

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ
เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
The Effect of Problem-Based Learning with E-Learning on Array and String for Enhance
Problem-Solving Thinking Skills and Achievement of Grade 11 Students

รัตวลัญช์ ยอนปลัดยศ*

Ratwalan Yonpaladyot

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ 10520

Master's degree student in Computer Education Faculty of Industrial Education and Technology

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

*Corresponding author e-mail: 61603173@kmitl.ac.th

อัคพงษ์ สุขมาตย์

Aukpong Sukkamart

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ 10520

Faculty of Industrial Education and Technology

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

ไพฑูรย์ พิมพ์

Paitoon Pimdee

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ 10520

Faculty of Industrial Education and Technology

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

(Received: April 3, 2020; Revised: May 25, 2020; Accepted: August 10, 2020)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มมา 2 ห้องเรียน จำนวน 68 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพของกระบวนการ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ และสถิติทดสอบของ MANOVA โดยใช้สูตร Wilks's Lambda ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.63$) บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.84$) ประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง (E_1/E_2) เท่ากับ 84.41/81.76 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : ปัญหาเป็นฐาน บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดแก้ปัญหา

Abstract

The objective of this research was to develop on the problem-based e-learning courseware and study learning achievement and problem-solving skill on array and string. The samples of this research were grade 11 students who had studied in semester 2/2561 at Samsenwittayalai school. The samples have been selected by cluster random sampling method 2 classroom of 68 students. The research instruments included the quality assessment of learning management plans, the learning management plans, the quality assessment of

e-Learning courseware, the e-Learning courseware, the learning achievement test and the problem-solving skill test. The data were analyzed by using arithmetic mean, standard deviation, Efficiency of Process, Efficiency of Product and one-way MANOVA test using Wilks's Lambda. The results revealed that the quality of learning management plans was very good ($\bar{x} = 4.63$), the overall quality of e-Learning courseware was very good ($\bar{x} = 4.84$), the efficiency of e-Learning courseware (E_1/E_2) is equal to 84.41/81.76 and the learning achievement of students and the problem solving skill after learning with inquiry instruction with e-Learning courseware were significantly higher than before learning with conventional method at .05.

Keywords: Problem-base, E-Learning, Learning achievement, Problem-solving skill

ความเป็นมา

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ได้ปรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรและแนวทางในการจัดการศึกษาให้มีความสอดคล้องกับเจตนารมณ์แห่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างขีดความสามารถจากรากฐานของสังคมให้เข้มแข็งและรู้เท่าทันโลก และมีการจัดทำแผนพัฒนาสื่อสารมวลชนเทคโนโลยีสารสนเทศ และโทรคมนาคมเพื่อการพัฒนาคนและสังคมขึ้น เพื่อกำหนดทิศทางในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารตลอดจนเทคโนโลยีสารสนเทศ และโทรคมนาคม เพื่อเอื้อประโยชน์ต่อประชาชนทุกกลุ่ม ทุกพื้นที่อย่างทั่วถึง จึงจะเห็นได้ว่าปัจจุบันเทคโนโลยีมีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2558: 108) ประกอบกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ระบุว่าจัดการเรียนรู้ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม และเทคโนโลยี มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น และมีทักษะในการคิดแก้ปัญหาได้ จนเกิดเป็นการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง เพื่อการพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 8-19)

จากการศึกษาเอกสารระเบียบผลการเรียนของนักเรียนและการสอบถามครูผู้สอนวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559-2561 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ และนักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ลดต่ำลงอย่างต่อเนื่อง (โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย, 2562) ประกอบกับนักเรียนยังมีปัญหาในเรื่องของทักษะการคิดและการแก้ปัญหาการเขียนโปรแกรม นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและออกแบบโปรแกรม เพื่อนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ว่า จะต้องนำข้อมูลนำเข้าอะไรบ้าง ผลลัพธ์ที่โจทย์ต้องการคืออะไร และกระบวนการทำงานเพื่อให้ได้ซึ่งผลลัพธ์ควรเป็นอย่างไร และจากผลการสังเกตการเรียนการสอนในห้องเรียน พบว่ามีการจัดการเรียนการสอนแบบเดิมๆ ครูผู้สอนใช้วิธีการบรรยายเป็นการบรรยายทฤษฎีและสาธิตการเขียนโปรแกรมหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนน้อยลง (ทิศนา แคมมณี, 2550: 25) ประกอบกับทุกวันนี้ นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนน้อยลง เนื่องจากมีสิ่งจูงใจอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการเรียน และช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียนมีน้อย ซึ่งบางเนื้อหาการเรียนต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจและทบทวนบทเรียน ทำให้เวลาเรียนแค่เพียงในห้องเรียนเท่านั้น จึงยังไม่เพียงพอสำหรับนักเรียน (ไพบุลย์ ปัทมวิภาต, 2552: 141)

