

การสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการ

คอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

The Components Synthesis of Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project

วินิตย์ พิขพันธ์^{1*}, วรปภา อารีราษฎร์² และ เนตรชนก จันทร์สว่าง³

Winit Pidchapan^{1*}, Worapapha Arreerard² and Netchanok Jansawang³

นักศึกษาสาขาการจัดการเทคโนโลยี^{1*} คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม²

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม³

Student of Major Technology Management^{1*}, Faculty of Information Technology at Rajabhat MahaSarakhm

University², Faculty of Science and Technology at Rajabhat MahaSarakhm University³

E-mail: 599270080108@rmu.ac.th, dr.worapapha@rmu.ac.th, jansawangn@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ 2) สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 21 คน คัดเลือกเป็นกลุ่มเป้าหมายตามเกณฑ์ที่กำหนด แบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เทคนิค EDRF รอบที่ 1 2) แบบสอบถามแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 2 และ 3) แบบสอบถามแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 3 สถิติที่ใช้ ได้แก่ มัธยฐาน และผลต่างของควอไทล์ที่ 1 และ 3

ผลการวิจัย พบว่า 1) การศึกษาแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลแยกตามแต่ละด้านดังนี้ (1) ด้านนโยบาย หลักการ และแนวคิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จัดแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ นโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0 ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 เท่ากับ 0 (2) ด้านองค์ประกอบกิจกรรมรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ สารการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ เทคนิคการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการทำโครงการ รูปแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมกับนักเรียน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Google Application การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Youtube และการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ข้อ ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 อยู่ระหว่าง 0-1 (3) ด้านตัวชี้วัดรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อ

พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ คุณลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และคุณลักษณะของนักเรียน ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 เท่ากับ 0 และ (4) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค่ายวิชาการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 กิจกรรม การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน การบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ชั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ชั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ชั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ และชั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ช่วง ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 อยู่ระหว่าง 0-1 และ 2) ผลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1) ด้านนโยบาย หลักการและแนวคิด ส่วนที่ 2) ขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ ส่วนที่ 3) สารการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ส่วนที่ 4) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่วนที่ 5) การวัดผลประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ และส่วนที่ 6) ตัวชี้วัดกิจกรรมการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คำสำคัญ: เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว โครงงานคอมพิวเตอร์ สะเต็มศึกษา เทคนิค EDFR

Abstract

The purposes of the research were 1) to investigate the trends of embedded technology application for developing STEM based computer project and 2) to synthesize the models of embedded technology application for developing STEM based computer project. The target population was twenty one experts selected by purposive sampling. The research instrument was 1) an interview form of the experts by using EDFR technique for the 1st round, and 2) two sets of questionnaires on the trends of embedded technology application for developing STEM based computer project for the 2nd and 3rd round. The statistics used were median and quartile of the 1st and 3rd round.

The research study showed that the trends of embedded technology application for developing STEM based computer project consisted of 4 components. 1) The policies, principles and concepts of embedded technology application for developing STEM based computer project consisted of four major items: policy of Thailand 4.0, learning skills in the 21st century (3Rs8Cs), the Basic Education Core Curriculum B.E 2008 (the improved curriculum B.E 2017) and STEM learning management. The median of the four items assessed by the experts was at a high level (Me = 5), and the range of quartiles 3 and 1 was 0. 2) The activities of the embedded technology application for developing STEM based computer project consisted of the contents of embedded technology, process of computer project development, techniques for project based learning, the appropriate

teaching materials of embedded technology, information technology application for learning activities through Google Application, information technology application through Youtube and measurement and evaluation. The median of all items assessed by the experts was at a high level (Me = 5), and the range of quartiles 3 and 1 was 0-1. 3) The indicators of embedded technology application for developing STEM based computer project consisted of attribute of learning activities and characteristics of the students. The median of the tow indicators assessed by the experts was at a high level (Me = 5), and the range of quartiles 3 and 1 was 0. 4) The four learning activities of embedded technology application for developing STEM based computer project consisted of academic learning camp activities, STEM based project learning activities. The six step of learning activities by integrating STEM based computer project. Step 1 of the stem based learning activities focused on opening to learning world, step 2 of the activities focused on basic factor analysis, step 3 of the activities focused on planning for the operation, step 4 of the activities focused on creative activities, step 5 of the activities focused on writing a report and a handbook, and step 6 of the activities focused on learning transfer. The median of all activities assessed by the experts was at a high level (Me = 5), and the range of quartiles 3 and 1 was 0-1. 2) The synthesis of the models of embedded technology application for developing STEM based computer project consisted of 6 parts: 1) policy, principles and concepts, 2) computer project development process, 3) learning contents of embedded technology, 4) application of information technology for learning activity management, 5) evaluation of learning activities and 6) indicators of computer project development activities in accordance with the STEM education guidelines.

