

การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

THE DEVELOPING INQUIRY-BASED E-LEARNING (5E) LESSONS TO PROMOTE COMPUTATIONAL THINKING ABILITIES FOR GRADE 6 STUDENTS

พลการณ จันทรทอง¹, ดร.ขรรค์ชัย แซ่แต้², ดร.รุ่งทิพย์ แซ่แต้³
โรงเรียนต้นติ้วตร สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน¹, มหาวิทยาลัยทักษิณ^{2,3}
Phonlakan Janthong¹, Dr. Khanchai Sae-tae², Rungthip Sae-tae³
Tantiwatra School Office of the Private Education Commission¹, Thaksin University^{2,3}
Corresponding Author E-mail : 651997077@tsu.ac.th¹, khanchai@tsu.ac.th², rungthip@tsu.ac.th³

(Received : November 24, 2025; Edit : December 5, 2025; accepted : December 7, 2025)

บทคัดย่อ

บทความวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการคิดเชิงคำนวณระหว่างก่อนและหลังใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนต้นติ้วตร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 72 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งการดำเนินการเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองใช้จริง (Implementation) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถก่อน-หลังเรียน จำนวน 30 คน และ 2) กลุ่มทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียน E1/E2 จำนวน 42 คน (แบ่งเป็นแบบเดี่ยว 3 คน, แบบกลุ่ม 9 คน และแบบภาคสนาม 30 คน) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ซ้ำกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื้อหาตาม ตัวชี้วัด ว 4.2 ป.6/2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมและแก้ไข 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียน จำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน จำนวน 40 ข้อ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สูตรการหาประสิทธิภาพสื่อ (E1/E2) ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติการทดสอบสมมติฐาน T-Test Dependent sample

ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87/85 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด 2) ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 12.56$) 3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การคิดเชิงคำนวณ, การเรียนรู้ตามการสืบเสาะหาความรู้ 5E, บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

The purposes of this study were 1) to develop a 5E inquiry-based e-learning lesson to enhance computational thinking ability for Prathomsuksa 6 students, 2) to compare the computational thinking ability of Prathomsuksa 6 students before and after using the 5E inquiry-based e-learning lesson for Prathomsuksa 6 students, and 3) to study students' satisfaction with the 5E inquiry-based e-learning lesson designed to enhance computational thinking ability for Prathomsuksa 6 students. The sample consisted of 72 Prathomsuksa 6 students from Tantiwattra School, Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province, selected via Cluster Random Sampling. The procedure was divided into two distinct groups 1) an implementation group of 30 students used to compare pre- and post-learning abilities and 2) an efficiency testing group (E1/E2) of 42 students (comprising 3 students for one-to-one testing, 9 for small group testing, and 30 for field testing), which were mutually exclusive groups. The research instruments included: 1) Experimental Instruments: The 5E inquiry-based e-learning lesson to enhance computational thinking ability for Prathomsuksa 6 students, covering the indicator W4.2 P.6/2 (designing and writing simple programs to solve daily life problems, identifying program errors, and correcting them). 2) Data Collection Instruments: A quality assessment form for the e-learning lesson, computational thinking tests (40 pre-test items and 40 post-test items), and a satisfaction questionnaire for Prathomsuksa 6 students. The statistics used for data analysis were the media efficiency formula (E1/E2), mean, standard deviation (S.D.), and the Dependent Samples T-Test for hypothesis testing.

The result found that, 1) The efficiency of the 5E inquiry-based e-learning lesson was 87/85, which is higher than the set criterion of 80/80. 2) The post-test computational thinking ability was significantly higher than the pre-test ability at the .01 level ($t = 12.56$). 3) Students' satisfaction with the e-learning lesson was at the highest level.

