

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง
วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
THE EFFECT OF LEARNING MANAGEMENT PLAN WITH E-LEARNING BASED ON
STEAM EDUCATION ON 10TH GRADE IN PROJECT DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY
1 SUBJECT (COMPUTING SCIENCE)

ปัญหาญจน์ ทรัพย์เจริญ* ปริญญาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ และฐิยาพร กันตธานวัฒน์
Panyakan Subcharoen, Pariyaporn Tungkunan and Thiyaporn Kantathanawat
E-mail: 61603172@kmitl.ac.th, pariyaporn.tu@kmitl.ac.th and thiyaporn.ka@kmitl.ac.th

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
Department of Industrial Education, Faculty of Industrial Education and Technology
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

*Corresponding author E-mail: s.panyakan@gmail.com

(Received: June 26, 2020; Revised: July 23, 2020; Accepted: July 30, 2020)

ABSTRACT

This research aimed to 1) develop a quality learning management plan based on STEAM education in project development of technology 1 subject (computing science) for 10th-graders 2) develop a quality and effective STEAM-based E-learning courseware 3) compare the project development skills achievements between STEAM-based learning management plan and normal learning management learners. The samples were Chonradsadornumrung school's 10th-graders that were cluster random sampled in 1st-semester of the academic year of 2019 which consisted of 3 classes with 45 students each. The research instruments were learning management plan, learning management plan assessment form, E-learning courseware, E-learning courseware assessment form, work behavior observation form ($r = .866$), and project evaluation form ($r = .854$). The statistics used for data analysis were arithmetic mean, standard deviation, Pearson product moment correlation coefficient, and pooled variance t-test with statistical significance at the .05 level. The results of this research revealed that 1) the learning management plan based on STEAM education in project development of technology 1 subject (computing science) for 10th-graders was at an excellent level ($\bar{x} = 4.92$, $S = 0.08$) 2) the overall E-learning courseware content quality was at an excellent level ($\bar{x} = 4.72$, $S = 0.05$) and the media quality was at a good level ($\bar{x} = 4.24$, $S = 0.71$) 3) the efficiency of the E-learning courseware (E_1/E_2) was 86.45/86.91, which higher than the set criteria of 80/80. 4) the STEAM-based learners' development skills achievements were significantly higher than those normal learners at the .05 level.

Keywords: E-learning courseware; STEAM education; project development; computing science

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพ 2) พัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ช่วยร่วมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การพัฒนาโครงการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ที่ได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มจำนวน 3 ห้อง ห้องละ 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน ($r = .866$) และแบบประเมินผลโครงการ ($r = .854$) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (pooled variance t-test) โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.92, S = 0.08$) 2) บทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีคุณภาพด้านเนื้อหา ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.72, S = 0.05$) และมีคุณภาพด้านสื่อ ในภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.24, S = 0.71$) 3) อัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.45/86.91 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 และ 4) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การพัฒนาโครงการ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

คำสำคัญ: บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง สะเต็มศึกษา การพัฒนาโครงการ วิทยาการคำนวณ

1. บทนำ

ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศ สื่อเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องเนื่องกับการดำเนินชีวิตในปัจจุบันและอนาคตเป็นอย่างมาก อีกทั้งรัฐบาลปัจจุบันของไทยมีวิสัยทัศน์เชิงนโยบาย ไทยแลนด์ 4.0 ที่ทุกคนล้วนมีส่วนร่วมในการผลักดันเศรษฐกิจของประเทศให้ขับเคลื่อนไปในทิศทางเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ ภาคเอกชน ประชาชน สถานศึกษาและสถาบันวิจัยต่าง ๆ [1]