Keywords: Embedded Technology, Computer Project, STEM Education, EDFR Technique

บทนำ

การศึกษาไทยได้ให้ความสำคัญต่อแนวทางการปฏิรูปการศึกษาไปสู่ยุคศตวรรษที่ 21 คือ การที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาสมรรถนะสำคัญของนักเรียนทั้ง 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี [1] สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 และมุ่งเน้นให้ผู้สอนมีกระบวนการพัฒนาผู้เรียน โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้สำคัญกว่าความรู้ โดยครูเป็นผู้ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน เป็นการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติการลงมือทำ การเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสนใจของผู้เรียน [2] ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องจัดรูปแบบการสอน หรือเทคนิคการสอนให้สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21

โครงการคอมพิวเตอร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 สมรรถนะตามหลักสูตรแกนกลาง นอกจากนี้ยังจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นบุคคลที่ใฝ่เรียนรู้ ตลอดจนเป็นผู้ที่มีคุณธรรม

จริยธรรมของผู้ใช้งานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เช่น ไม่คัดลอกโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ ไม่ละเมิดการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์โดยที่ตนเองไม่มีสิทธิ์ ไม่นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง ผลงานที่ได้ต้องไม่สร้างความเสียหายต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวนี้เมื่อนักเรียนนำไปปรับใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันในภายหน้า จะช่วยให้นักเรียนดำรงตนอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข [3]

เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีในยุคศตวรรษที่ 21 ถือเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงาน และควบคุมสั่งการในการทำโครงงานด้านคอมพิวเตอร์ เช่น หุ่นยนต์ เครื่องตรวจจับสภาพอากาศ โปรแกรมเปิดปิดไฟสัญญาณจราจร อุปกรณ์อัจฉริยะต่างๆ ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างเป็นระบบ การทำงานร่วมกันเป็นทีมและนักเรียนสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวสู่โครงงานที่มีความเหมาะสม ทันสมัยและมีความคิดสร้างสรรค์ [4]

การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นรูปแบบหนึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มวิชา ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรม หรือการทำโครงงานที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี [5]

จากความสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาทักษะแห่งอนาคตใหม่ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานคอมพิวเตอร์ ที่มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว และการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าผลการวิจัยจะนำไปสู่รูปแบบการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดเชิงระบบด้วยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และมีทักษะในการสร้างชิ้นงานนวัตกรรมใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อศึกษาแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.2 เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

دنول บุญชอบ [6] ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โครงงาน ระหว่างกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสานและกลุ่มปกติ รายวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ พบว่า 1) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

และหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนโครงการกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสานและกลุ่มปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของโครงการหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนโครงการระหว่างกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสาน และกลุ่มปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีผลสัมฤทธิ์ของโครงการหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสาน สูงกว่านักเรียนกลุ่มปกติ 3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโครงการ พบว่า นักเรียนกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสานมีความพึงพอใจรวมทุกด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 และนักเรียนกลุ่มปกติมีความพึงพอใจรวมทุกด้าน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66

ปริญญ์ อ้นภักดี [7] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ วิชา IPST-MicroBox ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมแพศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์วิชา IPST-MicroBox ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.02 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานเมกุยแกนส์ 2) ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมสูงขึ้นตามลำดับ วงรอบปฏิบัติที่ 1 ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 50.63 วงรอบปฏิบัติที่ 2 ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับมาก โดยมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 61.88 วงรอบปฏิบัติที่ 3 ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับมาก โดยมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 79.23 3) ผลคะแนนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ทักษะการทำงานเป็นทีมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.472 แสดงว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน 5) การศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50

