

Hx 128730

รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา
โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา



นายวินิตย์ พิชพันธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2563

สงวนสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัย : นายวินิตย์ พิชพันธ์

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี

๘๘๘

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย เทียนทอง)

๘๘๘

กรรมการ

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรัช อารีราษฎร์)

(อาจารย์ ดร.อภิชาติ เหล็กดี)

กรรมการ

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วโรปภา อารีราษฎร์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)

ชื่องานวิจัย : รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการ
คอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัย : นายวินิตย์ พิขพันธ์

ปริญญา : ปรัชญาคุณภักดิ์บัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยี)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วโรปภา อารีราษฎร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ปีการศึกษา : 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ (2) พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ (3) ศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ขั้นตอนการวิจัย 3 ระยะ กลุ่มเป้าหมายในการสังเคราะห์รูปแบบการเทคนิคอีดีเอฟอาร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 21 คน และกลุ่มเป้าหมายในการทดลองใช้คู่มือเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน และพี่เลี้ยง จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ จำนวน 3 ชุด คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และแบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน พิสัยควอร์ไทล์ และสถิติทดสอบสมมติฐาน t-test Dependent

ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ นโยบายการจัดการศึกษา กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ ตัวชี้วัดของรูปแบบ (2) คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย คู่มือวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือนักเรียนที่มีขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน และ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของคู่มือ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และ (3) ผลการทดลองใช้คู่มือ พบว่า (3.1) นักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3.2) ผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับ (3.3) ผลการประเมินโครงการคอมพิวเตอร์ ด้านทักษะการนำเสนอโครงการและการจัดทำรายงาน อยู่ระหว่าง 2.44 - 2.89 และด้านผลงานหรือชิ้นงานโครงการอยู่ระหว่าง

2.17 - 2.67 (3.4) ผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม อยู่ระหว่างร้อยละ 36.67 – 100.00 ด้านการทำงานเป็นทีม อยู่ระหว่างร้อยละ 86.67 – 100.00 ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ อยู่ระหว่างร้อยละ 90.00 – 100.00 ด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการพัฒนา โครงการตามแนวทางสะเต็มศึกษา อยู่ระหว่างร้อยละ 23.33 – 100.00 (3.5) ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (3.6) ความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรม และคู่มือ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว โครงการคอมพิวเตอร์ เทคนิคอีดีเอฟอาร์ สะเต็มศึกษา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Title : A Model of Applied Embedded Technology for Developing STEM
Computer Project

Author : Mr.Winit Pidchapan

Degree : Doctor of Philosophy (Technology Management)

Advisors : Assistant Professor Dr. Worapapha Areerard
Assistant Professor Dr. Netchanok Jansawang

Year : 2020

ABSTRACT

The objectives of this research are : (1) to establish the development A Model of Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project. Through EDFR technique. ; (2) to develop the Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project handbook, and (3) to examine to effect of Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project handbook. The target group of the development A Model of Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project. through EDFR technique were 21 professionals. The target group of using handbook were 30 Mattayom 3 junior high school students from school in Saknonakorn Primary Educational Service Area Office 2, 10 instructors and trainers. Research tools were (1) three EDFR quationairs, (2) The Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project handbook, (3) Suitability Assessment Form of the Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project handbooks. The statistic used for data analysis were a percentage, standard deviation, mode, range of quartile, and t-test dependent.

Research results revealed that; (1) A Model of Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project consisted of 3 components including (1.1) poliiies of educational management, (1.2) Activities of STEM Computer Project, and (1.3) Indicators of Activities of STEM Computer Project. ; (2) the Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project handbook for instructors and trainers and for the students showed 6 steps of Computer project development including Learning Perspective, Basis Analysis, Operation Planning, Creational Practice, Report and Handbook, and Learning Extension, respectively. The overall reflective

evaluation of the the Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project handbook by experts is highest level. ; (3) The result of using Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project handbooks on students learning achievement showed post-test scores significantly higher that those pre-test at the 0.01 level of significance. Evaluation of computer projects results Passed the 100% and project presentation Passed the 100%. Results of assessment of learning behavior of students Creativity and innovation Between 36.67% - 100.00% in working as a team Between 86.67 - 100.00 percent in the field of information technology use Between 90.00 - 100.00 percent of the integrated learning in project work according to the Stem Study Between 23.33 - 100.00 percent of the students had overall behaviors in terms of innovation. Team work Use of information technology and integrated learning in project work according to the Stem Study Passed the criteria of assessment 100.00 percent in all aspects. Over all satification of student's instructors and trainers with activities and Applied Embedded Technology for Developing STEM Computer Project handbook is the highest level.

Keywords : Applied Embedded Technology Computer Project Base EDFR Technique
STEM Education

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรปภา อารีราษฎร์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย เทียนทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรัช อารีราษฎร์ และอาจารย์ ดร.อภิชาติ เหล็กดี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย พร้อมทั้งตรวจสอบและประเมินเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณบุคลากร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ช่วยเหลือ สนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าของบทความ เอกสารงานวิจัย เว็บไซต์ ที่กล่าวถึง และไม่กล่าวถึงในครั้งนี้

ขอขอบคุณครอบครัวตระกูลพิชพันธ์ คุณพ่อสมพงษ์ คุณแม่ปราณี พิชพันธ์ ภรรยา บุตรและ พี่น้องทุกคน ผู้เป็นกำลังใจตลอดมา

ขอขอบพระคุณนายคำสิงห์ พิบูลย์ภักดี ผู้อำนวยการโรงเรียนบึงไต้โนนรัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการเป็นวิทยากรหลักและเอื้อเฟื้อกลุ่มเป้าหมายงานวิจัย สถานที่ทดลองในการจัดกิจกรรม

ขอขอบคุณนางสาวพิชชานันท์ นิธิวิรุฬห์ ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสกลนครเขต 2 ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเป็นวิทยากรหลักและการประสานงานหนังสือ ราชการการศึกษาวิจัยให้ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ ดร.เจริญ ราชโสภา ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สกลนคร เขต 2 ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทดลองในการจัดกิจกรรมและขอขอบคุณเพื่อนร่วมงาน และเพื่อนนักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยีทุกคนที่เป็นกำลังใจแก่ ผู้วิจัย หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอมอบความดีในครั้งนี้แก่บุคคล และหน่วยงานที่กล่าวมา

นายวินิตย์ พิชพันธ์

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 คำถามการวิจัย	5
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	6
1.4 สมมติฐานการวิจัย	6
1.5 ขอบเขตการวิจัย	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	7
1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับ	10
1.8 กรอบแนวคิดการวิจัย	11
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	13
2.1 การวิจัยด้วยเทคนิค EDFR	13
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน	19
2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	29
2.4 เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	37
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	57
ระยะที่ 1 สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิค EDFR	59
ระยะที่ 2 พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	75
ระยะที่ 3 ทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	92

หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	96
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
4.2 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิค EDFR	97
4.3 ผลการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	100
4.4 ผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	108
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	120
5.1 สรุปผลการวิจัย	120
5.2 อภิปรายผล	121
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	129
บรรณานุกรม	131
ภาคผนวก	139
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	140
ภาคผนวก ค เครื่องมือวิจัย	146
ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือ.....	183
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	224
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	254
ประวัติผู้วิจัย.....	255

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	จำนวนผู้เชี่ยวชาญและการลดลงของความคลาดเคลื่อน..... 18
3.1	ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากข้อความคำถามการสังเคราะห์ด้วยเทคนิคอิตีเอฟอาร์ 61
3.2	สรุปจำนวนข้อความคำถามจากเทคนิคอิตีเอฟอาร์ ที่นำมาเป็นองค์ประกอบของรูปแบบ 67
3.3	การกำหนดหน่วยการเรียนรู้แบบโครงการ..... 76
3.4	จุดประสงค์การเรียนรู้ตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด..... 76
3.5	การกำหนดองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ..... 78
3.6	ค่าระดับความยากของข้อสอบ 91
3.7	ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ..... 91
3.8	แผนการทดลองแบบ One Group Pretest-posttest Design..... 94
4.1	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง..... 103
4.2	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือสำหรับนักเรียน..... 106
4.3	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของนักเรียน..... 109
4.4	คะแนนผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจากใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม..... 110
4.5	ผลการประเมินโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 111
4.6	ผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากกิจกรรมตามคู่มือ..... 112
4.7	สรุปผลการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนจากกิจกรรมตามคู่มือ 116
ค.1	การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบและความสัมพันธ์ของคำถามที่เลือก 184
ค.2	ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา..... 193
ค.3	ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของ รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 2..... 194

ตารางที่	หน้า
ค.4 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรม และคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	202
ค.5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบสอบถามความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรม และคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	205
ค.6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	207
ค.7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์.....	212
ค.8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	213
ค.9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน	216
ค.10 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้	223

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	12
2.1 บอร์ด Kid Bright.....	39
2.2 แผนผังวงจรโมดูล ESP-WROOM-32.....	39
2.3 ขั้วต่อบานานาขนาด 4 มิลลิเมตร บอร์ด Kid Bright.....	40
2.4 โปรแกรมสร้างชุดคำสั่ง Kid Bright IDE.....	40
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	58
3.2 องค์ประกอบของรูปแบบ.....	68
3.3 ขั้นตอนกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงาน คอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	80
3.4 การทดลองทดลองใช้กับนักเรียนแบบกลุ่มเล็ก.....	82
3.5 การทดลองใช้แบบภาคสนาม (Try out).....	83
3.6 การทดลองแบบ One-group Pretest -posttest Design.....	95
4.1 รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	97
4.2 คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และสำหรับนักเรียน.....	101
4.3 กิจกรรมการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	108

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาไทยได้ให้ความสำคัญต่อแนวทางการปฏิรูปการศึกษาไปสู่ศตวรรษที่ 21 จากการที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนทั้ง 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหาความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และมุ่งเน้นให้ผู้สอนมีกระบวนการเรียนรู้ในการพัฒนาผู้เรียนโดยเน้นกระบวนการเรียนรู้สำคัญว่าความรู้ โดยครูเป็นผู้ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน เป็นการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติการลงมือทำ การเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสนใจของผู้เรียน (เจมส์ เบลล์นกา, 2554, น. 40) ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องจัดรูปแบบการสอน หรือเทคนิคการสอนให้สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นรูปแบบหนึ่งซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มวิชา ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรม หรือการทำโครงการที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการต่อยอดหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตรวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต โดยทั้งสี่วิชามีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในยุคศตวรรษที่ 21 (วรรณณะ ปัดชา และสืบสกุล อยู่ยืนยง, 2559, น. 830 - 839)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ถือเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะผู้เรียน ในยุคศตวรรษที่ 21 เช่นกัน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเลือกเนื้อหาจากความสนใจของตัวเอง โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เป็นไปตามแผนการที่วางไว้ ทำให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือองค์ความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง (ธัชชา เทศน์ธรรม, 2559, น. 15) และโครงงานเป็นเสมือนสะพานเชื่อมระหว่างห้องเรียนกับโลกภายนอก ซึ่งเป็นชีวิตจริงของผู้เรียนทั้งนี้เพราะว่า ผู้เรียนต้องนำเอาความรู้ที่ได้จากชั้นเรียนมาบูรณาการเข้ากับกิจกรรมที่จะกระทำเพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยการสร้างความหมาย การแก้ปัญหา และการค้นพบด้วยตนเอง และ ผู้เรียนต้องสร้างและกำหนดความรู้จากความคิดและแนวคิดที่มีอยู่กับความคิดและแนวคิดที่เกิดขึ้นใหม่ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนความรู้ให้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งใหม่ (นิวาตี โสภณ, 2557, น. 22) โครงงานคอมพิวเตอร์เป็นการเรียนรู้แบบโครงงานอีกแบบหนึ่ง ที่เป็นการรวมกลุ่มกันเพื่อทำกิจกรรมร่วมกันของผู้เรียน เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง ฝึกการเรียนรู้ด้วยการทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและมีความสำคัญที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ด้าน ได้แก่ (1) ความสามารถในการสื่อสาร (2) ความสามารถในการคิด ด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ (3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ (5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี อีกทั้งโครงงานคอมพิวเตอร์ยังมีคุณค่าต่อการฝึกฝนผู้เรียนให้มีความรู้ ความชำนาญและมีความมั่นใจในการนำระบบคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้นหรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวถือเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้แบบโครงงาน ปัจจุบันมีนโยบายจากหลายหน่วยงานที่พัฒนาและนำระบบเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวลงสู่สถานศึกษาเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัว เช่น มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ร่วมมือกับมหาวิทยาลัย 13 แห่งทั่วประเทศ ประยุกต์ใช้ไอซีที่เป็นเครื่องมือยกระดับคุณภาพการศึกษาและพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ให้แก่เยาวชนโดยมีบริษัทอินเทลไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด ร่วมสนับสนุนโครงการไอซีที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สร้าง Innovation Space : ขยายโอกาสพัฒนาทักษะนวัตกรรมไอที ดำเนินการขยายผลการประยุกต์ใช้ไอซีที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วยกิจกรรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Embedded Technology) เรียนรู้การใช้งานบอร์ด Raspberry Pi and Arduino (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ หรือ เนคเทค (National Electronics and Computer Technology Center : NECTEC) เป็นหน่วยงานในกำกับของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำโครงการ “สื่อการสอน

โปรแกรมมิ่งในโรงเรียน (Coding at School Project)” เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่เยาวชนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยเฉพาะความสามารถในด้านการเขียนโปรแกรม ที่เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนากระบวนการคิดเชิงตรรกะร่วมกับความคิดสร้างสรรค์ โดยการถ่ายทอดองค์ความรู้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้กับเยาวชนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มโรงเรียนในภูมิภาคและโรงเรียนด้อยโอกาส เพื่อสร้างบุคลากรให้มีความเชี่ยวชาญในการสอนแนวใหม่ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering Mathematics Education : STEM) โดยนักวิจัยจากศูนย์เนคเทค ได้คิดค้นวิจัยและพัฒนาบอร์ดสมองกลฝังตัว เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้โปรแกรมมิ่งที่เรียกว่า (Kid Bright) ซึ่งเป็นบอร์ดที่สามารถทำงานตามชุดคำสั่ง จำนวน 200,000 ชุด แจกจ่ายโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในสังกัดของรัฐ ประมาณ 1,000 แห่ง ทั่วประเทศนำไปใช้ในการเรียนรู้และฝึกทักษะ พร้อมกับจัดกิจกรรมอบรมวิทยากรแกนนำ (Train-the-trainers) จำนวน 500 คน เพื่อไปถ่ายทอดขยายผลการเรียนรู้และจัดกิจกรรมประกวดโครงงานเพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประยุกต์ใช้งานบอร์ดคิดไบรท์ (Kid Bright, 2561)

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 มีโรงเรียนในสังกัดเข้าร่วมโครงการอบรมวิทยากรแกนนำสมองกลฝังตัวคิดไบรท์ จำนวน 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านดงสง่า โรงเรียนบงใต้โนนรัง โรงเรียนบ้านวังยาง (วังยางวิทยานุกูล) โรงเรียนบ้านง่อนหนองพะเนาวิมลภาพที่ 126 จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนและนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ (ระหว่างวันที่ 17 - 18 กันยายน 2561) พบว่า การเข้าร่วมกิจกรรมประกวดโครงงานเพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประยุกต์ใช้งานบอร์ดคิดไบรท์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะต้องพัฒนาความสามารถของนักเรียนด้านการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานบอร์ดสมองกลฝังตัวและต้องบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ร่วมกันในการพัฒนาโครงงาน ซึ่งสอดคล้องกับ สุพิชฌาย์ ศรีโคตร (2559) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้สมองกลฝังตัวในการสร้างชิ้นงานและควบคุมสั่งการในการทำโครงงานด้านคอมพิวเตอร์ เช่น หุ่นยนต์ เครื่องตรวจจับสภาพอากาศ โปรแกรมเปิดไฟสัญญาณจราจร หรืออุปกรณ์อัจฉริยะต่าง ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างเป็นระบบ การทำงานร่วมกันเป็นทีม และผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวสู่โครงงานที่มีความเหมาะสม ทันสมัยและมีความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาการพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนไทย (ดวงจันทร์ วรคามิน, 2559, น. 6 - 9) พบว่า นักเรียนไทยมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ต่ำมาก แม้ว่าจะมีการประเมินผลการเรียนในโรงเรียนอย่างเข้มข้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการไม่บรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนด้านการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีการแสดงออกถึงการริเริ่มหรือการสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนที่มีการเรียนพิเศษเสริมทักษะด้านการเรียน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์มากกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนพิเศษ ซึ่งให้เห็นว่า ระบบการเรียนในโรงเรียนอาจไม่เอื้อ

ต่อการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ จึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียน การสอนประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวด้วยการทำโครงการร่วมกันเป็นทีม เป็นแนวทางการสอนหนึ่งที่ประสบความสำเร็จในการสร้างความรู้และความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน ให้มีทักษะการคิด (ปรีชา กอเจริญ เต็มพงษ์ ศรีเทศ และเพชร นันทิวัดนา, 2555) และการจัดโครงการกิจกรรมการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวจะช่วยเพิ่มศักยภาพทางด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การคิดวิเคราะห์อย่างสร้างสรรค์ ความเป็นนวัตกรรม ตลอดจนส่งเสริมการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ของนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการยกระดับความสามารถของทรัพยากรมนุษย์ของประเทศสู่ความเป็นเลิศในระดับภูมิภาคและระดับสากลได้อย่างยั่งยืน (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

การจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เป็นโครงการคอมพิวเตอร์ประเภทการประยุกต์ใช้งาน ผู้เรียนต้องมีทักษะการคิดเชิงระบบและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ หลักการเขียนโปรแกรม การแทนข้อมูลในคอมพิวเตอร์ หลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ในสาระวิชาอื่นเข้ามาบูรณาการในการแก้ปัญหา และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถและทักษะที่จำเป็น เช่น ทักษะการสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ความรับผิดชอบ การปรับตัว ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม ภาวะผู้นำ การรู้สารสนเทศและเท่าทันสื่อ คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการเรียนรู้นวัตกรรมในยุคที่โลกมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วและเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเป็นพลเมืองในยุคศตวรรษที่ 21 ในขณะเดียวกันการใช้โครงการร่วมกับการเรียนรู้แบบสะเต็มจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้บูรณาการการเรียนรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตรวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

การจัดกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาการเรียนรู้ตามกรอบศตวรรษที่ 21 โดยการบูรณาการการสอนแบบโครงการ และการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เป็นลักษณะการศึกษาวิจัยในอนาคต หรือ อนาคตศาสตร์ (Futurism) ที่มุ่งเน้นการศึกษาวิจัยในเชิงลึกเพื่อให้ผู้เรียนได้มีทักษะการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการพยากรณ์ภาพในอนาคตที่คาดว่าจะเส้นทางเลือกที่จะดำเนินการในอนาคต นำมาเตรียมการและกระตุ้นเตือนให้ตระหนักถึงสิ่งต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันจะนำไปสู่การเตรียมการควบคุม การแก้ไข และการบริหารจัดการให้เป็นไปตามความต้องการนั้น เทคนิคอีดีเอฟอาร์ (Ethnographic Delphi Futures Research : EDFR) เป็นเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจในการศึกษาการวิจัยในอนาคต โดยเทคนิค อีดีเอฟอาร์ เป็นการนำเทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) ที่เป็นวิธีการทาง

วิทยาศาสตร์ในการรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ คน เพื่อศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับองค์ความรู้ในอนาคตของศาสตร์ด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง นำมาพยากรณ์ภาพในอนาคตที่คาดว่าจะเป็นไปได้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2554, น. 165) เทคนิคเดลฟายเมื่อรวมกับเทคนิค EFR (Ethnographic Futures Research) จะเรียกว่าเทคนิค อีดีเอฟอาร์ โดยเปลี่ยนแปลงกระบวนการของเดลฟายในขั้นตอนแรกเป็นการสัมภาษณ์ แทนการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด ซึ่งวิธีการดังกล่าวส่งผลให้วิธีการของ อีดีเอฟอาร์ เป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่นและตอบสนองความเชื่อพื้นฐานของการวิจัยอนาคต ผู้วิจัยได้นำเทคนิค อีดีเอฟอาร์ มาใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และประสบการณ์ จำนวน 21 คน เพื่อให้ได้องค์ประกอบของรูปแบบนำสู่การพัฒนาคู่มือกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นแนวทาง และขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกรอบศตวรรษที่ 21 ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาบริบท และความสำคัญของการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนที่กล่าวมา ผู้วิจัยสนใจศึกษาวิจัย รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าผลการวิจัยจะนำไปสู่การพัฒนา รูปแบบและคู่มือการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มุ่งเน้นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ที่เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม การทำงานเป็นทีม และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและมีทักษะการนำเสนอผลงาน การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้วยสมองกลฝังตัว ซึ่งเป็นทักษะจำเป็นในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ได้จากเทคนิคอีดีเอฟอาร์เป็นอย่างไร

1.2.2 คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นอย่างไร

1.2.3 ผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์

1.3.2 เพื่อพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.3.3 เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.4 สมมติฐานการวิจัย

ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลการทดสอบการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ขั้นตอนการวิจัยดำเนินการ 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์

ระยะที่ 2 พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.5.2 ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

ระยะที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ จำนวน 21 คน

ระยะที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 9 คน

ระยะที่ 3 กลุ่มทดลอง ใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคุณภาพ

ประจำตำบล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร เขต 2 จำนวน 10 โรงเรียน คัดเลือกแบบเจาะจง โดยครูผู้สอนรายวิชาคอมพิวเตอร์คัดเลือกเป็นนักเรียนในชุมชนคอมพิวเตอร์ที่มีความพร้อม และสามารถเข้าร่วมกิจกรรมการอบรมตามคู่มือของรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โรงเรียนละ 3 คน รวมทั้งหมด 30 คน และคัดเลือกครูผู้สอนรายวิชาคอมพิวเตอร์ที่ดูแลชุมชนคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนเป็นที่เลี้ยงในการทดลอง โรงเรียนละ 1 คน รวมทั้งหมด 10 คน

1.5.3 เนื้อหา/ตัวแปร/เทคนิคที่ศึกษา

1.5.3.1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.5.3.2 ตัวแปรตาม คือ ผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

- 1) ผลการเรียนรู้ของนักเรียน
- 2) ผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 3) ผลการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์
- 4) พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ ได้แก่ การสร้างสรรค์และนวัตกรรม การทำงานเป็นทีม การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการทำโครงการตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 5) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือ
- 6) ความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือ

1.5.4 ระยะเวลาการวิจัย

ระยะเวลาการวิจัย เดือน เมษายน 2561 – ธันวาคม 2562

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

“รูปแบบ” หมายถึง องค์ประกอบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ได้จากสังเคราะห์รูปแบบจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ จำนวน 21 คน ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ (1) นโยบาย หลักการ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องในพัฒนารูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (2) กิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน และ (3) ตัวชี้วัดของรูปแบบ 2 ด้าน คือ ด้านคุณลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ข้อ และ ด้านคุณลักษณะของผู้เรียน 3 ข้อ

“การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ” หมายถึง การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย การใช้ Google Classroom ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้ Google Forms ในการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ แบบสอบถามและแบบประเมิน การใช้ Google Sites ในการนำเสนอกิจกรรมของนักเรียน การใช้ Google Search เป็นเครื่องมือค้นหาข้อมูลใช้ในการเรียนรู้ การใช้ Google Drive เป็นเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูลออนไลน์ หรือการแชร์ข้อมูล การใช้ Google Mail ในการลงชื่อเข้าใช้งาน Google Classroom และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Youtube

“เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว” หมายถึง ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีระบบในการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เพื่อใช้ในการควบคุมรวมถึงการแสดงผลการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องมือ เครื่องใช้ หรือเครื่องจักรต่าง ๆ โดยรวมบนชุดแผงวงจรเรียกว่า บอร์ดคิตไบรท์ (Kid Bright) ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เป็น บอร์ดคิตไบรท์โดยเลือกจากฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญจากการสังเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคอิตีเอฟอาร์

“กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึง ขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวสะเต็มศึกษา ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 6 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ชั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ชั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ชั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ และ ชั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ โดยแต่ละขั้นตอนมีการบูรณาการใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์และการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือโดยใช้เทคนิคพีเลียง

“โครงงานคอมพิวเตอร์” หมายถึง สิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานที่นักเรียนพัฒนาขึ้นตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ชั้น ในงานวิจัยนี้ กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมรูปแบบโครงงานคอมพิวเตอร์ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว คือ บอร์ดคิตไบรท์ พัฒนาสิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานโดยการบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่มีพีเลียงเป็นผู้ให้คำปรึกษาในการทำโครงงานตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยคู่มือตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

“คู่มือ” หมายถึง เอกสารที่ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่พัฒนาขึ้นตามองค์ประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคนิค อิตีเอฟอาร์ ประกอบด้วยคู่มือ 2 ชุด คือคู่มือสำหรับวิทยากรและพีเลียง และคู่มือสำหรับนักเรียน โดยคู่มือแต่ละชุดประกอบด้วยกิจกรรมการพัฒนาโครงงาน 4 หน่วยการเรียนรู้ คือ (1) แรกพบ Kid Bright (2) สนุก Code กับ Kid Bright (3) ปลื้กอิน Kid Bright และ (4) โครงงานด้วย Kid Bright และระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 วัน วันละ 6 ชั่วโมง รวม 24 ชั่วโมง

“การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้” หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตามคู่มือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น กำหนดคะแนนการวัดและประเมินผล 100 คะแนน ประกอบด้วย การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลการเรียนรู้และการทำใบกิจกรรมของนักเรียนครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 50 คะแนน โดยวัดจาก แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ 20 คะแนน และ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ 30 คะแนน

2. ด้านทักษะการเรียนรู้ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมและผลงานโครงงานคอมพิวเตอร์ รวมทั้งสิ้น 50 โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ ประเมินการ จำนวน 2 ด้าน คือ การประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน 25 คะแนน ประเมินในด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ด้านการทำงานเป็นทีม ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการพัฒนาโครงงานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และการประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์ 25 คะแนน ในด้านการประเมินการนำเสนอโครงงานและการประเมินคุณภาพชิ้นงานจากโครงงานคอมพิวเตอร์

“ตัวชี้วัดรูปแบบ” หมายถึง ข้อกำหนดคุณลักษณะที่เกิดขึ้นกับผู้สอนและผู้เรียน ในการนำรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ ประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่

