

การพัฒนาทักษะการคำนวณโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา

Development of Computational Skills Through Inquiry-Based Learning (5E) Combined with the KWDL Technique to Solve Physics Problems on Thermal Energy for Grade 12 Students at Nawaminthrachuthit Thaksin School, Songkhla Province

รุ่งทิพา จันทรสมคง¹

พิชญ์ไพโล ขุนพรรณราย²

อมรลักษณ์ อับดุลลาเฮียน³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อประเมินพัฒนาการด้านทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา จำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 2) แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน เป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการคำนวณเพื่อการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่ระดับ .01 2) พัฒนาการด้านทักษะการคำนวณของผู้เรียนจากแบบทดสอบหลังเรียนเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 92.9 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 97.4

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เทคนิค KWDL โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พลังงานความร้อน ทักษะการคำนวณ

Abstract

The objective of this research is to 1) To compare numerical skills for solving physics problems on the topic of thermal energy before and after learning management using the 5E inquiry-based learning

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

³ ครูชำนาญการพิเศษสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา

approach combined with the KWDL technique for grade 12 high school students. 2) To compare the numerical skills for solving physics problems on the topic of thermal energy of Mathayom Suksa 6 students who received learning management using the 5E inquiry-based learning approach combined with the KWDL technique against a 70 percent criterion. 3) To assess the development of numerical skills for solving physics problems on the topic of thermal energy after receiving learning management using the 5E inquiry-based learning approach combined with the KWDL technique for Mathayom Suksa 6 students. Aim for an average score of 70 % of the highest possible score and make sure that at least 70 % of the students meet the passing standards. The research sample group comprises 38 students in grade 12, first semester of the 2024 academic year, at Nawaminthrachuthit Taksin School, Songkhla Province. The research utilizes tools such as the 5E Inquiry-Based Learning Plan in conjunction with the KWDL approach. An exam designed to assess computational skills in addressing physics issues related to thermal energy, with five essay questions. The statistical measures used for data analysis comprise the mean, standard deviation, and t-test. The research shows that grade 12 high school students' ability to calculate and solve problems in physics about energy and heat improved significantly after using the 5E inquiry-based learning approach along with the KWDL technique, compared to how well they did before they started learning, with a statistical significance of .01. The post-test results, which required a minimum standard of 70%, revealed that the development of students' calculating skills led to an average score of 92.9% of the maximum possible score, with 97.4% of the students passing the condition.

Keywords: *5E inquiry-based learning, KWDL technique, Physics inquiries, Thermal energy, Computational skills*

บทนำ

วิชาฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพศาสตร์หนึ่งที่สำคัญต่อการพัฒนาประเทศที่สามารถรับรู้ได้จากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศที่พัฒนาแล้วที่มีเครื่องอำนวยความสะดวก ระบบสาธารณูปโภคที่ดี เป็นต้น จึงทำให้คุณภาพชีวิตประชากรมีคุณภาพชีวิตที่ดี เพราะประเทศดังกล่าวให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้ประชากรมีความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวันที่มีคุณภาพ อีกทั้งฟิสิกส์ยังเป็นวิชาที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเป็นวิชาที่สามารถฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การคำนวณ การแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาพื้นฐานที่สามารถนำไปต่อยอดในระดับอุดมศึกษาอีกด้วย (นิภาพร ช่วยธานี, 2555) แต่ปัจจุบันนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์มากเท่าที่ควร เนื่องจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นการเรียนรู้กฎ ทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ต้องอาศัยการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนประสบปัญหาในการวิเคราะห์โจทย์ และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ ผู้เรียนจึงไม่สามารถนำกฎ ทฤษฎี สมการต่าง ๆ ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้นี้ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ยังอยู่ในระดับต่ำ และทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์เพราะคิดว่าเป็นวิชาที่ยาก สาเหตุปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น พื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อายุ เพศ ฯลฯ (ฉันทกร ช่วยทุกข์เพื่อน, 2560) ดังนั้นควรมีการ

จัดการเรียนรู้หรือเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ที่เป็นขั้นตอนและชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเกิดความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ได้

สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา การเรียนวิชาฟิสิกส์ในห้องเรียนของผู้วิจัยอาจเกิดขึ้นได้จาก 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยจากผู้สอนและผู้เรียน สาเหตุจากผู้สอนคือมีการจัดการเรียนรู้หรือการใช้เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่ไม่หลากหลาย และอาจเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่เหมาะสมกับคุณลักษณะผู้เรียนและเนื้อหาสาระ สาเหตุจากผู้เรียน คือ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีอคติในเชิงลบกับวิชาฟิสิกส์ และขาดความรู้พื้นฐานในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งผลการเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอบเก็บคะแนน และผลการสอบระหว่างภาคของผู้เรียนในห้องนี้ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง เมื่อสอบถามผู้เรียนบางกลุ่มที่มีผลการเรียนปานกลาง ผู้เรียนได้ให้คำตอบเกี่ยวกับอุปสรรคของการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือ 1) การแปลความหมายโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ได้ 2) มีอคติกับวิชาฟิสิกส์ว่าเป็นวิชาที่เข้าใจยากไม่สามารถทำความเข้าใจได้ 3) ไม่มีความมั่นใจในการเลือกสมการและหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และขาดความรอบคอบในการคำนวณ 4) ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ว่าโจทย์ต้องการทราบตัวแปรใด และโจทย์กำหนดตัวแปรใด อีกทั้งไม่สามารถเขียนสมการที่ใช้ในการคำนวณเรื่องนั้น ๆ ได้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) คือ รูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ โดยการแสวงหาและศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีครูผู้สอนคอยชี้แนะและสนับสนุน ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ (นรรีชต์ ผืนเขียว, 2563) ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ **ขั้นตอนที่ 1** ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียนหรือนำเข้าสู่เรื่องที่อยู่ในความสนใจที่เกิดจากการสงสัย โดยผู้สอนมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือเนื้อหาใหม่ ซึ่งความสนใจใคร่รู้นั้นอาจมาจากความสนใจของผู้เรียนเอง หรือจากการนำเสนอของผู้สอน แต่จะต้องเป็นเรื่องที่ผู้เรียนยอมรับโดยไม่มีการบังคับ **ขั้นตอนที่ 2** ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากประเด็นที่ผู้เรียนสนใจจากขั้นตอนที่ 1 ขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า จากการรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสำรวจ การสืบค้นจากแหล่งข้อมูลหรือเอกสารต่าง ๆ การทดลอง และการจำลองสถานการณ์ เป็นต้น เพื่อตรวจสอบสมมติฐานให้ได้ข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการอธิบายและสรุป **ขั้นตอนที่ 3** การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอผู้สอนต้องให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้อธิบายและแปลความข้อมูลนั้น ๆ เพื่อสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ และผลสรุปที่ได้ต้องสามารถอ้างอิงความรู้ มีความสมเหตุสมผล และมีหลักฐานที่เชื่อถือได้ **ขั้นตอนที่ 4** การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นของการนำความรู้ที่ได้จากขั้นก่อนหน้ามาเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือใช้อธิบายถึงสถานการณ์หรือเหตุการณ์เกี่ยวข้อง โดยผู้สอนอาจจัดกิจกรรมและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น ๆ **ขั้นตอนที่ 5** การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นของการประเมินการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำแบบทดสอบ ข้อสอบ การนำเสนอหน้าชั้น หรือการให้ผู้เรียนประเมินตัวเอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ผู้เรียนได้จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่อาศัยกฎ ทฤษฎีทางฟิสิกส์เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ความรู้จากการค้นคว้าสืบเสาะด้วยตัวผู้เรียนเองมีความเหมาะสมกับหัวข้อพลังงานความร้อน ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้โดยการเชื่อมโยงจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนเองได้

เทคนิค KWDL (Know What Do Learn หรือ KWDL) ซึ่ง นักวิจัยหลายท่านได้สรุปนิยามความหมายไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หรือคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบที่มีลำดับขั้นตอน (ชนิกานต์ ทับทิม และ ชิดชไม วิสุตกุล, 2567) เทคนิค KWDL มีการพัฒนาขึ้นโดย Ogle (1986) และต่อมาได้พัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้น โดย Shaw et al. (1997) มีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 K (What we know) ผู้เรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียน

หรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง ขั้นที่ 2 W (What we want to know) ผู้เรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่ผู้เรียนต้องการรู้ ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) ผู้เรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ หรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้ ขั้นที่ 4 L (What we learned) ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่ช่วยทำให้ผู้เรียนมีขั้นตอนการคิดอย่างเป็นระบบ ช่วยเสริมแรงให้ผู้เรียนมีการถ่ายทอดแนวความคิดได้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีการคิดอย่างเป็นระบบขั้นตอนผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิค KWDL มาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาสำหรับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของผู้เรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคำนวณให้กับผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพียงวิธีเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการพัฒนาทักษะการคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบให้กับผู้เรียนในวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ปัญหา การคำนวณที่เป็นขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการคำนวณที่เป็นระบบ และสามารถนำทักษะไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันและเป็นการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ของโรงเรียนนวมินทราชูทิศทักษิณ จังหวัดสงขลา ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์สูงสุด ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการจัดการเรียนรู้หรือเทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (ดวงสมร ดอนจันไพโร และ ปรียา บุญญสิริ, 2564) ร่วมกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่างเป็นระบบจึงควรนำเอาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มาใช้ร่วมกับเทคนิค KWDL เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ และมองเห็นภาพความคล้ายคลึงกันระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับเทคนิค KWDL ซึ่งเทคนิค KWDL สามารถจัดอยู่ในขั้นตอนที่ 2-5 ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ได้ กล่าวคือ เริ่มจากขั้นที่ผู้เรียนต้องทราบปัญหา และต้องทำการค้นคว้าหาคำตอบเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ เมื่อผู้เรียนค้นพบคำตอบจะกลายเป็นขั้นของการขยายความรู้หรือเชื่อมโยงความรู้และสุดท้ายผู้เรียนจะได้องค์ความรู้จากการประเมินคำตอบที่ได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่มีขั้นตอนที่ชัดเจนซึ่งผู้เรียนสามารถนำมาช่วยแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ และทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ การคำนวณ และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นอย่างดี สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้อีกด้วย

ดังนั้นเพื่อพัฒนาความสามารถให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการพื้นฐานในวิชาฟิสิกส์เพิ่มมากขึ้น และเพื่อให้ผู้เรียนมีการพัฒนาในทักษะการคิดแก้ปัญหา ทักษะการคำนวณ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะอื่น ๆ ตามศักยภาพ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์มากขึ้น ผู้วิจัยมีความสนใจพัฒนาทักษะการคำนวณโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคำนวณให้มีประสิทธิภาพการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อประเมินพัฒนาการด้านทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนเรียน

2. พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา จำนวน 4 ห้อง จำนวนนักเรียน 122 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา จำนวนนักเรียน 38 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. ขอบเขตตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ ทักษะการคำนวณ

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน

3. ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ วิชาฟิสิกส์ 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กรอบแนวคิดงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา

การจัดการเรียนรู้หรือเทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่างเป็นระบบด้วยเทคนิค KWDL อธิบายได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ การนำเทคนิค KWDL เข้ามาช่วยแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เป็นระบบอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในขั้นตอนที่ 2-5 ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เริ่มจากขั้นที่ผู้เรียนทราบปัญหา และต้องค้นคว้าหาคำตอบ เมื่อผู้เรียนค้นพบคำตอบจะเข้าสู่ขั้นการขยายความรู้หรือเชื่อมโยงความรู้และสุดท้ายผู้เรียนจะได้องค์ความรู้จากการประเมินคำตอบที่ได้



แบบทดสอบ



- ทักษะการคำนวณ
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงาน
และความร้อน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา จำนวน 4 ห้อง จำนวนนักเรียน 122 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา จำนวนนักเรียน 38 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นห้องที่ผู้วิจัยสอน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL รายวิชาฟิสิกส์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พลังงานความร้อน จำนวน 1 แผน 2 คาบเรียน

2.2 แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องพลังงานความร้อน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.1.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา โดยกำหนดเนื้อหาในเรื่อง พลังงานความร้อน จำนวน 2 คาบ

3.1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 5 แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน จำนวน 1 แผน

3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อตรวจสอบรายละเอียดของแผน ความถูกต้อง ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และการวัดและประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ซึ่งคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ประเมินคุณภาพแบบ IOC ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่า +1 คือเป็นแผนที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้

3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ เรื่อง พลังงานความร้อน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ เรื่อง พลังงานความร้อน ตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ศึกษารายละเอียดของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและเนื้อหาที่จะนำไปสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ

3.2.2 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ตามแผนผัง KWDL ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในเรื่อง พลังงานความร้อน ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบของการวัดทักษะการคำนวณตามขั้นตอน KWDL ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่เรียนและสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการหรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้ และขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากขั้นที่ 3 ซึ่งคุณภาพของแบบทดสอบทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ใช้การประเมินคุณภาพแบบ IOC ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่า +1 คือแน่ใจว่าแบบทดสอบที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.2.3 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนวัดทักษะการคำนวณ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 2, 1 และ 0 หมายถึง คุณภาพระดับดี พอใช้ ปรับปรุง ตามลำดับ

ตารางที่ 1 : แสดงเกณฑ์การให้คะแนนวัดทักษะการคำนวณ ที่มา: ปารวัน เหม้าโคกงาม (2562)

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
K ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา ได้ถูกต้องและครบถ้วน	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ ถูกต้องบางส่วนหรือระบุได้ไม่ ครบ	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาไม่ ถูกต้องหรือไม่ระบุ
W ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทราบ	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ ถูกต้อง ครบถ้วนและสามารถ บอกวิธีการหาคำตอบได้	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้อง แต่บอกวิธีการหาคำตอบผิด หรือไม่สามารถบอกวิธีการได้	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาไม่ ถูกต้องหรือไม่ระบุและ ไม่สามารถบอกวิธีการหา คำตอบ

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
D ดำเนินการแก้ปัญหา	เลือกใช้สมการในการแก้ โจทย์ ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนและเหมาะสม	เลือกใช้สมการในการแก้โจทย์ ปัญหาที่ในการคำตอบได้แต่ไม่ เหมาะสมหรือไม่ครบถ้วน	เลือกใช้สมการในการแก้ โจทย์ปัญหาที่ไม่ถูกต้องหรือ ไม่ได้ระบุสมการ
L สรุปคำตอบที่ได้	ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง (ปริมาณและหน่วย)	คำตอบถูกต้องแต่หน่วยไม่ ถูกต้องหรือไม่ระบุหน่วย	ตอบคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

3.2.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณที่ผู้วิจัยสร้างให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้กับแบบทดสอบ และตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ คือ ครูสอนวิชาฟิสิกส์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ สถานที่ทำงาน โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา จำนวน 3 ท่าน การตรวจสอบเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบกับตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานและความร้อน ซึ่งทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพให้น้ำหนักของเครื่องมือเป็น +1 คือ แบบทดสอบสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่กำหนด

3.2.5 ปรับแก้แบบทดสอบที่ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยอธิบายและชี้แจงให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน โรงเรียนเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา รับทราบและเข้าใจขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

4.2 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพแบบ IOC และปรับปรุงแก้ไขแล้ว

4.3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 แผน จำนวน 2 คาบเรียน

4.4 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

4.5 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที

5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะการคำนวณ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70 จากค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบทีแบบ 1 กลุ่ม โดยคะแนนเฉลี่ยที่นำมาเปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นการเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551 แนวการวัดผลมีดังนี้ (โนราสมิมี มานี และคณะ, 2564 อ้างถึงใน จุฑาภรณ์ แก้วมณี และคณะ, 2568)

คะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม
 คะแนนร้อยละ 75-79 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ดีมาก
 คะแนนร้อยละ 70-74 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ดี
 คะแนนร้อยละ 65-69 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ค่อนข้างดี
 คะแนนร้อยละ 60-64 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ น่าพอใจ
 คะแนนร้อยละ 55-59 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ พอใช้
 คะแนนร้อยละ 50-54 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
 คะแนนร้อยละ 0-49 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

5.3 ประเมินพัฒนาการด้านทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ จากแบบทดสอบความสามารถในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สมการคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของศิริชัย กาญจนวาสี พ.ศ. 2552 อ้างถึงใน ตะวัน รุ่งแสง และ เมษา นวลศรี, 2564 และจุฑาภรณ์ แก้วมณี และคณะ, 2568) ดังนี้

$$\text{คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์} = \frac{\text{คะแนนหลังเรียน} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนก่อนเรียน}} \times 100$$

5.4 วิเคราะห์คะแนนตามเกณฑ์ระดับพัฒนาการ โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : แสดงเกณฑ์คะแนนพัฒนาการเทียบระดับพัฒนาการ ที่มา: ศิริชัย กาญจนวาสี (2552)

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ
76-100	พัฒนาการระดับสูงมาก
51-75	พัฒนาการระดับสูง
26-50	พัฒนาการระดับกลาง
0-25	พัฒนาการระดับต้น

ผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะการคำนวณด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3 : แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ทักษะการคำนวณ	n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t-test	p-value
ก่อนเรียน	38	10	2.92	1.22	-30.614***	.01
หลังเรียน	38	10	9.29	0.96		

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อมูลตารางที่ 3 แสดงถึงทักษะการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา พบว่า ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.92 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.2 และคะแนนหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.29 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.9

ตารางที่ 4 : แสดงการเปรียบเทียบทักษะการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เรื่อง พลังงานความร้อน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 70	คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน	S.D.	t-test	p-value
ทักษะการคำนวณ							
การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน	10	7	9.29	92.9	.956	59.90***	.01

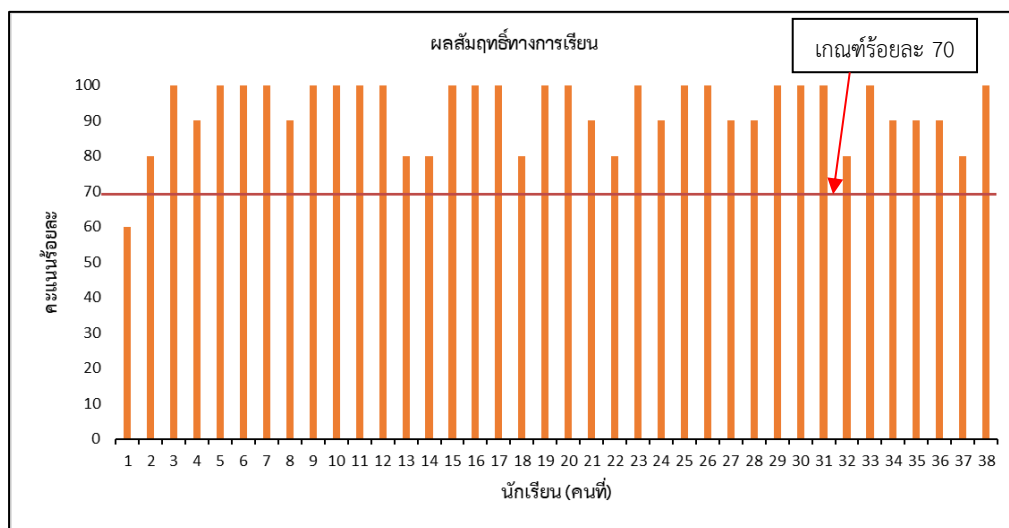
***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อมูลตารางที่ 4 คือผลการเปรียบเทียบทักษะการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน หลังการใช้เทคนิค KWDL เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.29 คิดเป็นร้อยละ 92.9 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 7 คะแนนหรือร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 5 : แสดงการประเมินระดับพัฒนาการทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

พัฒนาการทักษะการคำนวณ	คะแนนเฉลี่ย	พัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ย	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการสัมพัทธ์	จำนวนผู้เรียน	ค่าเฉลี่ยพัฒนาการสัมพัทธ์
ก่อนเรียน	2.92	90.36	76-100	พัฒนาการระดับสูงมาก	31	95.87
หลังเรียน	9.29		51-75	พัฒนาการระดับสูง	7	68.82
			26-50	พัฒนาการระดับกลาง		
			0-25	พัฒนาการระดับต่ำ		