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ๆ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และสามารถนำมาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ รวมทั้งมองถึงการนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ

มากขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้หลายรูปแบบ จนพบรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning : PBL) หมายถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักยุทธศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนจากสถานการณ์ที่เป็นจริงซึ่งอยู่ในรูปของปัญหาที่พบได้ในชีวิตจริง (ณัฐภาส ถาวรวงษ์, 2551: 27-28) เป็นวิธีการพัฒนาความรู้ที่เน้นและสนับสนุนให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตัวเองโดยการเสนอปัญหาและความต้องการในการแก้ปัญหาที่นั้นๆ ซึ่งไม่เหมือนกับการเรียนเป็นเดิมๆ (Barrows, 1985) รูปแบบการสอนนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติจริงมากขึ้นและยังมีโอกาสออกไปแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา ในส่วนของผู้สอนก็ลดบทบาทของการเป็นผู้ควบคุมในชั้นเรียนลง ผู้เรียนมีอำนาจในการจัดการควบคุมตนเอง สามารถหาความรู้ใหม่ได้ตามความประสงค์ผู้เรียนโดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ กำหนดปัญหาทำความเข้าใจกับปัญหา ดำเนินการศึกษาค้นคว้า สังเคราะห์ความรู้ สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นำเสนอและประเมินผลงาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550: 7-8)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีพื้นฐานมาจากข้อมูลจริง สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์จำลองมาจากเหตุการณ์จริง ลักษณะการเรียนจะมีการจัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้ นักเรียนค้นหาคำตอบนั้น โดยนักเรียนต้องค้นคว้าหาความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง กระบวนการเรียนรู้นี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเฝ้ารู้ กระตือรือร้น และได้ลงมือศึกษาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่มเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพราะปัญหาที่ได้รับมานั้นจะไม่ได้หาคำตอบง่ายๆ แต่ต้องใช้การเปรียบเทียบและการคิดวิเคราะห์ เพื่อฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นการมุ่งพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าความรู้ โดยผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (ทิตนา แคมมณี, 2559: 137-138; Ahmad, Mohd & Marizan,

2005) จากข้อมูลดังที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาในวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัยซึ่งสอดคล้องกับจากวิจัยของพิชญา เขียดสังข์ (2562: 119) ที่ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการเขียนโปรแกรมแก้ปัญหาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์จะสามารถช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนได้มากยิ่งขึ้นและเอื้ออำนวยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมหรือทบทวนบทเรียนได้ไม่จำกัดเวลา ไม่จำกัดสถานที่ที่สามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ อีกทั้งยังช่วยให้เกิดการเรียนรู้ทักษะใหม่ในการคิดแก้ปัญหา ทำให้เกิดการเรียนรู้ในวงกว้าง ไม่มีข้อจำกัด ผู้วิจัยมีความคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการทำวิจัยครั้งนี้จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดีขึ้นและเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุความมุ่งหมายตามที่หลักสูตรสถานศึกษาได้กำหนดไว้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาเพื่อให้นำไปปรับใช้ได้ในชีวิตประจำวันและนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อนำผลการวิจัยไปพัฒนาการจัดการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์การวิจัย