1. ด้านคุณลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 ตัวชี้วัด คือ (1) การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (2) การบูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงงาน และ (3) การส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ด้านคุณลักษณะของผู้เรียนจำนวน 3 ตัวชี้วัดคือ (1) มีความรู้ความเข้าใจใน ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงงาน และ ความรู้ที่เกี่ยวข้องด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์วิศวกรรม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ (2) มีทักษะการเรียนรู้ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การทำงานเป็นทีม ได้แก่ การวางแผนแก้ปัญหา ร่วมกัน การมีภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี การให้ความไว้วางใจและมีความร่วมมือในการทำงาน การสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม การนำเสนอและยอมรับความคิดของตนเองและผู้อื่น และด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และ (3) มีทักษะการนำเสนอผลการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

“ความเหมาะสม” หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา วัดโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

“ผลการทดลองใช้คู่มือ” หมายถึง ผลการเรียนรู้และความพึงพอใจ ของนักเรียนและพี่เลี้ยง ที่ได้จากการนำคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ หมายถึง คะแนนที่วัดจากการความรู้ความเข้าใจและทักษะการเรียนรู้วัดโดยใช้แบบทดสอบ ใบกิจกรรม การประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และการประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2. ความพึงพอใจ หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนและพี่เลี้ยงที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น วัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.7.1 งานวิจัยนี้ให้ประโยชน์ในทางวิชาการ

ได้องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย คือ รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่มีองค์ประกอบของรูปแบบและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาทำโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ครูผู้สอนนำมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานที่บูรณาการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ส่งเสริมการเรียนรู้ของให้ผู้เรียน ฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรียนรู้หลักการทำงานฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน

1.7.2 การนำไปใช้ประโยชน์ของงานวิจัย

1.7.2.1 ครูและบุคลากรทางการศึกษา ได้รูปแบบและคู่มือในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานคอมพิวเตอร์ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนได้เรียนรู้หลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานด้านฮาร์ดแวร์ที่สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนยุคศตวรรษที่ 21 ในการสร้างสรรค์และนวัตกรรม การทำงานเป็นทีม และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาผู้เรียน ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้สำคัญกว่าความรู้ และครูเป็นผู้ออกแบบกระบวนการเรียนรู้

1.7.2.2 หน่วยงานการจัดการศึกษา ได้แก่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา โรงเรียน และสถานศึกษาได้คู่มือที่ครูผู้สอนสามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยโครงงานคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบสะเต็มศึกษาที่ผู้เรียนได้นำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการทำโครงงานทางด้านคอมพิวเตอร์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวได้อย่างเหมาะสม

1.7.2.3 เป็นแนวทางในการศึกษาและวิจัยของผู้สนใจทั่วไป ในการพัฒนารูปแบบ หรือคู่มือในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีคุณลักษณะสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เป็นไปตามแนวโน้มของเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ

1.8 กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาจาก เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาเป็นข้อมูลในการกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย แสดงดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัยประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลผลิต และผลลัพธ์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ (1) นโยบาย หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ในพัฒนารูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนว สะเต็มศึกษา ได้แก่ ด้านนโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0 ด้านทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และด้าน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และ (2) หลักการ/แนวคิด/ทฤษฎี ที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา การประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและการวิจัยด้วยเทคนิค อีทีเอฟอาร์

2. กระบวนการ ประกอบด้วยขั้นตอนการวิจัย 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 สังเคราะห์รูปแบบ การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ด้วยเทคนิคอีทีเอฟอาร์ ระยะที่ 2 พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระยะที่ 3 ศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. ผลผลิต ประกอบด้วย ตัวแปรต้น คือ รูปแบบและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และตัวแปรตามที่ศึกษา คือ ผลการทดลองใช้คู่มือ ได้แก่ ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ ได้แก่ การสร้างสรรค์และนวัตกรรม การทำงานเป็นทีม การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการเรียนรู้แบบบูรณาการในการพัฒนาโครงการ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือ ความพึงพอใจ ของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือ

4. ผลลัพธ์ ประกอบด้วย ประโยชน์ที่ได้รับเชิงวิชาการ ได้องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย คือ ได้รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาที่มี องค์ประกอบของรูปแบบและคู่มือที่ครูผู้สอนนำมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน และเชิงนโยบายหรือ การนำไปใช้ คือ หน่วยงานการจัดการศึกษา ครูและบุคลากรทางการศึกษา ได้รูปแบบและคู่มือไปใช้ ในการพัฒนาผู้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการคอมพิวเตอร์ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ที่สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนยุคศตวรรษที่ 21 ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้สำคัญกว่าความรู้ และ ครู เป็นผู้ออกแบบกระบวนการเรียนรู้

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์แบบสะเต็มศึกษาโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การวิจัยด้วยเทคนิค EDFR
2. การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ
3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
4. เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิจัยด้วยเทคนิค EDFR

เทคนิคการวิจัยแบบ EDFR (Ethnographic Delphi Future Research) ถือเป็นวิธีการวิจัยอนาคตที่พัฒนาโดย ดร.จุมพล พูลภัทรชีวิน ที่ผสมผสานระหว่างเทคนิคการวิจัยแบบ EFR (Ethnographic Futures Research) และเดลฟาย (Delphi) เข้าด้วยกัน โดยมีความเชื่อพื้นฐานของอนาคตนิยม (Futurism) จุดมุ่งหมายของการวิจัยอนาคต (Futures Research) เทคนิคเดลฟาย และ EFR นักอนาคตนิยมมีความเชื่อพื้นฐานว่าอนาคตเป็นเรื่องที่มนุษย์สามารถทำการศึกษาได้อย่างเป็นระบบ ความเชื่อของมนุษย์เกี่ยวกับอนาคต มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมและการตัดสินใจของเขา เชื่อว่ามนุษย์สามารถจะควบคุมและสร้างอนาคตได้จุดมุ่งหมายของการวิจัยอนาคต จุดมุ่งหมายหลักของการวิจัยอนาคตมิใช้อยู่ที่การทำนายที่ถูกต้องหากแต่อยู่ที่การสำรวจและศึกษาแนวโน้มที่เป็นไปได้หรือน่าจะเป็นเรื่องที่ศึกษาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ทั้งที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ เพื่อที่จะหาทางทำให้แนวโน้มที่พึงประสงค์นั้นเกิดขึ้นและป้องกัน หรือขจัดแนวโน้มที่ไม่พึงประสงค์ให้หมดไป หรือหาทางที่จะเผชิญกับแนวโน้มที่ไม่พึงประสงค์นั้นอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าหากว่ามันจะเกิดขึ้นจริงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยอนาคตจะมีประโยชน์โดยตรงต่อการวางแผน การกำหนดนโยบายการตัดสินใจ ตลอดจนไปจนถึงการกำหนดยุทธวิธี (Strategies) และกลวิธี (Tactics) ที่จะนำไปสู่การสร้างอนาคตที่พึงประสงค์และการป้องกันหรือขจัดอนาคตที่ไม่พึงประสงค์ (ศักดิ์พันธ์ ต้นวิมลรัตน์, 2553, น. 98)

เทคนิคการวิจัยแบบเดลฟาย (The Delphi Technique) ศักดิ์พันธ์ ต้นวิมลรัตน์ (2553, น. 99) กล่าวว่า เดลฟายเป็นเทคนิคการทำนายที่พัฒนาขึ้นโดยนักคิดนักวิจัยของ Rand Corporation คือ Helmer, Dalkey and Rescher เมื่อประมาณกว่าสองศตวรรษมาแล้ว ในปัจจุบันเดลฟายเป็นเทคนิค

การทำนายที่ได้รับความนิยมอย่างมากในเกือบทุกวงการไม่ว่าด้านธุรกิจ การเมือง การทหาร เศรษฐกิจ การสาธารณสุข การศึกษา และด้านอื่น ๆ นอกจากเดลฟายเป็นเทคนิคการวิจัยและการคาดการณ์อนาคตแล้ว เดลฟายยังเป็นเทคนิคการสื่อสารระหว่างกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนได้รับข่าวสารและแลกเปลี่ยนความเชี่ยวชาญระหว่างกันโดยไม่มีการเผชิญหน้ากันโดยตรงเช่นเดียวกับการระดมสมอง (Brain Storming) หรือการประชุมกลุ่มแบบอื่น ๆ เดลฟายรูปแบบเดิมมีลักษณะเฉพาะต่อมาภายหลังก็มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงไปบ้าง แต่หลักการและระเบียบวิธีใหญ่ ๆ ยังคงเหมือนเดิม คือการศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญอย่างเป็นระบบ โดยการขอให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการคาดการณ์ว่าแนวโน้มหรือเหตุการณ์แต่ละอย่างจะเกิดขึ้นเมื่อใด หรือทำการคาดการณ์ว่าภายในเวลาที่กำหนด เช่น อีก 20 ปีข้างหน้าจะมีเหตุการณ์หรือแนวโน้มใดที่จะเกิดขึ้นบ้าง หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แล้วป้อนผลการวิเคราะห์ ซึ่งปกติจะอยู่ในรูปของสถิติง่าย ๆ กลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาคำตอบเดิมของตนเองเทียบกับของกลุ่ม แล้วทำการคาดการณ์หรือตอบตามรูปแบบที่ผู้วิจัยกำหนดอีกครั้งหนึ่ง ผู้วิจัยก็จะนำคำตอบไปวิเคราะห์ใหม่แล้วอาจป้อนข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์กลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาอีกครั้ง โดยปกติกระบวนการทำซ้ำ (Iterative Process) แบบนี้จะดำเนินต่อไป ราว ๆ สองหรือสามรอบ หรือจนกว่าจะได้คำตอบที่เป็นฉันทามติ (Consensus) ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

จุดมุ่งหมายของการทำซ้ำดังกล่าวก็เพื่อที่จะกรอง (Refine) ความเชี่ยวชาญของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญนั่นเองอาจสรุปขั้นตอนใหญ่ ๆ ของเทคนิคการวิจัยแบบเดลฟายได้ดังนี้ กำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Panel Experts) ผู้วิจัยจะต้องหาวิธีและทำการคัดเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้ความสามารถและความชำนาญในเรื่องที่จะศึกษา โดยปกติจะมีประมาณตั้งแต่สิบกว่าคนขึ้นไปอาจถึงร้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายการวิจัย ความซับซ้อนของเรื่องที่ศึกษา เวลา และงบประมาณ กำหนดประเด็นแนวโน้มและสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัย โดยทั่วไปมักจะอยู่ในรูปของแบบสอบถามหรือการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ทำเดลฟายรอบที่หนึ่ง โดยการส่งแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญหรือสัมภาษณ์ (ตัวต่อตัว หรือโดยการโทรศัพท์) หรือทำการประชุมทางไกล (Tele - conferencing) โดยผ่านระบบสื่อสารทางเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในรอบที่หนึ่ง ทำเดลฟายรอบที่สอง โดยรอบนี้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านจะได้รับข้อมูลป้อนกลับเชิงสถิติ (Statistical Feedbacks) ที่เป็นของกลุ่มโดยส่วนรวม เช่น ค่าร้อยละ ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range) ของกลุ่ม ผนวกด้วยคำตอบเดิมของตนเองแล้วขอให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาตอบใหม่ ทำเดลฟายรอบที่สาม หรือรอบที่สี่ สรุปและอภิปรายผลโดยการเสนอแนวโน้มที่มีฉันทามติตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วอภิปรายเสนอแนะจากผลการวิจัย

ส่วนเทคนิคการวิจัยแบบ EFR (The Ethnographic Futures Research) ศักดิพันธ์ ตันวิมลรัตน์ (2553, น. 100) กล่าวว่า ผู้พัฒนาเทคนิคการวิจัยอนาคตแบบ EFR คือ ศาสตราจารย์ ดร.โรเบิร์ต บี เท็กซ์เตอร์ (Robert B. Textor) แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด สหรัฐอเมริกา เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจากระเบียบวิธีวิจัยทางมานุษยวิทยาที่เรียกว่า การวิจัยชาติพันธุ์วรรณา (Ethnographic Research หรือ Ethnography) EFR เป็นเทคนิคการวิจัยที่พยายามจะดึงเอาอนาคตภาพและค่านิยมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมของกลุ่มประชากรที่ศึกษาโดยการสัมภาษณ์ที่มีลักษณะเฉพาะกล่าวคือ เป็นการสัมภาษณ์แบบเปิดและไม่ชี้แนะ (Non - directive, Open - ended) โดยผู้วิจัยอาจมีหัวข้อหรือประเด็นที่เตรียมไว้ประกอบเพื่อกันลิม แต่จะไม่มีลักษณะของการถามแบบชี้แนะ หลักการสัมภาษณ์แบบ EFR นี้ถือว่าผู้ให้สัมภาษณ์เป็นผู้ควบคุมการสัมภาษณ์และมีอิสระในการให้สัมภาษณ์อย่างเต็มที่ลักษณะของสัมภาษณ์แบบ EFR ที่เด่นและแตกต่างไปจากการสัมภาษณ์แบบอื่น คือ จะมีการแบ่งช่วงการสัมภาษณ์ออกเป็นช่วง ๆ โดยอาจจะแบ่งตามหัวข้อที่สัมภาษณ์หรือตามช่วงเวลาที่เหมาะสม เช่น ทุก ๆ ประมาณ 10 นาที ผู้สัมภาษณ์จะทำการสรุปการสัมภาษณ์จากบันทึกที่จดไว้หรือจากเทปบันทึกเสียงให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง และขอให้ผู้ให้สัมภาษณ์ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและแก้ไขคำสัมภาษณ์ได้กระบวนการเช่นนี้เรียกว่าเทคนิคการสรุปสะสม (Cumulative Summarization Technique) โดยจะทำเช่นนี้จนจบการสัมภาษณ์เพื่อที่จะช่วยให้ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้นว่า ข้อมูลที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือ คือมีทั้งความตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability) ของข้อมูลเพิ่มขึ้น โดยปกติการสัมภาษณ์แบบ EFR นี้จะประกอบด้วยอนาคตภาพที่เป็นทางเลือก (Alternative) 3 ภาพ และเรียงลำดับกันไป คือ อนาคตภาพทางดี (Optimistic - realistic Scenario) อนาคตภาพทางร้าย (Pessimistic - realistic Scenario) และอนาคตภาพที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด (Most - probable Scenario) อนาคตภาพทั้ง 3 ภาพนี้ จะประกอบไปด้วยแนวโน้มในอนาคตที่ผู้ให้สัมภาษณ์คาดว่าจะมีโอกาสเกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีการใช้คำว่า Realistic กำกับไว้ทั้งในอนาคตภาพทางดีและอนาคตภาพทางร้าย เมื่อสัมภาษณ์ครบทั้ง 3 ภาพตามขั้นตอนเสร็จแล้ว ผู้สัมภาษณ์อาจจะสรุปการสัมภาษณ์ให้ผู้ให้สัมภาษณ์ฟังทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง และขอให้ผู้สัมภาษณ์ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไข และหรือเพิ่มเติมคำสัมภาษณ์อีก หรืออาจจะนำผลการสัมภาษณ์ที่จดบันทึกไว้หรืออัดเทปไว้กลับไปเรียบเรียงใหม่ แล้วส่งผลการสัมภาษณ์ที่เรียบเรียงแล้ว (Protocol) ไปให้ผู้ให้สัมภาษณ์อ่านและตรวจแก้ไขเป็นการส่วนตัวก็ได้ หลังจากนั้นจึงนำผลการสัมภาษณ์มาทำการวิเคราะห์เพื่อจะหาฉันทามติระหว่างกลุ่มผู้ให้สัมภาษณ์ แล้วนำแนวโน้มที่มี ฉันทามติมาเขียนเป็นอนาคตภาพ ซึ่งเป็นผลการวิจัย

2.1.1 ขั้นตอนของการวิจัยแบบ EFR

2.1.1.1 กำหนดและเตรียมผู้เชี่ยวชาญ ขั้นนี้ถือว่าสำคัญและจำเป็นมากเพราะหากได้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เชี่ยวชาญจริงๆ จะทำให้ผลการวิจัยน่าเชื่อถือมากขึ้นเท่านั้น ส่วนการเตรียมตัวกลุ่มผู้เชี่ยวชาญยังมีความจำเป็นเพราะผู้เชี่ยวชาญอาจมองไม่เห็นความสำคัญของการวิจัยลักษณะนี้หรือ

อาจไม่มีเวลาให้ผู้วิจัยได้เต็มที่ ผู้วิจัยต้องอธิบายถึงจุดหมาย ขั้นตอนต่าง ๆ ของการวิจัย เวลาที่ต้องใช้ และประโยชน์ของการวิจัย ย้ำถึงความจำเป็นและความสำคัญของการใช้ผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงขอความร่วมมือการเตรียมผู้เชี่ยวชาญ นอกจากจะทำให้มั่นใจได้ว่าจะได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีแล้วยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญได้มีเวลาเตรียมตัวเตรียมข้อมูล จัดระบบข้อมูลและความคิดล่วงหน้าช่วยให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

2.1.1.2 สัมภาษณ์ (EDFR รอบที่หนึ่ง) ลักษณะการสัมภาษณ์และขั้นตอนคล้ายกับ EFR แต่ EDFR มีความยืดหยุ่นมากกว่า กล่าวคือผู้วิจัยสามารถที่จะเลือกรูปแบบการสัมภาษณ์ที่จะสนองตอบต่อจุดมุ่งหมายเวลา งบประมาณ และสถานการณ์ของการวิจัยได้ คืออาจยึดตามรูปแบบของ EFR โดยเริ่มจากสัมภาษณ์อนาคตภาพ 3 แบบ อนาคตภาพทางบวก (Optimistic- realistic Scenario) อนาคตภาพทางลบ (Pessimistic - realistic Scenario) และอนาคตภาพที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด (Most - probable Scenario) ตามลำดับหรืออาจจะเลือกสัมภาษณ์เฉพาะแนวโน้มที่ผู้เชี่ยวชาญคาดว่าจะเป็นไปได้โดยไม่คำนึงถึงว่าแนวโน้มเหล่านั้น จะเป็นไปได้ในทางบวกหรือทางลบเพราะในการทำ EDFR รอบที่สองและสามถ้าหากผู้วิจัยสนใจจะแยกศึกษาอนาคตภาพทั้ง 3 ภาพแบบ EFR ผู้วิจัยสามารถทำได้โดยการออกแบบสอบถามที่จะช่วยให้ได้อนาคตภาพทั้ง 3 ภาพอย่างเป็นระบบได้ในระหว่างการสัมภาษณ์ผู้วิจัยใช้กระบวนการที่เรียกเทคนิคการสรุปสะสม (Cumulative Summarization Technique) โดยทำการสรุปการสัมภาษณ์จากบันทึกที่จดไว้หรือจากเทปบันทึกเสียงให้ผู้สัมภาษณ์ฟังและขอให้ผู้ให้สัมภาษณ์ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและแก้ไขคำสัมภาษณ์ได้ โดยจะทำเช่นนี้จนจบการสัมภาษณ์ เพื่อที่จะช่วยให้ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้นว่าข้อมูลที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือ

2.1.1.3 วิเคราะห์/ สังเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นเครื่องมือสำหรับทำเดลฟาย

2.1.1.4 สร้างเครื่องมือซึ่งเครื่องมือมักจะมีลักษณะเป็นแบบสอบถามการสร้างเครื่องมือถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการวิจัยด้วยเทคนิคนี้คือ นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทุกคนมารวมกัน ตัดทอนข้อความที่ซ้ำกันหรือตัดส่วนที่เกินไปจากกรอบของการวิจัยที่กำหนดไว้ออกไป โดยการหาถ้อยคำที่ครอบคลุมข้อความทั้งหมด ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พยายามรักษาถ้อยคำของผู้ให้สัมภาษณ์ไว้ให้มากที่สุด การเขียนควรเป็นภาษาที่สั้นกะทัดรัด โดยพยายามรักษาความหมายเดิมของผู้เชี่ยวชาญให้มากที่สุด เขียนแนวโน้มเพียงประเด็นเดียวใน 1 ข้อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ผู้เชี่ยวชาญเกิดความสับสนในประเด็นนั้น ๆ

2.1.1.5 ทำ EDFR รอบที่ 2, 3 โดยการนำแบบสอบถามส่งไปให้ผู้เชี่ยวชาญตอบตามรูปแบบของเดลฟาย ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านจะได้รับรู้ข้อมูลป้อนกลับเชิงสถิติ (Statistical Feedbacks) เป็นของกลุ่มโดยส่วนรวมโดยหาค่าร้อยละ ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range) ของกลุ่ม ผนวกด้วยคำตอบเดิมของตนเอง แล้วขอให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

พิจารณาตอบใหม่เพื่อที่จะทำการกรองความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐานเพื่อทำการจำแนกข้อมูลหาฉันทามติ (Consensus) ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวนรอบของการทำวิจัย EDFR ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมาย งบประมาณ เวลา และกำลังคนของการวิจัย ทั้งนี้พิจารณาจากคำตอบที่ได้ว่ามีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) ของคำตอบหรือมีฉันทามติ (Consensus) ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ครอบคลุมเรื่องที่ศึกษามากพอแล้วหรือไม่ หากมีมากพออาจหยุดได้ในรอบที่ 2 แต่หากต้องการความหนักแน่นควรทำรอบที่ 3 เพราะจำนวนรอบมีส่วนช่วยในเรื่องของสถิติ และช่วยในการกรองความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Refine Consensus of Experts)

2.1.1.6 เขียนภาพอนาคต การนำผลการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปถือตามเกณฑ์ที่มีแนวโน้มความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง กล่าวคือค่ามัธยฐาน (Median) ที่ 3.5 ขึ้น ไป และพิจารณาความสอดคล้องของคำตอบ โดยพิจารณาจาก Interquartile Range (Q3 - Q1) ไม่เกิน 1.5 แล้วนำมาเรียบเรียงเขียนเป็นอนาคตภาพโดยใช้ภาษาที่เป็นทางการสละสลวย กระชับรัดชัดเจนไม่เขียนเป็นวิชาการมากไปคือคนทั่วไปอ่านแล้วเข้าใจได้ง่ายในการสรุปผลหรือการเขียนรายงานเน้นที่แนวโน้มที่มีความเป็นไปได้มากคือ 3.5 ขึ้น ไป แต่ผู้วิจัยสามารถนำผลการวิเคราะห์ในรอบที่ 2 มาพิจารณาโดยเลือกแนวโน้มที่อยู่ในระดับปานกลางซึ่งอาจจะค่อนข้างสูงของระดับปานกลางมาประกอบการรายงานและอภิปรายผลได้หากข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลสำคัญ

2.1.2 การเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

การเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญถือเป็นประเด็นที่สำคัญที่สุดในการวิจัยอนาคตแบบ EDFR เนื่องจากเหตุผลที่เลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นกลุ่มตัวอย่างเพราะมีความเชื่อว่าผู้เชี่ยวชาญคือผู้ที่มีความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ในเรื่องที่ศึกษามีความสามารถมองหรือคาดการณ์อนาคตได้ชัดเจน ถูกต้องมากกว่าบุคคลทั่วไป และอีกเหตุผลสำคัญคือการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคม หรือหน่วยงานหนึ่งหน่วยงานใดนั้น บุคคลที่อยู่เบื้องหลังการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นคือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบไปด้วย กลุ่มผู้บริหาร กลุ่มผู้มีอำนาจในการตัดสินใจทั้งทางตรง และทางอ้อมซึ่งอาจจะเป็นนักการเมืองที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการตัดสินใจของหน่วยงานนั้น ๆ รวมไปถึงกลุ่มนักวิชาการผู้มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี เหตุผลทางจิตวิทยาง่าย ๆ ว่าเมื่อใดก็ตามที่ผู้บริหารได้รับรู้ความเคลื่อนไหวของสิ่งหนึ่งสิ่งใด โดยเฉพาะงานที่ต้องเกี่ยวข้องและเมื่อใดที่ความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญคนอื่น ๆ โดยเฉพาะกลุ่มนักวิชาการ ผู้ให้บริการ หรือผู้บริหารภายในหน่วยงานนั้นบังเอิญไปสอดคล้องเข้ากับความคิดของตน เขาก็มีโอกาสที่จะตัดสินใจทันที กลุ่มนักวิชาการควรเป็นกลุ่มที่ต้องได้รับคัดเลือกเข้าเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเสมอ เนื่องจากนักวิชาการในสาขาที่เราศึกษานั้นเป็นกลุ่มที่ค่อนข้างมีความคิดเป็นอิสระสร้างสรรค์ หลากหลายรูปแบบ ซึ่งส่งผลให้ได้รายละเอียดในแง่ที่เป็นวิชาการ ผลงานทางวิชาการ เพื่อได้แนวโน้มที่เป็นไปได้หรือนำจะเป็นหลากหลายรูปแบบ (ดวงนภา มกรานุรักษ์, 2554, น. 32)

2.1.3 เกณฑ์ในการเลือกผู้เชี่ยวชาญ

การเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยหากผู้วิจัยรู้ว่าใครเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ศึกษา หรือผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งลงไป ก็สามารถเจาะจงเลือกผู้เชี่ยวชาญได้ทันที แต่ในกรณีที่ผู้วิจัยไม่ทราบ และไม่มีข้อมูลเลยว่าใคร เป็นผู้เชี่ยวชาญในหน่วยงานนั้น ก็สามารถใช้วิธีโชนลูก (Snowball) ถามเพื่อเชื่อมต่อไปยังผู้เชี่ยวชาญท่านอื่น ซึ่งวิธีนี้เป็นการลดปัญหาความลำเอียงในการเลือกผู้เชี่ยวชาญอีกด้วย เนื่องจากการให้ผู้เชี่ยวชาญเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกันเอง (ดวงนภา มกรานุรักษ์, 2554, น. 32)

2.1.4 จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จำนวนผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยนั้นขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายการวิจัย โดยจำนวนผู้เชี่ยวชาญ ยิ่งมีจำนวนมากจะได้ความคิดเห็นใหม่ ๆ และได้คำตอบที่มีน้ำหนักความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยทั่วไปไม่มีการกำหนดแน่นอนตายตัว จำนวนผู้เชี่ยวชาญขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่ม จากรายงานการวิจัยของ Macmillan (1971), (เกษม บุญอ่อน, 2522), (ดวงนภา มกรานุรักษ์, 2554) พบว่า จำนวนผู้เชี่ยวชาญมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของคำตอบ หากผู้เชี่ยวชาญมีจำนวนตั้งแต่ 17 คนขึ้นไปค่าความคลาดเคลื่อนจะมีน้อยที่สุด ดังตารางที่ 2.1 ด้านล่าง

ตารางที่ 2.1

จำนวนผู้เชี่ยวชาญและการลดลงของความคลาดเคลื่อน

จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	ความคลาดเคลื่อน	ความคลาดเคลื่อนลดลง
1 – 5	1.20 – 0.70	0.50
5 – 9	0.70 - 0.58	0.12
9 – 13	0.58 – 0.54	0.04
13 – 17	0.54 – 0.50	0.04
17 – 21	0.50 – 0.48	0.02
21 – 25	0.48 - 0.46	0.02
25 – 29	0.46 – 0.44	0.02