จากความสำคัญของเทคโนโลยีข้างต้น ทำให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องขานรับนโยบายจากรัฐบาล จึงได้มีคำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานให้ยกเลิกมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 2 การออกแบบเทคโนโลยี และ สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 อีกทั้งเปลี่ยนชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็น กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ เปลี่ยนชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้สถานศึกษาพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลก ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และได้มีคำสั่งเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาการคำนวณ และวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี โดยบรรจุวิชาวิทยาการคำนวณเข้าไปในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีตัวชี้วัดที่น่าสนใจคือ ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง [2] ซึ่งเป็นการพัฒนานวัตกรรมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับชีวิตประจำวัน

หลังจากที่สถานศึกษาได้ทำการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณจริงเป็นครั้งแรกเมื่อภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 แล้วพบว่าปัญหาในส่วนของผู้สอนที่มีความพร้อมไม่เพียงพอสำหรับการเริ่มต้นสอนวิชาใหม่นี้ ถึงแม้จะได้รับการอบรมเพิ่มเติมจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านระบบออนไลน์ก็ตาม รวมถึงผู้เรียนค่อนข้างสับสนในเนื้อหาวิชาที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่น เช่น ภาษาไทย คณิตศาสตร์ และยังไม่สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ [3] อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มใหญ่ โดยมีครูเป็นผู้ให้ความรู้ด้วยวิธีการบรรยายประกอบการใช้เอกสารที่เป็นใบงาน แบบฝึกหัด และโปรแกรมนำเสนอ ตามขั้นตอนการจัดการ

เรียนรู้ที่ประกอบด้วย ชี้นำ ชี้นสอน และชันสรูป ไม่ได้นำเทคโนโลยีมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ และไม่ได้บูรณาการวิชาอื่นร่วมด้วย ถึงแม้ว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และกระทรวงศึกษาธิการเล็งเห็นว่าประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ จึงได้ขับเคลื่อนส่งเสริมศึกษาประเทศไทย (STEM Education Thailand) เพื่อเป็นส่วนช่วยในการสร้างคนไทยรุ่นใหม่ให้มีความสามารถในการเรียนรู้ การคิด และใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน โดยการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ที่เน้นทักษะการคิดและการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรม [4] แล้วก็ตาม อีกทั้งยังจัดตั้งเครือข่ายส่งเสริมที่มุ่งหวังจะขับเคลื่อนส่งเสริมศึกษาให้เกิดขึ้นในประเทศไทยอย่างเป็นทางการประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชนผ่านทางศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (National STEM Education Center: NSEC) และศูนย์ส่งเสริมศึกษาภาค (Regional STEM Education Center: RSEC) ซึ่งกระจายอยู่ใน 12 จังหวัดทั่วประเทศ ซึ่งโรงเรียนชลราษฎรอำรุงได้รับการแต่งตั้งให้เป็นศูนย์ส่งเสริมศึกษาภาคตะวันออกมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 เพื่อส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่บูรณาการวิศวกรรม

การสอนแบบส่งเสริมศึกษาเป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือกระทำอย่างกระตือรือร้นและได้ผลงานออกมาโดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้จากการวางแผนทำกิจกรรมการคิดต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้ช่วยสนับสนุนนักเรียน ทั้งนี้ส่งเสริมศึกษาประกอบไปด้วย 4 วิชาคือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี แต่เนื่องจากศิลปศาสตร์ (Arts) เป็นต้นกำเนิดของการศึกษา ไม่สามารถแยกศิลปะออกจากส่งเสริมศึกษาได้ Georgette Yakman [5] นักการศึกษาชาวอเมริกา จึงได้เสนอแนวคิดส่งเสริมศึกษา ที่พัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาจากส่งเสริมศึกษา ที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มาเป็นสเต็ม (STEAM) โดยเพิ่มศิลปศาสตร์เข้ามา สถาบันการศึกษาทั่วโลกได้นำแนวคิดนี้ไปใช้ออกแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับการเรียนรู้ในระดับชั้นการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งหลังจากมีการนำแนวคิดส่งเสริมศึกษามาใช้ พบว่า สเต็มศึกษาช่วยพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาให้กับผู้เรียนได้ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละบุคคล [6]