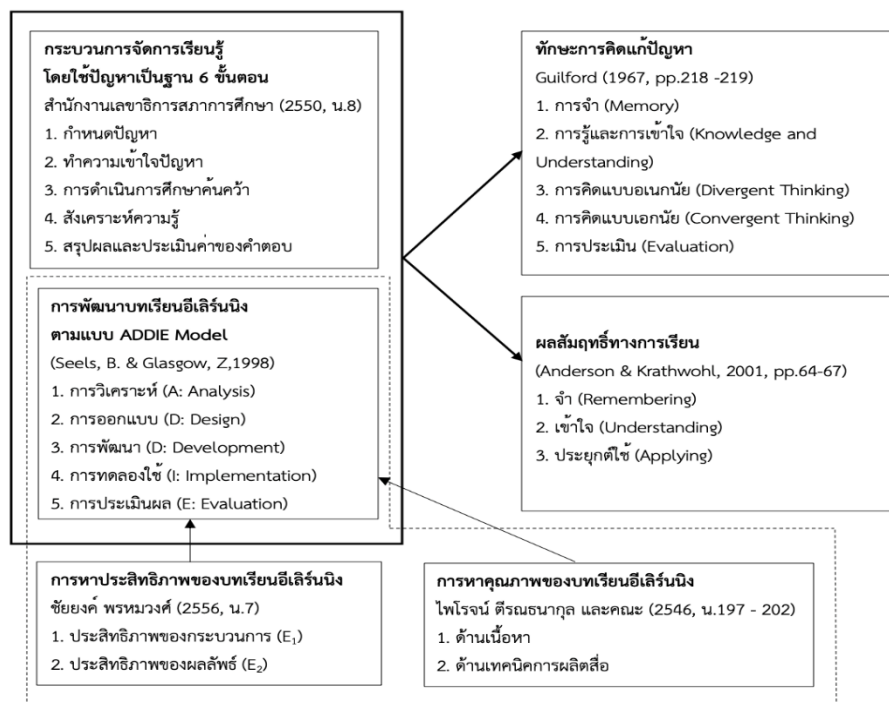
1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ของนักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้

ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งก่อนเรียนกับ
หลังเรียน

กรอบแนวคิดของการวิจัย

กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ผู้วิจัยใช้รูปแบบของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
(2550: 8) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ การกำหนดปัญหา
การทำความเข้าใจปัญหา การดำเนินการศึกษาค้นคว้า การ
สังเคราะห์ความรู้ การสรุปผลและประเมินค่าของคำตอบ
การนำเสนอและประเมินผลงาน โดยจัดการเรียนรู้ร่วมกับ
การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งตามแบบ ADDIE Model
(Seels, B. & Glasgow, Z, 1998) ประกอบด้วย การ
ดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ (A: Analysis) การ
ออกแบบ (D: Design) การพัฒนา (D: Development) การ
ทดลองใช้ (I: Implementation) และการประเมินผล (E:
Evaluation) จากนั้นมีการหาคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง
ตามกรอบแนวคิดการประเมินคุณภาพของบทเรียนของ
ไพโรจน์ ตรีธนากุล และคณะ (2546: 197-202) ที่แบ่ง
การประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้าน
เทคนิคการผลิตสื่อ แล้วนำมาหาประสิทธิภาพของบทเรียน
อีเลิร์นนิ่ง โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดการหาอัตราส่วน

ระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพ
ของผลลัพธ์ (E_1/E_2) ซึ่งหมายถึง ประสิทธิภาพของ
กระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของ
ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556: 7) และในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ เรื่องตัว
แปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดของ
Benjamin Bloom ที่ได้รับการปรับปรุงใหม่โดย Anderson
และ Krathwohl (Anderson & Krathwohl, 2001: 64-67)
โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งหมด 3 ระดับ เพื่อให้
เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ
สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ การจำ
(Remembering) การเข้าใจ (Understanding) และการ
ประยุกต์ใช้ (Applying) และในการพัฒนาทักษะการคิด
แก้ปัญหา (Problem Solving) ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของ
Guilford (1967: 218 -219) ประกอบด้วยความสามารถทั้ง
5 ด้าน คือ การจำ (Memory) การรู้และการเข้าใจ
(Knowledge and Understanding) การคิดแบบอนกนัย
(Divergent Thinking) การคิดแบบเอกนัย (Convergent
Thinking) และการประเมิน (Evaluation) กรอบแนวคิด
ของการวิจัยสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตของการวิจัย

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่เรียนวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จำนวน 3 ห้องเรียนรวม 101 คน กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียนรวม 68 คน จำแนกเป็นกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 34 คน และกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 34 คน

1.2 ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ จำแนกเป็นก่อนเรียนและหลังเรียน ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ

2. การใช้เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย

1) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีองค์ประกอบของแผนในด้านต่างๆ คือ องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล

2) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.25-0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.85

4) แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ มีความ

ยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.82

3. การบวนการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ได้ดำเนินการโดยใช้รูปแบบของ ADDIE Model (Seels & Glasgow, 1998) โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ ดำเนินการศึกษาลักษณะคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ซึ่งแบ่งเนื้อหาเป็น 4 เรื่องคือ ข้อมูลชนิดอาเรย์ อาเรย์ 1 มิติ อาเรย์ 2 มิติ และข้อมูลชนิดสตริง

ขั้นที่ 2 การออกแบบ ดำเนินการโดยออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ชื่อหัวเรื่อง จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และแบบฝึกหัด จากนั้นออกแบบจอภาพจัดพื้นที่และองค์ประกอบของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ ตัวอักษร และส่วนประกอบอื่น ๆ

ขั้นที่ 3 การพัฒนา ดำเนินการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ตามที่ได้ออกแบบไว้ แล้วนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างเสร็จนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ ดำเนินการทดลองใช้โดยนำไปทดลองกับกลุ่มทดลองที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการทดลองแบบ 1:1 โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเก่ง กลุ่มละ 1 คน แล้วนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จำนวน 34 คน

ขั้นที่ 5 การประเมินผล ดำเนินการประเมินผลโดยการนำผลการทดลองที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้สูตรการหา

ประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 10-11)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 การศึกษาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านทำการประเมิน

4.2 การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พร้อมแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน โดยแบ่งเป็นด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน หลังจากนั้นจึงนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มที่ 1 (กลุ่มหาประสิทธิภาพ) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้นักเรียนเรียนตามขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งศึกษาเนื้อหาในบทเรียน

4.3 การศึกษาเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ 2 (กลุ่มทดลอง) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียน (Pre-test) เพื่อนำคะแนนไปใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างดำเนินการเรียนรู้ผ่านบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเอง โดยมีผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุมชั้นเรียนและคอยให้คำแนะนำ เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนรู้ให้แต่ละหน่วยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เพื่อนำคะแนนที่ได้มาหาค่าประสิทธิภาพ (E_1) และเมื่อนักเรียนเรียนเสร็จสิ้นครบทุกเรื่องแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังการเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (Post-test) และหาค่า

ประสิทธิภาพ (E_2) จากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

5. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ และคุณภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2559: 245-248)

4.50-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ / บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพดีมาก

3.50-4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ / บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพดี

2.50-3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ / บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพพอใช้

1.00-1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ / บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพควรปรับปรุง

5.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ โดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 10-11)

5.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดแก้ปัญหา ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ใช้สถิติทดสอบของ MANOVA โดยใช้สูตร Wilk's Lambda (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2548: 12-17)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัย แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ด้านที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 3)		ระดับคุณภาพ
	$\bar{x}$	S	
1. ด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.87	ดี
3. ด้านเนื้อหาสาระ	4.83	0.29	ดีมาก
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.52	0.49	ดีมาก
5. ด้านสื่อการเรียนรู้	4.57	0.56	ดีมาก
6. ด้านการวัดและประเมินผล	4.50	0.43	ดีมาก
โดยรวม	4.63	0.44	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง มีคุณภาพโดยรวมและรายด้านเกือบทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ รองลงมาคือด้านเนื้อหาสาระ ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

ตาราง 2 คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ

ด้านที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 3)		ระดับคุณภาพ
	$\bar{x}$	S	
1. ด้านเนื้อหา	4.90	0.16	ดีมาก
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.81	0.32	ดีมาก
โดยรวม	4.84	0.27	ดีมาก

ตาราง 3 ประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	ร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน
ระหว่างเรียน (E_1)	34	20	16.88	84.41	84.41/81.76
หลังเรียน (E_2)		20	16.35	81.76	

จากตารางที่ 2 พบว่าบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ คุณภาพทั้งโดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก และจากตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์

และสายอักขระที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.41/81.76 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือไม่ต่ำกว่า 80/80

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

ตัวแปรตาม	คะแนนเต็ม	กลุ่มทดลอง (n = 34)			
		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	20	9.88	2.97	16.29	3.50
ทักษะการคิดแก้ปัญหา	15	6.14	1.97	13.41	2.24