Keywords : Computational Thinking, E-Learning Lesson, 5E Inquiry-Based Learning

การพัฒนาประเทศสู่ความยั่งยืนตามแนวทาง Thailand 4.0 จำเป็นต้องมีการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับยุคสมัยซึ่งเน้นการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่มีอยู่มาบูรณาการเชิงสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนานวัตกรรม ที่ตอบสนองต่อความต้องการของสังคมได้ (ทวิศักดิ์ จินตานุ, 2560) การศึกษาในยุค 4.0 จึงมุ่งหวังให้นักเรียนเป็นบุคลากรที่มีศักยภาพในการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูง ทักษะการคิดเชิงคำนวณถือเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา การออกแบบระบบ และความเข้าใจในการทำงาน โดยใช้กรอบแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition) การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms) (ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล, 2563)

ในยุคปัจจุบัน อีเลิร์นนิ่ง (E-Learning) ได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้และเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่องตลอดชีวิต การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองคือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E (Inquiry-Based Learning 5E) ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าและสร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ การบูรณาการอีเลิร์นนิ่งเข้ากับกระบวนการ 5E จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ สื่ออีเลิร์นนิ่งยังมีจุดเด่นในการส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคล (Personalized Learning) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจังหวะและความถนัดของตนเอง รวมถึงสามารถจำลองสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน (Simulation) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการคิดเชิงคำนวณและการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับการเรียนในชั้นเรียนปกติเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม แม้จะมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและรูปแบบการสอนแบบ 5E แยกกันอยู่จำนวนมาก แต่การศึกษาที่มุ่งเน้นการบูรณาการกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เข้ากับการออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยเฉพาะ ยังขาดการศึกษาเชิงประจักษ์อย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาบทเรียนนี้

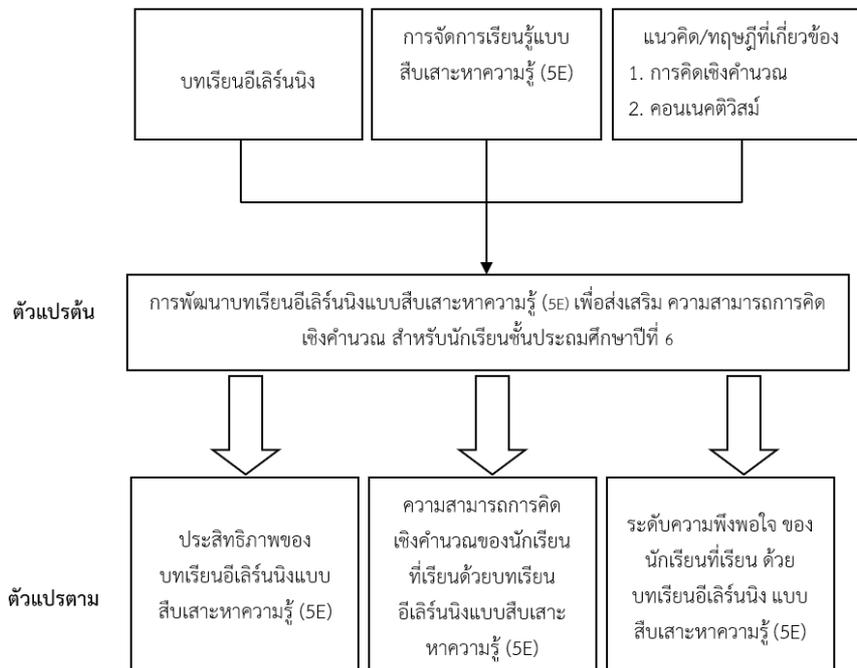
จากมูลเหตุที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตการจัดการศึกษาตามแนวทาง Thailand 4.0 และความสำคัญของทักษะการคิดเชิงคำนวณในหลักสูตรปัจจุบันบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง จึงเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ โรงเรียนต้นติวัตรเป็นสถานศึกษาที่มีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล และได้ตั้งเป้าหมาย ปีการศึกษา 2567 ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้พื้นฐานในยุคดิจิทัล มีทักษะการใช้เทคโนโลยี และมีความสามารถในการคิดประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ รวมถึงการที่ครูต้องพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเรียนการสอนและนำผลวิจัยมาพัฒนาผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความจำเป็นและช่องว่างในการนำเทคโนโลยีและรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมมาใช้ในการพัฒนาทักษะที่สำคัญนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนต้นติวัตร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการคิดเชิงคำนวณระหว่างก่อนและหลังใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในมาตรฐานการเรียนรู้ 4.2 ตัวชี้วัด ว 4.2 ป.6/2 อ้างอิงเนื้อหาตามหลักสูตรสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

ความสามารถการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนต้นติวัตร์ หลังใช้สูงกว่าก่อนใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิจัยรูปแบบของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนทั่วไป (General Program) โรงเรียนต้นติวัตร์ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่เรียนวิชาวิทยาการ คำนวณ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวนนักเรียน 120 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนต้นติวัตร์ อำเภอทุ่งสง จังหวัด นครศรีธรรมราช รวมจำนวนนักเรียน 72 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ จำนวน 42 ประกอบด้วย กลุ่มทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว 1:1 จำนวน 3 คน กลุ่มทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม 1:10 จำนวน 9 คน กลุ่มทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม 1:100 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. กลุ่มที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยจะใช้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ตัวแปร

ตัวแปรต้น (Independent Variable) ได้แก่ บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E), ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ และความพึงพอใจ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

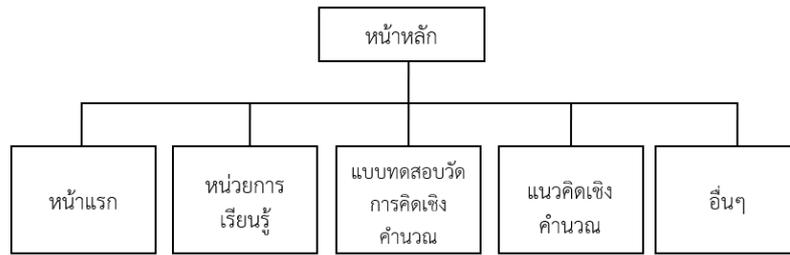
1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่
 - 2.1 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สำหรับ ผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง
 - 2.2 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยสร้างเป็นแบบทดสอบ ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่องการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน
 - 2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การสร้างและพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบ ขั้นตอนการพัฒนา ADDIE Model 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและ วิเคราะห์ผู้เรียน วิเคราะห์สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ วิเคราะห์เนื้อหาตามตัวชี้วัด ว 4.2 ป.6/2 วิเคราะห์หลักการและโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

2) ขั้นการออกแบบ (Design) โดยเขียนผังโครงสร้าง ของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เพื่อแสดงความ เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วน รวมไปถึงการจัดลำดับเนื้อหาของบทเรียน และ รายละเอียดการประเมินผลภายใต้แผนการจัดการเรียนรู้ของการเรียนบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง



แผนภาพที่ 2 โครงสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. ขั้นการพัฒนา (Development) นำบทเรียนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษา ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง โดยจะใช้ แบบสอบถามในการประเมินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ (Usability) ผู้เชี่ยวชาญจะ ประเมินตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นในลักษณะของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) นิยมใช้มาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมิน ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตร สำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับจะอยู่ในระดับมากขึ้นไป ค่าที่คำนวณได้ต้องสูงกว่าค่าที่ปรากฏในตารางตามจำนวนผู้เชี่ยวชาญจึงจะยอมรับว่าบทเรียนผ่านเว็บไซต์มีคุณภาพ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert scale) จากนั้น นำไปทดลองใช้ (Try Out) มีการกำหนดสูตรเป็น $E1 / E2 = 80 / 80$ โดย E1 หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่ทำได้คะแนนได้จากแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดย นำคะแนนในแต่ละแผนมารวมกันคิดเป็นร้อยละ และ E2 หมายถึง ความสามารถ

ของผู้เรียนที่ทำได้ จากแบบทดสอบวัดความสามารถการคิดเชิงคำนวณ รวมกันคิดเป็นร้อยละ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) โดยมีขั้นตอน ดังนี้ นำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทำการทดสอบประสิทธิภาพ แบบ 1:1 (One to One Testing) กับนักเรียน จำนวน 3 และทำการทดสอบประสิทธิภาพแบบ 1:10 (Small Group Testing) กับนักเรียน จำนวน 9 คน และทำการทดสอบ ประสิทธิภาพแบบ 1:100 (Field Testing) กับนักเรียนจำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ตามเกณฑ์ 80/80 แล้วนำข้อมูลที่ ได้มาปรับปรุงแก้ไข