สื่อออนไลน์หรือเทคโนโลยีทางการศึกษาที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์หรือบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง [7] ซึ่งบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่เน้นการใช้สื่อประสมในการนำเสนอเนื้อหา และการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยทันทีทันใด ผู้เรียนยังสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามสะดวก ผู้สอนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนด้วยกันเองมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านระบบเครือข่ายที่เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน สามารถเรียนรู้ได้ทุกสถานที่ทุกเวลา ซึ่งหากนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดส่งเสริมศึกษามาใช้ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาแล้วจะทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้ ทำให้ผู้เรียนสนุกสานกับการเรียนมากขึ้น และสามารถเข้าถึงการศึกษาได้ทุกที่ ทุกเวลาอีกด้วย

จากความสำคัญและประเด็นปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าต้องมีการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วยการสร้างนวัตกรรมและวิธีการเรียนรู้ในเชิงบูรณาการที่มีเทคโนโลยีเป็นตัวเกื้อหนุนการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดส่งเสริมศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการพัฒนาโครงงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยคาดหวังว่าผู้เรียนจะสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม ทำความเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับกับการสร้างสรรค์โครงงานนวัตกรรมเพื่อพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศชาติในภายภาคหน้าสืบไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดส่งเสริมศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงงานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพ

2.2 เพื่อพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ใช้ร่วมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดส่งเสริมศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการพัฒนาโครงงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การพัฒนาโครงงาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดส่งเสริมศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การพัฒนาโครงการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 จำนวน 14 ห้องเรียน รวมเป็นนักเรียนทั้งสิ้น 615 คน

4.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ที่ได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยสุ่มห้องเรียน 3 ห้อง จำนวนห้องเรียนละ 45 คน รวมเป็นนักเรียนทั้งสิ้น 135 คน

4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

4.3.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีการจัดการเรียนรู้ จำแนกเป็น การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.3.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การพัฒนาโครงการ

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) มีรายละเอียดขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนตามแนวคิดของ Burachai Sirimahasakorn [8] อันได้แก่ 1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ 2. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะทำให้จุดประสงค์การเรียนรู้บรรลุผล 3. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานของ Sukon Sintapanon [9] กรอบมาตรฐานการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ KOFAC [10] และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ NASA [11] มาสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นรับรู้ปัญหา (2) ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (3) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (4) ขั้นออกแบบเชิงสร้างสรรค์ (5) ขั้นประเมินผลและการนำเสนอ (6) ขั้นท้าทาย

5.1.2 แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยใช้แนวคิดของ Suwit Moolkum [12] ซึ่งประกอบด้วยสิ่งที่ต้องพิจารณา 6 ด้าน ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนการสอน เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้

5.1.3 บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การพัฒนาโครงการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งด้วยกระบวนการ ADDIE ของ Seels and Glasgow [13] ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) การวิเคราะห์ (Analysis) (2) การออกแบบ (Design) (3) การพัฒนา (Development) (4) การนำไปทดลองใช้ (Implementation) (5) การประเมินผล (Evaluation)

5.1.4 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วยด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อตามแนวคิดของ Priroj Teeranatanakul, et al. [14]

5.1.5 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้ร่วมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยใช้การสังเกตร่วมกับมาตราประมาณค่าสร้างเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน โดยใช้กรอบการสังเกตของ John Lofland [15] ในการประเมินกระบวนการเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดครบถ้วนที่สุด ซึ่งผู้วิจัยนำไปตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวัดผลการปฏิบัติงานโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างมิติที่ประเมินกับนิยามขององค์ประกอบ (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 ผู้วิจัยจึงคัดเลือกรายการประเมินไว้ทั้งหมด และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) มีค่าเท่ากับ .866 ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป ถึง 1.0 จึงถือว่าแบบสังเกตมีคุณภาพด้านความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับสูง

5.1.6 แบบประเมินผลโครงการงานของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้ร่วมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยเลือกแบบมาตราประมาณค่ามาเป็นเครื่องมือสร้างแบบประเมินผลโครงการงาน โดยสร้างรายการพฤติกรรมที่ต้องการที่เกี่ยวข้องกับผลการปฏิบัติงาน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนผลการปฏิบัติงานซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ซึ่งผู้วิจัยนำไปตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวัดผลการปฏิบัติงานโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างมิติที่ประเมินกับนิยามขององค์ประกอบ (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 ผู้วิจัยจึงคัดเลือกรายการประเมินไว้ทั้งหมด และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) มีค่าเท่ากับ .854 ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป ถึง 1.0 จึงถือว่าแบบประเมินผลโครงการงานมีคุณภาพด้านความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับสูง

5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มได้เป็นนักเรียนจำนวน 45 คน โดยให้เรียนบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ แล้วเก็บข้อมูลจากการทำใบงานระหว่างเรียนสะสมเป็นคะแนนของกระบวนการ หลังจากนั้นให้นักเรียนนำเสนอโครงการแล้วเก็บคะแนนด้วยแบบวัดทักษะการทำโครงการ ได้เป็นคะแนนของผลลัพธ์ เพื่อนำไปคำนวณเป็นร้อยละและเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

ตอนที่ 2 การวัดทักษะการทำโครงการของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้ร่วมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยและครูประจำวิชาอีกท่านสังเกตพฤติกรรมการทำงานโครงการของนักเรียนโดยบันทึกข้อมูลลงแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้ร่วมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เมื่อนักเรียนนำเสนอโครงการแล้วผู้วิจัยและครูประจำวิชาอีกท่านประเมินผลโครงการของนักเรียนด้วยแบบประเมินผลโครงการของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้ร่วมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ และ คุณภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

5.3.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ผู้วิจัยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และสูตรการหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) แล้วเทียบกับเกณฑ์ 80/80

5.3.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (independent samples) การวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน 2 กลุ่ม ผู้วิจัยจึงใช้ t-test independent แบบ pooled variance t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นอยู่ในหน่วยที่ 3 เรื่อง การพัฒนาโครงการ ใช้เวลาการจัดการเรียนรู้ 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวมเป็น 18 คาบ มีองค์ประกอบ 7 ส่วน ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ และบันทึกการจัดการเรียนรู้ โดยในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน คือ ขั้นรับรู้ปัญหา ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นออกแบบเชิงสร้างสรรค์ ขั้นประเมินผลและการนำเสนอ และขั้นทำทนาย แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	\bar{x}	S	ระดับคุณภาพ
1. จุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
2. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5.00	0.00	ดีมาก
3. สารสำคัญ	5.00	0.00	ดีมาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้	4.95	0.08	ดีมาก
5. สื่อการเรียนรู้	4.81	0.16	ดีมาก
6. การวัดและประเมินผล	4.75	0.25	ดีมาก
รวมทุกด้าน	4.92	0.08	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.92, S = 0.08$) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านทั้ง 6 ด้าน พบว่าทั้ง 6 ด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด และด้านสารสำคัญ ($\bar{x} = 5.00, S = 0.00$) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.95, S = 0.08$) ด้านสื่อการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.81, S = 0.16$) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{x} = 4.75, S = 0.25$)

6.2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านสื่อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งด้วยกระบวนการ ADDIE 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปทดลองใช้ และการประเมินผล โดยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีลักษณะเป็นสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การพัฒนาโครงการ ที่เน้นการใช้สื่อประสมในการนำเสนอเนื้อหา และการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยทันทีทันใด โดยอาศัยระบบการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ตในการถ่ายทอด ซึ่งบทเรียนถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และถูกบรรจุไว้ใน Google Classroom แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	\bar{x}	S	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
2. ด้านการปฏิสัมพันธ์	4.42	0.14	ดี
3. โครงสร้างของบทเรียน	4.75	0.00	ดีมาก
รวมทุกด้าน	4.72	0.05	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า คุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ด้านเนื้อหา ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.72, S = 0.05$) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านเนื้อหาและด้านโครงสร้างของบทเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และด้านการปฏิสัมพันธ์มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยเรียงลำดับคุณภาพจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านเนื้อหา ($\bar{x} = 5.00, S = 0.00$) ด้านโครงสร้างของบทเรียน ($\bar{x} = 4.75, S = 0.00$) และด้านการปฏิสัมพันธ์ ($\bar{x} = 4.42, S = 0.14$)