ตารางที่ 5 การทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	F	Sig
Intercept	Pillai's Trace	610.80	0.00*
	Wilks' Lambda	610.80	0.00*
	Hotelling's Trace	610.80	0.00*
	Roy's Largest Root	610.80	0.00*
Group	Pillai's Trace	58.80	0.00*
	Wilks' Lambda	58.80	0.00*
	Hotelling's Trace	58.80	0.00*
	Roy's Largest Root	58.80	0.00*

*p< .05

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหา หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สูงกว่าก่อนเรียน ส่วนผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA) ตามตาราง 5 พบว่า ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นทุกข้อ ซึ่งผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นรายข้อปรากฏผล ดังนี้ คือ

1. ความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยใช้ Barlett's Test พบว่า Sig < ∞ แสดงว่าตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันจนเกิดภาวะร่วมเชิงเส้นพหุ (Multicollinearity)

2. เมตริกความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม โดยใช้ Box's M Test พบว่า Sig > ∞ แสดงว่าเมตริกความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วมมีความเท่ากัน

3. การแจกแจงเป็นปกติของข้อมูลโดยใช้ Shapiro-Wilk พบว่า Sig > ∞ แสดงว่า ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ (Normality) จึงดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (one-way MANOVA)

จากตารางที่ 5 ค่าความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า มีอย่างน้อยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังการทดลองที่เปลี่ยนแปลงสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 6 ผลค่าสถิติทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

Source	Dependent Variable	SS	df	MS	F	Sig.
Corrected Model	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	197.88	1	197.88	18.70	0.00*
	ทักษะการคิดแก้ปัญหา	471.19	1	471.19	105.60	0.00*
Intercept	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	9131.53	1	9131.53	862.71	0.00*
	ทักษะการคิดแก้ปัญหา	5241.31	1	5241.31	1174.62	0.00*
Group	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	197.88	1	197.88	18.70	0.00*
	ทักษะการคิดแก้ปัญหา	471.19	1	471.19	105.60	0.00*
Error	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	698.58	66	10.58		
	ทักษะการคิดแก้ปัญหา	294.50	66	4.46		
Total	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	10028.00	68			
	ทักษะการคิดแก้ปัญหา	6007.00	68			
Corrected Total	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	896.48	67			
	ทักษะการคิดแก้ปัญหา	765.69	67			

*p< .05

จากตารางที่ 6 พบว่า ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเนื่องจากในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาแบ่งเป็นก่อนเรียนและหลังเรียนจึงไม่ต้องทดสอบรายคู่ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาเปลี่ยนแปลงไปหลังจากการทดลองสูงกว่าก่อนเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.67$, $S = 0.44$) ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยยึดแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตาม

กรอบแนวคิดของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 8) และใช้ทฤษฎีในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพตามกรอบแนวคิดของอาภรณ์ ใจเที่ยง (2553: 230-231) ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีความครบถ้วนสอดคล้องสัมพันธ์กันขององค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ มีความถูกต้องของวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระ มีความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล โดยทุกขั้นตอนการสร้างอยู่ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบคุณภาพและให้ข้อเสนอแนะสำหรับนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในงานวิจัย จึงทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้แก่นักเรียนซึ่งการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาปัญหาเริ่มจากการกำหนดสถานการณ์ปัญหาแล้วทำความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้อีกและศึกษาค้นคว้าความรู้ใหม่ในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ที่ครูเตรียมไว้โดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำ เพื่อให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หลังจากทีนักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาเรียบร้อยแล้วจึงดำเนินการอธิบาย จากนั้นให้นักเรียน