ที่มา : เกษม บุญอ่อน, (2522, น. 28), ดวงนภา มกรานุรักษ์, (2554)

จำนวนผู้เชี่ยวชาญในแต่ละรอบนั้นควรให้คงที่ แต่ด้วยเทคนิค EDFR มีความยืดหยุ่นได้ โดยยอมรับสภาพความเป็นจริงที่ว่าผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถอยู่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้เราได้เสมอ ฉะนั้น จึงไม่จำเป็นที่จำนวนผู้เชี่ยวชาญในแต่ละรอบจะต้องเท่ากัน แต่ในรอบแรกนั้นควรมีจำนวนมาก รอบที่สองอาจลดลงได้บ้างเพียงเล็กน้อยและในรอบที่ 3 เป็นรอบที่ช่วยในการยืนยันผลการวิจัยถ้าหากได้ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้นในรอบที่สามนี้จะเป็นการดี และมีการเปลี่ยนแปลงผู้เชี่ยวชาญ ผู้ให้ข้อมูลได้ เช่น ในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญท่านเดิมติดภารกิจไม่อาจให้ข้อมูลในรอบที่สองหรือสาม ผู้วิจัยสามารถพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ

ท่านอื่นทดแทน แต่สำคัญตรงที่ผู้เชี่ยวชาญที่ทดแทนต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนเรื่องอัตราส่วนหรือสัดส่วนระหว่างผู้เชี่ยวชาญต่างๆ นั้นผู้วิจัยจะเป็นผู้กำหนดเอง ซึ่งการวิจัย เน้นที่ประเด็นใดก็พิจารณาเลือกผู้เชี่ยวชาญในส่วนนั้นให้มาก

2.1.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การข้อมูลการวิจัยด้วยเทคนิค EDFR

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การข้อมูลการวิจัยด้วยเทคนิค EDFR จะใช้หลักการเกี่ยวกับการวิจัยด้วยเทคนิค Delphi สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเป็นสถิติเบื้องต้น คือ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ได้แก่ ฐานนิยม (Mode) มัชยฐาน (Median) ค่าเฉลี่ย (Mean) และการวัดการกระจายของข้อมูล คือ ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range) จากการศึกษางานวิจัยของ พิสุทธิธาท อารีราษฎร์ (2548) จากการศึกษาแนวโน้มในการจัดการเรียนการสอนแบบปฏิรูปการเรียนรู้โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ วิชาโครงสร้างข้อมูล จากอาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่าการวิเคราะห์ฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สถิติ ฐานนิยม มัชยฐาน และพิสัยระหว่างควอไทล์

จากการศึกษาหลักการแนวความคิดการวิจัยด้วยเทคนิค EDFR สรุปได้ว่า เทคนิคการวิจัยอนาคตแบบ EDFR (Ethnographic Delphi Future Research) เป็นเทคนิคการวิจัยที่ผสมผสานระหว่างเทคนิคการวิจัยแบบ EFR (Ethnographic Futures Research) และเดลฟาย (Delphi) เข้าด้วยกัน จุดมุ่งหมายของการวิจัยอยู่ที่การสำรวจและศึกษาแนวโน้มที่เป็นไปได้หรือน่าจะเป็นเรื่องที่ศึกษาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ เพื่อที่จะหาทางทำให้แนวโน้มที่พึงประสงค์นั้นเกิดขึ้นและป้องกัน หรือขจัดแนวโน้มที่ไม่พึงประสงค์ให้หมดไป การวิจัยด้วยเทคนิค EDFR จะใช้ฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญที่กำหนดโดยค่าสถิติ คือ ฐานนิยม มัชยฐาน ค่าเฉลี่ย และพิสัยระหว่างควอไทล์ ทั้งนี้จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสมสามารถกำหนดได้โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการวิจัยในแต่ละรูปแบบ โดยจำนวนที่เหมาะสมจะอยู่ที่ 17 คน

ผู้วิจัยได้นำหลักการแนวความคิดการวิจัยด้วยเทคนิค EDFR ที่เป็นการวิจัยอนาคตมาเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษารูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อหาฉันทามติขององค์ประกอบของรูปแบบโดยกำหนดจำนวนผู้เชี่ยวชาญ 17-21 คน และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ มัชยฐาน และพิสัยระหว่างควอไทล์

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

2.2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบโครงการ

ดนูพล บุญชอบ (2557, น.47) การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมกลุ่มกันเพื่อทำกิจกรรมร่วมกัน เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง ฝึกการเรียนรู้ด้วยการทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่น เป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้

เต็มขีดความสามารถที่มีอยู่อย่างแท้จริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้เรียนวิธีการเรียนรู้ตามกระบวนการขั้นตอนวิธีการทำโครงการ เพื่อให้ข้อสรุป ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ตามจุดประสงค์ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากการปฏิบัติจริง รู้จักบูรณาการความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่แต่ละคนนำมาทำกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ รวมทั้งยังปลูกฝังนิสัยรักการเรียนรู้อันจะนำไปสู่การเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ได้ในที่สุด

สุภารัตน์ จันทร์แมน (2556, น. 66) กล่าวว่า การเรียนแบบโครงการหมายถึงผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริงมีการวางแผนปฏิบัติและสรุปผลด้วยตนเองโดยใช้วิธีการที่หลากหลายเริ่มตั้งแต่ความสนใจของผู้เรียนเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วทบทวนการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบโดยอาศัยกระบวนการและทักษะต่างๆเพื่อแก้ไขปัญหาที่ได้รับ

ทิพย์วี ยอดเดชา (2557, น. 12) กล่าวว่า โครงการ หมายถึง การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลึกซึ้งซึ่งตามหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ในการศึกษาค้นคว้า คิดค้น วางแผนและลงมือปฏิบัติตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียน

นิวาตี นิวัตโสภณ (2557, น. 22) กล่าวว่า โครงการเป็นเสมือนสะพานเชื่อมระหว่างห้องเรียนกับโลกภายนอก ซึ่งเป็นชีวิตจริงของผู้เรียนทั้งนี้เพราะว่า

1. ผู้เรียนต้องนำเอาความรู้ที่ได้จากชั้นเรียนมาบูรณาการเข้ากับกิจกรรมที่จะกระทำเพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยการสร้างความหมาย การแก้ปัญหา และการค้นพบด้วยตนเอง

2. ผู้เรียนต้องสร้างและกำหนดความรู้ จากความคิดและแนวคิดที่มีอยู่กับความคิดและแนวคิดที่เกิดขึ้นใหม่ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนความรู้ให้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งใหม่

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเลือกเนื้อหาจากความสนใจของตนเองและได้ลงมือปฏิบัติจริง ศึกษา ค้นคว้า โดยใช้หลักการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเองและมีผลงานปรากฏให้เห็น โดยมีผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิด

2.2.2 ความหมายของโครงการคอมพิวเตอร์

กาญจนา ตุ่นคำแดง (2551, น. 34) กล่าวว่า โครงการคอมพิวเตอร์ หมายถึง กิจกรรมอิสระที่ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาตามความสนใจ โดยใช้ทักษะทางด้านคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ในการแก้ปัญหาประดิษฐ์คิดค้นหรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ โดยผู้เรียนจะต้องวางแผนศึกษาพัฒนาโปรแกรมหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องด้วยตนเอง

สิวลัย จินเจือ (2551, น. 8) กล่าวว่า โครงการคอมพิวเตอร์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนมีอิสระในการเลือกศึกษาปัญหาที่ตนสนใจ ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่ต้องใช้ความรู้ กระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์เครื่องคอมพิวเตอร์และวัสดุอุปกรณ์ตลอดจนทักษะพื้นฐานในการพัฒนาโครงการ

โครงการบางเรื่องอาจต้องการวัสดุอุปกรณ์นอกเหนือจากที่มีอยู่ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดออกแบบสร้าง ขึ้นหรือดัดแปลงเพื่อใช้งานได้ตรงกับความต้องการ โดยในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์จะอยู่ภายใต้ การดูแลและให้คำปรึกษาของครูในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์หรือต่างสาขาวิชา รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิด้าน ต่าง ๆ ด้วย ซึ่งการจัดโครงการคอมพิวเตอร์อาจจัดเป็นกิจกรรมในหลักสูตร หรือกิจกรรมเสริมหลักสูตร ที่ใช้เวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

ชนารัตน์ คำอ่อน (2560) ให้ความหมายของโครงการคอมพิวเตอร์ว่าเป็นกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกทักษะการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ พร้อมทั้ง เครื่องมือต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา รวมทั้งการพัฒนาเจตคติในการสร้างผลงาน โครงการคอมพิวเตอร์ เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ผู้เรียนสามารถศึกษาปัญหาที่ตนสนใจ ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับ คอมพิวเตอร์มาผสมผสานกัน ซึ่งบางโครงการอาจต้องใช้ความรู้อื่น ๆ มาร่วมด้วย โดยผู้เรียนจะต้อง วางแผนการดำเนินงาน ศึกษา พัฒนาโปรแกรมหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนทักษะพื้นฐานในการ พัฒนาโครงการ โครงการบางเรื่องอาจต้องการวัสดุอุปกรณ์นอกเหนือจากที่มีอยู่ ซึ่งผู้เรียนจะต้อง พัฒนาขึ้น หรือดัดแปลงเพื่อให้ใช้งานได้ตรงกับความต้องการ โดยในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ จะอยู่ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของผู้สอน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านต่าง ๆ

ลัดดาวรรณ ศรีฉิม (2560) ได้ให้ความหมายของโครงการคอมพิวเตอร์ คือ ผลงานที่ได้ จากการศึกษาค้นคว้าตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของผู้เรียนโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โครงการจึงเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยผู้เรียนจะหาหัวข้อโครงการที่ ตนเองสนใจ รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ และความรู้ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อ สร้างผลงานตามความต้องการได้อย่างเหมาะสมโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

กล่าวโดยสรุป โครงการคอมพิวเตอร์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเลือกเนื้อหา จากความสนใจของตนเองและได้ลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ทักษะทางด้านคอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ในการแก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้นหรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ โดยผู้เรียนจะต้องวางแผน ศึกษาพัฒนาโปรแกรมหรืออุปกรณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามกระบวนการขั้นตอน วิธีการทำโครงการ เพื่อให้ข้อสรุป ผลงานหรือชิ้นงานตามจุดประสงค์นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเองและมีผลงานปรากฏให้เห็น โดยมีผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิด

2.2.3 ประเภทของโครงการคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในทุกสาขาวิชา ดังนั้น โครงการคอมพิวเตอร์จึงมี ความหลากหลายทั้ง ในลักษณะของเนื้อหา กิจกรรม และประโยชน์หรือผลงานที่ได้ โครงการคอมพิวเตอร์ มีหลายประเภท ในที่นี้แบ่งเป็น 5 ประเภท คือ โครงการพัฒนาสื่อเพื่อการศึกษา (Educational Media Development) โครงการพัฒนาเครื่องมือ (Tools Development) โครงการจำลองทฤษฎี (Theory Simulation) โครงการประยุกต์ใช้งาน (Application) และโครงการพัฒนาเกม (Game Development)

2.2.3.1 โครงการพัฒนาสื่อเพื่อการศึกษา ลักษณะเด่นของโครงการประเภทนี้ คือ เป็นโครงการที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการผลิตสื่อเพื่อการศึกษา โดยการสร้างโปรแกรม บทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งอาจจะต้องมีภาคแบบฝึกหัด บททบทวน และคำถามคำตอบไว้พร้อม ผู้เรียนสามารถเรียนแบบรายบุคคลหรือรายกลุ่มการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ถือว่าคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอน ซึ่งอาจเป็นการพัฒนาบทเรียน แบบออนไลน์ ให้ผู้เรียนเข้ามาศึกษาด้วยตนเองก็ได้ โครงการประเภทนี้สามารถพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอนในวิชาต่าง ๆ โดยผู้เรียนอาจคัดเลือกเนื้อหาที่เข้าใจยากมาเป็นหัวข้อในการพัฒนาสื่อเพื่อการศึกษา ตัวอย่างโครงการ เช่นการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์ ระบบสุริยจักรวาล ตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการชั่งกึ่งกุหลาบ หลักภาษาไทย และสถานที่สำคัญของประเทศไทย เป็นต้น

2.2.3.2 โครงการพัฒนาเครื่องมือ โครงการประเภทนี้เป็นโครงการเพื่อพัฒนาเครื่องมือช่วยสร้างงานประยุกต์ต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปซอฟต์แวร์ เช่น ซอฟต์แวร์วาดรูป ซอฟต์แวร์พิมพ์งาน และซอฟต์แวร์ช่วยการมองวัตถุในมุมมองต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับซอฟต์แวร์เพื่อการพิมพ์งานนั้น สร้างขึ้นเป็นโปรแกรมประมวลผลคำซึ่งจะเป็นเครื่องมือให้เราใช้ในการพิมพ์งานต่าง ๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนซอฟต์แวร์การวาดรูป พัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้การวาดรูปบนเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นไปได้โดยง่าย สำหรับซอฟต์แวร์ช่วยการมองวัตถุในมุมมองต่าง ๆ ใช้สำหรับช่วยการออกแบบสิ่งของ อาทิเช่น ผู้ใช้วาดแจกันด้านหน้า และต้องการจะดูว่าด้านบนและด้านข้างเป็นอย่างไร ก็ให้ซอฟต์แวร์คำนวณค่าและภาพที่ควรจะเป็นมาให้ เพื่อพิจารณาและแก้ไขภาพแจกันที่ออกแบบไว้ได้อย่างสะดวก

2.2.3.3 โครงการจำลองทฤษฎี โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจำลองการทดลองของสาขาต่าง ๆ ซึ่งเป็นงานที่ไม่สามารถทดลองด้วยสถานการณ์จริงได้ เช่น การจู่ระเบิด เป็นต้น และเป็นโครงการที่ผู้ทำต้องศึกษารวบรวมความรู้หลักการ ข้อเท็จจริงและแนวคิดต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งในเรื่องที่ต้องการศึกษาแล้วเสนอเป็นแนวคิด แบบจำลอง หลักการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบาย พร้อมทั้งจำลองทฤษฎีด้วยคอมพิวเตอร์ให้ออกมาเป็นภาพ ภาพที่ได้ก็จะเปลี่ยนไปตามสูตรหรือสมการนั้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น การทำโครงการประเภทนี้มีจุดสำคัญอยู่ที่ผู้ทำต้องมีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี ตัวอย่างโครงการจำลองทฤษฎี เช่น การทดลองเรื่องการไหลของของเหลว การทดลองเรื่องพฤติกรรมของปลาปิ้งรีนยา และการทดลองเรื่องการมองเห็นวัตถุแบบสามมิติ เป็นต้น

2.2.3.4 โครงการประยุกต์ใช้งาน โครงการประยุกต์ใช้งานเป็นโครงการที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างผลงานเพื่อประยุกต์ใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน อาทิเช่น ซอฟต์แวร์สำหรับการออกแบบและตกแต่งภายในอาคาร ซอฟต์แวร์สำหรับการผสมสี และซอฟต์แวร์สำหรับการระบุคนร้าย เป็นต้น โครงการประเภทนี้จะมีการประดิษฐ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรืออุปกรณ์ใช้สอยต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นการคิดสร้างสิ่งของขึ้นใหม่ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โครงการงาน

ลักษณะนี้จะต้องศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ก่อน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาสิ่งของนั้น ๆ ต่อจากนั้นต้องมีการทดสอบการทำงานหรือทดสอบคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ แล้วปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ โครงการประเภทนี้ผู้เรียนต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ภาษาโปรแกรม และเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2.3.5 โครงการพัฒนาเกม โครงการพัฒนาเกมเป็นโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เกมเพื่อความรู้อ และ/หรือ ความเพลิดเพลิน เช่น เกมหมากรุก เกมทาย คำศัพท์และเกมการคำนวณเลข เป็นต้น ซึ่งเกมที่พัฒนาขึ้นนี้น่าจะเน้นให้เป็นเกมที่ไม่น่าเบื่อ เน้นการใช้สมองเพื่อฝึกความคิดอย่างมีหลักการ โครงการประเภทนี้จะมีการออกแบบลักษณะและกฎเกณฑ์การเล่น เพื่อให้น่าสนใจแก่ผู้เล่น พร้อมทั้งให้ความรู้สอดแทรกไปด้วย ผู้พัฒนาควรจะได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเกมต่าง ๆ ที่มีอยู่ทั่วไป และนำมาปรับปรุงหรือพัฒนาขึ้นใหม่เพื่อให้เป็นเกมที่แปลกใหม่ และน่าสนใจแก่ผู้เล่นกลุ่มต่าง ๆ

การจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ หลักการใช้ใน การแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา หลักการเขียนโปรแกรม และการแทนข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ก่อนที่จะเริ่มทำโครงการ และใช้ความรู้ดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ในโครงการคอมพิวเตอร์ โดยในการทำโครงการผู้เรียนอาจจะมีโอกาสได้ทำความรู้จักกับความรู้ใหม่เพิ่มเติมอีกด้วย เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) และการสืบค้นข้อมูล (Information Retrieval) เป็นต้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับหัวข้อที่ผู้เรียนเลือกทำโครงการ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551)

มานพ ทะชัยวงศ์ (2547) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในทุกๆ สาขาวิชา ดังนั้นโครงการคอมพิวเตอร์จึงมีความหลากหลายเป็นอย่างมาก ทั้งในลักษณะของเนื้อหา กิจกรรมและลักษณะของประโยชน์หรือผลงานที่ได้ ซึ่งอาจแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 5 ประเภท คือ

1. โครงการพัฒนาสื่อเพื่อการศึกษา (Educational Media) โครงการนี้ใช้คอมพิวเตอร์ในการผลิตสื่อเพื่อการศึกษา โดยการสร้างโปรแกรมบทเรียน หรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งอาจจะต้องมีภาคแบบฝึกหัด บททบทวนและคำถามคำตอบไว้พร้อม ผู้เรียนสามารถเรียนแบบรายบุคคลหรือรายกลุ่ม การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนี้ ถือว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอน ไม่ใช่เป็นครูผู้สอน ซึ่งอาจเป็นการพัฒนาบทเรียนแบบ Online ให้นักเรียนเข้ามาศึกษาด้วยตนเองโครงการประเภทนี้สามารถพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอนในวิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสาขาคอมพิวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาสังคม วิชาชีวอื่น ๆ ฯลฯ โดยนักเรียนอาจคัดเลือกหัวข้อที่นักเรียนทั่วไปที่ทำความเข้าใจยาก มาเป็นหัวข้อในการพัฒนาโปรแกรมบทเรียน ตัวอย่างเช่น โปรแกรมสอน วิธีการใช้งานระบบสุริยะจักรวาล โปรแกรมแบบทดสอบวิชาต่าง ๆ

2. โครงการพัฒนาเครื่องมือ (Tools Development) โครงการเพื่อพัฒนาเครื่องมือมาช่วยสร้างงานประยุกต์ต่าง ๆ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นในรูปซอฟต์แวร์ ตัวอย่างของเครื่องมือช่วยงาน เช่น ซอฟต์แวร์วาดรูป ซอฟต์แวร์พิมพ์งาน ซอฟต์แวร์ช่วยการมองวัตถุในมุมต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับซอฟต์แวร์เพื่อการพิมพ์งานนั้นสร้างขึ้นเป็นโปรแกรมประมวลผลภาษา ซึ่งจะเป็นเครื่องมือให้เราใช้งานในงานพิมพ์ต่าง ๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นไปได้โดยง่าย ซึ่งรูปที่ได้สามารถนำไปใช้งานต่าง ๆ ได้มากมาย สำหรับซอฟต์แวร์ช่วยในการมองวัตถุในมุมต่าง ๆ ใช้สำหรับช่วยในการออกแบบสิ่งของต่าง ๆ เช่น โปรแกรมประเภท 3D

3. โครงการประเภทการทดลองทฤษฎี (Theory Experiment) เป็นโครงการใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองการทดลองของสาขาต่าง ๆ เป็นโครงการที่ผู้ทำต้องศึกษารวบรวมความรู้หลักการ ข้อเท็จจริงและแนวความคิดต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งในเรื่องที่ต้องการศึกษา แล้วเสนอเป็นแนวคิดแบบจำลอง หลักการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสมการ สูตร หรือคำอธิบายก็ได้ พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการจำลองทฤษฎีด้วยคอมพิวเตอร์ การทำโครงการประเภทนี้มีจุดสำคัญอยู่ที่ผู้ทำต้องมีความรู้เรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี ตัวอย่าง เช่น การทดลองเรื่องการไหลของเหลว การทดลองเรื่องพฤติกรรมของปลา ทฤษฎีการแบ่งแยกดีเอ็นเอ เป็นต้น

4. โครงการประเภทการประยุกต์ใช้งาน (Application) เป็นโครงการที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างผลงานเพื่อประยุกต์ใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน เช่น ซอฟต์แวร์สำหรับการออกแบบและตกแต่งอาคาร ซอฟต์แวร์สำหรับการผสมสี ซอฟต์แวร์สำหรับการระบุคนร้าย เป็นต้น โครงการประเภทนี้จะมีการประดิษฐ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรืออุปกรณ์ใช้สอยต่าง ๆ ซึ่งอาจจะสร้างใหม่หรือปรับปรุงดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ โครงการลักษณะนี้จะต้องศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ก่อนแล้วนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบ และพัฒนาสิ่งของนั้น ๆ ต่อจากนั้นต้องมีการทดสอบการทำงานหรือทดสอบคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์แล้วปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ โครงการประเภทนี้นักเรียนต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ภาษาโปรแกรมและเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอาจใช้วิธีทางวิศวกรรมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในการพัฒนา

5. โครงการพัฒนาเกม (Game Development) เป็นโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เกมเพื่อความรู้ ความเพลิดเพลิน เช่น เกมหมากรุก เกมหมากรอส เกมการคำนวณเลข ซึ่งเกมที่พัฒนาขึ้นนี้น่าจะเน้นให้เป็นเกมที่ไม่น่าเบื่อ เน้นการใช้สมองเพื่อฝึกคิดอย่างมีหลักการ โครงการประเภทนี้จะมีการออกแบบลักษณะและกฎเกณฑ์การเล่น เพื่อให้น่าสนใจแก่ผู้เล่น พร้อมทั้งให้ความรู้สอดแทรกไปด้วย ผู้พัฒนาควรจะได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเกมต่าง ๆ ที่มีอยู่ทั่วไปและนำมาปรับปรุงหรือพัฒนาขึ้นใหม่เพื่อให้เป็นเกมที่แปลกใหม่และน่าสนใจแก่ผู้เล่นกลุ่มต่าง ๆ

กล่าวโดยสรุป โครงการงานคอมพิวเตอร์แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 5 ประเภท (1) โครงการงานพัฒนาสื่อเพื่อการศึกษา (2) โครงการงานพัฒนาเครื่องมือ (3) โครงการงานประเภทการทดลอง ทฤษฎี (4) โครงการงานประเภทการประยุกต์ใช้งาน และ (5) โครงการงานพัฒนาเกม

2.2.4 องค์ประกอบของโครงการงานคอมพิวเตอร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551) กล่าวว่า องค์ประกอบของโครงการงานคอมพิวเตอร์ มีดังนี้ (1) กระบวนการทำงาน โครงการงานเทคโนโลยีสารสนเทศ จะต้องมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการทำงานหรือขั้นตอนในการทำโครงการงาน เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินงานหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ และเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล (2) ความคิดสร้างสรรค์ ภาระชิ้นงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ จะต้องมีความคิดสร้างสรรค์ ผู้ทำโครงการงานควรเป็นผู้เลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการงานด้วยตนเอง โดยโครงการงานที่ทำต้องไม่ซ้ำหรือมีผู้อื่นทำไว้แล้ว แต่หากผู้ทำโครงการงานสนใจที่จะทำโครงการงานที่ผู้อื่นได้ศึกษาค้นคว้าหรือทำไว้แล้ว ผู้ทำโครงการงานก็ควรจะต้องคิดค้นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหรือพัฒนาโครงการงานนั้นเพิ่มเติม (3) การปฏิบัติงาน ผู้จัดทำโครงการงานจะต้องเป็นผู้ปฏิบัติภาระงาน ชิ้นงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ นั้นด้วยตนเอง โดยจะต้องใช้ความรู้ความสามารถและประสบการณ์ทั้งหมด ดังนั้นผู้ทำโครงการงานจึงควรเลือกทำโครงการงานที่ตนถนัด สนใจเพื่อให้อาจสามารถทำโครงการงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่หากผู้ทำโครงการงานขาดความรู้ ความสามารถและประสบการณ์เกี่ยวกับโครงการงานที่สนใจ ก็ควรศึกษาและค้นคว้าในด้านนั้น ๆ เพิ่มเติม (4) การวางแผน การสรุปและการนำเสนอโครงการงาน การทำโครงการงานเทคโนโลยีสารสนเทศ จะต้องมีการวางแผนเพื่อดำเนินการอย่างมีขั้นตอน มีการสรุปว่าผู้ทำโครงการงานและผู้อื่นได้รับอะไรจากการทำโครงการงาน มีข้อผิดพลาดในการทำโครงการงานนี้อย่างไร และจะต้องนำเสนอโครงการงานนั้น ๆ ให้แก่สาธารณชน ในการวางแผนทำโครงการงาน ผู้ทำโครงการงานสามารถใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศแก้ปัญหาในการจัดทำโครงการงานและใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการนำเสนอและเผยแพร่โครงการงาน

2.2.5 การประเมินผลโครงการงานคอมพิวเตอร์

อภิญา สิทธิวงศ์, (2558, น. 21) กล่าวถึงการประเมินผลโครงการงานไว้ ดังนี้

1. การประเมินโครงการงานของผู้เรียน ผู้สอนต้องแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่างการดำเนินการและหลังการดำเนินการ หรือรู้จักพิจารณาว่าก่อนที่จะดำเนินการมีสภาพเป็นอย่างไร มีปัญหาอย่างไร ระวังว่าดำเนินงานตามโครงการงานนั้นยังมีสิ่งใดผิดพลาดหรือเป็นข้อบกพร่องอยู่ ต้องแก้ไขอะไรอีกบ้าง มีวิธีแก้ไขอย่างไรเมื่อดำเนินการไปแล้วมีแนวคิดอย่างไรมีความพึงพอใจหรือไม่ ผลการดำเนินการตามโครงการงาน ผู้เรียนได้ความรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้ที่ไปพัฒนาปรับปรุงงานให้ดียิ่งขึ้นหรือนำความรู้ที่ไปใช้ในชีวิตได้อย่างไร โดยผู้ประเมินประเมินโครงการงานหรือเพื่อนร่วมประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจมีส่วนร่วมในการประเมินด้วยก็ได้