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ด้านสื่อ

รายการประเมิน	\bar{x}	S	ระดับคุณภาพ
1. ด้านการนำเสนอสื่อประสม	4.38	0.57	ดี
2. ด้านการปฏิสัมพันธ์	3.67	0.98	ดี
3. โครงสร้างของบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
รวมทุกด้าน	4.24	0.71	ดี

จากตารางที่ 3 พบว่า คุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ด้านสื่อ ในภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.24, S = 0.71$) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านโครงสร้างของบทเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ด้านการนำเสนอสื่อประสมและด้านการปฏิสัมพันธ์มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยเรียงลำดับคุณภาพจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านโครงสร้างของบทเรียน ($\bar{x} = 4.67, S = 0.58$) ด้านการนำเสนอสื่อประสม ($\bar{x} = 4.38, S = 0.57$) และด้านการปฏิสัมพันธ์ ($\bar{x} = 3.67, S = 0.98$)

6.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การพัฒนาโครงการ

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	
			ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	30	41	35.44	86.45 (E ₁)
หลังเรียน		45	39.11	86.91 (E ₂)

จากตารางที่ 4 พบว่า บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการมีอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₁/E₂) เท่ากับ 86.45/86.91 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

6.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การพัฒนาโครงการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง (กลุ่มทดลอง) กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม) แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การพัฒนาโครงการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	n	\bar{X}	S	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
				F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
ทดลอง	45	39.11	1.54	5.484	0.021	6.957	88.000	0.000*
ควบคุม		36.67	1.78					

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะเท่ากับ 39.11 (S = 1.54) และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะเท่ากับ 36.67 (S = 1.78) โดยผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติแสดงได้ว่าค่า Sig. มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การพัฒนาโครงการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง กับของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

7. อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพ 2) พัฒนบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ใช้ร่วมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การพัฒนาโครงการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (\bar{x} = 4.92, S = 0.08) 2) บทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีคุณภาพด้านเนื้อหา ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (\bar{x} = 4.72, S = 0.05) และมีคุณภาพด้านสื่อ ในภาพรวมอยู่ในระดับดี (\bar{x} = 4.24, S = 0.71) 3) อัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₁/E₂) เท่ากับ 86.45/86.91 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 และ 4) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การพัฒนาโครงการ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

7.1 แผนกรจัดการเรยนรู้ตามแนวคิดสละตีมศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรือง การพัฒนาโครงการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพอยู่ในระดับตีมาก ($\bar{x} = 4.92, S = 0.08$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแผนกรจัดการเรยนรู้ โดยใช้แนวคิดของ Burachai Sirimahasakorn [8] ซึ่งมีกระบวนการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ กำหนดจุดประสงค์การเรยนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรยนรู้ที่จะทำให้จุดประสงค์การเรยนรู้บรรลุผล และกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรยนรู้ที่ตั้งไว้ อีกทั้งผู้วิจัยได้นำกระบวนการจัดการเรยนรู้ตามแนวคิดสละตีมศึกษาที่สังเคราะห์จากแนวคิดกรจัดการกิจกรรมการเรยนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน กรอบมาตรฐานการเรยนรู้ตามแนวคิดสละตีมศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้เป็นกระบวนการเรยนรู้หลัก ทำให้แผนกรจัดการเรยนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ สอดคล้องกับ Narisara Goedpum, et al. [16] ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรยนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรยนแบบห้องเรยนกลับด้านร่วมกับบทเรยนอีเลิร์นนิ่ง เรือง กลไกไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผลการศึกษาพบว่า แผนกรจัดการเรยนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับตีมาก ($\bar{x} = 4.54$)