สุพิชฌาย์ ศรีโคตร [2] ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi. ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi พบว่า กิจกรรมการฝึกอบรมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ นโยบาย หลักการและแนวคิด เครือข่ายความร่วมมือ กิจกรรมการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียน สื่อและเครื่องมือสนับสนุนและตัวชี้วัดการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ผลการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi พบว่า ชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.23/82.42 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน และมีผลการทดลองด้านความรู้ พบว่า ผู้เรียนที่เข้าร่วมอบรม มีคะแนนเฉลี่ยหลังการอบรมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านทักษะ พบว่า ผลการทดลองปฏิบัติด้วยแบบฝึกหัด ผู้เรียนมีทักษะอยู่ระดับดีมาก ร้อยละ 81.82 และด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมฝึกอบรม ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก 3) ผลการศึกษาทักษะการโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi ของผู้เรียนพบว่า ทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi ของผู้เรียนจากการประเมินผลโครงการที่ผู้เรียนทำการสร้างขึ้น โดยใช้แบบประเมินโครงการของผู้เรียน จำนวน 33 คน ผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนจากการทำโครงการ อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 81.82 มีคะแนนจากการทำโครงการอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 18.18

วรภา อาธิราชกูร์, อภิชาติ เหล็กดี และธนศ ยืนสุข [8] ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี โดยใช้เรสพเบอร์รี่ไพ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Raspberry Pi กับอุปกรณ์ภายนอก นักศึกษาสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ Raspberry Pi กับอุปกรณ์ภายนอกโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ผลการศึกษาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี นักศึกษามีทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด 3) ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ Raspberry Pi สู่โครงการ นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์ในการสร้างโครงการ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และ 4) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อกิจกรรมพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี โดยใช้ Raspberry Pi อยู่ในระดับมากที่สุด

ภาสกร เรืองรอง [9] กล่าวว่า วิจัยที่ใช้ในการศึกษาอนาคตเพื่อเป็นเครื่องมือทำนายอนาคต บ่งชี้แนวโน้มสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต มีลักษณะสำคัญประกอบด้วย 1) เวลามีการระบุช่วงเวลา เช่น 5 ปี, 10 ปี, 25 ปี 2) ปัญหาไม่ใช่ปัญหาในความรับผิดชอบของคนใดคนหนึ่ง 3) ทฤษฎี เป็นความพยายามที่จะใช้และสร้างทฤษฎีในการศึกษา 3) เทคนิคการวิเคราะห์ ผสมผสานระหว่างวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเชิงพรรณนา 4) การนำผลที่ได้ไปใช้ เพื่อประกอบการวางแผนและการตัดสินใจเกี่ยวกับอนาคต

หทัยรัตน์ หอมไกรลาศ วรภา อาธิราชกูร์ และมนต์ชัย เทียนทอง [10] ได้วิจัยเรื่อง การสังเคราะห์องค์ประกอบการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ โดยใช้เทคนิคอิตีเอฟอาร์ ผลวิจัย พบว่า 1) การศึกษาองค์ประกอบการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1.1) ความสำคัญของนโยบายการจัดการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานักศึกษาด้านเทคสตาร์ทอัพ 1.2) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ และ 1.3) คุณลักษณะของกิจกรรมการเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพโดยผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติ ที่ค่ามัธยฐานอยู่ระหว่าง 2-5 และมีค่าพิสัยควอร์ไทล์ อยู่ระหว่าง 0-1 2) องค์ประกอบของการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 2.1) นโยบายการจัดการศึกษา 3 ด้าน คือ ด้านยุทธศาสตร์ชาติ 20ปี (พ.ศ.2560-2579) ด้านแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564) และด้านการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 2.2) องค์ประกอบของการพัฒนาเครื่องมือการพัฒนานักศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ (1) ด้านหลักการทฤษฎี (2) ด้านการพัฒนาเครื่องมือการพัฒนานักศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ (3) ด้านขั้นตอนการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ (4) ด้านสิ่งสนับสนุนการอบรม และ (5) ด้านกิจกรรมการอบรม และ 3) คุณลักษณะของเครื่องมือการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ ด้านกิจกรรมการพัฒนานักศึกษาและด้านคุณลักษณะของผู้เรียน และ 3) ขั้นตอนการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ

อัพ ประกอบด้วย 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 สร้างแรงบันดาลใจ ชั้นที่ 2 ศึกษาปัญหาและสร้างแนวคิดขั้นที่ 3 สร้างทีมงานขั้นที่ 4 สร้างแนวคิดธุรกิจใหม่และ ชั้นที่ 5 นำเสนอธุรกิจใหม่

ศิริรัช คุณชมภู, วรภา อาริราษฎร์ และธรัช อาริราษฎร์ [11] ได้วิจัย เรื่อง การศึกษาแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม โดยใช้เทคนิค EDFR ผลการวิจัย พบว่า แนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม มีผลแยกตามแต่ละด้านดังนี้ 1) ปัจจัยด้านหลักการและแนวคิดในการดำเนินงานเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมให้ประสบความสำเร็จ จัดแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ หลักการและแนวคิดด้านวัฒนธรรม หลักการและแนวคิดด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม และตัวชี้วัดความสำเร็จในการดำเนินงาน ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 อยู่ระหว่าง 0-1 2) องค์ประกอบการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในชุมชนให้ประสบความสำเร็จ จัดแบ่งเป็นแต่ละด้าน ได้แก่ องค์ประกอบการบริหารจัดการ ประกอบไปด้วย โครงสร้าง กลยุทธ์ ระบบและการจัดการ และทีมงาน ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 อยู่ระหว่าง 0-1 และ 3) แนวทางการนำ/ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม จัดแบ่งเป็นแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านการนำเสนอสารสนเทศผ่านสื่อในรูปแบบต่าง ๆ ด้านข้อบ่งชี้ของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ด้านลักษณะของสื่อ ที่นำเสนอ และด้านการจัดทำฐานข้อมูลนักท่องเที่ยว ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 อยู่ระหว่าง 0-1

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาและสรุปกรอบแนวคิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในนโยบายด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา กรอบแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ควรนำมาบูรณาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ แนวทางในการวัดและประเมินผล

1.2 นำกรอบแนวคิดจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยมาเป็นแนวทางในการจัดทำแบบสอบถามปลายเปิดแบบมีโครงสร้าง เพื่อสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้วยเทคนิค EDFR ในรอบที่ 1

1.3 คัดเลือกและกำหนดคุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 21 คน

1.4 เก็บข้อมูลรอบที่ 1 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลและนำมาจัดทำแบบสอบถาม ตามกระบวนการเทคนิค EDFR ในรอบที่ 2

1.5 เก็บข้อมูลรอบที่ 2 สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผู้วิจัยนำข้อมูลที่วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ด้วยสถิติมัธยฐาน และค่าพิสัยความแตกต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 กับควอไทล์ที่ 1 และนำค่าสถิติดังกล่าวไปลงข้อมูลในแบบสอบถามรอบที่ 2 เพื่อใช้เป็นแบบสอบถามรอบที่ 3

1.6 เก็บข้อมูลรอบที่ 3 เพื่อยืนยันความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ

1.7 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลจากการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

2. เครื่องมือการวิจัย

2.1 แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง สำหรับใช้ในเทคนิค EDFR รอบที่ 1

2.2 แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สำหรับใช้ในเทคนิค EDFR รอบที่ 2

2.3 แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สำหรับใช้ในเทคนิค EDFR รอบที่ 3

3. กลุ่มเป้าหมาย

ผู้เชี่ยวชาญในพัฒนาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา คัดเลือกเป็นกลุ่มเป้าหมายตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 21 คน แบบเฉพาะเจาะจง โดยมีคุณสมบัติ คือเป็นผู้ที่มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการตั้งแต่รองศาสตราจารย์ หรือมีประสบการณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา หรือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการนิเทศติดตาม ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือ มีประสบการณ์ในการทำงานหรือจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงานทางด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวไม่น้อยกว่า 3 ปี

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ สถิติมัธยฐาน และผลต่างของควอไทล์ที่ 1 และ 3 โดยใช้เกณฑ์การแปลผลค่ามัธยฐาน (Median) ดังนี้

ค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับมาก

ค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับน้อย

ค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

การแปลผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าพิสัยอินเทอร์ควอไทล์พิจารณาจากค่าความแตกต่างควอไทล์ที่ 3 กับควอไทล์ที่ 1 [12] ดังนี้

