

การประชุมวิชาการระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยทักษิณ

ประจำปี 2566

ครั้งที่
34

The 34th National Conference and
**The 1st International Conference
on ASEAN Sustainable Development**
(ICASD 2023)

Thaksin University

การวิจัยและนวัตกรรมสังคม
มุ่งสู่เป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน

การพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบ
 ทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พลังงานกล
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชญัญญาช แยมไฮ¹ รุฮัยซา ตือราแม² และมูนีเราะ ผดุง^{3*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พลังงานกล ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบันนังสตาวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษายะลา จำนวน 28 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ 1) วัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนและทำแบบประเมินความพึงพอใจ การวิเคราะห์ ประสิทธิภาพของวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ ใช้เกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 70/70 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนใช้การทดสอบกลุ่มเป้าหมาย 1 กลุ่ม และการทดสอบข้อมูล 2 กลุ่มที่ไม่อิสระต่อกัน และการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีค่าเท่ากับ 77.95/76.79 สูงกว่าเกณฑ์ 70/70 คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคะแนนเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์มีค่าเท่ากับ 4.42 (S.D. = 0.23) อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: วัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย
 ทักษะการคิดวิเคราะห์

¹ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 95000

² ดร., หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 95000

³ ผศ.ดร., หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 95000

¹ Master Student, Education of Teaching Science, Mathematics and Computer, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University

² Dr., Education of Teaching Science, Mathematics and Computer, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University 95000

³ Assistant Professor, Dr., Education of Teaching Science, Mathematics and Computer, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University 95000

Corresponding author: E-mail: ruhaisa.d@yru.ac.th

The Development of Physics Learning Innovation through Augmented Reality (AR) using Predict-Observe-Explain (POE) Method to Enhance Analytical Thinking Skills on Mechanical Energy of Grade 10

Chanyanuch Yaemsawai¹ Ruhaisa Dearamae² and Muneeroh Phadung^{3*}

Abstract

This research aimed to develop and analyze the efficiency of physics learning innovation with augmented reality (AR) using predict-observe-explain (POE) method on mechanical energy topic with on efficiency of 70/70, To study analytical thinking skills and satisfaction of students towards physics learning innovation with augmented reality (AR). The samples were 28 grade 10 students from Bannangstawittaya school in The Secondary Educational Service Area Office Yala selected by purposive technique. The research instruments were 1) physics learning innovation with AR 2) lesson plans 3) analytical thinking skills test and 4) questionnaire for assessing the satisfaction. Data collected was taken, pre-test and post-test and assessment of satisfaction. Data analysis was used the efficiency of the physics learning innovation according to E_1/E_2 criteria, Inferential statistics included pair sample t-Test and one sample t-Test and descriptive statistic such as mean and standard deviation. The results showed that the efficiency of physics learning innovation with AR technology was 77.95/76.79 higher than 70/70 criterion, the analytical thinking skills scores of students after learning with physics learning innovation with AR were higher than before learning and higher than criteria of 70 percent at the statistical significance level of 0.05, and the mean score of the satisfaction of students towards physics learning innovation with AR was 4.42 (S.D. = 0.23) which was in the highest level.

Keyword: Physics Learning Innovation, Augmented Reality (AR), Predict-Observe-Explain (POE) method, Analytical Thinking Skills

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับการคิดวิเคราะห์และศาสตร์อื่น ๆ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นหาความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ถึงแม้ว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความเป็นอยู่ของคนให้ดีขึ้น แต่ด้านการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเห็นได้จากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) พบว่า ประเทศไทยได้คะแนน PISA ในปี 2558 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 421 คะแนน และ PISA ในปี 2561 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 426 คะแนน จากคะแนนมาตรฐานที่ 500 คะแนน ซึ่งให้เห็นว่านักเรียนในประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานกลางขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) นอกจากนี้ คะแนนการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (Ordinary National Educational Test: O-Net) ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2563 - 2564 พบว่า วิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 38.68 และ 29.04 คะแนน ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยของวิชาวิทยาศาสตร์ สาระวิทยาศาสตร์กายภาพ ระดับเขตพื้นที่ของโรงเรียนขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่