4. ขั้นการนำไปใช้ (Implement) นำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและการหาประสิทธิภาพ โดยการหาค่าประสิทธิภาพให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) นำผลการทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ และผลของการสอบถามความพึงพอใจมาประเมินผลและวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

2. การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถการคิดเชิงคำนวณ ที่ใช้ในบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในสาระที่ 4 เทคโนโลยีมาตรฐานการ เรียนรู้ ว 4.2 ตัวชี้วัด ว 4.2 ป.6/2

2. วิเคราะห์และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณสร้าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ โดยจัดทำ ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 120 ข้อ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน โดยนำ 4 องค์ประกอบของแนวคิดเชิงคำนวณมารวมออกแบบทดสอบ คือ 1) การคิดแยกส่วนย่อยปัญหา (Decomposition) 2) การคิดหารูปแบบ (Pattern recognition) 3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) 4) การคิดออกแบบขั้นตอน (Algorithms)

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่าง จุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้น ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4. นำแบบวัดความสามารถการคิดเชิงคำนวณ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC) นำมาหาค่าเฉลี่ย โดยถือเกณฑ์ว่า แบบทดสอบที่มีค่าเฉลี่ยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 เป็นแบบทดสอบที่ใช้ได้

5. นำแบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเห็นว่า สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นคนกลุ่มระดับความรู้เดียวกันกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำผลคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่า อำนาจจำแนก

6. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ไม่ตอบ ตอบเกินหรือตอบไม่ถูกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก ง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (R) ที่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.20 – 1.0 (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

7. นำแบบทดสอบที่เลือกไว้จำนวน 80 ข้อมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของ แบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ตั้งแต่ 0.7 - 0.8 (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

8. คัดเลือกข้อที่ผ่านเกณฑ์ไว้ใช้ 40 ข้อใช้ในแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ และ 40 ข้อ ใช้ในแบบทดสอบวัดก่อน-หลังเรียนรายหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 10 ข้อ โดยไม่ซ้ำกับแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

9. จัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถการคิดเชิงคำนวณ ที่ผ่านเกณฑ์เพื่อนำไปใช้จริงใน บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. การสร้างและพัฒนาแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6

1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น การใช้งานของผู้เรียนที่เรียนด้วย บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. กำหนดสิ่งที่จะประเมินความคิดเห็น ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 5 ข้อคำถาม 2) ด้านการนำเสนอและมัลติมีเดีย 4 ข้อคำถาม และ 3) ด้านการใช้งานบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 4 ข้อคำถาม รวมข้อคำถามทั้งหมด 13 ข้อ

3. กาสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กำหนดเกณฑ์ตามแนวคิดของลิเคอร์ท (Likert) แบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ประเมินความคิดเห็น 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย โดยยึดเกณฑ์แบบสอบถามความคิดเห็น อยู่ในระดับ ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป

4. นำแบบสอบถามความคิดเห็นที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องขอคำแนะนำในการปรับเปลี่ยนข้อความให้สอดคล้องกับข้อความ และ ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความคิดเห็นตามคำแนะนำ

5. นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยมี ด้านวัดเนื้อหาและหลักสูตร 2 ท่าน ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความสอดคล้องของข้อความ (IOC) โดยนำผลรวมของคะแนนแบบสอบถามความคิดเห็นแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อพิจารณาดัชนีความสอดคล้อง โดยเลือกข้อความที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

6. นำแบบสอบถามความคิดเห็นที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงแก้ไข

7. จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในรูปแบบเอกสาร และแบบฟอร์มออนไลน์

8. นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปใช้จริงในบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการสร้างและการหาประสิทธิภาพบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและวิเคราะห์หาประสิทธิภาพโดยสรุปผลการทดลองออกเป็น 3 ระยะดังนี้