จากข้อมูลตารางที่ 5 ผลการประเมินพัฒนาการทักษะการคำนวณเพื่อการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน ด้วยคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 90.36 ระดับพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก เมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการเป็นรายบุคคล พบว่า ผู้เรียนจำนวน 31 คน มีค่าเฉลี่ยระดับพัฒนาการสัมพัทธ์ระดับสูงมากคิดเป็นร้อยละ 95.87 และผู้เรียนมี จำนวน 7 คน ที่มีค่าเฉลี่ยระดับพัฒนาการสัมพัทธ์ระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 68.82 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 แผนภูมิทักษะการคำนวณการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เรื่อง พลังงานความร้อน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีพัฒนาการที่ดีขึ้น
2. ทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL จากภาพที่ 1 แผนภูมิทักษะการคำนวณการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เรื่อง พลังงานความร้อน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนคือผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 97.37 ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.63
3. พัฒนาการด้านทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากนักเรียนจำนวน 38 คน มีนักเรียนจำนวน 31 คน ที่มีพัฒนาการทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก และอีก 7 คน มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ทักษะการคำนวณ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่าก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.92 คิดเป็นร้อยละ 29.2 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.29 คิดเป็นร้อยละ 92.89 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้เทคนิค KWDL เรื่อง พลังงานความร้อน พบว่าทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังจากใช้เทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 92.89 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สามารถพัฒนาทักษะการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และมีลำดับขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้อย่างชัดเจนเช่นเดียวกับเทคนิค KWDL ที่เป็นเทคนิควิธีที่เน้นให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนอย่างชัดเจนเช่นเดียวกัน พบว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคที่เหมาะสมกับผู้เรียนและเหมาะสมกับวิชาคำนวณอย่างวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ ดังนั้นเมื่อนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มาใช้ร่วมกับเทคนิค KWDL ผู้วิจัยสังเกตได้ว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีความมั่นใจในการหาคำตอบ การตอบคำถาม การให้ความร่วมมือ และการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อนที่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างเป็นขั้นตอนได้มากขึ้น จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) คือ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ที่คอยชี้แนะ หรือแนะนำแนวทาง โดยใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นระบบ และทักษะการคำนวณให้ผู้เรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นขั้นตอน จนทำให้ผู้เรียนพยายามค้นคว้าหาคำตอบเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถอธิบายและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจนได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL จึงเป็นนวัตกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเทคนิค KWDL ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เทคนิค KWDL ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้น K ผู้เรียนทราบสิ่งที่โจทย์บอกและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขั้น W ผู้เรียนสามารถเลือกสมการในการแก้ปัญหาได้ ขั้น D ผู้เรียนแก้สมการเพื่อหาคำตอบ ขั้น L ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้การได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหานั้น นอกเหนือจากการนำเทคนิค KWDL มาใช้แก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ยังสามารถนำไปใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดย ดวงสมร ดอนจันไพร และปรียา บุญญสิริ (2564) ได้นำเทคนิค KWDL ไปในเรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับโดยการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านระบบออนไลน์ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จ.สมุทรปราการ ผลการวิจัยพบว่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นรินทร์ณัฐ ตระหง่าน และ อัญชลี ทองเอน (2559) ที่ใช้เทคนิค KWDL ในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 26 คนคิดเป็นร้อยละ 74.29 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิตา กองเป้ง และคณะ (2567) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับนักเรียน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.77 และ 25.15 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ตามลำดับ

2. พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 92.89 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 97.37 ของนักเรียนทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 5 ขั้นตอน ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 4 ขั้นตอน พบว่ามีความสอดคล้องงานวิจัยหลาย ๆ งานวิจัย ที่พบว่าเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค KWDL เป็นนวัตกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาคำตอบในเริ่มจากขั้นสำรวจและค้นหาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ไปพร้อม ๆ กับขั้นที่ 2 ของเทคนิค KWDL กับการคิดวิเคราะห์โดยเริ่มจากผู้เรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลและบอกตัวแปรหรือสิ่งที่โจทย์ให้มาได้ สามารถตั้งคำถามถึงตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบได้ และการเลือกสมการที่จะให้มาซึ่งคำตอบ และการสรุปความรู้ที่ได้ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่รวมไปถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นขั้นที่ 3 ของการอธิบายและลงข้อสรุปและขั้นที่ 4 การขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนที่เรียนรู้จากการถามคำถามจะมีทักษะการแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาณจนสามารถเข้าใจสาระการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และสุดท้ายเทคนิค KWDL ก็สามารถทำให้ผู้เรียนประเมินผลจากการสืบเสาะหาความรู้มาทั้งหมดด้วยการสามารถเลือกใช้สมการทางฟิสิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้รวดเร็วและแม่นยำขึ้นมากขึ้น จึงทำให้พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการทักษะด้านการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สูงขึ้นนั่นเอง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ควรให้ผู้เรียนได้แก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่หลากหลาย โดยเรียงลำดับจากซับซ้อนน้อยไปมาก และประยุกต์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและเกิดทักษะการการคำนวณที่เป็นระบบในโจทย์ปัญหาทุกสถานการณ์