การศึกษามัธยมศึกษาชยะลา มีค่าคะแนนเฉลี่ย 25.75 และ 24.92 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชยะลา มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศและต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่มีปัญหาด้านการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ตีความหมายโจทย์และไม่สามารถเลือกใช้สูตรหรือสร้างสมการแทนค่าในสูตร ส่วนหนึ่งเกิดจากครูกำหนดวิธีการแก้ปัญหาและเลือกใช้สมการในการคำนวณตามวิธีการที่ครูกำหนดเพื่อให้นักเรียนสามารถทำข้อสอบได้ ซึ่งการเรียนการสอนลักษณะนี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์สมการด้วยตนเองและขาดทักษะการคิดแบบรวบยอดในเรื่องต่าง ๆ ส่งผลให้คะแนนการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชยะลา ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระวิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์) ค่อนข้างต่ำ

จึงเห็นได้ว่าทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดด้านอื่น ๆ ให้สูงขึ้น นักเรียนสามารถจำแนก จัดหมวดหมู่ เชื่อมโยง สรุปความ และประยุกต์ องค์ความรู้ของตนเองได้ (Marzano, 2001) การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยเฉพาะเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented reality) ที่ครูสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เป็นเครื่องมือสำคัญที่กระตุ้นจินตนาการและความสนใจให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี (ไพฑูริย์ ศรีฟ้า, 2555) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-observe-explain) ถือเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่อีกวิธีหนึ่งที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านขั้นตอนการคาดการณ์สถานการณ์เพื่อทำนายผลที่จะเกิดขึ้น โดยนักเรียนอาจมีความรู้เดิมมาก่อนจากนั้นได้สังเกตผลและอธิบายเปรียบเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ หากผลการสังเกตได้ไม่ตรงกับที่ทำนายไว้ นักเรียนจะเกิดความท้อแท้ในการค้นหาความรู้เพื่อตรวจสอบผลการทำนายทำให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเองมากขึ้น

จากความเป็นมาและความสำคัญข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการสอนที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเป็น วิเคราะห์เป็น สามารถจำแนกให้เหตุผล จับประเด็นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 70/70 ศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานกล และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

วิธีการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 28 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบันนังสตาวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชยะลา ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (Purposive technique)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 นวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พลังงานกล จำนวน 1 นวัตกรรม ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น การอนุรักษ์พลังงานกล และเครื่องกล

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พลังงานกล จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 14 ชั่วโมง มีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานจลน์ จำนวน 4 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล จำนวน 4 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เครื่องกล จำนวน 2 ชั่วโมง

2.3 แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.50-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.20-0.40 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.86

2.4 แบบประเมินความพึงพอใจต่อวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งฉบับเท่ากับ 0.79

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ปฐมนิเทศและให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน (Pre-test)

3.2 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ จำนวน 14 ชั่วโมง

3.4 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียน

3.5 ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่เรียนด้วยวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

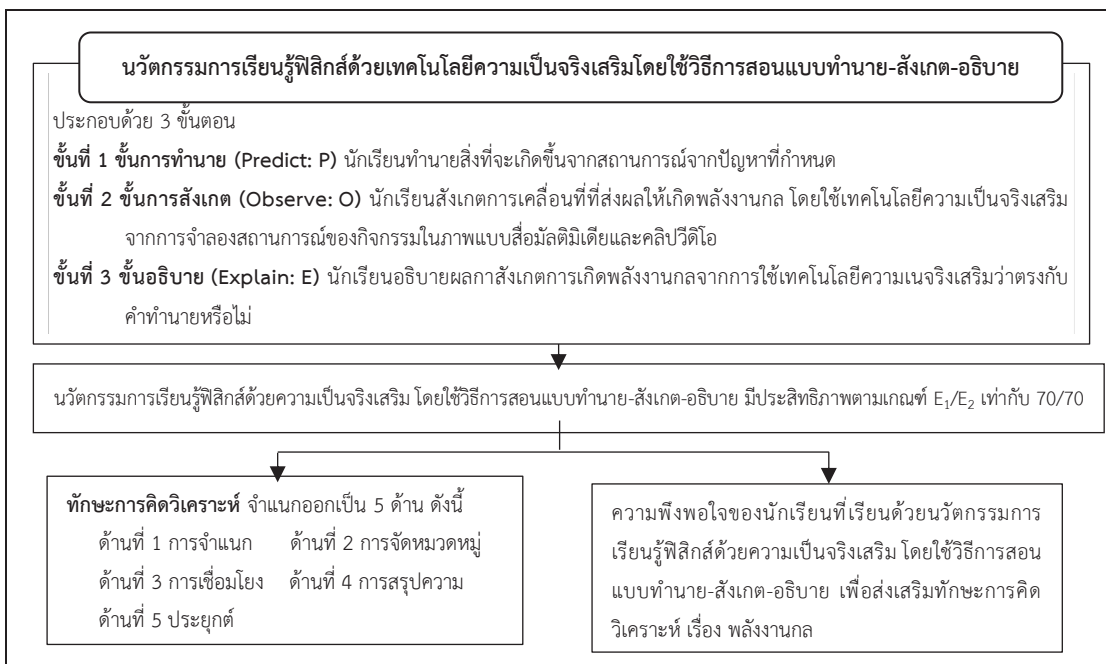
งานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพพหุวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมืออยู่ที่ E_1/E_2 เท่ากับ 70/70