2. การประเมินโครงการของผู้สอน ควรเป็นการประเมินตามสภาพจริง หรือผู้สอนจะต้องสังเกตพฤติกรรมการทำงานของผู้เรียนตลอดระยะเวลาการทำงานไม่ประเมินผลสำเร็จงานเท่านั้นแต่ประเมินขั้นตอนกระบวนการทำงาน ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงออก ได้ใช้ความคิดในการวิเคราะห์ปัญหา พิจารณาทางเลือก ประเมินทางเลือกและเลือกแนวทางการแก้ปัญหาคิดวางแผน ดำเนินงานตามแผน สิ่ง que ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าการทำงานจะต้องเป็นสิ่งที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างสร้างสรรค์ พฤติกรรมในระหว่างทำงานตามโครงการผู้เรียนควรแสดงออกด้านคุณธรรมจริยธรรม มีความอดทนอดกลั้น ซื่อตรง เที่ยงธรรม รอบคอบ มีความรับผิดชอบ ต่อตนเองและผู้อื่น มีทักษะในการคิด มีทักษะในการศึกษาค้นคว้า มีทักษะในการใช้ภาษา มีทักษะในการจัดการอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน ทำงานอย่างเป็นเป้าหมาย ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีความรอบรู้ในวิชาที่ศึกษาอย่างถูกต้อง รู้วิธีการเรียนรู้และมีนิสัยใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

3. รายการที่ควรประเมิน

- 3.1 ทักษะด้านความรู้ในวิชาที่เรียน
- 3.2 ทักษะด้านความคิด
- 3.3 ทักษะส่วนบุคคล
- 3.4 คุณลักษณะส่วนบุคคล
- 3.5 ทักษะภาคปฏิบัติ

4. การประเมินโครงการ

- 4.1 ประเมินจากผลงาน
- 4.2 ประเมินจากรายงาน
- 4.3 ประเมินโดยการสอบปากเปล่า
- 4.4 ประเมินจากโปสเตอร์หรือการจัดนิทรรศการ
- 4.5 ประเมินจากการนำเสนอ
- 4.6 ประเมินจากสมุดบันทึก

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2551) กล่าวถึงการประเมินผลโครงการตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งเป็นการประเมินในเรื่องต่อไปนี้

1. ผลการเรียนรู้ด้านวิชาการ คือความรู้ ความเข้าใจในสาระ
2. การใช้เหตุผล คือการใช้กระบวนการแก้ปัญหา การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสร้างความรู้
3. ทักษะและสมรรถนะ เช่น ทักษะการนำเสนอ ทักษะการเขียน ทักษะการทำงาน เป็นทีมทักษะการวิจัย ทักษะการจัดระบบและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการใช้เทคโนโลยี ทักษะการทำงาน ด้วยความอดทน ทักษะการแก้ปัญหา ความขัดแย้ง เป็นต้น

4. เจตคติ เช่น การพัฒนาเจตคติต่อการเรียน การรักเรียน ความเป็นพลเมืองดี ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน เป็นนักร้อง อัจฉริยะ ความรักธรรมชาติ

5. นิสัยการทำงาน เช่น ทำงานได้สำเร็จตรงตามเวลา ใช้เวลาอย่างมีค่าความรับผิดชอบ ความอดทนเพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพ การทำงานอย่างต่อเนื่อง

วิธีการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง ในการสอนแบบโครงงานจะมีวิธีประเมินผล การเรียนรู้ตามสภาพจริงโดยใช้วิธีการดังต่อไปนี้

1. การอภิปรายตามวัตถุประสงค์
2. แบบทดสอบมาตรฐาน
3. แบบทดสอบที่พัฒนาโดยครู
4. การเขียนบันทึกผลการเรียนรู้
5. การนำเสนอด้วยวาจา
6. โครงงาน
7. การปฏิบัติการทดลอง
8. แฟ้มสะสมผลงาน (Port Folio)
9. การสังเกต
10. การบันทึก
11. การสร้างสถานการณ์จำลอง
12. แบบสอบถาม
13. แบบสัมภาษณ์
14. บันทึกการเรียนรู้หรือเขียนอนุทิน
15. ทีมจัดการโดยนักเรียน
16. ทีมประเมินโดยครู
17. การประชุมของผู้ปกครองนักเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง หรือกล่าวได้ว่าเป็นการจัด การเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ ทั้งการทำงาน ปฏิบัติงานและผลผลิต ดังนั้นการประเมินผลต้องประเมินตามสภาพจริง คือเป็นการรวบรวมข้อมูลทั้ง เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากกระบวนการเรียนรู้ การทำงาน การปฏิบัติงาน และผลผลิตที่ได้รับ จากกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสภาพชีวิตจริง โดยใช้เรื่องราว เหตุการณ์ สภาพจริงหรือคล้าย ที่เป็นจริงมาเป็นกระบวนการที่ควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน กล่าวโดยสรุปการเรียนรู้ตาม สภาพจริงนักเรียนต้องใช้กระบวนการ (Process) การปฏิบัติการกิจ (Performance) เพื่อค้นหา

ผลผลิตใหม่ (Product) ดังนั้น การประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริงจึงเป็นการประเมินกระบวนการ การปฏิบัติ รวมทั้งผลผลิตที่อาจเป็นความรู้ และสิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานใหม่ด้วย

กล่าวโดยสรุป การประเมินผลโครงการจะมีลักษณะเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินทักษะของนักเรียนที่ต้องใช้ในกระบวนการ การปฏิบัติภารกิจเพื่อค้นหาผลผลิตใหม่ โดยเป็นการประเมินผลในเรื่องผลการเรียนรู้ด้านวิชาการ การใช้เหตุผล ทักษะและสมรรถนะ เจตคติ และนิสัยการทำงาน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นเตรียมการก่อนดำเนินการ ด้านความสำคัญของปัญหาการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายขอบเขตการทำโครงการ (2) ขั้นระหว่างการดำเนินการจะประเมินในด้านขั้นตอนในการดำเนินงานของโครงการและสามารถประเมินทักษะ ผู้เรียนได้โดยการประเมินทักษะด้านความรู้ในวิชา เรียนทักษะด้านความคิด ทักษะส่วนบุคคล คุณลักษณะ ส่วนบุคคล ทักษะภาคปฏิบัติของผู้เรียน และ (3) ขั้นหลังการดำเนินการจะประเมินในด้านการนำเสนอ โครงการ โดยสามารถประเมินได้จากผลงาน รายงาน การสอบปากเปล่า โปสเตอร์หรือการจัดนิทรรศการ การนำเสนอหรือจากสมุดบันทึก ทั้งนี้ผู้ประเมินควรเป็นการประเมินจากการประเมินตนเอง เพื่อร่วมงาน ในกลุ่มในการทำงานและการประเมินโดยครูผู้สอน

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเลือกเนื้อหาจากความสนใจของตนเองและได้ลงมือปฏิบัติจริง ศึกษา ค้นคว้า โดยใช้หลักการวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การสร้าง องค์ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเองและมีผลงานปรากฏให้เห็น โดยมีผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษา แนะนำอย่างใกล้ชิด ในส่วนของโครงการคอมพิวเตอร์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเลือก เนื้อหาจากความสนใจของตนเองและได้ลงมือปฏิบัติจริง ศึกษา ค้นคว้า โดยใช้ทักษะทางด้านคอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ในการแก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้นหรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ โดยผู้เรียนจะต้องวางแผน ศึกษาพัฒนาโปรแกรมหรืออุปกรณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามกระบวนการ ขั้นตอน วิธีการทำโครงการ เพื่อให้ข้อสรุป ผลงานหรือชิ้นงานตามจุดประสงค์นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเองและมีผลงานปรากฏให้เห็น โดยมีผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิด โดยโครงการคอมพิวเตอร์แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 5 ประเภท (1) โครงการพัฒนาสื่อเพื่อการศึกษา (2) โครงการพัฒนาเครื่องมือ (3) โครงการประเภทการทดลองทฤษฎี (4) โครงการประเภทการประยุกต์ ใช้งาน และ (5) โครงการพัฒนาเกม โดยองค์ประกอบทั่วไปของโครงการคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ (1) กระบวนการทำงานที่จะต้องมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการทำงานหรือขั้นตอน ในการทำโครงการ เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินงานหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ และเพิ่มความ น่าเชื่อถือของข้อมูล (2) ความคิดสร้างสรรค์ในการจัดทำโครงการ (3) การปฏิบัติงานของผู้จัดทำ โครงการ (4) การวางแผน การเขียนเค้าโครงของโครงการ การสรุปผลและการนำเสนอโครงการ และ

มีการประเมินผลโครงการจะมีลักษณะเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินทักษะของนักเรียนที่ต้องใช้ในกระบวนการ การปฏิบัติภารกิจเพื่อค้นหาผลผลิตใหม่

โดยผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มาใช้เป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวแบบบูรณาการกลุ่มสาระวิชาการเรียนรู้และเป็นโครงงานประเภทการประยุกต์ใช้งานและมีองค์ประกอบที่ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ (1) กระบวนการทำงานที่จะต้องมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการทำงานหรือขั้นตอนในการทำโครงงาน เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินงานหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ และเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล (2) ความคิดสร้างสรรค์ในการจัดทำโครงงาน (3) การปฏิบัติงานของผู้จัดทำโครงงาน (4) การวางแผน การสรุปผลและการนำเสนอโครงงาน การประเมินผลโครงการจะมีลักษณะเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินทักษะของนักเรียนที่ต้องใช้ในกระบวนการ การปฏิบัติภารกิจเพื่อค้นหาผลผลิตใหม่ โดยเป็นการประเมินผลในเรื่องผลการเรียนรู้ด้านวิชาการ การใช้เหตุผล ทักษะและสมรรถนะ เจตคติและนิสัยการทำงาน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นเตรียมการก่อนดำเนินการด้านความสำคัญของปัญหา การกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ขอบเขตการทำโครงงาน (2) ขั้นระหว่างการทำโครงงานจะประเมินในด้านขั้นตอนในการดำเนินงานของโครงงานและสามารถประเมินทักษะผู้เรียนได้โดยการประเมินทักษะด้านความรู้ในวิชาที่เรียน ทักษะด้านความคิด ทักษะส่วนบุคคล คุณลักษณะส่วนบุคคล ทักษะภาคปฏิบัติของผู้เรียน และ (3) ขั้นหลังการดำเนินการจะประเมินในด้านการนำเสนอโครงงานโดยประเมินจากผลงาน การสอบปากเปล่า การนำเสนอแบบโปสเตอร์หรือการจัดนิทรรศการ ทั้งนี้ผู้ประเมินเป็นครูผู้สอนหรือวิทยากรที่เกี่ยวข้อง

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เพชรสิรินทร์ ตุ่นคำ (2559, น. 14) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ รูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงการสร้างผลงานใหม่ที่ส่งเสริมการประกอบอาชีพ

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559, น. 14) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบูรณาการศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

สุพัตรา โคตะวงค์ (2559, น. 27) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนฐานความรู้และเติมไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่นคงของประเทศ เน้นการได้ลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปรายและสื่อสารเพื่อนำเสนอ คล้ายกับแนวทางการเรียนรู้แบบ Project Base Learning โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ที่มีการสร้างชิ้นงานหรือโครงการที่เกิดจากการนำความรู้ ความเข้าใจใน 4 วิชาหลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) มาบูรณาการกันนั่นเอง

ภัสสร ติตมา (2558, น. 39) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันโดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาเรียนและนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และออกแบบพัฒนาผลงานหรือชิ้นงานต่าง ๆ ขึ้นใหม่หรือปรับปรุงจากของเดิม ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดทักษะต่าง ๆ ที่สำคัญขึ้นกับผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4) ได้กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematic Education : STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

กล่าวโดยสรุป ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่ให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทุกแขนงมาประยุกต์ใช้เพื่อค้นคว้า สร้างสรรค์ ออกแบบพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อมาแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

2.3.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4 - 6) กล่าวถึงการจัดการกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า การจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และได้นำความรู้มาออกแบบ ชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้ เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีข้อด้อยและความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดลองแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหามustตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอาจมีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากนี้ โดยอาจมีการสลับขั้นตอนหรือย้อนกลับขั้นตอนได้และโดยทั่วไปการสร้างสรุขชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งมักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งการบูรณาการสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะแต่ละวิชาแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไป ที่ครูผู้สอนแต่ละรายวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาที่แยกกัน แต่มีข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้ให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาาร่วมกัน โดยกิจกรรมมีความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับรายวิชาอื่นที่ผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์เรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ ตัวชี้วัดในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และความรู้เดิมของนักเรียน

2.3.3 การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 17 - 22) กล่าวถึงการวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งมีแนวทางการวัดและประเมินผล ดังนี้

2.3.3.1 การประเมินจากสภาพจริง

การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ โดยลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง มีดังนี้

- 1) การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
- 2) สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำ ความรู้อะไรได้บ้าง
- 3) เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นประเมินศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฯลฯ
- 4) เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้านและหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้ส่งเสริมและวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจและความสามารถของแต่ละบุคคล
- 5) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของครูว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ครูสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป
- 6) เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตนเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้
- 7) เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

2.3.3.2 การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment)

ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตารางจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยการประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงานและมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- 1) การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมายมีความสำคัญมีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชาและชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง
- 2) กำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงานและเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียนและการติดตามความก้าวหน้าของครู

- 3) การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำเออร์บาเรียม การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

- 4) การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

- 5) การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีค่าจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นการประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดระดับสูงแบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์

ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

2.3.3.3 แนวการประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริงให้ความสำคัญต่อการประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบน้อยมาก แต่จะให้ความสำคัญต่อการแสดงออกที่แท้จริงของผู้เรียนขณะทำกิจกรรม งานหรือกิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนทำ ซึ่งมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงานและมีวิธีการหาคำตอบหลายแนวทาง คำตอบที่ได้อาจมิใช่แนวทางที่กำหนดไว้เสมอไป จึงทำให้การตรวจให้คะแนนไม่สามารถให้ได้อย่างชัดเจนแน่นอนเหมือนการตรวจให้คะแนนแบบข้อสอบเลือกตอบ ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงจึงต้องมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน การกำหนดแนวทางอาจจัดทำโดยครู คณะครูหรือครูและผู้เรียนกำหนดร่วมกัน แนวทางการประเมินนั้นจะต้องมีมาตรฐานว่า ผู้เรียนทำอะไรได้สำเร็จและระดับความสำเร็จอยู่ในระดับใด แนวทางการประเมินที่มีมาตรฐานนี้ เรียกว่า Rubric โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ (1) การประเมินเป็นภาพรวม (Holistic Score) คือ การประเมินแบบนี้เป็นการประเมินภาพรวมของงาน จะไม่เก็บเป็นคะแนน แม้ว่าจะใช้การให้คะแนนในการประเมินก็ต้องให้ความหมายของภาพรวมให้ได้ และ (2) การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) คือ การประเมินแบบนี้จะมีการวิเคราะห์ผลงานของผู้เรียนสามารถประเมินอะไรได้บ้าง แต่ละประเด็นผู้เรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใด

2.3.4 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 6) กล่าวว่า ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ (1) ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน (2) ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น (3) ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา (4) หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา และ (5) สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทยเพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ

สุพัตรา โคตะวงศ์ (2559, น. 31 - 32) กล่าวว่า ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ได้แก่ (1) ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity) : การเรียนรู้ STEM ช่วยเพิ่มโอกาส ในทางด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่า เพราะนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น ที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลก ล้วนมีพื้นฐานมา จาก STEM (2) ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract More Students to Technological Fields) การเรียนรู้ STEM ช่วยดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยี ที่ยังขาดแคลนอีกมาก (3) ด้านความมั่นคง (National Security) การเรียนรู้ด้าน STEM ช่วยสร้างเสริมความมั่นคงให้กับประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านความมั่นคงและความปลอดภัย

ด้านไซเบอร์ (Cyber Security) ในโลกปัจจุบันที่ ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างมาก (4) ด้านสุขภาพ (Enhancing Health) ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้ STEM ช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพแข็งแรง และอายุยืนขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีในการรักษาโรคร้ายต่าง ๆ ได้ดีขึ้นมีการตรวจพบโรคร้ายต่าง ๆ ได้เร็วก่อนจะลุกลาม ทำให้สามารถทำการรักษาได้ทัน

จากการศึกษาหลักการแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่ให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทุกแขนงมาประยุกต์ใช้เพื่อค้นคว้าสร้างสรรค์ ออกแบบพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อมาแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้าง นวัตกรรมในอนาคตโดยแนวทางในการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษานำเน้นการแก้ปัญหาตามขั้นตอน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ผู้สอนได้นำมาใช้ใน การออกแบบภายใต้กรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษา ที่คำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของ นักเรียน 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ ตัวชีวิตในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ ความรู้เดิมของนักเรียน อันจะส่งผลต่อการวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริง ที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ที่สะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน โดยมีแนวทางการวัดและประเมินผล ที่ประเมินความสามารถ ที่แท้จริงของผู้เรียน และ การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ ทั้งนี้ แนวการประเมินตามสภาพจริงได้อาจใช้แบบประเมินในลักษณะ Rubric เพื่อประเมินเป็นภาพรวม และการประเมินแบบแยก องค์ประกอบ ทั้งนี้ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะ การคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการ ออกแบบทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์มากขึ้น ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา อีกทั้งยังเป็นการสร้างความร่วมมือของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและ บุคลากรทางการศึกษา สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงเป็น การช่วยเพิ่มโอกาสการเรียนรู้ที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีอย่างมาก

ผู้วิจัยได้นำหลักการและแนวคิดของสะเต็มศึกษามาใช้ในการวิจัย โดยนำมาเป็นแนวทาง ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการโครงการ โดยบูรณาการระหว่างองค์ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์กับเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวซึ่งเป็นองค์ความรู้และทักษะ ทางด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีและประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนโดยการวัดและประเมินผลใน

สภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ที่สะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน โดยมีแนวการประเมินตามสภาพจริงได้อาจใช้แบบประเมินในลักษณะ Rubric เพื่อประเมินเป็นภาพรวม และการประเมินแบบแยกองค์ประกอบ ซึ่งประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา

2.4 เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

2.4.1 ความหมายของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

บุญเกิด สนธิพันธ์ (2560, น. 5) กล่าวว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller : MCU) หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีโครงสร้างภายนอกเป็นวงจรรวมหรือไอซี (Integrate Circuit : IC) มีโครงสร้างภายในเหมือนกับไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ คือ หน่วยประมวลผล (Processor Unit) หน่วยความจำ (Memory Unit) และหน่วยเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก (I/O Port Unit) โดยสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานให้เป็นแบบอัตโนมัติที่นำไปใช้ในงานควบคุมขนาดเล็กได้ ปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ได้นำมาใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติในเครื่องใช้ไฟฟ้าและในเครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม ที่เรียกว่า “ระบบสมองกลฝังตัว” (Embedded System)

เทอดศักดิ์ วิชาชัย (2558, น. 12 - 13) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวไว้ว่าเปรียบเสมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC หรือ Notebook ที่คนส่วนใหญ่รู้จักและใช้งานทุกวันนี้ แต่ระบบสมองกลฝังตัวคือการย่อเครื่องคอมพิวเตอร์เหลือเป็นแผงวงจรรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กและขีดความสามารถน้อยกว่า เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์อาจมีความเร็วเป็น GHz และหน่วยความจำระดับ GBytes ระบบสมองกลฝังตัวอาจมีความเร็วเป็น MHz และหน่วยความจำระดับ kBytes วัตถุประสงค์หลักของการใช้งานระบบสมองกลฝังตัวคือนำไปใส่ในอุปกรณ์ที่ต้องการให้ทำงานได้เองโดยอัตโนมัติเหมือนมีสมองกลฝังตัวอยู่ภายใน ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์พื้นฐานในชีวิตประจำวัน เช่น หม้อหุงข้าว – เครื่องซักผ้า - ตู้เย็น รุ่นอัจฉริยะ, โทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์ที่มีความซับซ้อน เช่น ระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันของรถยนต์, อากาศยานไร้คนขับ (UAV) หรือจรวดนำวิถี เป็นต้น

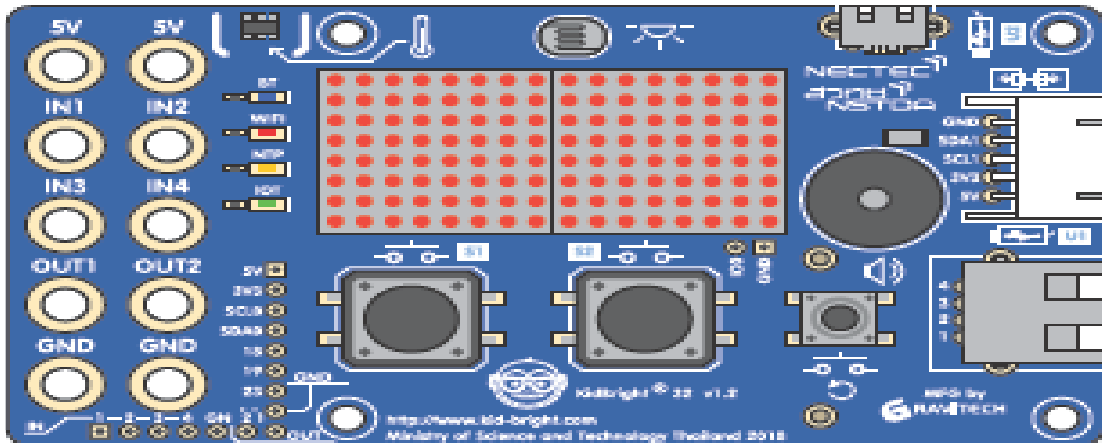
วิชาญ เพ็ชรทอง (2557, น. 37) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวไว้ว่า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในงานควบคุมรวมถึงการแสดงผลการทำงานต่าง ๆ โดยระบบเหล่านี้ถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบและอุปกรณ์ควบคุม เครื่องมือเครื่องจักร โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นหัวใจสำคัญในการทำงานของระบบ

ธีรศักดิ์ โชติภวณิชย์ (2555, น. 39) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Embedded Systems Technology) ไว้ว่า อุปกรณ์ใด ๆ ก็ตามที่มีไมโครชิปฝังตัวอยู่เพื่อใช้ในการทำงานเป็นอุปกรณ์สำหรับงานควบคุมรวมถึงการแสดงผลการทำงานต่าง ๆ ระบบสมองกลฝังตัว จะถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบและอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับควบคุม เครื่องมือเครื่องใช้หรือเครื่องจักร ต่างๆ เนื่องจากระบบสมองกลฝังตัวจะถูกรวมเป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่ ๆ จึงมักจะพบเห็นและใช้งานมากมายในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องซักผ้า เต้าไมโครเวฟ วิทยุ โทรทัศน์ รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในรถยนต์

กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว หมายถึง ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีระบบในการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เพื่อใช้ในการควบคุมรวมถึงการแสดงผลการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องมือ เครื่องใช้หรือเครื่องจักรต่าง ๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้ารุ่นอัจฉริยะ ระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันของรถยนต์หรือจรวดนำวิถี เป็นต้น

2.4.2 บอร์ด Kid Bright

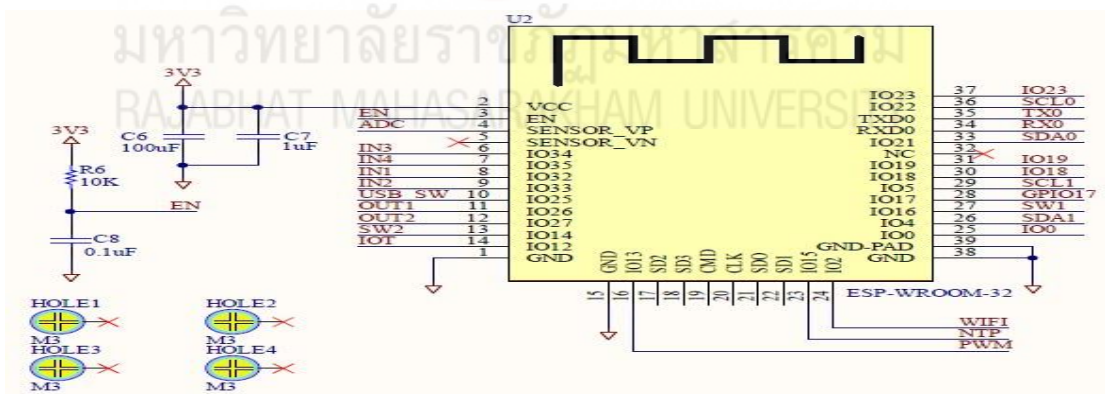
Kid Bright เป็นบอร์ดสมองกลฝังตัว (Embedded Board) สามารถใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดจิ๋วที่ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จอแสดงผล นาฬิกาเรียลไทม์ ลำโพง และเซนเซอร์แบบง่าย โดยบอร์ด Kid Bright จะทำงานตามคำสั่งที่ผู้ใช้สร้างขึ้นผ่านโปรแกรมสร้างชุดคำสั่งแบบบล็อก (Block Based Programming) ด้วยเหตุนี้เอง บอร์ด Kid Bright จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากผู้เรียนสามารถสร้างชุดคำสั่ง โดยใช้โปรแกรมสร้างชุดคำสั่ง Kid Bright IDE (Integrated Development Environment) ที่สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows, Mac OS and Ubuntu ชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นจะถูกส่งไปยังบอร์ด Kid Bright เพื่อให้บอร์ดทำงานตามคำสั่ง ทำให้ผู้เรียนได้เห็นการทำงานจริงของชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นแบบเรียลไทม์ เพื่อให้เข้าใจบอร์ด Kid Bright ได้ดียิ่งขึ้น (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2561, น. 36)