ได้สังเคราะห์ความรู้โดยการตั้งสมมติฐานว่ามีวิธีการหรือขั้นตอนใดบ้างในการแก้ปัญหาได้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาพิสูจน์สมมติฐานที่วางไว้ โดยนักเรียนจะนำความรู้จากการศึกษาค้นคว้าไปทดลองใช้ตามสมมติฐานเพื่อพิสูจน์ข้อสมมติฐาน และสรุปผลหลักการที่ได้จากการศึกษาปัญหา นำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเอง และกิจกรรมขั้นสุดท้ายเป็นการประเมินโดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ในสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว และหาข้อสรุปที่จะได้นำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป เพื่อให้ผู้เรียนมีกระบวนการในการแก้ปัญหาการเขียนโปรแกรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัดของรายวิชา จากที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีความครบถ้วนสอดคล้องสัมพันธ์กันขององค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ มีความถูกต้องของเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดประเมินผล ส่งผลให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับจากวิจัยของพิชญา เชื้อดั่งซ์ (2562: 116) ที่ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนโปรแกรมแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.73$)

2. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระที่ได้รับการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพโดยรวมในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.84$, $S = 0.27$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า 1) ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.90$, $S = 0.16$) เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาเนื้อหาของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ตามเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหาของไฟโรจน์ ติรณนากุล และคณะ (2546: 197-202) จึงทำให้ได้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก 2) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.81$, $S = 0.32$) เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งตามหลักของ ADDIE Model (Seels & Glasgow,

1998) ทำให้การพัฒนาบทเรียนมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) 2. ขั้นการออกแบบ (Design) 3. ขั้นการพัฒนา (Development) 4. ขั้นการทดลองใช้ (Implementation) และ 5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์หลักสูตรตลอดจนเนื้อหาอย่างละเอียด โดยรวบรวมเนื้อหาจากหนังสือ ตำราเรียน เอกสาร รวมทั้งเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องก่อนนำมาวิเคราะห์เป็นหน่วยย่อย มีการออกแบบบทเรียนโดยนำเนื้อหาเขียนเป็นการดำเนินเนื้อเรื่องแบบเป็นลำดับขั้น มีการประเมินและปรับปรุงคุณภาพของบทเรียนตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จึงทำให้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของวรลลวร พิสิษฐกุลกรกิจ (2558: 81) ได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์ วิชา การเขียนโปรแกรม เรื่อง คำสั่งวนซ้ำ ตามแนวทางของ ADDIE Model ทำให้บทเรียนออนไลน์มีคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.78$) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอิธิวัฒน์ มานพ (2559: 53) ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนอ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นฐานการเขียนโปรแกรมวิซวลเบสิก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้พัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งตามกรอบแนวคิดของ ADDIE Model ซึ่งทำให้คุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.53$) อีกทั้งประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระมีค่าเท่ากับ 84.41/81.76 ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่า 80/80 เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอย่างเป็นระบบตามแบบ ADDIE Model และผ่านการประเมินคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ยังมีการทดลองใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างแต่ไม่ใช่มกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาถึงข้อบกพร่องของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งในด้านต่างๆ เช่น ด้านสำนวนภาษา กราฟิกที่ใช้ความเหมาะสมของระยะเวลา และข้อเสนอแนะอื่นๆ นำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนใช้จริงในงานวิจัย จึงทำให้บทเรียน

อีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหา มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยิ่งคุณ รอดทิม (2558: 65-66) ได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนออนไลน์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.63/80.30 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของของพิชญา เขียดสังข์ (2562: 116) ที่ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ บทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนโปรแกรมแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่าบทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 88.97/81.41

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง พบว่า หลังจากการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสายอักขระอย่างมีระบบ ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ มีการพัฒนาและออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดแก้ปัญหา และพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ผ่านกระบวนการสร้างและพัฒนา ให้มีคุณภาพ ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ เป็นแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ นักเรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา สามารถทำแบบทดสอบ และส่งแบบฝึกหัด ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้การจัดการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การจัดกิจกรรมเพื่อ พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถนำทักษะนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ด้วย ซึ่ง สอดคล้องกับแนวคิด Dewey (1997: 140) ซึ่งเชื่อว่าการ เรียนรู้จะเกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้เป็นผู้ลงมือกระทำ จึงใช้การ

จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ จากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นบทเรียนอีเลิร์น นิ่งประกอบด้วยสื่อที่น่าสนใจ เช่น ภาพ เสียง และวิดีโอ ทำให้นักเรียนรู้สึกสนใจและอยากที่จะเรียนรู้ จึงส่งผลให้ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 16.29 สูงกว่าก่อนเรียน ที่มีค่าเฉลี่ยของ คะแนนเท่ากับ 9.88 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของอาชิรญาณ เกษสุวรรณ (2554: 89-90) ได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์ผ่านระบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาโปรแกรมนำเสนอ ข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนที่เรียนผ่านบทเรียนออนไลน์ผ่านระบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีทักษะการ แก้ปัญหาหลังเรียน ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 13.41 สูงกว่าก่อน เรียน ที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 6.14 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของบุญสนอง วิเศษสาร (2560: 57) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่อความสามารถในการ คิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของ นักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยณิศร เสมพิช (2562: 111) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ การสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การ เขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ คิดแก้ปัญหาของนักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนควรสร้างความเข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรมและการใช้สื่อออนไลน์หรือบทเรียนอีเลิร์นนิ่งให้ชัดเจน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถวางแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม รวมถึงเตรียมความพร้อมในการเข้าถึงสื่อการเรียนรู้และความพร้อมของอุปกรณ์

1.2 ผู้สอนสามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาเขียนโปรแกรมหรือเรื่องที่เกี่ยวข้อง และมีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งจะให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความสนใจ และช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น

1.3 ผู้สอนสามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาที่เน้นการปฏิบัติและมีเวลาจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่เพียงพอ เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ นักเรียนอาจจะเรียนจากที่บ้านหรือสถานที่อื่นนอกจากภายในโรงเรียนซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ณิศร เสมพิช. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การเขียนโปรแกรมแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2548). การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปรและการวิเคราะห์จำแนกประเภท. สืบค้น 15 มกราคม 2563, จาก <http://watpon.com>
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 7-20.
- ณัฐภาส ถาวรวงษ์. (2551). การประเมินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL) ของรายวิชาฟิสิกส์คลินิกหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิตนา แชมมณี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แชมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญสนอง วิเศษสาร. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการทำวิจัยซึ่งใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งไปใช้กับรายวิชาอื่นๆ ที่เน้นการปฏิบัติ

2.2 ควรศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งกับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

2.3 ควรใช้กิจกรรมหรือเทคนิคการจัดการเรียนรู้อื่นๆ ร่วมกับการใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาให้สูงขึ้น

2.4 ควรเพิ่มการนำเสนอในรูปแบบสื่อมัลติมีเดียให้หลากหลายรูปแบบ เช่น เกม และสถานการณ์จำลอง เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) (Premium) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2559). *วิธีวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: มินิ เซอร์วิส ซัพพลาย.
- พิชญา เขียดสังข์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนโปรแกรมแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ไพบุลย์ ปัทมวิภาต. (2552). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาหลักการเขียนโปรแกรม 2 เรื่อง ตัวชี้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*. 8(2), 141-146.
- ไพโรจน์ ตีรณธนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และเสกสรร แยมพิณิจ. (2546). *การออกแบบและการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนสำหรับ e-Learning*. สมุทรสาคร: พิมพ์ดี.
- ยิ่งคุณ รอดทิม. (2558). *การจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย. (2562). *ระเบียบแสดงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย*. สืบค้น 24 ตุลาคม 2562, จาก <http://www.samsenwit.ac.th>
- วรลลวร พิสิฐกุลธกรกิจ. (2558). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาการเขียนโปรแกรม เรื่อง คำสั่งวนซ้ำ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*. 14(3), 237-243.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2558). *แนวทางการจัดการทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะทางสาขาวิชาชีพ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- อริวัฒน์ มานพ. (2559). การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นฐานการเขียนโปรแกรม วิชาพลศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*. 15(3), 53-59.
- อาชิรญาณ์ เกษสุวรรณ. (2554). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ผ่านระบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายวิชาโปรแกรมนำเสนอข้อมูล* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Ahmad F. M. A, Mohd A. M. H, & Marizan s. (2005). *Problem Based Learning Approach in Programmable Logic Controller*. Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives*. New York: Longman.
- Barrows, H.S. (1985). *How to Design a Problem-Base Curriculum for the Pre-Clinical Years*. New York: Springfield Publishing.
- Dewey, J. (1997). *Democracy and Education*. New York: The Free Press.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Seels, B. & Glasgow, Z. (1998). *Making Instructional Design Decisions*. (2nd ed.). Columbus, Ohio: Prentice-Hall.