4.2 วิเคราะห์การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน Paired sample t-Test เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน และใช้สถิติเชิงอนุมาน One sample t-Test เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

4.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

กรอบแนวคิดการวิจัย



ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พลังงานกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พลังงานกล ประกอบด้วย เรื่อง พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น การอนุรักษ์พลังงานกล และเครื่องกล (ภาพที่ 1)



(ก) (ข) (ค) (ง) (จ) (ฉ)

ภาพที่ 1 ตัวอย่างนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ภาพที่ 1 เป็นตัวอย่างนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งผู้วิจัยออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมบนเว็บไซต์ www.vidinoti.com โดยสร้างสถานการณ์ให้มีสัญลักษณ์ Marker เพื่อใช้สแกน AR และทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พลังงานกล โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 70/70 ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ลำดับที่	คะแนนกระบวนการจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกหัดแต่ละกิจกรรม (เรื่องละ 16 คะแนน รวม 80 คะแนน)						คะแนนสอบ หลังเรียน (E_2)
	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	รวม (E_1)	
รวม	375	361	352	344	314	1746	645
เฉลี่ย	13.39	12.89	12.57	12.29	11.21	62.36	23.04
ร้อยละของค่าเฉลี่ย	83.71	80.58	78.57	76.79	70.09	77.95	76.79
ประสิทธิภาพของนวัตกรรม $E_1/E_2 = 77.95 / 76.79$							

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

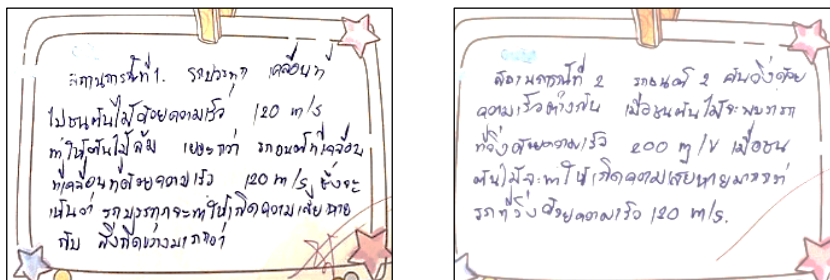
ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าคะแนนกระบวนการจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกหัด มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.95 และคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.79 ดังนั้น ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ มีค่าเท่ากับ 77.95 / 76.79 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 ทั้งนี้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านขั้นตอนทำนายผลที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าก่อนทำกิจกรรม

สำหรับการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้การสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พลังงานกล ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำนาย 2) ขั้นการสังเกต 3) ขั้นการอธิบาย เพื่อให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนสังเกตตรงกันหรือแตกต่างกับสิ่งที่นักเรียนทำนายไว้ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดจากทักษะการคิดวิเคราะห์ผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการใช้สื่อ AR เรื่อง พลังงานจลน์ ในขั้นที่ 2 การสังเกต (Observe: O)

ภาพที่ 2 เมื่อนักเรียนใช้แอปพลิเคชัน V-Player สแกนหน้าที่มีสัญลักษณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้เป็น Marker แอปพลิเคชัน V-Player จะแสดงสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบมัลติมีเดียและคลิปวิดีโอ ทำให้นักเรียนสังเกตลักษณะการล้มของต้นไม้แต่ละสถานการณ์แล้ววิเคราะห์หาว่า สถานการณ์ที่ 1 รถคันไหนที่ชนแล้วทำให้ต้นไม้ล้มเป็นจำนวนมาก และสถานการณ์ที่ 2 รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าใดที่ทำให้ต้นไม้ล้ม แล้วให้แต่ละกลุ่มช่วยกันสังเกตจำนวนที่ต้นไม้ล้มทั้ง 2 สถานการณ์ พร้อมจดบันทึกผลการสังเกตลงในใบบันทึกผล (ภาพที่ 3) จากนั้นครูตั้งคำถามต่อว่า “เพราะเหตุใดต้นไม้ถึงหักล้มไม่เท่ากัน” โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมวลและความเร็วพร้อมสรุปการเกิดพลังงานจลน์