กลุ่มทดลองแบบเดี่ยว จำนวน 3 คน ประกอบด้วย เด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน ประสิทธิภาพของบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนระหว่างเรียนเฉลี่ย 32.33 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.83 และทำแบบทดสอบวัดหลังเรียนเฉลี่ย 33.67 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.17 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบเดี่ยว ได้ค่าประสิทธิภาพ 80.83/84.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

กลุ่มทดลองแบบกลุ่ม จำนวน 9 คน ประกอบด้วย เด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 3 คน ประสิทธิภาพของบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนระหว่างเรียนเฉลี่ย 36.67 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.67 และทำแบบทดสอบวัดหลังเรียนเฉลี่ย 36.33 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.83 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบกลุ่ม (1:10) ได้ค่าประสิทธิภาพ 91.67/90.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

กลุ่มทดลองแบบภาคสนาม จำนวน 30 คน ประกอบด้วย เด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อนในจำนวนที่เท่ากัน ประสิทธิภาพของบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนระหว่างเรียนเฉลี่ย 34.83 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.08 และทำแบบทดสอบวัดหลังเรียนเฉลี่ย 34.23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.58 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบภาคสนาม (1:100) ได้ค่าประสิทธิภาพ 87.08/85.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด จากนั้นนำบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ผลการพัฒนาที่บรรลุเกณฑ์นี้ เป็นเครื่องยืนยันความน่าเชื่อถือของบทรเรียนอีเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้น ว่ามีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้อย่างแท้จริง

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถการคิดเชิงคำนวณระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วย บทรเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถการคิดเชิงคำนวณระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

การทดสอบ	N	\bar{X}	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	30	26.80	6.83	12.56**	0.00
หลังเรียน	30	34.07	5.73		

**P < 0.01

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ยของความสามารถการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนเท่ากับ 26.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.83 ($\bar{X} = 26.80$, S.D. = 6.83) ส่วนคะแนนของความสามารถการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน เท่ากับ 34.07 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.73 ($\bar{X} = 34.07$, S.D. = 5.73) เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับกันโดยใช้การทดสอบแบบ t-test for Dependent Samples ซึ่งกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า ความสามารถการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าความสามารถการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสถิติทดสอบ $t = 12.56$ แสดงว่าสมมติฐานของการวิจัยได้รับการยอมรับ

