *วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี*, 2564.
- [12] กิตติยา วงษ์จันทร์, “การออกแบบการวิจัย รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ การกำหนดตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูล,” ใน *โครงการฝึกอบรม “สร้างนักวิจัยรุ่นใหม่” (ลูกไก่) รุ่นที่ 6*, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2561.
- [13] บุญชม ศรีสะอาด, *วิธีการวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2543.
- [14] ไพศาล วรคำ, *การวิจัยทางการศึกษา*, (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์, 2554.
- [15] นันทวัฒน์ สวัสดิ์ผล, “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4,” *วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม*, 2565.