ถ้าค่าพิสัยอินเทอร์ควอไทล์ที่คำนวณได้มีค่าไม่เกิน 1.50 แสดงว่าความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อความนั้นสอดคล้องกัน (Consensus)

ถ้าค่าพิสัยอินเทอร์ควอไทล์ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 1.50 แสดงว่าความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อความนั้นไม่สอดคล้องกัน (Consensus)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.1 ด้านนโยบาย หลักการ และแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 นโยบาย หลักการ และแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

รายการ	Med	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
ด้านที่ 1 นโยบาย หลักการ และแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา				
1. นโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0	5.00	0	มากที่สุด	✓
2. ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs)	5.00	0	มากที่สุด	✓
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	5.00	0	มากที่สุด	✓
4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	5.00	0	มากที่สุด	✓

จากตารางที่ 1 พบว่า ด้านนโยบาย หลักการ และแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา จัดแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ นโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0 ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 เท่ากับ 0

1.2 ด้านองค์ประกอบกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รายการ	Med	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
ด้านที่ 2 องค์ประกอบกิจกรรมรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา				
1. สารการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย				
1.1 ระบบโครงสร้างของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.2 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.3 การใช้งานอุปกรณ์เพิ่มเติมเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ได้แก่	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

รายการ	Med	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
เซ็นเซอร์ มอเตอร์และการแสดงผลต่าง ๆ				
1.4 สื่ออุปกรณ์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมในการเรียนรู้				
1.4.1 Orange pi	5.0	1.0	มากที่สุด	✓
1.4.2 KidBright	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.4.3 Micro bit	5.0	1.0	มากที่สุด	✓
1.4.4 Node MCU	5.0	1.0	มากที่สุด	✓
2. ขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ มี 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย				
2.1 ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.2 ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.3 ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.4 ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.5 ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.6 ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3. เทคนิคการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการทำโครงงาน				
3.1 เทคนิคพี่เลี้ยง (Mentor)	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.2 เทคนิคกลุ่มแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw)	5.0	1.0	มากที่สุด	✓
4. รูปแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมกับนักเรียน				
4.1 สื่อวีดิโอ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
4.2 สื่อภาพนิ่ง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
4.3 สื่อเอกสารประกอบการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5. การใช้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Google Application				
5.1 การใช้ Google Classroom ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5.2 การใช้ Google Forms ในการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบประเมินต่าง ๆ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5.3 การใช้ Google Sites ในการนำเสนอกิจกรรมของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5.4 การใช้ Google Search เป็นเครื่องมือค้นหาข้อมูลใช้ในการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5.5 การใช้ Google Drive เป็นเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูลออนไลน์ หรือการแชร์ข้อมูล	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5.6 การใช้ Google mail ในการลงชื่อเข้าใช้งาน google classroom	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Youtube				
6.1 การนำเสนอเนื้อหาวิดีโอผ่าน Youtube	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.2 การนำเสนอผลงานนักเรียนผ่าน Youtube	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.3 การนำเสนอเนื้อหาวิดีโออื่นที่เกี่ยวข้องผ่าน Youtube	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7. การวัดและประเมินผล				
7.1 การวัดผลด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียน				
7.1.1 เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.1.2 การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

รายการ	Med	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
7.1.3 ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.2 การประเมินผลด้านทักษะของนักเรียน				
7.2.1 ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.2.2 ทักษะการทำงานเป็นทีม ได้แก่ การแก้ปัญหา ภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.2.3 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.3 การประเมินผลด้านการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์				
7.3.1 การประเมินผลจากการนำเสนอ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.3.2 การประเมินผลจากชิ้นงานโครงการ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

จากตารางที่ 2 พบว่า องค์ประกอบกิจกรรมรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ สารการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ เทคนิคการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการทำโครงการ รูปแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมกับนักเรียน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Google Application การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Youtube และการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ข้อ ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 อยู่ระหว่าง 0-1

1.3 ตัวชี้วัดรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวชี้วัดรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รายการ	Med	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
ด้านที่ 3 ตัวชี้วัดรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา				
1. คุณลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1.1 พัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.2 บูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงการ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.3 ส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2. คุณลักษณะของนักเรียน				
2.1 มีความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงการและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

รายการ	Med	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
2.2 มีทักษะการเรียนรู้สู่การเป็นนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะนวัตกรรมและทักษะการคิดสร้างสรรค์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.3 มีทักษะการทำงานเป็นทีมและแก้ปัญหา ได้แก่ การแก้ปัญหา ภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.4 มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