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ (n = 30)		
	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหา			
1. ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.96	0.53	พึงพอใจมากที่สุด
2. เนื้อหาของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ในการทำงาน	4.77	0.31	พึงพอใจมากที่สุด
3. เนื้อหาของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถเข้าใจได้ง่าย	4.67	0.31	พึงพอใจมากที่สุด
4. ลำดับความยาก - ง่ายในการนำเสนอ	4.61	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
5. เนื้อหามีความเหมาะสม	4.57	0.35	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านการนำเสนอและมัลติมีเดีย			
1. ความน่าสนใจของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	4.96	0.50	พึงพอใจมากที่สุด
2. รูปแบบตัวอักษร ขนาดและสีตัวอักษรมีความชัดเจนอ่านง่าย	4.93	0.35	พึงพอใจมากที่สุด
3. ความสะดวกในการใช้งาน	4.83	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
4. ภาพที่นำเสนอในบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.62	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านการใช้งานบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)			
1. ความชอบในการเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	4.85	0.50	พึงพอใจมากที่สุด
2. ช่วยให้ผู้เรียนทบทวนบทเรียนและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.78	0.53	พึงพอใจมากที่สุด
3. วิธีการใช้งานบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ไม่ซับซ้อน	4.70	0.31	พึงพอใจมากที่สุด
4. การเข้าถึงเนื้อหา และการลำดับเนื้อหาของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถทำได้ง่าย	4.58	0.50	พึงพอใจมากที่สุด
รวม	4.76	0.40	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้งานบทเรียน อีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.76, S.D. = 0.40) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณารายข้อ พบว่ารายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง และ ความน่าสนใจของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (\bar{X} = 4.96) รองลงมาคือ รูปแบบตัวอักษร ขนาดและสีตัวอักษรมีความชัดเจนอ่านง่าย (\bar{X} = 4.93) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.08/85.58 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ หมายความว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณที่สูงขึ้น และเกิดทักษะจากการเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 87.08 และทำแบบทดสอบวัดผลหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.58 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 สืบเนื่องมาจาก บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยใช้แนวคิดหลักการออกแบบและพัฒนาสื่ออย่างมีระบบตามหลักการของ ADDIE Model (สมจิต จันทรฉาย, 2557) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) 5E คือรูปแบบการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาด้วยตนเองผ่านกระบวนการต่างๆ 5 ขั้นตอน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหา และเข้าใจเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้ง การจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ตามความสามารถเต็มตามศักยภาพของแต่ละคน สามารถทบทวนการเรียนรู้ได้ตลอดเวลาจนกว่าจะเข้าใจ กิจกรรมก่อนเรียนในแต่ละหน่วยเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนกระตุ้นความสนใจและความสงสัยของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยเน้นไปที่สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนเข้ากับบทเรียนใหม่ และทำให้ผู้เรียนรู้สึกอยากที่จะเรียนรู้ต่อ จากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักการออกแบบและพัฒนาสื่อของ ADDIE Model และทฤษฎีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) นั้น ส่งผลให้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือพัฒนาความสามารถการคิดเชิงคำนวณได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพัตรา ศิริเมืองราช ได้ศึกษาวิจัย เรื่องผลการจัดการเรียนการสอนด้วยเว็บไซต์ตามวัฏจักรการ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้นำรูปแบบ ADDIE Model มาเป็นหลักในการสร้างสื่อ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยเว็บไซต์ตามกระบวนการสืบเสาะ (5E) มีประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน (E1/E2) เท่ากับ 83.00/84.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (สุพัตรา ศิริเมืองราช, 2565)

2. ผลการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถการคิดเชิงคำนวณระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วย บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เป็นผลมาจากเนื้อหาของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่พัฒนาขึ้น มีการวิเคราะห์เนื้อหา วัตถุประสงค์ ตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) วัดผลตามขั้นตอนวิจัย ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาและเทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านเนื้อหา การหาค่าความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่น ค่าอำนาจจำแนก มีการปรับปรุงแก้ไขและผ่านกระบวนการทดลองหาประสิทธิภาพ จนได้แบบทดสอบวัดความสามารถการคิดเชิงคำนวณที่มีคุณภาพและสามารถนำมาใช้ได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิญา ไทยลาว ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพผ่านเว็บไซต์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณและชิ้นงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพผ่านเว็บไซต์สูงกว่า เกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (\bar{X} = 23.17, S.D. = 2.45 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.94) (อภิญา ไทยลาว, 2565) และสอดคล้องกับงานวิจัยของไพรวลัย คิวสุนทรเนตร ที่ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยการเขียนโค้ดตั้ง (Coding) โดยใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา

เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ส่งเสริมการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยการเขียนโค้ดตั้ง (Coding) โดยใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ไพรวลัย คิวสุนทรเนตร, 2565)

3. ผลจากที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ระดับความพึงพอใจรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = 0.40) ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุพัตรา ศิริเมืองราช ศึกษา เรื่องผลการจัดการเรียนการสอนด้วยเว็บไซต์ตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (สุพัตรา ศิริเมืองราช, 2565) และสอดคล้องงานวิจัยของอภิญา ไทยลาว ศึกษา เรื่องผลการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพผ่านเว็บไซต์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณและชิ้นงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (อภิญา ไทยลาว, 2565)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 สำหรับครูผู้สอนและสถานศึกษา บทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะรายวิชาวิทยาการคำนวณ ครูสามารถใช้บทเรียนนี้เป็นทั้งสื่อหลักหรือสื่อเสริม เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) ซึ่งจะช่วยกระตุ้นความสนใจและเพิ่มประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม

1.2 สำหรับนักออกแบบการสอนและนักเทคโนโลยีการศึกษา กระบวนการและผลลัพธ์จากการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นต้นแบบ (Prototype) และกรอบแนวทาง (Framework) สำหรับการพัฒนาสื่อดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงในบริษัทอื่น ๆ ได้ โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้แนวทางการพัฒนาอย่างเป็นระบบตามโมเดล ADDIE ควบคู่กับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียน เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งเป็นแนวทางที่พิสูจน์แล้วว่าสามารถนำไปสู่การออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนได้จริง

1.3 สำหรับหน่วยงานด้านการศึกษาและผู้กำหนดนโยบาย ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอย่างมีหลักการ ในการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับผู้เรียนในยุคดิจิทัล หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถใช้ข้อมูลนี้เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายส่งเสริม และจัดสรรทรัพยากรเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับกระบวนการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้เกิดผลลัพธ์อย่างเป็นรูปธรรมและสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรการศึกษาในปัจจุบัน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยซ้ำเพื่อศึกษาความเที่ยงตรงภายนอก ควรมีการทำวิจัยซ้ำ โดยนำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มประชากรที่แตกต่างออกไป เช่น นักเรียนในระดับชั้นอื่น หรือสถานศึกษาที่มีบริบททางสังคมและเศรษฐกิจที่หลากหลาย เพื่อตรวจสอบความคงที่ของประสิทธิผลและศึกษาปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อการใช้ซ้ำในนวัตกรรม ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการสรุปอ้างอิงผลการวิจัยให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

2.2 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผล ควรมีการออกแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่มีกลุ่มควบคุม (Control Group) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของบทเรียน อีเลิร์นนิ่งแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับกระบวนการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning), การสอนตามคู่มือครูแบบปกติ หรือการเรียนรู้ผ่านเกม (Game-Based Learning) เพื่อให้สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าองค์ประกอบใดของรูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ

2.3 การศึกษาตัวแปรตามในมิติอื่น นอกเหนือจากการวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณและความพึงพอใจ การวิจัยในอนาคตควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังตัวแปรตามอื่นๆ ทั้งในมิติพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) และจิตพิสัย (Affective Domain) เช่น ศึกษาผลที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นหรือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่ครอบคลุมถึงผลกระทบของนวัตกรรมที่มีต่อผู้เรียนในภาพรวม

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กุลนิษฐ์ วงศ์แก้ว. (2563). **การพัฒนาบทเรียนผ่านเว็บด้วย Google Site เรื่องโครงการอาชีพเห็ดสวรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. กรุงเทพฯ : สำนักการศึกษา.
- เชมณัฐ มิ่งศิริธรรม. (2559). **การออกแบบสื่อการศึกษาสร้างสรรค์ (Creative education media design)**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จินตวีร์ คล้ายสังข์. (2555). **อีเลิร์นนิ่งคอร์สแวร์ แนวทางสู่การปฏิบัติสำหรับการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่งในทุกกระดับ**. กรุงเทพฯ: บริษัท วี. พรินท์ (1991) จำกัด.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2547). **การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บในระบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์**. ศูนย์ตำราและเอกสารทาง วิชาการ คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2537). **การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการสอนระดับประถมศึกษา**. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2554). **อาจารย์มหาวิทยาลัยกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอน**. สำนักพัฒนาคุณภาพการศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ไพรวลัย คุ้มสุนทรเนตร. (2565). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยการเขียนโค้ดตั้ง (Coding) โดยใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2553). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สมจิต จันทรฉาย. (2557). **การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน**. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- สุพัตรา ศิริเมืองราช. (2565). **ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยเว็บไซต์ตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ วิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อภิญา ไทยลาว. (2565). **การจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพผ่านเว็บไซต์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณและชิ้นงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- Davidson-Shivers, G. V., & Rasmussen, K. L. (2006). **Web-based learning: Design, implementation, and evaluation**. Pearson. Merrill Prentice Hall.
- Khan, B. H. (1998). **Web-based instruction (wbi): An introduction**. Educational Media International, 35(2).
- Rodriguez, B. R. (2015). **Assessing computational thinking in computer science unplugged activities**. Master's thesis. Colorado School of Mines.