7.2 บทเรยนอีเลิร์นนิ่ง วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรือง การพัฒนาโครงการ มีคุณภาพด้านเนื้อหา ในภาพรวมอยู่ในระดับตีมาก ($\bar{x} = 4.72, S = 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยใช้แนวคิด ADDIE Model ในการพัฒนาบทเรยนอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งได้วิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหาและพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ทั้งยังให้ความสำคัญกับความถูกต้องของเนื้อหาและปฏิสัมพันธ์ของบทเรยนอีเลิร์นนิ่งกับเนื้อหาอีกด้วย สอดคล้องกับ Patcharin Chaibubpha, et al. [17] ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรยนอีเลิร์นนิ่ง เรือง การใช้คำสั่งภาษาโลโก้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอรัญประเทศ พบว่า บทเรยนอีเลิร์นนิ่ง เรืองการใช้คำสั่งภาษาโลโก้ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับตีมาก ($\bar{x} = 4.75, S = 0.44$)

คุณภาพด้านสื่อ ในภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.24, S = 0.71$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยใช้แนวคิด ADDIE Model ในการพัฒนาบทเรยนอีเลิร์นนิ่งซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาที่เป็นระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนการออกแบบที่ผู้วิจัยต้องเอาใจใส่ในทุกรายละเอียดการออกแบบรูปแบบของบทเรยนอีเลิร์นนิ่ง สอดคล้องกับ Natthaporn Singmanee, et al. [18] ที่ได้ศึกษาผลการใช้บทเรยนอีเลิร์นนิ่งโดยใช้เกมเป็นฐานวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า บทเรยนอีเลิร์นนิ่งมีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.36, S = 0.65$)

อัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.45/86.91 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ประเมินการตั้งเกณฑ์จากการทดลองรายบุคคลและการทดลองกลุ่มย่อยได้ไม่สอดคล้องกับความรู้ความสามารถของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทำให้กำหนดเกณฑ์ได้ต่ำเกินไป โดยข้อมูลผลการเรยนของนักเรียนในภาคเรยนก่อนหน้านั้นไม่ได้บ่งบอกถึงความสามารถในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มวิชาวิทยาการคำนวณนี้เป็นวิชาใหม่ที่นักเรียนไม่เคยได้เรยนมา อีกทั้งผู้วิจัยได้แก้ไขปรับปรุงบทเรยนอีเลิร์นนิ่งให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิในด้านสื่อและด้านเนื้อหา รวมถึงผลย้อนกลับและข้อผิดพลาดที่พบจากการทดลองรายบุคคลและการทดลองย่อย สอดคล้องกับ Supattra Tapiantong, et al. [19] การจัดการเรยนรู้ด้วย Google Application for Education ร่วมกับบทเรยนบนเครือข่ายเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรยนด้านทักษะ เรือง การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอองาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า บทเรยนมีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 81.37/83.13 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 80/80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