จากตารางที่ 3 พบว่า ตัวชี้วัดรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ คุณลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และคุณลักษณะของนักเรียน ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 เท่ากับ 0

1.4 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

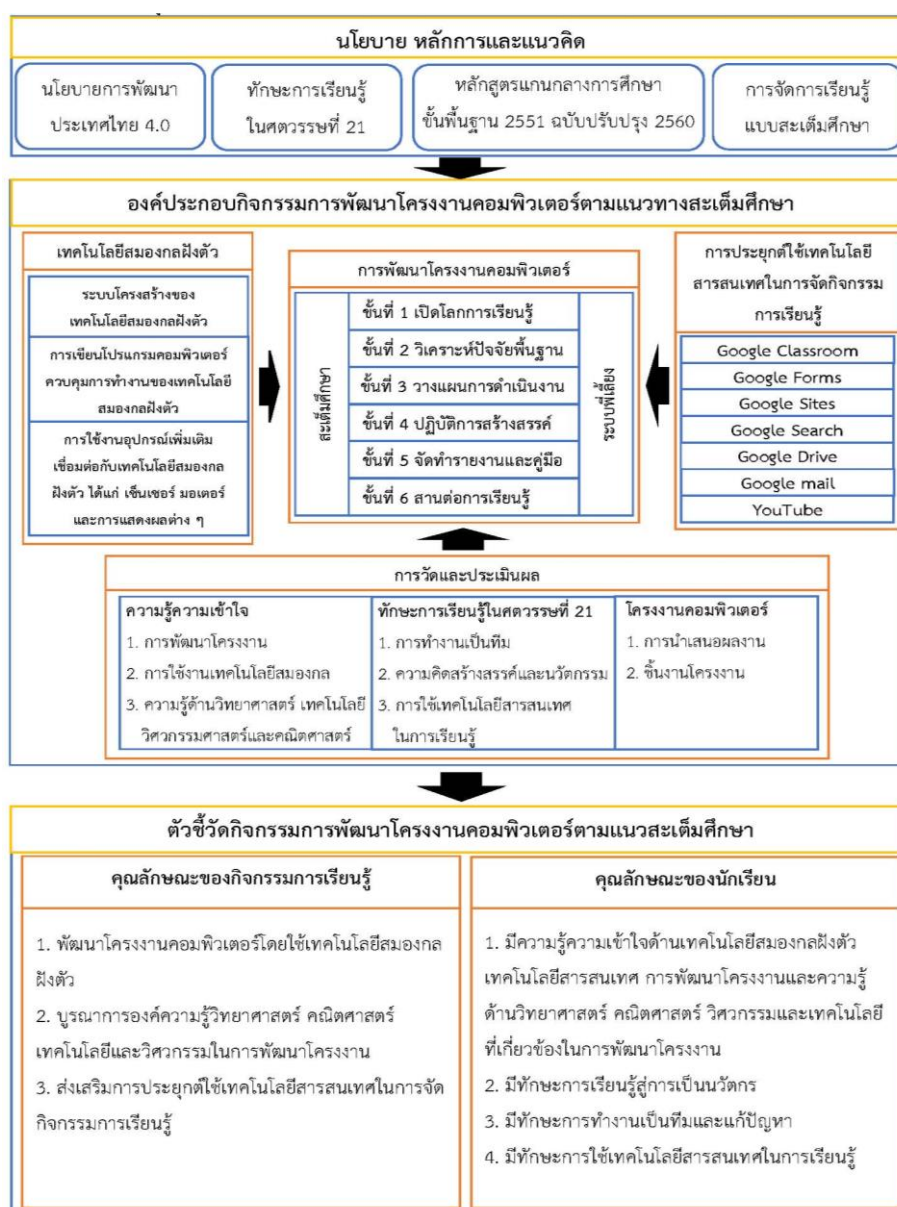
รายการ	Med	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
ด้านที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา				
1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค่ายวิชาการ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 4 กิจกรรม ดังนี้				
กิจกรรมที่ 1 ความหมาย ลักษณะ ประโยชน์ การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
กิจกรรมที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
กิจกรรมที่ 3 การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
กิจกรรมที่ 4 การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3. การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน				
3.1 ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเนื้อหาสาระสร้างแนวคิดการทำโครงงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.2 ด้านเทคโนโลยี เป็นการใช้เครื่องมือในการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.3 ด้านวิศวกรรม เป็นแนวคิดในการออกแบบการทำโครงงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.4 ด้านคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ค่าสถิติในการทดสอบประสิทธิภาพการทดลอง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