1.2 ควรมีการใช้เทคนิค KWDL อย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในรายวิชาฟิสิกส์ โดยอาจจะเริ่มใช้เทคนิค KWDL ให้กับผู้เรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยคิดว่าจะทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์มากขึ้น และลดอคติในเชิงลบกับรายวิชาฟิสิกส์ได้ด้วย ควรใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย และเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำเทคนิค KWDL ไปใช้กับเนื้อหาฟิสิกส์ทุกบทอาจทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทักษะการคำนวณที่ดีขึ้นกว่าเดิม และมั่นใจและมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อีกทั้งเทคนิค KWDL ยังสามารถนำไปใช้กับวิชาคณิตศาสตร์ หรือวิชาที่จะต้องให้ทักษะการคิดเป็นระบบ การคิดอย่างมีเหตุผลได้

2.2 ควรศึกษาเทคนิค KWDL ร่วมกับเทคนิคหรือการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะผู้บริหาร และคณะคุณครูสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา สำหรับการเอื้อเฟื้อกลุ่มตัวอย่าง และสถานที่การทำวิจัย ในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- จุฑาภรณ์ แก้วมณี, พิชญ์พิไล ขุนพรรณราย, วิไล สิตะพงศ์ และ สายใจ เพชรคงทอง. (2568). การพัฒนาความสามารถ
แก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
(5E) ร่วมกับกลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา. ใน ภารดี พิงส์สำราญ (บ.ก.), นวัตกรรมและสื่อสร้างสรรค์สู่เป้าหมายการพัฒนา
พัฒนามนุษย์และสังคมอย่างเท่าเทียม. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 9 (น. 82-96).
คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- ชนิกานต์ ทับทิม และ ชิตชไม วิสตุกุล. (2567). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL. Journal of MCU Ubon Review, 9(3), 1543-
1556.
- ดวงสมร ดอนจันไพร และ ปรียา บุญญสิริ. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้น
เกี่ยวกับการนับ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านระบบออนไลน์.
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 1-13.
- ตะวัน รุ่งแสง และ เมษา นวลศรี. (2564). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสตอรี่ไลน์ เรื่อง ระบบนิเวศ. Journal of Roi Kaensarn
Academi, 6(7), 47-61.
- ฉันทกร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2560). การศึกษาข้อบกพร่องของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กลวิธี
แก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี : กรณีศึกษานักศึกษา
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 11(1),
26-35.
- ทวีพงศ์ ศรีสุวรรณ. (2568). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
(5E) ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา (Problem Solving Process) และเทคนิค KWDL เพื่อเสริมสร้างทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องแสงเชิงรังสีและแสงเชิงคลื่น รหัส ว30203 วิชาฟิสิกส์ 3
(รายวิชาเพิ่มเติม) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. Journal of MCU NakhonDhat, 12(2), 191-203.
- นรวิทย์ ฝันเชียร. (2563). การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning) สืบค้นจาก
<https://www.truelookpanya.com/dhamma/content/82385> เทคนิคการสอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning)
- นรินทร์ฐ์ ตระหง่าน และ อัญชลี ทองอม. (2558). การศึกษาการใช้ KWDL เพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้า
และแม่เหล็ก. หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ.
- นิภาพร ช่วยธานี. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง จลนศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหา โดยใช้เมตาคอกนอชันสำหรับนักศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง.
วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, พิเศษ(การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5), 35-
38.
- โนรสามีมี่ มานี, จิตติมา ขอบเอียด, โรสนี จริยะมาการ และศุภกิจ ประชุมกาเยะมาต. (2564). การ
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 2 ระหว่างการเรียนแบบ
ร่วมมือเทคนิค STAD กับการเรียนแบบปกติ. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 14(2), 59-74.

- ปารวณ เหมโคกงาม. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคำนวณ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วุฒินันท์ คำด่อน และ ดุจดือน ไชยพิชิต. (2564). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบ KWDL ร่วมกับแผนผังความคิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. Journal of Roi Kaensarn Academi. 6(6), 153-167.
- ศศิตา กองเป้ง, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และ ชำนาญ เขาวงกิตพิงค์. (2567). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 39(3), 14-25.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 6). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Ogle, D. (1986). K-W-L: A Teaching Model That Develops Active Reading of Expository Text. The Reading Teacher, 39, 564-570.
- Shaw, S.M., and Chambless, M. (1997). Cooperative Problem Solving : Using K-W-D-L as an Organizational Technique. Teaching Children Mathematics, 5, 482-486.