7.3 ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรยนด้านทักษะ เรือง การพัฒนาโครงการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรยนตามแผนกรจัดการเรยนรู้ตามแนวคิดสละตีมศึกษา ร่วมกับบทเรยนอีเลิร์นนิ่ง สูงกว่าการจัดการเรยนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดการเรยนรู้ตามแนวคิดสละตีมศึกษา ร่วมกับบทเรยนอีเลิร์นนิ่งส่งเสริมให้นักเรยนนำความรู้ความสามารถมาใช้กับการพัฒนาโครงการเพื่อแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับความเป็นจริงในชีวิตประจำวันของตน ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา ด้านเทคโนโลยีที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและใช้ในการเรยนรู้ด้วยบทเรยนอีเลิร์นนิ่งที่สามารถเรยนรู้ได้ทุกสถานที่ทุกเวลา ด้านวิศวกรรมที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาโครงการ ด้านศิลปะที่ใช้ในการออกแบบชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ และด้านคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการใช้เหตุและผลเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งแตกต่างจากการจัดการเรยนรู้แบบปกติที่ไม่ได้บูรณาการความรู้จากวิชาเหล่านี้ อีกทั้งจากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนยังพบว่านักเรียนได้ระดมสมองร่วมกันออกแบบเครื่องมือหรือวิธีที่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรยนรู้ด้วยตนเองและเกิดเป็นทักษะการแก้ปัญหาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Kim Hyoung Bum and Chae Dong Hyun [20] ที่ได้ศึกษาการพัฒนาและประยุกต์ใช้แนวคิดสละตีมศึกษาในการเรยนรู้วัฒนธรรมเกาหลีดั้งเดิม พบว่า นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรยนรู้ตามแนวคิดสละตีมศึกษา นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านการแบ่งปันความคิดเห็น โดยบูรณาการความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับความสามารถทางด้านศิลปะเกิดเป็นความคิดสร้างสรรค์ขึ้น และสอดคล้องกับ Suranee Sriboon and

Wisud Pongen [21] ที่ได้ศีกษาเรื่องผลการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้อตามแนวคิด STEAM education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนได้เผชิญปัญหาที่เกิดขึ้นจริงทำให้เกิดความสนใจ นักเรียนค้นหาวิธีแก้อปัญหาด้วยตนเองอย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งยังได้ลงมือปฏิบัติจริง จึงทำให้บรรลุเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้อ สอดคล้องกับ Chadtharawadee Boonthanom, et al. [22] ที่ได้ศีกษาการจัดประสบการณ์บูรณาการการเรียนรู้อสะตีมศึกษาโดยการใช้วรรณกรรรมเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย โดยใช้แผนการจัดประสบการณ์บูรณาการการเรียนรู้อสะตีมศึกษาโดยการใช้วรรณกรรรมเป็นฐานจำนวน 20 แผน และแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยเป็นเครื่องมือ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยมีค่าเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง และเด็กปฐมวัยมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นในการออกแบบและประดิษฐ์ชิ้นงาน

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

8.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดสะตีมศึกษา วิชาเทคโนโลยี 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงการระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้อในสถานศึกษาที่มีความพร้อมในการจัดการเรียนรู้อแบบบูรณาการได้

8.1.2 การนำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งไปใช้ในการจัดการเรียนรู้อจำเป็นต้องคำนึงถึงความพร้อมของอินเทอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์ของสถานศึกษา

8.1.3 การนำแนวคิดสะตีมศึกษาไปใช้ เหมาะกับการจัดการเรียนรู้อที่ต้องการให้นักเรียนพัฒนาด้านทักษะพิสัย ได้ลงมือปฏิบัติจริง มากกว่าการจัดการเรียนรู้อที่ต้องการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย

8.2 ข้อเสนอแนะเพื่อนำวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจเพิ่มการวัดผลด้านพุทธิพิสัยและ/หรือด้านจิตพิสัยร่วมด้วย หรือนำแนวคิดสะตีมศึกษาไปใช้ในรายวิชาอื่น ดังตัวอย่างชื่อเรื่องวิจัย “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดสะตีมศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชา ...”

กิตติกรรรมประกาศ

การวิจัยนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและคณาจารย์คณะศรศาสตร์อุตสาหกรรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำปรึกษาและกำลังใจเสมอมา ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการประเมินเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณคณะครูและนักเรียนโรงเรียนชลราษฎรอำรุงที่ให้ความร่วมมือกับผู้วิจัยในการทดลองและเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- [1] Paitoon Sinlarat, et al. 2016. **Education 4.0 is more than education**. 3rd ed. Bangkok : Chulalongkorn university.
- [2] Ministry of Education. 2017. **Indicators and Core Content in Science (Rev. ed. B.E. 2560 (A.D. 2008)) The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)**. Bangkok : The Agricultural Cooperative Federation of Thailand.
- [3] Woranuch Saengchan. 10th grade Computing Science Professional Teacher, Chonradsadornmrungrung school. March 19, 2019. Interview.
- [4] Montri Chulavatnatol. 2013. “STEM Education Thailand and STEM Ambassadors.” **IPST**. 42(185) : 14-18.