ภาพที่ 2.1 บอร์ด KidBright

2.4.3 โครงสร้างของบอร์ด Kid Bright

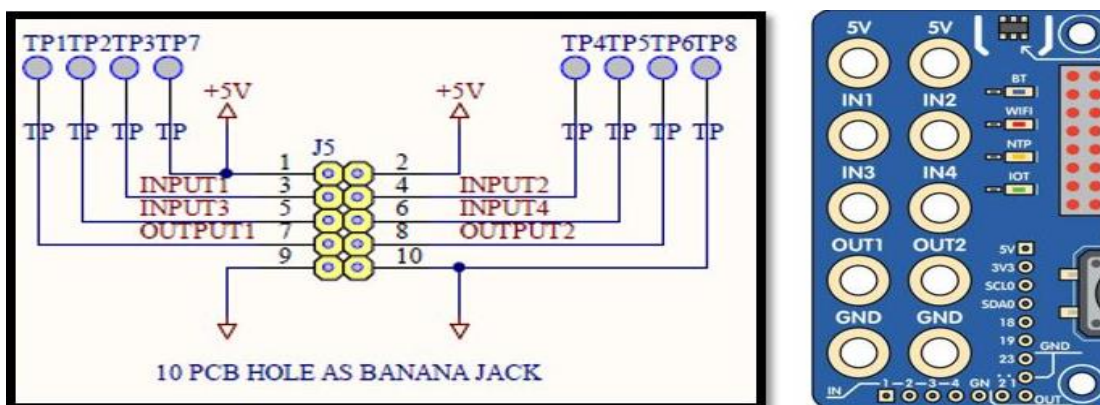
บอร์ด Kid Bright ที่ใช้ในโครงการ Coding at School เป็นบอร์ดที่พัฒนาขึ้นเป็นรุ่นที่สอง ภายใต้ชื่อ Kid Bright 32 โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานขนาดเล็กหรือเรียกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP-WROOM-32 ซึ่งภายในประกอบขึ้นจากชิพ ESP32 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน มีความสามารถรองรับการเชื่อมต่อ WiFi and Bluetooth ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แผนผังวงจรโมดูล ESP-WROOM-32

บอร์ด KidBright ได้ติดตั้งจอแสดงผล ปุ่มกด นาฬิกาเรียลไทม์ ลำโพง เซนเซอร์พื้นฐานและสามารถเชื่อมต่อเซนเซอร์ภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมได้ผ่านช่องสัญญาณทั้งหมด 10 จุดสำหรับใช้ต่อหัวปลั๊กบานาน่าขนาด 4 มิลลิเมตร ซึ่งแยกเป็นขั้วจ่ายแรงดัน 5 โวลต์จำนวน 2 จุด ขั้วอินพุต IN1 ถึง IN4 จำนวน 4 จุด ต่อกับขา IO32 ถึง IO35 ขั้วเอาต์พุต OUT1 และ OUT2 จำนวน 2 จุด ต่อกับขา

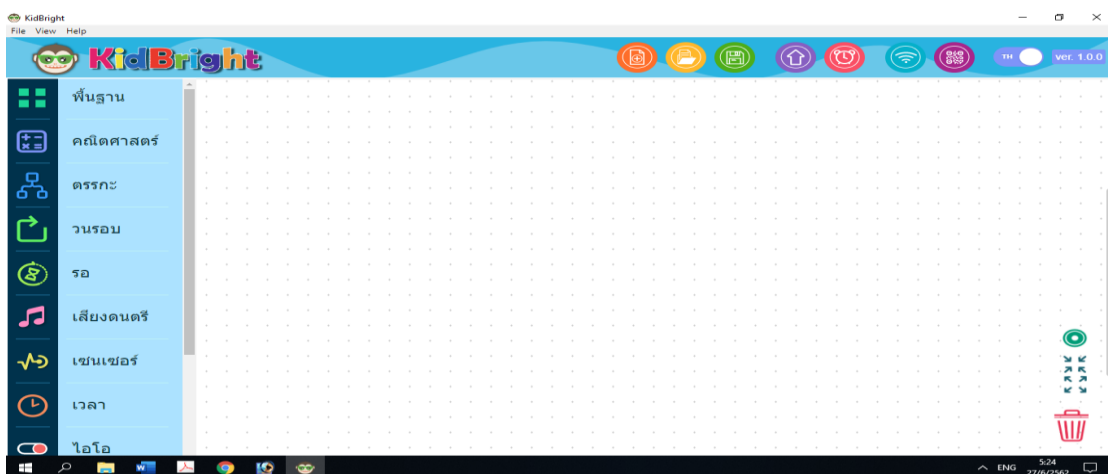
IO26 และ IO27 ขั้วต่อกราวด์จำนวน 2 จุด ส่วนประกอบต่าง ๆ บนบอร์ด KidBright แสดงได้ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ขั้วต่อบานาน่าขนาด 4 มิลลิเมตร บอร์ด Kid Bright

2.4.4 โปรแกรมสร้างชุดคำสั่ง

โปรแกรมสร้างชุดคำสั่ง KidBright IDE (KidBright Integrated Development Environment) คือโปรแกรมสร้างชุดคำสั่งเพื่อนำไปใช้ทำงานบนบอร์ด Kid Bright ด้วย ชุดคำสั่งแบบ Block-structured Programming คือจะใช้การลากกล่องข้อความหรือบล็อกคำสั่ง มาวางต่อกัน (Drag and Drop) จากนั้นโปรแกรมจะทำงานแปลงภาษา ที่เรียกว่าการ Compile เพื่อให้ได้เป็นโค้ดการทำงานที่ใช้กับโปรเซสเซอร์ ESP32 ที่อยู่บนบอร์ด Kidbright เพื่อให้มันทำงานตามชุดคำสั่งที่เราได้ออกแบบไว้ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 2.4 โปรแกรมสร้างชุดคำสั่ง KidBright IDE

ผู้วิจัยได้นำลักษณะโครงสร้าง การใช้งานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวโดยใช้บอร์ด Kid Bright ที่มีลักษณะการทำงานรูปแบบ Event-driven Programming สามารถเขียน โปรแกรมแบบ Multitasking Programming ได้ เหมาะสำหรับประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์อินพุต (Input) และ เอาท์พุต (Output) ทำงานได้ทั้งแบบตัวเดียวอิสระหรือเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น เช่น เซ็นเซอร์ภายนอกหรือมอเตอร์กระแสตรง จุดเด่นของ Kid Bright คือ การเขียนโปรแกรมด้วยวิธีการชุดคำสั่งแบบ Block-structured Programming ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมโดยการลากรูปกล่องคำสั่งพื้นฐาน มาวางต่อกัน (Drag and Drop) เพื่อทำการเชื่อมโยงคำสั่ง เหล่านั้นขึ้นมาเป็นโปรแกรมโดยจะมีคำสั่งให้เลือกใช้ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ คำสั่งต่าง ๆ เป็นรูปแบบคำสั่งพื้นฐานที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจและการประยุกต์ใช้งานในกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในการจัดทำโครงงานคอมพิวเตอร์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ขึ้นมาใช้งานได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการวิจัยด้วยเทคนิค EDFR

ยุทธภรณ์ แต่งสาขา และธีระวัฒน์ จันทร์ (2559) ศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการการนำเข้าผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเตรทสำหรับอุตสาหกรรมโรงโม่หินของประเทศไทย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการการนำเข้าผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเตรทสำหรับอุตสาหกรรมโรงโม่หินของประเทศไทย ด้วยการประยุกต์วิธีการวิจัยแบบวิจัยอนาคต (Ethnographic Delphi Future Research : EDFR) ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง จำนวน 17 ท่าน จากผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ EDFR ในรอบที่ 1 ทำให้ได้แนวโน้มในการจัดการ การนำเข้าผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเตรทสำหรับอุตสาหกรรมโรงโม่หินของประเทศไทย ตั้งแต่การขอใบอนุญาตนำเข้าสินค้า การสั่งซื้อสินค้ากับผู้ส่งออก การขนส่ง การตรวจสอบ จัดเก็บและดูแลคลังสินค้า และการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อรอการจำหน่าย จากนั้นจึงนำไปพัฒนาแบบสอบถาม EDFR รอบที่ 2 ถึงโอกาสความเป็นไปได้โดยพิจารณาจากค่าพิสัยระหว่างควอไทล์มีค่าน้อยกว่า 1.5 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญ และค่ามัธยฐานอยู่ในช่วง 3.50 ขึ้นไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็น แต่ละแนวโน้มมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากและมากที่สุดที่ใช้เป็นองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการการนำเข้าผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเตรทสำหรับอุตสาหกรรมโรงโม่หินของประเทศไทยในอนาคต ได้แก่ กระบวนการขอใบอนุญาต มาตรฐานการสั่งซื้อ มาตรฐานการขนส่ง มาตรฐานการตรวจสอบ จัดเก็บและดูแลคลังสินค้า และมาตรฐานคุณภาพการทดสอบคุณภาพก่อนการจำหน่าย

กาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยมีการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ คือระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน ประกอบด้วย (1) การประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการศึกษาด้วยแบบสอบถามกับผู้บริหารของโรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย และโรงเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษเก็บรวบรวมได้ 166 โรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.19 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Modified Priority Needs Index (PNIm) และ (2) ศึกษาปัจจัยความสำเร็จของโรงเรียนต้นแบบ ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้บริหารและครูโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ 4 คน การรวบรวมข้อมูลจากเอกสารเว็บไซต์ และการสังเกตการณ์ ระยะที่ 2 ศึกษาอนาคตภาพการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพในทศวรรษหน้า (พ.ศ. 2558 - 2567) ด้วยเทคนิควิธี EDFR (Ethnographic Delphi Futures Research) โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ 13 คน ระยะที่ 3 พัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากผลการศึกษาในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 แล้วนำมาประเมินด้วยการประชุมวิพากษ์จากผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดการศึกษาที่สำคัญคือ (1) การสร้างเครือข่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ (2) กระบวนการและเครื่องมือในการเสาะหา/คัดเลือกที่เป็นมาตรฐาน (3) การจัดการเรียนรู้ด้วยหลักสูตรและโปรแกรมการศึกษาที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ หล่อหลอมให้มีจิตวิญญาณของความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้น ที่มีคุณธรรมจริยธรรม และมีจิตมุ่งพัฒนาประเทศชาติ และ (4) ระบบการคัดกรอง/วินิจฉัย และกระบวนการพัฒนาอารมณ์ - สังคมในการทำงานและการอยู่ร่วมกับผู้อื่นนอกจากนี้หน่วยงานของรัฐ ควรมีบทบาทสำคัญในการจัดตั้งองค์กรกลางระดับชาติสร้างระบบเครือข่ายทั้งในและต่างประเทศ ระบบการส่งต่อเด็ก และการสนับสนุนงบประมาณเพื่อส่งเสริมให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

จักรกฤษณ์ สิริรินและสุชาดา นันทะไชย (2559) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง แนวโน้มการใช้ e-Education ในการบริหารงานวิชาการสถาบันอุดมศึกษาของไทยในทศวรรษหน้า โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยอนาคตแบบ EDFR (Ethnographic Delphi Futures Research) โดยการสังเคราะห์เนื้อหาจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 21 คน ผลการวิจัยแสดงว่า (1) แนวโน้มการใช้ e-Education ในการบริหารงานวิชาการสถาบันอุดมศึกษาของไทยในทศวรรษหน้า (พ.ศ. 2566) ประกอบด้วย 12 ด้าน จำนวน 189 แนวโน้ม ได้แก่ (1.1) คุณลักษณะผู้เรียนและกระบวนการรับนักศึกษา (1.2) คุณลักษณะและกระบวนการพัฒนาบุคลากรสายการสอน (1.3) กระบวนการ วิจัย การเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ และการผลิตตำรา (1.4) คุณลักษณะและกระบวนการพัฒนาบุคลากรสายสนับสนุน (1.5) การบริหารทรัพยากรทางการศึกษา

(1.6) การบริหารหลักสูตร (1.7) การจัดการเรียนการสอน และกิจกรรมนอกหลักสูตร (1.8) การประกันคุณภาพ (1.9) การวัดและการประเมินประสิทธิผลของผู้เรียน (1.10) การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต (1.11) การบริการวิชาการ และ (1.12) การสร้างเครือข่ายทางวิชาการ (2) แนวโน้มที่มีความเป็นไปได้ มีภาพอนาคตที่พึงประสงค์ และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันจาก 12 ด้าน คือ แนวโน้มที่จะมีการสร้างและเชื่อมต่อด้านข้อมูลในการบริหารงานวิชาการระหว่างสถาบันอุดมศึกษาและหน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้องกับภารกิจด้านต่าง ๆ ของการบริหารงานวิชาการ โดยเน้นไปที่การผลักดันให้สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาเป็นผู้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานและสนับสนุนการใช้ e-Education ในการบริหารงานวิชาการสถาบันอุดมศึกษาของไทย รองลงมาคือแนวโน้มการนำระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยมาประยุกต์ใช้ในการบริหารงานวิชาการสถาบันอุดมศึกษาไทยในทศวรรษหน้า

ศิริษฐ์ คุณชมภู (2561) ได้วิจัย เรื่อง รูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม สักเคราะห์รูปแบบโดยใช้เทคนิค EDFR กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 21 คน ผลการวิจัย พบว่า (1) การสักเคราะห์รูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม โดยใช้เทคนิค EDFR พบว่ารูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม จากข้อมูลที่เป็นฉันทามติของผู้ทรงคุณวุฒิ มีองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน 4 ส่วน คือ (1) นโยบาย หลักการ และแนวคิด 3 ด้าน คือ ด้านวัฒนธรรม ด้านการท่องเที่ยว และด้านการบริหารจัดการ (2) การมีส่วนร่วมของชุมชน นักวิจัยและนักวิชาการ ในการดำเนินงาน 3 ส่วน คือ ก่อนการดำเนินการ ระหว่างการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ (3) การบริหารจัดการ ประกอบด้วย 4 ส่วน โครงสร้าง กลยุทธ์ ระบบและการจัดการ และทีมงาน (4) การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว ประกอบด้วย 3 แนวทาง คือ เว็บไซต์ระบบการบริหารจัดการ สื่อนำเสนอแหล่งท่องเที่ยว และช่องทางการสื่อสาร โดยมีตัวชี้วัดการดำเนินงาน จำนวน 80 ตัว ได้แก่ ด้านนโยบาย หลักการ และแนวคิด จำนวน 6 ตัว การบริหารจัดการ จำนวน 60 ตัว และการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 14 ตัว (2) การพัฒนาระบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม พบว่า ระบบประกอบด้วย เว็บไซต์ สื่อนำเสนอ และคู่มือการใช้งาน โดยสื่อนำเสนอประกอบด้วย สื่อวีดิทัศน์ เอกสารนำเสนอ และแผ่นพับ และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีเครื่องมือของระบบโดยรวมมีความเหมาะสมมากที่สุดและ การประเมินระบบเชิงยืนยัน พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกรอบแนวคิดอยู่ในระดับมากที่สุด (3) การศึกษาผลการทดลองใช้ระบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม พบว่า กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจต่อการบริหารจัดการระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4) การติดตามผลการใช้ระบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วมตามรูปแบบ พบว่า (1) กลุ่มนักท่องเที่ยวรับรู้หลักการแนวคิดองค์ประกอบการจัดการเทคโนโลยี

สารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (2) กลุ่มเจ้าของสถานที่ท่องเที่ยวได้ดำเนินการแหล่งท่องเที่ยวตามตัวชี้วัดของรูปแบบครบทุกตัวชี้วัด โดยดำเนินการอยู่ระหว่างร้อยละ 33.33 - 100.00 และ (3) ผลการสัมภาษณ์เจ้าของแหล่งท่องเที่ยว พบว่ามีความพึงพอใจต่อการบริหารจัดการแบบมีส่วนร่วม ในการนำหลักการและแนวคิดด้านวัฒนธรรม และแนวคิดด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมมาใช้ในชุมชนทำให้องค์การได้ทบทวนและจัดทำองค์ประกอบของแหล่งท่องเที่ยวในด้านโครงสร้าง ด้านกลยุทธ์ ด้านระบบและการจัดการ และ ด้านทีมงาน อีกทั้งมีความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมจัดกิจกรรม และจะนำตัวชี้วัดความสำเร็จการดำเนินงานในแต่ละด้าน มาทบทวนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวต่อไป

สมัย สลักศิลป์ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาคู่มือการประเมินการปฏิบัติที่ดี สำหรับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูออนไลน์ กลุ่มเป้าหมายเป็นครูระดับประถมศึกษา จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของระบบการประเมินการปฏิบัติที่ดีสำหรับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูออนไลน์ โดยใช้เทคนิค EDJR พบว่า มีทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 คุณสมบัติของครูที่จะส่งผลงานเข้าคัดเลือกการปฏิบัติที่ดี ด้านที่ 2 ลักษณะของผลงานที่จะส่งเข้าคัดเลือกการปฏิบัติที่ดี ด้านที่ 3 การบริหารจัดการคัดเลือกการปฏิบัติที่ดี ด้านที่ 4 เกณฑ์การตัดสินผลงาน และ ด้านที่ 5 การกำหนดคะแนนการประเมินผลงาน รวมทั้งหมด 146 ข้อ คัดเลือกเฉพาะข้อที่เป็นฉันทามติ (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.00 ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ เท่ากับ 0) และมีความเหมาะสม (2) ผลการพัฒนา ระบบและคู่มือการประเมินการปฏิบัติที่ดีสำหรับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูออนไลน์ พบว่า ได้ระบบการประเมินการปฏิบัติที่ดีและคู่มือการใช้ระบบ จำนวน 3 ชุด คือ คู่มือสำหรับครูผู้ส่งผลงาน ผู้ดูแลระบบ และกรรมการประเมินผลงาน โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของระบบและคู่มือโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

หทัยรัตน์ หอมไกรลาศ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพโดยใช้เทคนิคอิตีเอฟอาร์ กลุ่มเป้าหมายในการสังเคราะห์รูปแบบโดยใช้เทคนิคอิตีเอฟอาร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 21 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพโดยใช้เทคนิคอิตีเอฟอาร์ ผู้วิจัยเลือกข้อคำถามที่มีค่ามัธยฐานอยู่ในระดับมากที่สุด คือ อยู่ระหว่าง 4.50 - 5.00 และค่าพิสัยควอร์ไทล์ อยู่ระหว่าง 0.00 - 1.00 ได้ข้อคำถามตามเงื่อนไขที่กำหนด 52 ข้อ จากข้อคำถาม 63 ข้อ นำมาพัฒนารูปแบบประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 นโยบายการจัดการศึกษา ส่วนที่ 2 การพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ และส่วนที่ 3 คุณลักษณะของคู่มือการพัฒนานักศึกษา (2) คู่มือการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ ประกอบด้วยคู่มือวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือนักศึกษา โดยขั้นตอนการพัฒนานักศึกษา ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 สร้างแรงบันดาลใจ ชั้นที่ 2 ศึกษาปัญหาและสร้างแนวคิด

ขั้นที่ 3 สร้างทีมงาน ขั้นที่ 4 สร้างแนวคิดธุรกิจใหม่ และขั้นที่ 5 นำเสนอโมเดลธุรกิจ และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อคู่มือการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (3) ผลการทดลองใช้คู่มือการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพ พบว่า นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังและก่อนอบรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักศึกษามีความรู้ความเข้าใจแนวคิดการเป็นผู้ประกอบการด้านเทคสตาร์ทอัพ ความเข้าใจในการสร้างแนวคิดธุรกิจใหม่ โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีความเข้าใจในการนำเสนอโมเดลธุรกิจโดยรวมอยู่ในระดับมาก มีความพึงพอใจต่อคู่มือและกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก และการสะท้อนผลการเรียนรู้ทั้งกลุ่มวิทยากรและพี่เลี้ยง และกลุ่มนักศึกษาพบว่า กิจกรรมและคู่มือส่งผลให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจความเข้าใจในการเป็นผู้ประกอบการใหม่ด้านเทคสตาร์ทอัพ

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ปฏิวัติ ศรีทิพย์ศักดิ์, ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และอภิสิษฐ์ สงสะเสน (2560) ได้ทำการศึกษาแนวปฏิบัติในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และแนวคิด เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อหาแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology : ICT) ที่ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พัฒนาแนวคิดเรื่องสารละลายและทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนใช้ระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยเก็บข้อมูลจากชิ้นงานของนักเรียน บันทึกหลังการสอน บันทึกการนิเทศของอาจารย์นิเทศก์ การสังเกตชั้นเรียน โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบอุปนัย (Inductive Analysis) ผลการวิจัย พบว่า แนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการโดยใช้ ICT ในการพัฒนาแนวคิดเรื่องสารละลายและทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ (1) ครูควรสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการโดยใช้ ICT (2) ครูควรใช้คำถามขับเคลื่อนโครงการ (Driving Questions) เพื่อสนับสนุนการวางแผนและการสร้างชิ้นงานของนักเรียน (3) ครูควรให้ผลสะท้อนกลับเพื่อกระตุ้นความสร้างสรรค์ในชิ้นงานและการแก้ไขชิ้นงานของนักเรียน (4) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนรู้สึกว่าตนเองเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนรู้ และยังพบว่าครูควรจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามกระบวนการของการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ (Project Based Learning-PBL) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสร้างชิ้นงาน และ (5) ครูควรใช้การประเมินตลอดเวลาตามแนวทางของ PBL โดยใช้ ICT ซึ่งผลวิจัยที่ได้สอดคล้องกับลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ

อภิญญา สิทธิวงศ์ (2558) ได้ทำการศึกษาพัฒนาโครงงานเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนวิชาศิลปะ เทคนิคจิตรกรรมสีน้ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

โรงเรียนไทยคริสเตียน กรุงเทพมหานคร จำนวน 32 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 20 สัปดาห์ จำนวน 20 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนวิชาศิลปะ เทคนิคจิตรกรรมสีน้ำ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยคริสเตียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 (2) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาศิลปะ เทคนิคจิตรกรรมสีน้ำ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยคริสเตียน กรุงเทพมหานคร ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

دنۇفل بۇنۇخوب (2557) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โครงงาน ระหว่างกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสานและกลุ่มปกติ รายวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางสีวิทยาที่กำลังศึกษาวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 32 คนเท่ากัน พบว่า (1) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนโครงงานกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสาน และกลุ่มปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของโครงงานหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนโครงงานระหว่างกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสาน และกลุ่มปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีผลสัมฤทธิ์ของโครงงานหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสาน สูงกว่านักเรียนกลุ่มปกติ (3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโครงงาน พบว่า นักเรียนกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสานมีความพึงพอใจรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 และนักเรียนกลุ่มปกติมีความพึงพอใจรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66

ศิริวรรณ หะมิงมะ (2557) ได้ทำวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในสังคมพหุวัฒนธรรม ผลการวิจัยพบว่า (1) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถนำไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 3 บ้านปากน้ำ ในสังคมพหุวัฒนธรรม นักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนของการทำโครงงาน เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในความแตกต่างของเพื่อนในชั้นเรียน มีความตั้งใจเรียนรู้ กล้าแสดงความคิดเห็น (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในสังคมพหุวัฒนธรรมหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสังคมพหุวัฒนธรรมหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อน

การจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการในสังคมพหุวัฒนธรรมอยู่ในระดับมาก

ประกายมาศ บุญสมปอง (2557) ทำการวิจัยเรื่องกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เรื่องความปลอดภัยในชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการเรียนรู้ เรื่องความปลอดภัยในชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจัดการเรียนรู้แบบโครงการสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้แบบโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2) ความสามารถในการทำโครงการ เรื่องความปลอดภัยในชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวม อยู่ในระดับปานกลาง (3) ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

2.5.3 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., and Chen, W. P. (2013) ได้ทำการศึกษา การบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ซึ่งเป็นการศึกษาที่เป็น ประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศ ครูและสถาบันการศึกษาได้พัฒนาโปรแกรมการศึกษาแบบบูรณาการ โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัย การเรียนรู้ตามโครงการ (PjBL) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่บูรณาการ โดยใช้ STEM โดยใช้วิธีการสำรวจและสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมประชุม จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่มี พื้นฐานทางด้านวิศวกรรม จากสถาบันทางด้านเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 สถาบัน โดยเครื่องมือ ที่ใช้คือแบบสอบถามและการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างในการสำรวจทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อ STEM ก่อนและหลังกิจกรรม PjBL ผลการสำรวจพบว่าทัศนคติของนักศึกษาต่อวิชาวิศวกรรมมีการเปลี่ยนแปลง อย่างมีนัยสำคัญ นักเรียนส่วนใหญ่ตระหนักถึงความสำคัญของ STEM ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และ วิศวกรรม พวกเขากล่าวในการสัมภาษณ์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับมืออาชีพมีประโยชน์ ต่ออาชีพในอนาคตของพวกเขาและเทคโนโลยีนี้อาจช่วยปรับปรุงชีวิตและสังคมของเราทำให้โลก กลายเป็นสถานที่ที่สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น สรุปได้ว่าการรวม PjBL กับ STEM สามารถเพิ่ม ประสิทธิภาพสร้างการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีอิทธิพลต่อทัศนคติของนักเรียนในการแสวงหา อาชีพในอนาคต นักเรียนมีเจตคติที่ดีในการบูรณาการ PjBL กับ STEM

Han, S., Capraro, R., and Capraro, M. M. (2014) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการบูรณาการ วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี, วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) โดยการเรียนรู้แบบโครงการ (PBL) ที่มีผลต่อนักเรียนที่มีภูมิหลังและระดับประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน STEM PBL อย่างไร ซึ่งผลของการสอนแบบ STEM PBL ของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 3 แห่ง มีพัฒนาการทางวิชาชีพอย่างยั่งยืนโดย การจัดทำศูนย์ STEM ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยทางตะวันตกเฉียงใต้และใช้ STEM PBLs ทำการสอนทุก ๆ 6 สัปดาห์เป็นเวลา 3 ปี (2008 - 2010) ผู้เข้าร่วมเป็นนักเรียนมัธยมปลาย 836 คน จากโรงเรียน

จำนวน 3 โรงเรียน ในรัฐเท็กซัส ที่เข้าร่วมการประเมินความรู้และทักษะโดยใช้แบบจำลองเชิงเส้นลำดับขั้นเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลของนักเรียน คณะนักวิชาคณิตศาสตร์และข้อมูลประชากรสำหรับการศึกษาวิจัย พบว่า การสอนแบบ STEM PBL มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่างที่มีภูมิหลังระดับประสิทธิภาพแตกต่างกัน นักเรียนที่มีผลการปฏิบัติงานต่ำมีส่วนการเพิ่มของคะแนนคณิตศาสตร์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่มีประสิทธิภาพมากกว่า 3 ปี นอกจากนี้เชื้อชาติและสถานะทางเศรษฐกิจของนักเรียน เป็นตัวพยากรณ์ความสำเร็จทางวิชาการที่ดี ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ STEM PBLs ในโรงเรียนมีประโยชน์ต่อนักเรียนที่มีผลการปฏิบัติงานในระดับต่ำและสามารถช่วยให้ผู้เรียนประสบผลความสำเร็จในการเรียนได้