จากตารางที่ 4 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค่ายวิชาการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 กิจกรรม การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน การบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ชั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ชั้นที่

4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือและขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ช่วง ในระดับมาก โดยที่ค่ามัธยฐานมีค่า 5 และผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ 1 อยู่ระหว่าง 0-1

2. ผลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากตารางที่ 1-4 ผู้วิจัยพิจารณาเลือกความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นฉันทามติทุกด้านและทุกข้อที่มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.00 และค่าพิสัย (IR) ระหว่างควอไทล์ เท่ากับ 0 เพื่อนำไปสู่การสังเคราะห์รูปแบบ แสดงตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากภาพที่ 1 รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ด้านนโยบาย หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในพัฒนารูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ได้แก่ ด้านนโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0 ด้านทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) ด้านหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ส่วนที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ โดยแต่ละขั้นตอนมีการบูรณาการใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ และใช้เทคนิคส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยระบบพี่เลี้ยง ส่วนที่ 3 สารการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านระบบโครงสร้างของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ควบคุมการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว และด้านการใช้งานอุปกรณ์เพิ่มเติมเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ได้แก่ เซ็นเซอร์ โมเตอร์และการแสดงผลต่าง ๆ ส่วนที่ 4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย การใช้ Google Classroom ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้ Google Forms ในการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบประเมินต่าง ๆ การใช้ Google Sites ในการนำเสนอกิจกรรมของนักเรียน การใช้ Google Search เป็นเครื่องมือค้นหาข้อมูลใช้ในการเรียนรู้ การใช้ Google Drive เป็นเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูลออนไลน์ หรือการแชร์ข้อมูล การใช้ Google Mail ในการลงชื่อเข้าใช้งาน Google Classroom และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Youtube ส่วนที่ 5 การวัดผลประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ 3 ด้าน คือ การพัฒนาโครงงาน การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการพัฒนาโครงงาน การประเมินผลด้านทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 ทักษะ คือ การทำงานเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ การประเมินผลการจัดทำโครงงานคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ด้าน คือ ด้านชิ้นงานโครงงานและด้านการนำเสนอผลงาน ส่วนที่ 6 ตัวชี้วัดกิจกรรมการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ ด้านคุณลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว การบูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมในการพัฒนาโครงงานและส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ได้แก่ การมีความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงงานและความรู้ที่เกี่ยวข้องด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิศวกรรม การมีทักษะการเรียนรู้สู่การเป็นนวัตกรรมและคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม การมีทักษะการทำงานเป็นทีม ได้แก่ การแก้ปัญหา ภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ และการมีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้

อภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านนโยบาย หลักการ และแนวคิดการประยุกต์ใช้

เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) ด้านองค์ประกอบรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 3) ด้านตัวชี้วัดรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 4) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการใช้เทคนิคอิตีเอฟอาร์ เป็นกระบวนการศึกษาแนวโน้มนที่ที่มีความเป็นไปได้ในอนาคต ดำเนินงานอย่างเป็นระบบโดยจะต้องอิงพื้นฐานข้อมูลปัจจุบันจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและด้านสะเต็มศึกษา ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญมีอิสระด้านความคิดสามารถแสดงความคิดเห็นจากประสบการณ์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและด้านสะเต็มศึกษา เพราะไม่มีการเผชิญหน้ากันของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 21 คน สอดคล้องกับงานวิจัยของหทัยรัตน์ หอมไกรลาส และคณะ [5] ได้วิจัยเรื่อง การสังเคราะห์องค์ประกอบการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านทักษะศตวรรษที่ 21 โดยใช้เทคนิคอิตีเอฟอาร์ ผลวิจัย พบว่า การศึกษาองค์ประกอบการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านทักษะศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความสำคัญของการจัดการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานักศึกษาด้านทักษะศตวรรษที่ 21 2) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อเตรียมความพร้อมด้านทักษะศตวรรษที่ 21 และ 3) คุณลักษณะของกิจกรรมการเตรียมความพร้อมด้านทักษะศตวรรษที่ 21 โดยผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติ ที่ค่ามัธยฐานอยู่ระหว่าง 2-5 และมีค่าพิสัยควอร์ไทล์ อยู่ระหว่าง 0-1

2. การสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า รูปแบบ ประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 6 ส่วน ได้แก่ 2.1) ด้านนโยบาย หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการพัฒนารูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา 2.2) ขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน 2.3) สารการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว 2.4) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2.5) การวัดผลประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ 2.6) ตัวชี้วัดกิจกรรมการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยการจัดเก็บข้อมูลโดยใช้เทคนิคอิตีเอฟอาร์ ข้อมูลที่ได้เกิดจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 1 นำมาสู่การวิเคราะห์เป็นข้อคำถามในรอบที่ 2 และ 3 ส่งผลให้ได้ข้อมูลมีความครอบคลุม ผู้เชี่ยวชาญจึงมีฉันทามติร่วมกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ ศิริชัย คุณชมภู และคณะ [6] ได้วิจัยเรื่อง การศึกษาแนวโน้มนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริม การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม โดยใช้เทคนิคอิตีเอฟอาร์ โดยในการพัฒนารูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิ ด้วยเทคนิคอิตีเอฟอาร์ โดยนำข้อมูลที่มีระดับฉันทามติมากที่สุด มีข้อคำถามทั้งหมด 143 ข้อ มีตัวชี้วัดรวม 90 ข้อ มาวิเคราะห์ประเด็นตามหลักการและแนวคิด และจัดทำองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม

ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลที่ได้เป็นการศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญโดยใช้เทคนิค EDFA และนำข้อมูลที่ได้มาสู่การสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็ม

ศึกษา ดังนั้นควรมีการนำผลวิจัยไปพัฒนาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมบูรณาการองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งข้อมูลสารสนเทศตามเนื้อหาสาระ และนำสู่การจัดทำคู่มือสำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ม.3*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- [2] เบลดันกา, เจมส์, และแบรนต์, รอน. (บ.ก.). (2554). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่ การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21*. [21st century skills: rethinking how students learn] (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอชิป จิตตฤกษ์, ผู้แปล) กรุงเทพฯ: โอเพนเวิลด์ส.
- [3] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *โครงงานคอมพิวเตอร์ สะท้อนสมรรถนะการเรียนรู้ด้าน ICT*. สืบค้นจาก <http://oho.ipst.ac.th/computer-project-reflects-competencies-learning-ict/>
- [4] สุพิชฌาย์ ศรีโคตร. (2559). *การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- [5] วรณธนะ ปัดชา. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยศิลปากร สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ*, 9(3), 830 – 839.
- [6] ดนุพล บุญชอบ, (2557), *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โครงงาน ระหว่างกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสานและกลุ่มปกติ รายวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางลิ่ววิทยา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- [7] ปริญญา อันภักดี. (2558). *การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ วิชา IPST-MicroBox ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมแพศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- [8] วรปภา อารีราษฎร์, อภิชาติ เหล็กดี, และธนศ ยืนสุข. (2558). ผลการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี โดยใช้ เรสพ์เบอร์รี่ไพ. *วารสารการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 2(2), 181-188.
- [9] ภาสกร เรืองรอง. (2560). *การวิจัยเชิงอนาคต*. สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org>
- [10] หทัยรัตน์ หอมไกรลาศ, วรปภา อารีราษฎร์, และมนต์ชัย เทียนทอง. (2562). การสังเคราะห์องค์ประกอบการพัฒนา นักศึกษา ระดับปริญญาตรี เพื่อเตรียมความพร้อมด้านทักษะศตวรรษที่ 21 โดยใช้เทคนิคอีดีเอฟอาร์. *วารสารการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 6(1), 168-178.
- [11] ศศิธร คุณชมภู, วรปภา อารีราษฎร์, และธรัช อารีราษฎร์. (2561). การศึกษาแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อ ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม โดยใช้เทคนิค EDFA. *วารสารการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและ นวัตกรรม*, 5(1), 50-60.
- [12] พิสุทธิ อารีราษฎร์. (2550). *การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.