- [5] Yakman, G. 2008. **STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education**. Retrieved March 3, 2019, from <https://steamedu.com/wp-content/uploads/2014/12/2008-PATT-Publication-STEAM.pdf>
- [6] Wasinee Itsarasena Na Ayutthaya. 2017. **All about STEM Education**. 2nd ed. Bangkok : Chulalongkorn university.
- [7] Kemmanat mingsiritham. 2016. **Creative Educational Media Design**. Bangkok : Chulalongkorn university.
- [8] Burachai Sirimahasakorn. 2002. **Student-centered learning plan**. Bangkok : Book Point.
- [9] Sukon Sintapanon. 2015. **Learning management of modern teachers to improve the skills of learners in the 21st century**. Bangkok : 9119 Technic Printing.
- [10] KOFAC. n.d. **Learning Standards Framework of STEAM Classes**. Retrieved May 14, 2019, from https://steam.kofac.re.kr/?page_id=11269
- [11] NASA. 2018. **Engineering Design Process**. Retrieved May 25, 2019, from <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html>
- [12] Suwit Moolkum. 2008. **Writing learning management plans that focus on thinking**. 3rd ed. Bangkok : E.K. Books.
- [13] Seels, B., and Glasgow, Z. 1998. **Making Instructional Design Decisions**. 2nd ed. New Jersey : Merrill.
- [14] Priroj Teeranatanakul, Paiboon Kiattikomol and Saksun Yampinij. 2003. **Design and producing computer instruction package for e-Learning**. Samut Sakhon : Pimdee.
- [15] Lofland, J. 1971. **Analyzing Social Setting**. California : Wadsworth.
- [16] Narisara Goedpum, Pariyaporn Tungkunan and Paitoon Pimdee. 2019. "THE PSYCHOMOTOR ACHIEVEMENT OF FLIPPED CLASSROOM WITH E-LEARNING ON MACHANIC ELECTRIC AND ELECTRONIC." **JIE**. 18(3) : 224-231.
- [17] Patcharin Chaibubpha, Krissana Kiddee and Sirirat Petsangsri. 2015. "A Development of an E-Learning Courseware on Using Logo Command Language for Grade 8 Students at Aranprathet School." **JIE**. 14(3) : 252-258.
- [18] Natthaporn Singmanee, Sirirat Petsangsri and Malai Tawisook. 2015. "The Effects of E-learning Courseware using Game-Based Instruction on Information Technology III Subject for 9th Grade Students." **JIE**. 14(3) : 592-598.
- [19] Supattra Tapiantong, Thiyaporn Kantathanawat and Suwanna Innoi. 2020. "The Learning Management With Google Application for Education Collaboration Networking Lessons to Promote Learning Achievement in Related Skills on The Information Technology in Presentation Method for Grade 9." **JIE**. 19(1) : 15-24.
- [20] Kim, H.B and Chae D.H. 2016. "The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture". **Eurasia**. 12(7) : 1925-1936.
- [21] Suranee Sriboon and Wisud Pongen. 2019. "The Learning Outcomes of STEAM Education based on Problem Based Learning to Developing Mathematical Skills and Process for Seventh Grade Students." **JES**. 47(1) : 526-543.
- [22] Chadtharawadee Boonthanom and Oraphan Butkatunyoo. 2015. "Integrated STEAM Education to Learning Experience Provision by Using Literature Based for Development of Creative Thinking of Preschool Children.." **KER**. 30(3) : 186-195.