Davcev, D., Stojkoska, B., Kalajdziski, S., and Trivodaliev, K. (2016) ได้ทำการศึกษาการเรียนรู้อตามโครงการของระบบสมองกลฝังตัว โดยการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมซึ่งใช้การบรรยายและแบบฝึกหัดส่งเสริมความคิดของการเรียนรู้แบบการเรียนการสอน โครงการการเรียนรู้ (PBL) เป็นกระบวนการที่แตกต่างกันซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism ที่เรียนรู้จากสถานการณ์จริงของโลกที่จะใส่ในสถานที่แรก โดยนำเสนอวิธีการในการเรียนรู้ระบบสมองกลฝังตัวสอนแบบดั้งเดิมและ PBL PBL แสดงให้เห็นถึงโครงการสหวิทยาการขึ้นอยู่กับ การตรวจสอบเซ็นเซอร์ไร้สายของสภาพแวดล้อมโลกแห่งความจริง (เรือนกระจก) นักเรียนใช้ UML ที่แสดงเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการพัฒนาโครงการดังกล่าว จากมุมมองของนักเรียนพบว่า สหวิทยาการที่มีค่ามากกว่ามุมมองของนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการพบปัญหาในชีวิตจริง

Ruggiero, D., and Boehm, J. D. (2017) ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการเรียนรู้ตามโครงการในโปรแกรมฝึกงานเสมือน : การศึกษาบทบาทความสัมพันธ์ระหว่างฝึกงานที่ปรึกษาและลูกค้า โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการฝึกงานลูกค้าและพี่เลี้ยงนำไปสู่ความสำเร็จในโครงการที่ใช้การออกแบบการเรียนรู้โปรแกรมการฝึกงานเสมือน ฝึกงานจาก 11 โปรแกรมที่แตกต่างกันของมหาวิทยาลัย ใช้การสำรวจประสบการณ์ของนักวิชาการในการสร้างโครงการจริงสำหรับลูกค้าที่ใช้สภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของพี่เลี้ยง โครงการฝึกงานและการให้คำปรึกษาและการประเมินผลโดยลูกค้า เก็บรวบรวมข้อมูล 5 ด้าน จากกลุ่มตัวอย่าง 42 กรณี 6 กลุ่มเป้าหมายการออกแบบโปรแกรมการให้คำปรึกษาและการฝึกอบรมลูกค้าและประสิทธิภาพการทำงานฝึกงานได้รับการพิจารณา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าบทบาทความสัมพันธ์พัฒนาขึ้นในช่วงการฝึกงานและโครงการที่ประสบความสำเร็จมีความเกี่ยวข้องกับผู้ร่วมสร้างความรู้ระหว่างฝึกงานที่ปรึกษาและลูกค้า การศึกษาการทำงานของบทบาทเหล่านี้มีผลกระทบต่อกรอบการพัฒนาและการดำเนินงานของโปรแกรมการฝึกงานเสมือนจริงที่ประสบความสำเร็จ

Ryan, D. W. (2017) ได้ทำการศึกษาวิจัย การรวมระบบการคิดการใช้เหตุผลแบบที่ใช้ และการเรียนรู้ตามโครงการเพื่อความก้าวหน้าของหน่วยงานของนักเรียนเพิ่มความผูกพันของนักเรียน และความเข้าใจและให้วิธีการที่แท้จริงและถูกต้องของการประเมินความสามารถของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมหลักสูตรวิทยาศาสตร์สัตว์น้ำ ซึ่งวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นสูงในโรงเรียนมัธยมให้โอกาสในการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการเข้มงวดการเรียนการสอนกับนักเรียนที่ต้องใช้ความหลากหลายของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และทักษะจากหลักสูตรก่อนหน้านี้ที่มีต่อปัญหาจริงที่มีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนในปัจจุบันและในอนาคต เป้าหมายของงานนี้คือการให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โรงเรียนมัธยมที่มีวิธีการสำหรับการแนะนำของส่วนประกอบ STEM มีความชำนาญในวิชาวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมโดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงระบบวิศวกรรมและตามทำทนายในการออกแบบ วิธีการสอนเหล่านี้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สัตว์น้ำ การผลิตที่มีประสิทธิภาพโดยการมีส่วนร่วมในหลักสูตรที่เพิ่มขึ้นนักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์และนักเรียนมีความพร้อมทั้งเครื่องมือในการวิเคราะห์ประเมินผลและการแก้ปัญหาการออกแบบการแก้ปัญหาโลกแห่งความจริง การเรียนการสอนตามแนวความคิดของการเปลี่ยนแปลงระบบในช่วงต้นของการเรียนการสอนให้นักเรียนมีเครื่องมือรวมทั้งแผนผังความคิดเพื่อสร้างแบบจำลองที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ในระบบที่ซับซ้อน การสร้างนักศึกษารุ่นดังกล่าวได้รับการพิสูจน์วิธีการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับเนื้อหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนแสดงความสามารถในการใช้เทคนิคเหล่านี้สอนครั้งเดียวที่จะเป็นชุดที่มีความหลากหลายของปัญหาและแสดงความตั้งใจที่จะยังคงใช้ทักษะเหล่านี้ทั้งส่วนตัวและเป็นมืออาชีพในอนาคต มีนักเรียนสามารถวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับรูปแบบของตัวเองของระบบที่ซับซ้อน โดยครูมีวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการประเมินและทดสอบความรู้และความเข้าใจของนักเรียน เป็นการประเมินผลตามสภาพจริง นักเรียนใช้เครื่องมือการสร้างแบบจำลองซอฟต์แวร์ เช่น สเตลล่าสามารถเพิ่มไปยังวิธีการซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเพิ่มอัตราแนวคิด

ปริญญา อ้นภักดี (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ วิชา IPST-MicroBox ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมแพศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์วิชา IPST-MicroBox ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.02 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานเมกยูแกนส์ 2) ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมสูงขึ้นตามลำดับ วงรอบปฏิบัติที่ 1 ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 50.63 วงรอบปฏิบัติที่ 2 ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับมาก โดยมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 61.88 วงรอบปฏิบัติที่ 3 ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับมาก โดยมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 79.23 3)

ผลคะแนนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ทักษะการทำงานเป็นทีมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.472 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน 5) การศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จำรัส อินทลาภาพร (2558) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ผลการวิจัย พบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้คือ (1) ศึกษาสาระสำคัญของสารวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ (2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน (3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) (4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) (5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และ (6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning)

ภัตสร ติตมา (2558) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า (1) การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ โดยนักเรียนได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์เพิ่มสูงขึ้นทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมแผนการเรียนรู้ใหม่ และ (2) นักเรียนมีแนวทางการเรียนรู้ คือ

นักเรียนสามารถเลือกสร้างแบบจำลองอวัยวะโดยบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล จินตนาการร่างแบบจำลองอวัยวะ วางแผนการทำงานและซื้อวัสดุสร้างแบบจำลองอวัยวะโดยคำนึงถึงราคาและคุณสมบัติของวัสดุ สร้างและปรับปรุงแบบจำลองอวัยวะให้สมบูรณ์ขึ้นได้ ดังนั้น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้มากขึ้นได้

ดาร์รัตน์ ชัยพิลา และสกันร์ชัย ชะนูนันท์ (2558) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนร้อยละ 88.35 ซึ่งอยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบขั้นตอนด้วยการทำโครงงานความรู้จากศาสตร์สาขาวิชาทั้ง 4 วิชา ได้แก่วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาแยกแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ยังพบอีกว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นตามลำดับ และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนสามารถนำความรู้จากการเรียนการสอนแบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education มาประยุกต์ใช้ได้ดีและยังสามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป อีกทั้งยังได้ใช้ความรู้ของแต่ละคนได้อย่างเต็มความสามารถอีกด้วย

วรรณธนะ ปัดชา และ สืบสกุล อยู่ยีนยง (2559) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ผลการวิจัยพบว่า (1) กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

กมลฉัตร กล่อมอ้อม (2559) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพรู โดยมีการศึกษาเกี่ยวกับ สะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลง

ไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ฉะนั้น การฝึกประสบการณ์ให้กับนักศึกษาวิชาชีพครู เพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในโรงเรียนได้ จึงเป็นความต้องการของสังคมในปัจจุบัน

สุพัตรา โคตะวงค์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมแพศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการทำงานเป็นทีมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประจักษ์ผลด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุคุณนารี ผลการวิจัยพบว่า (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาประกอบด้วย กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ซึ่งนำมาใช้ร่วมกับชุดอุปกรณ์ IPST Box เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานอย่างเป็นขั้นตอน หลังจากจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนเริ่มนำทักษะด้านการคิดเชิงประจักษ์ผลมาใช้ในการลงมือแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานตามขั้นตอนทางวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติที่ 2 เปิดโอกาสนักเรียนสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจ รวมทั้งเน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน ทำให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 วงจรปฏิบัติ พบว่า (1) นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ (2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดเชิงประจักษ์ผลเพิ่มขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งแรก ซึ่งด้านที่มีพัฒนาการโดดเด่นที่สุด คือ การกำหนดสาระสำคัญหรือการนำทักษะด้านคอมพิวเตอร์มาสร้างชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามากที่สุด ที่โดดเด่นที่สุดก็คือ ด้านบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนุกสนานและกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ

นุรอาศีกัน สาและ (2560) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.10 และหลังการจัดการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.71 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 47.62 อยู่ในระดับสูง (3) นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยก่อนการจัดการเรียนรู้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.67 หลังการจัดการเรียนรู้ค่าเฉลี่ย 33.24 (4) นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังการจัดการเรียนรู้ในระดับดี และนักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้ในระดับค่อนข้างดี และ 5) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับมาก

สิริพร อาษาศึก (2560) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การส่งเสริมนักประดิษฐ์รุ่นเยาว์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า (1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าและกฎของโอห์ม โดยทดลองกับกลุ่มเป้าหมายนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.55/76.19 มีค่าตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนด (2) กิจกรรมที่นักเรียนในฐานะนักประดิษฐ์รุ่นเยาว์ได้ผลงานของสิ่งประดิษฐ์ด้วยรูปแบบของสะเต็มศึกษาได้แก่ ป้ายเชียร์ LED, หมวกเชียร์ LED ตามกรอบของเนื้อหาเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าและกฎของโอห์ม (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษา เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าและกฎของโอห์มคิดเป็นร้อยละ 76.19 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 75 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันเชิงบวก ค่าสหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ของการทำนาย (R^2) ร้อยละ 68 ของกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าผลสัมพัทธ์กันทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2.5.4 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

Davcev, D., Stojkoska, B., Kalajdziski, S., and Trivodaliev, K. (2016) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบโครงการการเรียนรู้ (PBL) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่แตกต่างกันบนพื้นฐานทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism ที่เรียนรู้จากสถานการณ์จริง วัตถุประสงค์ของบทความนี้คือการที่จะนำเสนอวิธีการของเราในการเรียนรู้ระบบฝังตัวที่มหาวิทยาลัยบูรณาการการเรียนรู้และแบบโครงการการเรียนรู้ (PBL) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงโครงการสหวิทยาการขึ้นอยู่กับ การตรวจสอบเซ็นเซอร์ไร้สายของสภาพแวดล้อมโลกแห่งความจริง (เรือนกระจก) นักเรียนใช้ UML ที่แสดงเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการพัฒนาโครงการดังกล่าว จากมุมมองของนักเรียนเราพบว่าสหวิทยาการระดับสูงที่มีค่ามากจากมุมมองที่จะเผชิญหน้ากับนักเรียนที่มีปัญหาในชีวิตจริง

Aaron, S., Blackwell, A. F., and Burnard, P. (2016) ได้ศึกษาและพัฒนาโซนิค Pi เป็นเครื่องมือใหม่ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สและแพลตฟอร์มการพัฒนาสำหรับคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้เด็กนักเรียนที่จะเรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยการสร้างเพลง ในบทความนี้เป็นข้อมูลจากการศึกษาการกำหนดขอบเขตในการพัฒนาของ Sonic Pi และการใช้งานในการเป็น

หุ้่นส่วนของการศึกษา การค้นพบนี้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างครูและนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ความคุ้มค่าของการศึกษาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นองค์การที่มีส่วนร่วมในการถ่ายทอดสดรหัส

Kumar, A., Fernando, S., and Panicker, R. C. (2013) ได้ศึกษาและพัฒนาระบบฝังตัวที่กลายเป็นที่แพร่หลายและมีความต้องการที่เพิ่มขึ้นในการสอนวิศวกรรมไฟฟ้า ในการออกแบบและการพัฒนานักศึกษาให้ได้สัมผัสประสบการณ์ในทุกแง่มุมในด้านของวิศวกรรมไฟฟ้า การนำเสนอสถาปัตยกรรมทั่วไปที่มีโปรเซสเซอร์หลายตัวที่ช่วยให้ง่ายต่อการรวมอุปกรณ์ต่อพ่วงที่กำหนดไว้ล่วงหน้า สถาปัตยกรรมช่วยให้นักเรียนสำรวจทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับระบบฝังตัว นอกจากนี้สถาปัตยกรรมสามารถขยายการฝึกอบรมนักเรียนในแนวคิดที่ทันสมัยในระบบมัลติโปรเซสเซอร์ฝังตัว สถาปัตยกรรมทั่วไปนี้ได้ถูกนำมาใช้สำหรับสองหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ มีนักเรียนพัฒนาระบบบนบอร์ดเฟฟพีจีเอ (FPGA) บอร์ดต่าง ๆ โดยใช้ระบบฝังตัวประมวลผลในการออกแบบฮาร์ดแวร์ ผลการประเมินคุณภาพและเชิงปริมาณนั้นจะแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่รับรู้โครงการเหล่านี้และได้บรรลุผลวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ปรีชา กอเจริญ, เต็มพงษ์ ศรีเทศและเพชร นันทิวัดนา (2555) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการเรียนรู้ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ระดับอุดมศึกษาด้วยการทำโครงการร่วมกันเป็นทีมเพื่อการแข่งขัน โดยนำเสนอการจัดการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มหาวิทยาลัยศรีปทุมโดยมีการประยุกต์วิธีการสอนด้วยการทำโครงการและวิธีการทำงานเป็นกลุ่ม การประเมินผลสัมฤทธิ์ พบว่า การเปรียบเทียบผลการเรียนของนักศึกษาในภาคการศึกษาที่มีการจัดกิจกรรมคือภาคการศึกษา 1/2554 เทียบกับกับภาคการศึกษา 1/2553 ที่ยังไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการทำโครงการ โดยภาคการศึกษา 1/2553 และ 1/2554 มีจำนวน นักศึกษาลงทะเบียนเรียน 91 คนและ 64 คน ตามลำดับ แนวโน้มพัฒนาระดับคะแนนของนักศึกษาดีขึ้น เช่นมีจำนวนร้อยละของผู้ได้เกรด A และ B+ เพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 20.88 และ 23.08 เป็นร้อยละ 21.88 และ 45.31 ตามลำดับ รวมถึงเกรดเฉลี่ยรวมของห้องเรียนเพิ่มขึ้นจาก 3.03 เป็น 3.30 ด้วย

พิเชษฐ ศรีสังข์งาม และชัยยศ เดชสุระ (2556) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาเนื้อหา ระบบฝังตัวสำหรับการจัดการศึกษาเพื่ออาชีพ โดยมีจุดประสงค์ของการวิจัย คือ การทดลองพัฒนาเนื้อหา ระบบฝังตัว ที่เหมาะสมกับการจัดการศึกษาเพื่ออาชีพ และหาวิธีการถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่องระบบฝังตัวให้กับ นักศึกษาคณะครุศาสตร์และนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิค โดยมีเนื้อหาที่พัฒนาขึ้นทั้งหมด 9 หน่วยการ - เรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า เนื้อหาระบบฝังตัวที่เหมาะสมกับการจัดการศึกษาเพื่ออาชีพ คือ เนื้อหา ระบบฝังตัวที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และภาษาซี วิธีการถ่ายทอด องค์ความรู้เรื่องระบบฝังตัวที่เหมาะสมคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project - base Learning) เนื้อหาระบบฝังตัวที่พัฒนาขึ้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ

นักศึกษาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 นักศึกษามีความพึงพอใจในเนื้อหาาระบบฝังตัวที่พัฒนาขึ้นในระดับมากและมากที่สุด

วิชาญ เพ็ชรทอง (2557) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้ผ่านชิ้นงาน เรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหาประสิทธิภาพและศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้ผ่านชิ้นงานโดยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเรียกว่า ICAE Model ประกอบด้วยขั้นแนะนำ (Information) ขั้นสร้างความรู้ (Knowledge Construction) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) และขั้นประเมินผล (Evaluation) พบว่า รูปแบบการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 70.25/70.07 ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดที่ 70/70 ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิเคราะห์พัฒนาการกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมินกระบวนการทำงาน จากการเรียนการสอน 4 สัปดาห์ พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการกระบวนการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับดี และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

วรภา อารีราษฎร์, อภิชาติ เหล็กดี และธเนศ ยืนสุข (2558) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซีใช้เรสพ์เบอร์รี่ไพผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการศึกษาทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Raspberry Pi กับอุปกรณ์ภายนอก นักศึกษาสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ Raspberry Pi กับอุปกรณ์ภายนอกโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (2) ผลการศึกษาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี นักศึกษามีทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซีโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (3) ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ Raspberry Pi สู้อุปกรณ์ นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์ในการสร้างโครงงานโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และ (4) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อกิจกรรมพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี โดยใช้ Raspberry Pi อยู่ในระดับมากที่สุด

สุพิชฌาย์ ศรีโคตร (2559) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi พบว่า กิจกรรมการฝึกอบรมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ นโยบาย หลักการแนวคิดเครือข่ายความร่วมมือกิจกรรมการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียน สื่อและเครื่องมือสนับสนุนและตัวชี้วัดการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (2) ผลการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi พบว่า ชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.23/82.42 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน และมีผลการทดลองด้านความรู้ พบว่า ผู้เรียนที่เข้าร่วมอบรม มีคะแนนเฉลี่ย

หลังการอบรมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านทักษะพบว่า ผลการทดลองปฏิบัติด้วยแบบฝึกหัด ผู้เรียนมีทักษะอยู่ระดับดีมากร้อยละ 81.82 และด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมฝึกอบรมค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก (3) ผลการศึกษาทักษะการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi ของผู้เรียนพบว่า ทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi ของผู้เรียนจากการประเมินผลโครงการที่ผู้เรียนทำการสร้างขึ้น โดยใช้แบบประเมินโครงการของผู้เรียนจำนวน 33 คน ผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนจากการทำโครงการอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็น ร้อยละ 81.82 มีคะแนนจากการทำโครงการอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 18.18

จากการศึกษางานวิจัย สรุปได้ว่า การสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 21 คน เพื่อหาฉันทามติในการสังเคราะห์รูปแบบและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์โดยบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม ภาวะผู้นำ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้และทักษะในการสื่อสาร

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ (2) พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ (3) ศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วยขั้นตอนการวิจัย 3 ระยะ ดังนี้

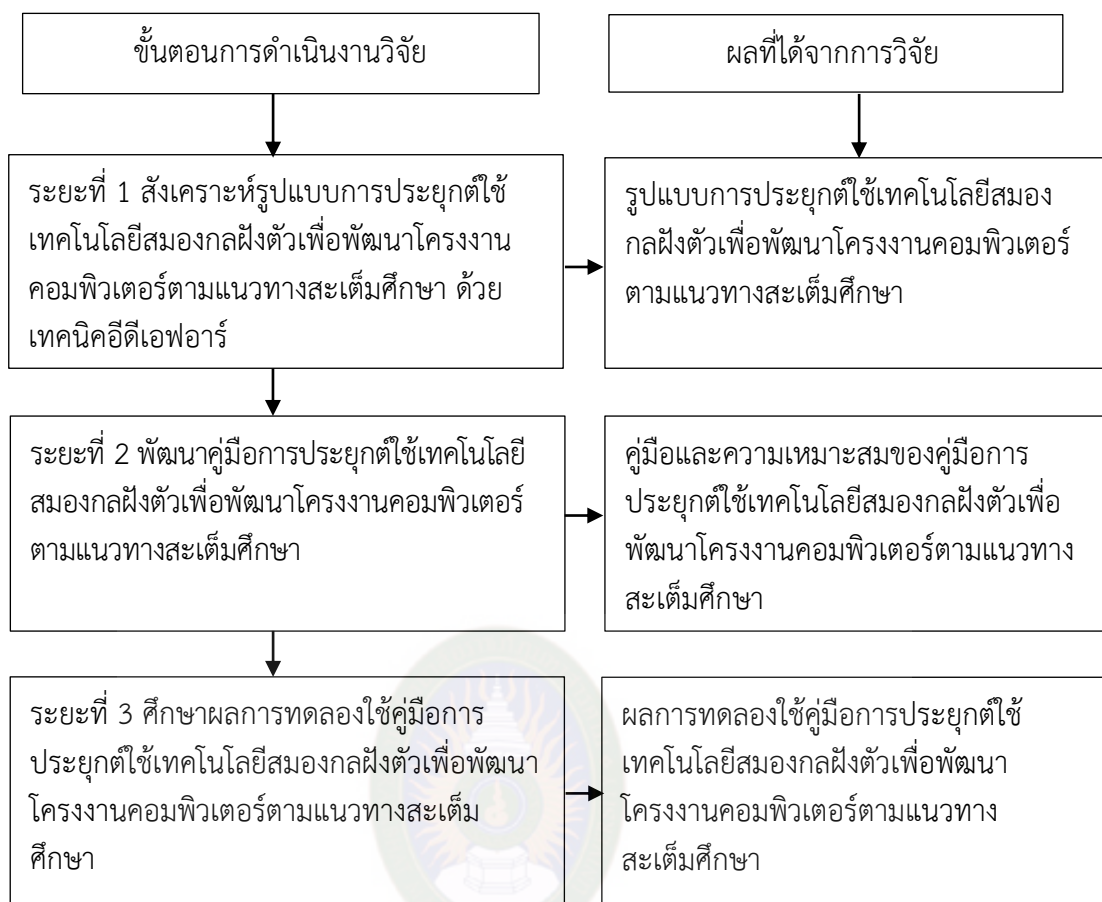
ระยะที่ 1 สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคนิค อีดีเอฟอาร์

ระยะที่ 2 พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1. จุดประสงค์การดำเนินการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการสร้างและหาคคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย ประกอบด้วย 3 ระยะ โดยมีผลที่ได้จากการวิจัย ดังนี้ ระยะที่ 1 สัเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ ผลที่ได้จากการวิจัยคือ รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระยะที่ 2 พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลที่ได้จากการวิจัยคือ คู่มือและความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และระยะที่ 3 ศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผลที่ได้จากการวิจัยคือ ผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ระยะที่ 1 สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์

1. จุดประสงค์การดำเนินการวิจัย เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิค อีดีเอฟอาร์ ประกอบด้วย การดำเนินงาน ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมากำหนดขอบเขตและข้อความคำถามการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ สรุปประเด็นที่ได้ศึกษา ดังนี้

1.1.1 นโยบาย หลักการและแนวคิด ประกอบด้วย ความสำคัญของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวภายใต้นโยบายประเทศไทย 4.0 ได้แก่ เครื่องมือ อุปกรณ์ อัจฉริยะและระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมและด้านดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่าง ๆ ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เป็นสาระสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้และเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยการบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1.1.2 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นกระบวนการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวด้านระบบโครงสร้าง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและการใช้งานอุปกรณ์เพิ่มเติมที่เชื่อมต่อกับเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ขั้นตอนการพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบกลุ่มตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีผู้ครูหรือพี่เลี้ยงให้คำแนะนำช่วยเหลือ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และการพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ รวมทั้งการวัดและประเมินผลความรู้ความเข้าใจ ทักษะการเรียนรู้ และโครงการงานคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนพัฒนาขึ้น

1.1.3 ตัวชี้วัดความสำเร็จของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเป็นตัวชี้วัดด้านคุณลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบ และคุณลักษณะของผู้เรียนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

1.1.4 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา” ที่ประกอบด้วย (1) ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (2) ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (3) สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ (4) การวัดและประเมินผล

1.1.5 แนวทางการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังสามารถบูรณาการได้ 4 ระดับ (1) การบูรณาการภายในวิชา (2) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (3) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และ 4) การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา โดยพิจารณาการบูรณาการความรู้ในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์

1.2 เก็บข้อมูลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิค อีดีเอฟอาร์ จากผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มที่ 1 จำนวน 21 คน โดยเก็บข้อมูล จำนวน 3 รอบ ดังนี้

รอบที่ 1 เก็บข้อมูลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยวิธีการสัมภาษณ์ ด้วยแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 1 - 20 เมษายน 2561

รอบที่ 2 เก็บข้อมูลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยวิธีการสอบถาม ด้วยแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 21 กรกฎาคม - 3 พฤศจิกายน 2561

รอบที่ 3 เก็บข้อมูลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญยืนยันคำตอบของแบบสอบถามจากคำตอบรอบที่ 2 พร้อมค่าสถิติที่เป็นคำตอบของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ค่ามัธยฐาน (Median : Md.) และค่าพิสัยควอร์ไทล์ (Interquartile Range : IR) เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 5 กุมภาพันธ์ - 16 มีนาคม 2562