ภาพที่ 3 ตัวอย่างที่นักเรียนวิเคราะห์การเกิดพลังงานจลน์ในขั้นการสังเกต

ภาพที่ 3 ตัวอย่างที่นักเรียนวิเคราะห์การเกิดพลังงานจลน์ในขั้นการสังเกตจากสถานการณ์ทั้ง 2 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ได้ว่า รถที่มีขนาดแตกต่างกันเมื่อวิ่งด้วยความเร็วเท่ากันไปชนต้นไม้ ต้นไม้ที่ล้มจะไม่เท่ากัน และขณะเดียวกันเมื่อรถมีขนาดเท่ากันแต่ใช้ความเร็วต่างกันไปชนต้นไม้ ต้นไม้ที่ล้มจะไม่เท่ากัน จากที่นักเรียนตอบชี้ให้เห็นว่า หลังจากนักเรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในขั้นตอนการสังเกตทำให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยง สรุปความและสามารถประยุกต์ในการทำโจทย์ได้

2. ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พลังงานกล

ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์แต่ละด้านโดยเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนและนำคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ 3

ที่	ทักษะการคิดวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	การทดสอบ	\bar{X}	S.D.	t	df	sig.
1	การจำแนก	5	ก่อนเรียน	3.57	0.21	3.81*	27	0.00
			หลังเรียน	4.11	0.21			
2	การจัดหมวดหมู่	6	ก่อนเรียน	4.18	0.23	2.93*	27	0.00
			หลังเรียน	4.75	0.23			
3	การเชื่อมโยง	8	ก่อนเรียน	5.71	0.22	3.10*	27	0.00
			หลังเรียน	6.18	0.21			
4	การสรุปความ	6	ก่อนเรียน	4.04	0.22	4.08*	27	0.00
			หลังเรียน	4.61	0.19			
5	การประยุกต์	5	ก่อนเรียน	3.04	0.20	3.38*	27	0.00
			หลังเรียน	3.39	0.18			
รวมทักษะ 5 ด้าน			ก่อนเรียน	20.54	0.21	3.81*	27	0.00
(คะแนนเต็ม 30 คะแนน)			หลังเรียน	23.04	0.21	0.21		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้และได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ ทั้ง 5 ด้าน ของนักเรียนหลังเรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ทักษะการคิดวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70	\bar{X}	S.D.	t	sig.
การจำแนก	5	3.50	4.11	1.10	2.92*	0.00
การจัดหมวดหมู่	6	4.20	4.75	1.21	2.41*	0.01
การเชื่อมโยง	8	5.60	6.18	1.09	2.81*	0.00
การสรุปความ	6	4.20	4.61	0.99	2.17*	0.02
การประยุกต์	5	3.50	3.39	0.96	0.59	0.28
รวมทักษะ 5 ด้าน	30	21.00	23.04	3.51	3.07*	0.00

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 23.04$, S.D. = 3.51) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 76.79 ค่าที่เท่ากับ 3.07 แสดงให้เห็นว่าคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 เนื่องจากนักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้ในการสังเกตและจำแนกแยกแยะรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกเป็นส่วน ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์และเข้าใจง่าย

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 28 คน ที่ได้เรียนรู้ผ่านนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ โดยมีการประเมิน 5 ด้าน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1 ด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.50	0.66	มากที่สุด
2 ด้านบรรยากาศการเรียนรู้	4.39	0.68	มากที่สุด
3 ด้านนวัตกรรมการเรียนรู้	4.52	0.69	มากที่สุด*
4 ด้านการวัดและการประเมินผล	4.24	0.71	มากที่สุด
5 ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.46	0.67	มากที่สุด
รวม 5 ด้าน เฉลี่ย	4.42	0.23	มากที่สุด

ตารางที่ 4 พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.42$, S.D. = 0.23) เนื่องจากนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง เน้นให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มมีส่วนร่วมในการอภิปราย ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทางการคิดอย่างเต็มที่แสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า นวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.95/76.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนเรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีความพึงพอใจต่อนวัตกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ซึ่งชี้ให้เห็นว่านวัตกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พลังงานกล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

อ้างอิง

- ไพฑูริย์ ศรีฟ้า. (2558). *การผลิตสื่อการเรียนการสอนยุคใหม่สู่สไตล์ AURASMA*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2564). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Predict-Observe-Explain (POE)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- Marzano, R.J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.