1.3 วิเคราะห์และสรุปค่าสถิติ จากแบบสอบถามด้วยเทคนิค อีดีเอฟอาร์ รอบที่ 3 ทั้งหมดมี 4 ประเด็น มีข้อความ 156 ข้อ และเลือกข้อความที่เป็นฉันทามติ (Consensus) ตามเงื่อนไข คือ ข้อความที่มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.00 และมีค่าพิสัยควอร์ไทล์ เท่ากับ 0.00 โดยมีข้อความที่เป็นไปตามเงื่อนไข 152 ข้อ นำมากำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากข้อความการสังเคราะห์ด้วยเทคนิคอิตีเอพอาร์

n=21

รายการ	Md.	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
ด้านที่ 1 นโยบาย หลักการ และแนวคิด				
1. นโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2. ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ฉบับปรับปรุง 2560	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
ด้านที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา				
1. เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย				
1.1 ระบบโครงสร้างของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.2 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.3 การใช้งานอุปกรณ์เพิ่มเติมเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.4 สื่ออุปกรณ์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมในการเรียนรู้				
1.4.1 Orange pi	4.0	1.0	มากที่สุด	X
1.4.2 Kid bright	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.4.3 Micro bit	5.0	1.0	มากที่สุด	X
1.4.4 Node MCU	5.0	1.0	มากที่สุด	X
1.5 สารเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมในการเรียนรู้				
1.5.1 การออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับการวางแผนแก้ปัญหาได้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.5.2 การใช้งานโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.5.3 การเขียนโปรแกรมสร้างและใช้งานตัวแปร	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.5.4 การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.5.5 การเขียนโปรแกรมแบบวนรอบ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.5.6 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำตามเงื่อนไข	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.5.7 การเขียนโปรแกรมใช้งานดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุต	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.5.8 การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานเซ็นเซอร์และมอเตอร์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.6 อุปกรณ์เพิ่มเติมที่เหมาะสมในการเรียนรู้				
1.6.1 ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์และตรวจจับ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.6.2 ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ขับเคลื่อน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.6.3 ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ควบคุม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2. การพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน				
ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รายการ	Md.	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
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	✓
4. เทคนิคการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการทำโครงงาน				
4.1 เทคนิคพี่เลี้ยง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
4.2 เทคนิคกลุ่มแบบจิ๊กซอร์	4.0	1.0	มากที่สุด	X
5. รูปแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมกับนักเรียน				
5.1 สื่อวิดีโอ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5.2 สื่อภาพนิ่ง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5.3 สื่อเอกสารประกอบการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6. การใช้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Google Application				
6.1 การใช้ Google Classroom ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.2 การใช้ Google Forms ในการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบประเมินต่าง ๆ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.3 การใช้ Google Sites ในการนำเสนอกิจกรรมของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.4 การใช้ Google Search เป็นเครื่องมือค้นหาข้อมูลใช้ในการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.5 การใช้ Google Drive เป็นเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูลออนไลน์ หรือการแชร์ข้อมูล	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.6 การใช้ Google Mail ในการลงชื่อเข้าใช้งาน Google Classroom	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Youtube				
7.1 การนำเสนอเนื้อหาวิดีโอผ่าน Youtube	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.2 การนำเสนอผลงานนักเรียนผ่าน Youtube	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.3 การนำเสนอเนื้อหาวิดีโออื่นที่เกี่ยวข้องผ่าน Youtube	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8. การวัดและประเมินผล				
8.1 การวัดผลด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียน				
8.1.1 เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.1.2 การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.1.3 ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.2 เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดผลด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียน				
8.2.1 แบบทดสอบก่อนเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.2.2 แบบทดสอบหลังเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.2.3 ใบกิจกรรมระหว่างเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.3 การประเมินผลด้านทักษะของนักเรียน				
8.3.1 ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.3.2 ทักษะการทำงานเป็นทีม ได้แก่ การแก้ปัญหา ภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รายการ	Md.	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
8.3.3 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.4 เครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินผลด้านทักษะของนักเรียน				
8.4.1 แบบประเมินทักษะ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.4.2 แบบประเมินพฤติกรรม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5 การประเมินผลด้านการพัฒนาโครงการงาน				
8.5.1 การประเมินผลจากการนำเสนอ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำโครงการชัดเจน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.1.2 ความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาโครงการงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.1.3 ขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ชัดเจน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.1.4 ความเหมาะสมในการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.1.5 การวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการทำโครงการงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.2 การประเมินผลจากชิ้นงานโครงการงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.2.1 ความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการพัฒนาโครงการงานได้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.2.2 การออกแบบชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.2.3 การเลือกใช้วัสดุอย่างเหมาะสม ประหยัด คุ่มค่า	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.2.4 ชิ้นงานมีความประณีต สวยงาม เรียบร้อย เหมาะสม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.2.5 ประสิทธิภาพหรือการใช้งานได้จริงของโครงการงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.2.6 รายงานผลการพัฒนาโครงการงานและคู่มือการใช้งานมีความสมบูรณ์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.2.7 การต่อยอดความคิดในการพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.3 ลักษณะการประเมินผลการพัฒนาโครงการงานที่เหมาะสม				
8.5.3.1 ประเมินผลโดยครูผู้สอน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.5.3.2 ประเมินผลโดยที่เลี้ยง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
ด้านที่ 3 ตัวชี้วัดของรูปแบบ				
1. คุณลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1.1 พัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.2 บูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงการงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
1.3 ส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2. คุณลักษณะของนักเรียน				
2.1 มีความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงการงานและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการงาน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
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	✓

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รายการ	Md.	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
ด้านที่ 4 กิจกรรมการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา				
1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค่ายวิชาการระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 6 ชั่วโมงต่อวัน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 กิจกรรม ดังนี้				
2.1 กิจกรรมที่ 1 ความหมาย ลักษณะ ประโยชน์ การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.1.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.1.2 เป้าหมายของกิจกรรม :				
2.1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.1.2.2 ทักษะการใช้งานบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.1.2.3 ทักษะการทำงานเป็นทีม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.1.2.4 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.1.2.5 ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.2 กิจกรรมที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.2.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.2.2 เป้าหมายของกิจกรรม:				
2.2.2.1 ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.2.2.2 ทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.2.2.3 ทักษะการทำงานเป็นทีม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.2.2.4 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.2.2.5 ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.3 กิจกรรมที่ 3 การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.3.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.3.2 เป้าหมายของกิจกรรม:				
2.3.2.1 ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.3.2.2 ทักษะการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.3.2.3 ทักษะการทำงานเป็นทีม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.3.2.4 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.3.2.5 ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.4 กิจกรรมที่ 4 การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.4.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.4.2 เป้าหมายของกิจกรรม:				
2.4.2.1 ความรู้ในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รายการ	Md.	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
2.4.2.2 ทักษะในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.4.2.3 ทักษะการทำงานเป็นทีม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.4.2.4 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
2.4.2.5 ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3. การบูรณาการเพิ่มเติมศึกษาในขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้				
3.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science)	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.1.1 การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.1.2 การต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟฟ้า	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.2.1 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.2.2 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.2.3 หลักการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.2.4 การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและเซ็นเซอร์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.2.5 การใช้งานวัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกต้อง	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
3.3.1 กระบวนการออกแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้วยโครงงานคอมพิวเตอร์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
4. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน				
4.1 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology)	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
4.1.1 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาข้อมูลและนำเสนอข้อมูล	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
4.2 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
4.2.1 การระบุปัญหาหรือความต้องการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน สรุปรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน				
5.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
5.1.1 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนา วางแผนขั้นตอน การทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค				
6.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.1.1 การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.1.2 การต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟฟ้า	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.2.1 ทักษะการใช้งานเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ถูกต้องกับลักษณะของงาน และปลอดภัย	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.2.2 การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและอุปกรณ์เพิ่มเติม	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.3.1 การดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รายการ	Md.	IR	ระดับ	ข้อที่เลือก
6.3.2 การทดสอบ ประเมินผล การวิเคราะห์แก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นจากการทำงาน พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.4.1 การหาค่าเฉลี่ย	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
6.4.2 การหาค่าร้อยละ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในชั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ				
7.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.1.1 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์ของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.2.1 การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการรวบรวมข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.2.2 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีจากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ ของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.3.1 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์จากการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์ของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
7.4.1 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์ของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในชั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้				
8.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.1.1 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์ของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.2.1 การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศและ การประเมินผล	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.2.2 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีจากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ ของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.3.1 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์จากการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์ของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic):	5.0	0.0	มากที่สุด	✓
8.4.1 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ ของนักเรียน	5.0	0.0	มากที่สุด	✓

1.4 กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ โดยนำข้อคำถามที่เป็นฉันทามติ ที่ได้สรุปจากแบบสอบถามอีดีเอฟอาร์ รอบที่ 3 นำมากำหนดองค์ประกอบของรูปแบบและนำมาเป็นข้อมูลประกอบการจัดทำคู่มือของรูปแบบ แสดงดังตารางที่ 3.2 หลังจากนั้นนำมาจัดทำเป็นองค์ประกอบของรูปแบบ แสดงดังรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

สรุปจำนวนข้อคำถามจากเทคนิคอีดีเอฟอาร์ ที่นำมาเป็นองค์ประกอบของรูปแบบ

รายการข้อคำถามจากการเก็บข้อมูลด้วย เทคนิค อีดีเอฟอาร์	จำนวนข้อที่เลือกเป็น องค์ประกอบของ รูปแบบ	จำนวนข้อที่เลือกเป็น ข้อมูลประกอบการจัดทำ คู่มือของรูปแบบ
ด้านที่ 1 นโยบาย หลักการและแนวคิด	4	-
ด้านที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา	65	-
ด้านที่ 3 ตัวชี้วัดของรูปแบบ	7	-
ด้านที่ 4 กิจกรรมการพัฒนาโครงงาน คอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา	-	76
รวม	76	76
โดยรวม		152

จากตารางที่ 3.2 พบว่า จำนวนข้อคำถามจากเทคนิคอีดีเอฟอาร์ ที่เป็นฉันทามติ จากองค์ประกอบ 4 ด้าน จำนวน 152 ข้อ ผู้วิจัยนำมากำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ จำนวน 3 ด้านมีข้อคำถามจำนวน 76 ข้อ กำหนดตามลักษณะเชิงระบบประกอบด้วย ด้านปัจจัยนำเข้า ได้แก่ นโยบาย หลักการและแนวคิดของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้านกระบวนการ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และด้านผลผลิต ได้แก่ ตัวชี้วัดของรูปแบบ แสดงดังภาพที่ 3.2 และสำหรับด้านที่ 4 กิจกรรมการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีข้อคำถามที่เป็นฉันทามติ จำนวน 76 ข้อ นำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดทำคู่มือ

ของรูปแบบเพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา



ภาพที่ 3.2 องค์ประกอบของรูปแบบ

จากภาพที่ 3.2 องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 3 ส่วน (รายละเอียดการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากข้อคำถามที่ส่งเคราะห์ด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ ที่นำมาจัดทำองค์ประกอบของรูปแบบ) โดยสรุปประเด็น ดังนี้

1. ปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เป็นเป้าหมายของการพัฒนา นักเรียน การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (คิตบอร์ด) การจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและด้านคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาโครงการ การส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคพี่เลี้ยง การประยุกต์ใช้ Google Application เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยเลือกใช้ Google Classroom, Google Forms, Google Sites, Google Search, Google Drive, Google mail and Youtube ด้านกระบวนการ ได้แก่ การพัฒนา

โครงการคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ซึ่งบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรม ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ซึ่งบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ซึ่งบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรม ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ซึ่งบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 5 จัดทำรายงาน และคู่มือ ซึ่งบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 6 สานต่อ การเรียนรู้ ซึ่งบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ โดยแต่ละ ขั้นตอนเป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือและส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย เทคนิคพี่เลี้ยง

2. ด้านผลผลิต ได้แก่ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี ด้าน ทักษะของนักเรียน ได้แก่ ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะการทำงานเป็นทีม ได้แก่ การแก้ปัญหา ภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ ทักษะ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการพัฒนาโครงการ การนำเสนอผลงาน และการพัฒนาชิ้นงานโครงการ

1.5 เขียนคำอธิบายองค์ประกอบของรูปแบบที่ประกอบด้วย นิยาม วัตถุประสงค์และ คำอธิบายองค์ประกอบของรูปแบบ นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความเหมาะสม

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิค อีดีเอฟอาร์ จำนวน 21 คน (รายละเอียด ภาคผนวก ก) คุณสมบัติ คือ เป็นผู้ที่มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทหรือสูงกว่า และมีประสบการณ์ ในการสอน การนิเทศ การศึกษาวิจัย เป็นที่ปรึกษาหรือเคยเข้ารับการอบรมด้านการเรียนการสอน แบบสะเต็มศึกษา หรือด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

กลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความสอดคล้องของเครื่องมือการวิจัย จำนวน 3 คน (รายละเอียดภาคผนวก ก) คุณสมบัติคือเป็นผู้ที่มีคุณวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาเอกและมี ประสบการณ์ในการสอนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศหรือคอมพิวเตอร์ศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 1

3.2 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 2

3.3 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 3

4. วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

4.1 การสร้างและหาคุณภาพแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษารอบที่ 1 ดังนี้

4.1.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการและวิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

4.1.2 กำหนดโครงสร้างแบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ให้สัมภาษณ์ ได้แก่ ชื่อ – นามสกุล หน่วยงาน ตำแหน่ง ประสบการณ์การทำงาน เบอร์โทรศัพท์ อีเมล และประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว โครงงาน และด้านสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 ปัจจัยด้านนโยบาย หลักการ แนวคิดและความสำคัญในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว จำนวน 4 ข้อ

1. ด้านนโยบาย หลักการแนวคิดและความสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร
2. ตัวชี้วัดด้านผู้เรียนจากกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร
3. ตัวชี้วัดด้านผู้สอนจากกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร
4. ตัวชี้วัดด้านสื่อการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร

ตอนที่ 3 องค์ประกอบในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 5 ข้อ

1. กระบวนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร
2. กิจกรรมที่ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร
3. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร

4. การวัดและประเมินผลกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรมีการวัดและประเมินผลอย่างไร เครื่องมือวัดและประเมินผลอะไรบ้าง

5. แนวทางการจัดกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร

4.1.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ตามประเด็นที่กำหนดไว้และตรวจสอบความสอดคล้อง (Index of Item – objective Congruence : IOC) ข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบสัมภาษณ์ หาความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมของภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มที่ 2 กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบ ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นถามได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นถามได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นถามได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

4.1.4 เก็บรวบรวมแบบสัมภาษณ์รอบที่ 1 จากผู้เชี่ยวชาญ นำมาพิจารณาแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ความสอดคล้องด้วยค่าสถิติ โดยแบบสัมภาษณ์รอบที่ 1 มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

4.1.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว จัดทำเป็นแบบสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลต่อไป

4.2 การสร้างและหาคุณภาพแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 2 ดังนี้

4.2.1 กำหนดโครงสร้างแบบสอบถาม โดยนำผลสรุปจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ด้วยเทคนิค อีดีเอฟอาร์ รอบที่ 1 มาเป็นกรอบในการกำหนดประเด็นข้อคำถามของแบบสอบถามและกำหนดคะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ดังนี้ (Best, 1997, p. 190)

คะแนน 5 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับมาก

คะแนน 3 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย โดยแบ่งระดับคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ (Best, 1997, p. 190)

4.50 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับมาก

2.50 - 3.49 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง เห็นด้วยหรือเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

4.2.2 เขียนข้อคำถาม ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 4 ด้าน รวมทั้งหมด 156 ข้อ ดังนี้

4.2.2.1 ด้านนโยบาย หลักการและแนวคิดของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 4 ข้อ

4.2.2.2 ด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้านองค์ประกอบกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 8 ด้าน รวม 69 ข้อ

1) เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว จำนวน 18 ข้อ

2) การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ข้อ

3) การบูรณาการสะเต็มศึกษาในการพัฒนาโครงงาน จำนวน 4 ข้อ

4) เทคนิคการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการทำโครงงาน จำนวน 2 ข้อ

5) รูปแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีสมองกลที่เหมาะสม จำนวน 3 ข้อ

6) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Google Application

จำนวน 6 ข้อ

7) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Youtube จำนวน 3 ข้อ

8) การวัดและประเมินผล จำนวน 27 ข้อ

4.2.2.3 ด้านตัวชี้วัดรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 2 ด้าน รวม 7 ข้อ

1) คุณลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 ข้อ

2) ด้านลักษณะของผู้เรียน จำนวน 4 ข้อ

4.2.2.4 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 2 ด้าน รวม 76 ข้อ

1) ช่วงเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม จำนวน 1 ข้อ

2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 75 ข้อ

4.2.3 ตรวจสอบความความสอดคล้องของข้อความ และความเหมาะสมของภาษา ในแต่ละประเด็น ตามโครงสร้างของแบบสอบถามที่กำหนด โดยผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มที่ 2

4.2.4 เก็บรวบรวมแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ นำมาพิจารณาแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ความสอดคล้องด้วยค่าสถิติ โดยแบบสอบถามรอบที่ 2 มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

4.2.5 นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว จัดทำเป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลต่อไป

4.3 การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 3 ดังนี้

4.3.1 นำแบบสอบถามรอบที่ 2 มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่ามัธยฐาน และพิสัยควอร์ไทล์ โดยนำค่าควอร์ไทล์ที่ 3 - ค่าของควอร์ไทล์ที่ 1

4.3.2 นำค่าสถิติที่ได้บันทึกลงในแบบสอบถามรอบที่ 2 ให้ตรงกับข้อความแต่ละข้อ และตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วน โดยใช้สัญลักษณ์แทน ดังนี้

สัญลักษณ์ ● แทน ค่ามัธยฐานของข้อความ

สัญลักษณ์ □ แทน ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ของคำตอบ มีค่าเท่ากับ 0

สัญลักษณ์ □ แทน ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ของคำตอบ มีค่าเท่ากับ 1.00

4.3.3 บันทึกคำตอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 21 คน โดยนำแบบสอบถามรอบที่ 2 ที่มีค่าสถิติมาจัดทำให้ครบ 21 ชุด ตามจำนวนผู้เชี่ยวชาญ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในแต่ละข้อความให้ตรงตามคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

4.3.4 เขียนคำชี้แจงการยืนยันคำตอบของผู้เชี่ยวชาญในการทำแบบสอบถาม รอบที่ 3 ตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วน ก่อนนำเสนอต่อที่อาจารย์ปรึกษาพิจารณาความเหมาะสม และจัดทำเป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลต่อไป

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้วยเทคนิคอิตีเอฟอาร์ จำนวน 3 รอบ ดังนี้

5.1 เสนอรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มที่ 1 ตามคุณสมบัติที่กำหนดให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความเหมาะสมและทำหนังสือเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสังเคราะห์รูปแบบด้วยเทคนิคอิตีเอฟอาร์ จากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

5.2 นัดหมายผู้เชี่ยวชาญเก็บข้อมูลด้วยเทคนิค อิตีเอฟอาร์ ทั้ง 3 รอบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวม บันทึกข้อมูลแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามด้วยตนเอง จนครบ 21 คน

5.3 เก็บรวบรวมแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม พร้อมตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลในแบบสอบถาม นำมาบันทึกข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผล นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ รอบที่ 1 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อ้อมวิเคราะห์และสรุปผลตามประเด็นการสัมภาษณ์ตามรายละเอียดของข้อคำถาม และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม รอบที่ 2 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่ามัธยฐานและพิสัยควอร์ไทล์

6.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม รอบที่ 3 ผู้วิจัยนำประเด็นคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญยืนยันมาบันทึกเพื่อวิเคราะห์และสรุปข้อมูลในแต่ละประเด็น โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่ามัธยฐาน และพิสัยควอร์ไทล์

6.4 การแปลผลค่าสถิติ ค่ามัธยฐาน ดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2548, น. 190)

4.50 – 5.00 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องการให้เกิดในระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องการให้เกิดในระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องการให้เกิดในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องการให้เกิดในระดับน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องการให้เกิดในระดับน้อยที่สุด

6.5 การแปลผล ค่าพิสัยควอร์ไทล์ พิจารณาจากค่าความแตกต่างควอร์ไทล์ที่ 3 กับ ควอร์ไทล์ที่ 1 ดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2549, น. 190)

ถ้าค่าพิสัยควอร์ไทล์ที่คำนวณได้มีค่าไม่เกิน 1.50 แสดงว่าความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อความนั้นสอดคล้องกัน (consensus)

ถ้าค่าพิสัยควอร์ไทล์ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 1.50 แสดงว่าความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อความนั้นไม่สอดคล้องกัน

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การเลือกข้อคำถามในแต่ละข้อเพื่อนำมาสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบจากค่าสถิติ คือ ค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.00 และ พิสัยควอร์ไทล์ เท่ากับ 0.00 ซึ่งสอดคล้องกับ ศิริวิชช์ คุณชมภู (2561, น. 128) และสมัย สลักศิลป์ (2562, น. 90) ที่ใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการเลือกข้อคำถามในการวิจัยด้วยเทคนิคดีไอเอฟอาร์

ระยะที่ 2 พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. จุดประสงค์การดำเนินการวิจัย

เพื่อพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตามรูปแบบที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 ประกอบด้วยการดำเนินงาน ดังนี้

1.1 ศึกษาขอบเขตการพัฒนากลุ่มเป้าหมายในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใน จากการวิจัย ในระยะที่ 1 เป้าหมายเพื่อการพัฒนาให้นักเรียนให้มีความรู้และทักษะการเรียนรู้ โดยการทำงานแบบทีม ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเป็นนวัตกรรม ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้และการใช้งาน การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อนำมาพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ผ่านขั้นตอนการพัฒนา 6 ขั้นตอนและสามารถบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ได้ โดยมีพี่เลี้ยงคอยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 กำหนดรายละเอียดของคู่มือ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและเครื่องมือการวัดและประเมินผล ดังนี้

1.2.1 กำหนดส่วนประกอบของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 2 ชุด คือ คู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียน โดยคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง ประกอบด้วย บทนำ ใ้ความรู้ ใ้กิจกรรม สื่อ เครื่องมือ แบบทดสอบ แบบประเมินพฤติกรรม แบบประเมินโครงการคอมพิวเตอร์ สื่อ เทคโนโลยีและเอกสารอ้างอิง และคู่มือสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย บทนำ ใ้ความรู้ ใ้กิจกรรม สื่อ เครื่องมือ และเอกสารอ้างอิง

1.2.2 กำหนดหน่วยในการเรียนรู้แบบโครงการ ตามรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยพิจารณาตามสาระการเรียนรู้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย 4 หน่วย แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

การกำหนดหน่วยการเรียนรู้แบบโครงการ

หน่วยที่	เป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน	เครื่องมือการประเมินผล
1. แรกพบ คิดโปรธ	1. มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างของเทคโนโลยี สมองกลฝังตัว 2. พัฒนาชิ้นงานโครงการคอมพิวเตอร์ได้	1. ใบกิจกรรมที่ 1.1-1.2 2. แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน 3. แบบทดสอบ
2. สนุกได้กับ คิดโปรธ	1. มีความรู้การออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา 2. เขียนโปรแกรมใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวได้ 3. พัฒนาโปรแกรมด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1. ใบกิจกรรมที่ 2.1-2.2 2. แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน 3. แบบทดสอบ
3. ปลื้กอิน คิดโปรธ	1. ใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับอุปกรณ์เสริม ภายนอกได้ 2. พัฒนาชิ้นงานโครงการคอมพิวเตอร์ร่วมกับ อุปกรณ์เสริมภายนอกได้	1. ใบกิจกรรมที่ 3.1-3.2 2. แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน 3. แบบทดสอบ
4. โครงการด้วย คิดโปรธ	1. มีความรู้ในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ได้ 2. ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวพัฒนาโครงงาน คอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษาได้	1. ใบกิจกรรมที่ 4.1-4.4 2. แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน 3. แบบทดสอบ 4. แบบประเมินโครงงาน คอมพิวเตอร์

1.2.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดผลการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ของกลุ่มเป้าหมายทั้งด้านความรู้ ทักษะการฝึกปฏิบัติ ในแต่ละหน่วย แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

จุดประสงค์การเรียนรู้ตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

พฤติกรรมที่ต้องการวัดหน่วยการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้	ด้านความรู้		ด้านทักษะ การฝึกปฏิบัติ
	ระดับพฤติกรรม	จำนวนข้อสอบ	
หน่วยที่ 1 แรกพบ คิดโปรธ			
1. บอกความหมายของเทคโนโลยีได้	ความรู้ความจำ	2	✓
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีได้	-	-	✓
3. บอกความหมายของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวได้	ความรู้ความจำ	2	✓
4. อธิบายโครงสร้างของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวได้	-	-	✓
5. อธิบายการใช้งานชุดคำสั่งควบคุมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวได้	ความรู้ความจำ	2	✓

(ต่อ)

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

พฤติกรรมที่ต้องการวัดหน่วยการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้	ด้านความรู้		ด้านทักษะ การฝึกปฏิบัติ
	ระดับพฤติกรรม	จำนวนข้อสอบ	
6. ระบุวัตถุประสงค์การใช้งานบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
7. จัดทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการประยุกต์ใช้งานบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
8. ออกแบบการประยุกต์ใช้บอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
9. ทดสอบผลการพัฒนาชิ้นงานด้วยบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
10. นำเสนอรายงานการแก้ปัญหาหรือพัฒนาชิ้นงานด้วยบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
หน่วยที่ 2 สนุก Code กับ คิวบอร์ด			
1. อธิบายขั้นตอนวิธีสำหรับการวางแผนแก้ปัญหาได้	ความเข้าใจ	4	✓
2. อธิบายการใช้งานชุดคำสั่งควบคุมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวได้	ความรู้ความจำ	1	✓
3. เขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไขได้	ความรู้ความจำ	1	✓
4. เขียนโปรแกรมใช้งานตัวแปรได้	ความเข้าใจ	1	✓
5. เขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำได้	ความรู้ความจำ	1	✓
6. เขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำตามเงื่อนไขได้	ความรู้ความจำ	1	✓
7. ระบุวัตถุประสงค์การใช้งานบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
8. จัดทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการประยุกต์ใช้งานบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
9. ออกแบบการประยุกต์ใช้บอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
10. ทดสอบผลการพัฒนาโปรแกรมด้วยบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
11. นำเสนอรายงานการแก้ปัญหาหรือพัฒนาโปรแกรมด้วย บอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
หน่วยที่ 3 ปลั๊กอิน คิวบอร์ด			
1. อธิบายการใช้งานชุดคำสั่งควบคุมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวได้	ความรู้ความจำ	1	✓
2. เขียนโปรแกรมใช้งานดิจิทัลอินพุตได้	ความรู้ความจำ	1	✓
3. เขียนโปรแกรมใช้งานดิจิทัลเอาต์พุตได้	-	-	✓
4. เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานเซ็นเซอร์ได้	-	-	✓
5. เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานมอเตอร์ได้	-	-	✓
6. ระบุวัตถุประสงค์การใช้งานบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
7. จัดทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการประยุกต์ใช้งานบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
8. ออกแบบการประยุกต์ใช้บอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
9. ทดสอบผลการพัฒนาชิ้นงานด้วยบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
10. นำเสนอรายงานการแก้ปัญหาหรือพัฒนาชิ้นงานด้วยบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 โครงงานด้วย คิวบอร์ด			
1. บอกขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ได้	ความรู้ความจำ	3	✓
2. ระบุวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโครงงานด้วยบอร์ด คิวบอร์ด ได้	-	-	✓

(ต่อ)

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

พฤติกรรมที่ต้องการวัดหน่วยการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้	ด้านความรู้		ด้านทักษะ
	ระดับพฤติกรรม	จำนวนข้อสอบ	การฝึกปฏิบัติ
3. จัดทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการประยุกต์ใช้งานบอร์ด คิวบ์ไดร์ท ได้	-	-	✓
4. ออกแบบการพัฒนาโครงงานด้วยบอร์ด คิวบ์ไดร์ท ได้	-	-	✓
5. ทดสอบผลการพัฒนาชิ้นงานด้วยบอร์ด คิวบ์ไดร์ท ได้	-	-	✓
6. จัดทำรายงานการพัฒนาและคู่มือการใช้งานโครงงานด้วยบอร์ด คิวบ์ไดร์ท ได้	-	-	✓
7. นำเสนอรายงานการพัฒนาในการพัฒนาโครงงานด้วยบอร์ด คิวบ์ไดร์ท ได้	-	-	✓
รวมทั้งหมด	12	20	38

จากตารางที่ 3.4 ผู้วิจัยได้เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 12 ข้อ นำไปออกแบบเป็นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้จำนวน 20 ข้อ และนำจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 36 ข้อ ไปออกแบบเป็นใบกิจกรรม จำนวน 10 ชุด

1.2.4 กำหนดองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยกำหนด สื่อการเรียนรู้ ในแต่ละขั้นของกิจกรรม ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5

การกำหนดองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน

สื่อการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เครื่องมือวัดและประเมิน
1. ใบความรู้ที่ 1, 2, 3	ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้	1. แบบประเมินใบกิจกรรมที่
2. สื่อวีดิโอชุดที่ 1-6	บูรณาการองค์ความรู้	1.1, 2.1, 3.1
3. ใบกิจกรรม 1.1, 2.1 และ 3.1	วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี	2. แบบประเมินพฤติกรรม
4. บอร์ดคิวบ์ไดร์ท	วิศวกรรม	นักเรียน
5. Google Classroom		
1. ใบความรู้ที่ 4	ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน	1. แบบประเมินใบกิจกรรมที่
2. ใบกิจกรรม 1.2, 2.2, 3.2, และ 4.1	บูรณาการองค์ความรู้	1.2, 2.2, 3.2, 4.1
3. Google Search	เทคโนโลยี วิศวกรรม	2. แบบประเมินพฤติกรรม
		นักเรียน

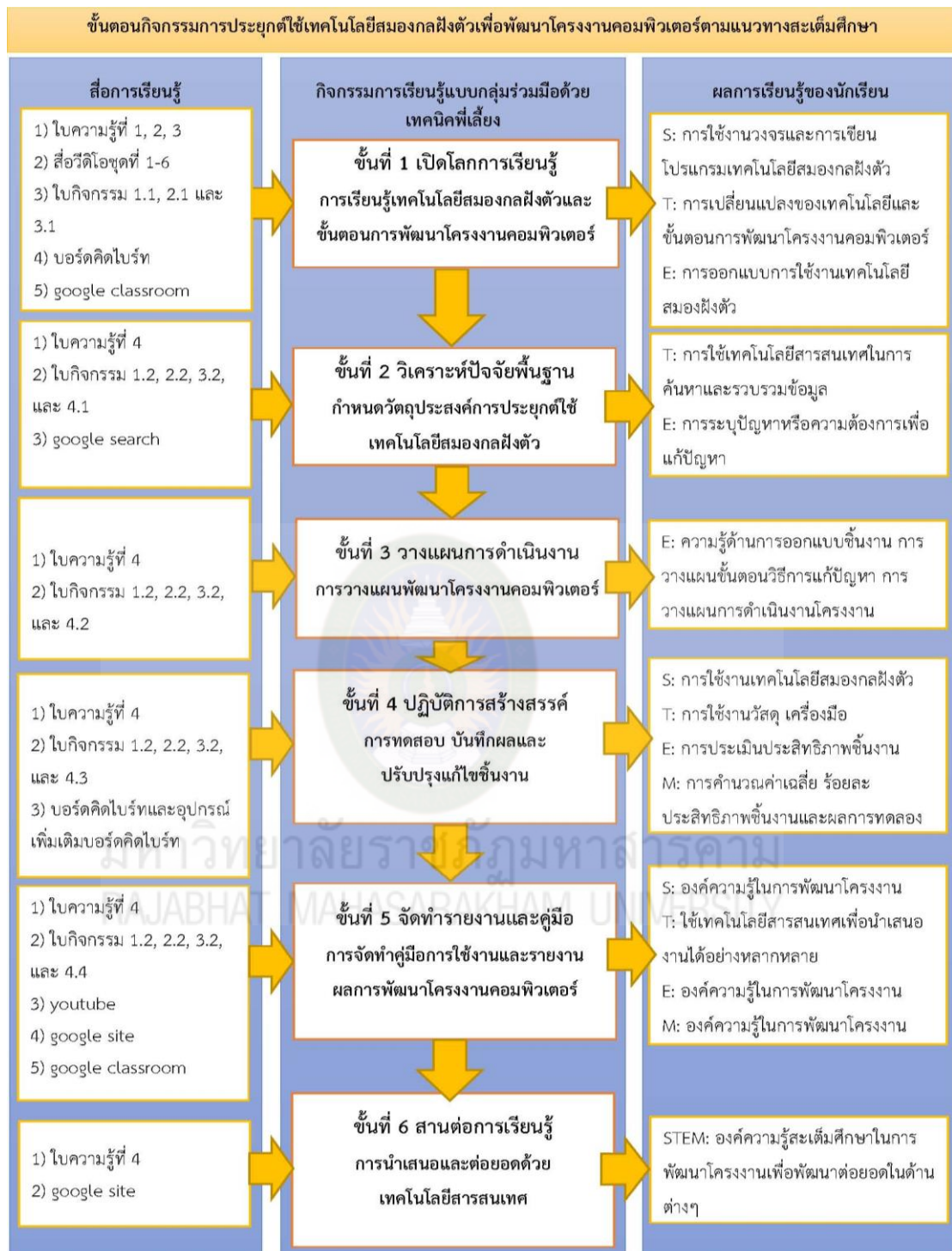
(ต่อ)

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

สื่อการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เครื่องมือวัดและประเมิน
1. ใบความรู้ที่ 4 2. ใบกิจกรรม 1.2, 2.2, 3.2, และ 4.1 3. Google Search	ชั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน บูรณาการองค์ความรู้ ด้านวิศวกรรม	1. แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1.2, 2.2, 3.2, 4.2 2. แบบประเมินพฤติกรรม นักเรียน
1. ใบความรู้ที่ 4 2. ใบกิจกรรม 1.2, 2.2, 3.2, และ 4.3 3. บอร์ดคิดไบร์ทและอุปกรณ์เพิ่มเติม บอร์ดคิดไบร์ท	ชั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ บูรณาการองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมคณิตศาสตร์	1. แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1.2, 2.2, 3.2, 4.3 2. แบบประเมินพฤติกรรม นักเรียน
1. ใบความรู้ที่ 4 2. ใบกิจกรรม 1.2, 2.2, 3.2, และ 4.4 3. Youtube 4. Google Site 5. Google Classroom	ชั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ บูรณาการองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมคณิตศาสตร์	1. แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1.2, 2.2, 3.2, 4.4 2. แบบประเมินพฤติกรรม นักเรียน
1. ใบความรู้ที่ 4 2. Google Site	ชั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ บูรณาการองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมคณิตศาสตร์	1. แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1.2, 2.2, 3.2, 4.4 2. แบบประเมินพฤติกรรม นักเรียน 3. แบบประเมินโครงงาน คอมพิวเตอร์

จากตารางที่ 3.5 กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานทั้ง 6 ขั้นตอน ใช้สื่อการเรียนรู้ ได้แก่ ใบความรู้ และงานนำเสนอ และเครื่องมือวัดและประเมินผล ได้แก่ ใบกิจกรรมแบบทดสอบวัดผล การเรียนรู้ แบบประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์ แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน

1.2.5 สรุปขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 กิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากภาพที่ 3.3 กิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบทีมด้วยเทคนิคพี่เลี้ยง ประกอบด้วยกิจกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการกระตุ้นสร้างแรงจูงใจและสร้างความรู้ให้กับนักเรียนซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านเทคโนโลยีและด้านวิศวกรรม โดยผ่านสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ Google Classroom โดยสื่อที่ใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ ใบความรู้ที่ 1-3 สื่อวิดีโอชุดที่ 1 - 6 ใบกิจกรรม 1.1, 2.1, 3.1 และบอร์ดคิดโปรบท และมีเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้งานวงจรและการเขียนโปรแกรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและการออกแบบการใช้งานเทคโนโลยีสมองฝังตัว

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน เป็นขั้นตอนให้นักเรียนสำรวจปัญหา ความต้องการหลักการแนวคิดและองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการทำโครงการซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์การระบุปัญหาและรวบรวมองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาด้วย Google Search โดยสื่อที่ใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ ใบความรู้ที่ 4 และใบกิจกรรมที่ 1.2, 2.2, 3.2, 4.1 และมีเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลในการระบุปัญหาหรือความต้องการและเพื่อแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินการ เป็นขั้นตอนให้นักเรียนวางแผนการทำงานแบบมีส่วนร่วม ที่ผู้เรียนเลือกใช้ความรู้ที่ศึกษาค้นคว้าศึกษาและเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ออกแบบองค์ประกอบของนวัตกรรมหรือชิ้นงานซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรม โดยสื่อที่ใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ ใบความรู้ที่ 4 และใบกิจกรรมที่ 1.2, 2.2, 3.2, 4.2 และมีเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ด้านการออกแบบชิ้นงาน การวางแผนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนการดำเนินงานโครงการ

ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค เป็นขั้นตอนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานโครงการและทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของชิ้นงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่มโดยการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ โดยมีพี่เลี้ยงที่ให้คำแนะนำ โดยสื่อที่ใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ ใบความรู้ที่ 4 ใบกิจกรรม 1.2, 2.2, 3.2, และ 4.3 บอร์ดคิดโปรบท และอุปกรณ์เพิ่มเติม บอร์ดคิดโปรบท และมีเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว การใช้งานวัสดุ เครื่องมือ การประเมินประสิทธิภาพชิ้นงาน การคำนวณค่าเฉลี่ย ร้อยละประสิทธิภาพชิ้นงานและผลการทดลอง

ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ เป็นขั้นตอนให้นักเรียนจัดทำรายงานและคู่มือตามรูปแบบการนำเสนองานแบบโปสเตอร์และการจัดทำวิดีโอคู่มือการใช้งานและผลการทดลองซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีด้วย Youtube, Google Site and Google Classroom โดยสื่อที่

ใช้ในชั้นนี้ ได้แก่ ใบความรู้ที่ 4 ใบกิจกรรม 1.2, 2.2, 3.2, และ 4.4 และมีเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อนำเสนองานได้อย่างหลากหลายและวิเคราะห์องค์ความรู้ในการพัฒนาโครงการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องร่วมกันนำเสนอผลการพัฒนาโครงการผ่านสื่อเทคโนโลยี Google Site ที่จัดทำขึ้นในระยะเวลาที่กำหนด ให้คณะกรรมการพิจารณาและประเมินผล โดยสื่อที่ใช้ในชั้นนี้ ได้แก่ ใบความรู้ที่ 4 และ Google Site และมีเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในการนำเสนอผลการพัฒนาโครงการและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาต่อยอดในด้านต่าง ๆ

1.3 พัฒนาสื่อการเรียนรู้ เครื่องมือการวัดและประเมินผล คู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง คู่มือสำหรับนักเรียน และเครื่องมือการวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็กที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 9 คน โดยให้นักเรียนเรียนรู้จากคู่มือและทำกิจกรรม ผู้วิจัยสังเกตและสอบถามความเข้าใจของนักเรียนในรายละเอียดของคู่มือและกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า รูปภาพประกอบในใบความรู้ไม่ชัด นักเรียนยังสับสนในขั้นตอนการเรียนรู้จากการดูวิดีโอ ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขรูปภาพและขั้นตอนการเรียนรู้จากวิดีโอ ภาพกิจกรรมการทดลองใช้กลุ่มเล็ก แสดงดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 การทดลองทดลองใช้กับนักเรียนแบบกลุ่มเล็ก

1.4 ทดลองใช้ภาคสนาม คู่มือกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำคู่มือที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 21 คน โรงเรียนบงใต้โนนรัง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศงขลา เขต 2 ระหว่างวันที่ 31 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม 2562 จำนวน 4 วัน และพี่เลี้ยงจำนวน 7 คน ให้นักเรียนเรียนรู้จากคู่มือและทำกิจกรรมโดยมีพี่เลี้ยงให้คำแนะนำ ผู้วิจัยสังเกตและสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนและพี่เลี้ยง เกี่ยวกับการเรียนรู้

จากคู่มือและกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า บทบาทของพี่เลี้ยงยังไม่ชัดเจนและรายละเอียดการใช้งาน Google Site ยังไม่ครอบคลุมการใช้งานเพื่อให้นำเสนอรายงานของนักเรียน ภาพกิจกรรมการทดลองใช้ภาคสนาม แสดงดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 การทดลองใช้แบบภาคสนาม

หลังจากการทดลองใช้ภาคสนาม ผู้วิจัยได้ปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ เครื่องมือการวัดและประเมินผล และคู่มือสำหรับวิทยากร-พี่เลี้ยง คู่มือสำหรับนักเรียน และเครื่องมือการวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเพิ่มเติมบทบาทของพี่เลี้ยงให้ชัดเจนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้และเพิ่มเติมรายละเอียดการใช้งาน Google Site เพื่อนำเสนอรายงานแบบโปสเตอร์และวิดีโอ

1.5 ประเมินคู่มือและเครื่องมือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำคู่มือและเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสม เก็บรวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์และสรุปผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือ นำเสนอผลต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

2. กลุ่มเป้าหมาย

การดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 2 กลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน สำหรับประเมินความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คุณสมบัติ คือ คุนวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาเอกและมีประสบการณ์ในการกำกับดูแลนโยบายด้านการจัดการศึกษา หรือมีการจัดการเรียนการสอน หรือมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ทางด้านโครงการคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 3 ปี

2.2 กลุ่มนักเรียน สำหรับการทดลองใช้กลุ่มเล็กและทดลองใช้ภาคสนาม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบงใต้โนนรัง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนครเขต 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน

2.3 กลุ่มที่เลี้ยง เป็นครูผู้สอนในโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สกลนคร เขต 2 คัดเลือกแบบเจาะจงเป็นครูผู้สอนรายวิชาคอมพิวเตอร์ที่ดูแลชุมชนคอมพิวเตอร์ของ โรงเรียนที่มีประสบการณ์หรือเคยอบรมการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวโรงเรียนละ 1 คน รวมทั้งหมด 10 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในระยะที่ 2 มีเครื่องมือการวิจัย 6 รายการ ได้แก่

- 3.1 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
- 3.2 แบบประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์
- 3.3 แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
- 3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือ
- 3.5 แบบสอบถามความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือ
- 3.6 แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อ

พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4. วิธีการสร้างและหาคคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือการวิจัยในระยะที่ 2 มีขั้นตอนการสร้างและหาคคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

4.1 การสร้างและหาคคุณภาพแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

4.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ของ นักเรียน นำมากำหนดประเด็นการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือที่ พัฒนาขึ้น ดังนี้

4.1.1.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ การหาคคุณภาพ ประกอบด้วย ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

4.1.1.2 กำหนดระดับการวัดพฤติกรรมตามเนื้อหาและการเขียนจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรมตามหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 12 ข้อ เพื่อประกอบการสร้างแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ

4.1.2 สร้างข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นนำร่างแบบทดสอบปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา ทำการปรับปรุงตาม คำแนะนำ และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีค่าความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00

4.1.3 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองภาคสนาม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โรงเรียนบงไต้โนนรัง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร เขต 2 ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 21 คน ในวันที่ 3 สิงหาคม 2562 เพื่อหาคคุณภาพของข้อสอบ พบว่า ข้อสอบ

มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 47.06 - 70.59 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.63 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.88

4.1.4 จัดทำเป็นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เป็นฉบับสมบูรณ์และนำข้อสอบขึ้นในรูปแบบฟอร์มในระบบ Google Form เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

4.2 การสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินโครงการคอมพิวเตอร์

4.2.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยและการสร้างแบบประเมินโครงการคอมพิวเตอร์ ให้สอดคล้องกับการวิจัยในครั้งนี้

4.2.2 กำหนดโครงสร้างแบบประเมินโครงการคอมพิวเตอร์ดังนี้

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ระดับคะแนน

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนที่ปฏิบัติโครงการ ได้แก่ กลุ่มที่ ชื่อโครงการ และสังกัดโรงเรียน

ตอนที่ 3 รายการประเมินโครงการคอมพิวเตอร์

1. ด้านการนำเสนอโครงการ จำนวน 6 ข้อ
2. คุณภาพชิ้นงานของโครงการ จำนวน 6 ข้อ

4.2.3 สร้างแบบประเมินโครงการคอมพิวเตอร์ และเขียนรายการข้อคำถามที่ต้องการวัดเป็นแบบประเมิน โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลทักษะการปฏิบัติ โดยปรับปรุงมาจากการประเมินทักษะของบลูม (bloom taxonomy, 1971) แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน 3 หมายถึง	สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องได้ด้วยตนเองในระยะเวลาที่กำหนด
ระดับคะแนน 2 หมายถึง	สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องในระยะเวลาที่กำหนดโดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยง
ระดับคะแนน 1 หมายถึง	รับรู้หลักการปฏิบัติที่ถูกต้อง หรือสามารถปฏิบัติได้โดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยงแต่ไม่สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

กำหนดเกณฑ์การแปลผลการประเมินผลโครงการคอมพิวเตอร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 3 ระดับ โดยพิจารณาจากคะแนนรวมการปฏิบัติ ดังนี้ (ชูใจ คูหารัตน์ไชย, 2542)

2.35 - 3.00 หมายถึง มีการแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับมาก

1.68 - 2.34 หมายถึง มีการแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง

1.00 - 1.67 หมายถึง มีการแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับน้อย

4.2.4 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และความสอดคล้องของข้อคำถาม กับเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มที่ 2 ปรับปรุงข้อคำถาม และคำนวณหาค่าความสอดคล้องข้อคำถาม ของแบบประเมิน โดยแบบประเมินโครงการมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 257) และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

4.2.5 จัดพิมพ์แบบประเมินโครงการฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำใช้ในการทดลองต่อไป

4.3 การสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

4.3.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยและวิธีการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนให้ สอดคล้องกับการวิจัยในครั้งนี้ ตามข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในระยะที่ 1

4.3.2 กำหนดโครงสร้างแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนดังนี้

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ระดับคะแนน

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน ได้แก่ ชื่อ ชื่อโครงการ และโรงเรียน

ตอนที่ 3 รายการแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

1. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม จำนวน 5 ข้อ
2. ด้านการทำงานเป็นทีม จำนวน 5 ข้อ
3. ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 4 ข้อ
4. ด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการทำโครงการตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จำนวน 15 ข้อ

4.3.3 สร้างแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ตามคู่มือและเขียนรายการข้อคำถามที่ต้องการวัด โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลทักษะการปฏิบัติ โดยปรับปรุงมาจากการประเมินทักษะของ Bloom (1971) แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน 3 หมายถึง สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องได้ด้วยตนเองใน ระยะเวลาที่กำหนด

ระดับคะแนน 2 หมายถึง สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องในระยะเวลาที่ กำหนดโดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง รับรู้หลักการปฏิบัติที่ถูกต้อง หรือสามารถปฏิบัติ ได้โดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยงแต่ไม่ สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

4.3.4 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และความสอดคล้องของข้อคำถาม กับเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มที่ 2 ปรับปรุงข้อคำถาม และคำนวณหาค่าความสอดคล้องข้อคำถาม ของแบบประเมิน โดยแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 และ นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

4.3.5 จัดพิมพ์แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำใช้ในการทดลองต่อไป

4.4 การสร้างและหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.4.1 การกำหนดโครงสร้างของแบบสอบถาม ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ กลุ่มที่ ชื่อโครงงาน สังกัดโรงเรียน

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ด้านเนื้อหาการเรียนรู้ จำนวน 3 ข้อ
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ
3. ด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ จำนวน 4 ข้อ
4. ด้านการประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 2 ข้อ

4.4.2 สร้างแบบสอบถาม ในแต่ละตอน โดยตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด กำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย โดยแบ่งระดับคะแนนเฉลี่ยตามแนวทางของ Best (1997, p. 190)

4.4.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา โดยนำแบบสอบถาม ที่ผ่านการตรวจแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มที่ 2 ตรวจสอบ

4.4.4 ปรับปรุงข้อคำถาม และคำนวณหาค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหาแบบสอบถามมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

4.4.5 นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และจัดทำเป็นแบบสอบถามนำไปเป็นเครื่องมือวิจัยต่อไป

4.5 การสร้างและหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.5.1 การกำหนดโครงสร้างของแบบสอบถาม ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ชื่อ สังกัด โรงเรียน

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ด้านเนื้อหาการเรียนรู้ จำนวน 3 ข้อ
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 7 ข้อ
3. ด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ จำนวน 4 ข้อ
4. ด้านการประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 2 ข้อ

4.5.2 สร้างแบบสอบถาม ในแต่ละตอน โดยตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด กำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย โดยแบ่งระดับคะแนนเฉลี่ยตามแนวทางของ John (1997, p. 190)

4.5.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา โดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มที่ 2 ตรวจสอบ

4.5.4 ปรับปรุงข้อคำถาม และคำนวณหาค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา แบบสอบถามมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

4.5.5 นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและจัดทำเป็นแบบสอบถามนำไปเป็นเครื่องมือวิจัยต่อไป

4.6 การสร้างและหาคุณภาพแบบสอบถามความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.6.1 การกำหนดโครงสร้างของแบบประเมิน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ชื่อ - สกุล ที่อยู่ โทรศัพท์ อีเมล

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 4 ด้าน รวม 36 ข้อ ดังนี้

1. ด้านความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง จำนวน 3 ข้อ
2. ด้านความเหมาะสมของคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง จำนวน 6 ข้อ
3. ความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 24 ข้อ
4. ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อคำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือตามรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน จำนวน 4 ด้าน รวม 27 ข้อ

1. ด้านความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือสำหรับนักเรียน จำนวน 3 ข้อ
2. ด้านความเหมาะสมของคู่มือสำหรับนักเรียน จำนวน 6 ข้อ
3. ความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 18 ข้อ
4. ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 ข้อ

4.6.2 สร้างแบบสอบถามในแต่ละตอน โดยตอนที่ 2 และ 3 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด กำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย โดยแบ่งระดับคะแนนเฉลี่ยตามแนวทางของ John (1997, p. 190)

4.6.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และความสอดคล้องของข้อความถามกับเนื้อหา โดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มที่ 2 ตรวจสอบ

4.6.4 ปรับปรุงข้อความถาม และคำนวณหาค่าความสอดคล้องของข้อความถามกับเนื้อหา แบบสอบถามมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และจัดทำเป็นแบบสอบถามนำไปเป็นเครื่องมือวิจัยต่อไป

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองใช้ภาคสนาม คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1.1 นัดหมายนักเรียนที่จะเข้าเรียน เตรียมอุปกรณ์และระบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือ พร้อมเครื่องมือการวิจัย

5.1.2 ชี้แจงนักเรียน ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือจนเสร็จสิ้นกิจกรรม พร้อมประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์

5.1.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนและสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน และพี่เลี้ยง ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือ ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

5.1.4 รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความสมบูรณ์ นำมาวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองใช้คู่มือ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

5.2 การประเมินความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.2.1 ประสานผู้เชี่ยวชาญและจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ นัดหมายและดำเนินการสอบถามความคิดเห็นตามแบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

5.2.2 นำเสนอคู่มือและสอบถามข้อมูลด้วยตัวเอง พร้อมนัดหมายวันเวลาที่เก็บแบบสอบถามคืน

5.2.3 รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความสมบูรณ์ นำมาวิเคราะห์และสรุปผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำเครื่องมือการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลและหาคุณภาพของเครื่องมือด้วยค่าสถิติ

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยนำผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือโดยผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

7.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน และ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรม คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

7.1 สถิติหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย ดังนี้

7.1.1 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของเครื่องมือ ใช้สถิติ IOC วิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถาม จากดัชนีความสอดคล้องของคำถามกับเนื้อหา (Index of Item Objective Consistency : IOC) โดยเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป

7.1.2 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายของข้อสอบ ใช้สถิติ วิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) ของข้อสอบวัดความรู้ พิจารณาเลือกข้อสอบตามระดับความยากของข้อสอบตามตารางที่ 3.6 และใช้สูตรในการวิเคราะห์หาค่าความยากของข้อสอบ ดังนี้ (สิน พันธุ์พินิจ, 2549, น. 194)

$$D = \frac{R}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าความยาก
	R	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ตารางที่ 3.6

ค่าระดับความยากของข้อสอบ

ค่าระดับความยาก (D)	ความหมาย	ทางปฏิบัติ
0.00 - 0.19	ยากมาก	ควรตัดทิ้ง
0.20 - 0.39	ค่อนข้างยาก	ดี
0.40 - 0.59	ความยากง่ายเหมาะสม	ดีมาก
0.60 - 0.79	ค่อนข้างง่าย	ดี
0.80 - 1.00	ง่ายมาก	ควรตัดทิ้ง

7.1.3 การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ใช้สถิติวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) พิจารณาความหมายของดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ ดังตารางที่ 3.7 และใช้สูตรการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ดังนี้ (สิน พันธุ์พินิจ, 2549, น. 194)

$$D = P_H - P_L \quad (3-2)$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก
 P_H แทน สัดส่วนของกลุ่มที่เก่ง
 P_L แทน สัดส่วนของกลุ่มที่ไม่เก่ง

ตารางที่ 3.7

ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ดัชนีอำนาจจำแนก (D)	ความหมาย	ทางปฏิบัติ
0.40 ขึ้นไป	ดีมาก	เหมาะสม
0.30 - 0.39	ดีพอควร	อาจต้องปรับปรุงบ้าง
0.20 - 0.29	พอใช้	ต้องปรับปรุง
0.19 ลงไป	จำแนกไม่ได้	ต้องปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

6.1.4 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ใช้สถิติ KR-20 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยการใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-richardson) ดังนี้ (สิน พันธุ์พินิจ, 2549, น. 194)

$$r_t = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\} \quad (3-3)$$

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ	r_t	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับนักเรียนทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับนักเรียนทั้งหมด
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. จุดประสงค์การดำเนินการวิจัย

เพื่อทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ได้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย การดำเนินงาน ดังนี้

1.1 ประสานเพื่อนัดหมายนักเรียน วิทยากรและพี่เลี้ยง เตรียมอุปกรณ์และระบบในการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พร้อมเครื่องมือการวิจัย

1.2 ประชุมชี้แจงวิทยากรและพี่เลี้ยงเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.3 ทดสอบก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ทดลองใช้คู่มือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พร้อมเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลองใช้ หลังจากนั้นทดสอบหลังการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

1.4 สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนและพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.5 เก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความสมบูรณ์ นำไปวิเคราะห์ด้วยสถิติและสรุปผล และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 กลุ่มนักเรียน ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคุณภาพประจำตำบล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศกนนคร เขต 2 จำนวน 10 โรงเรียน รวมทั้งหมด 431 คน

คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากร โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคุณภาพประจำตำบล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศกนนคร เขต 2 จำนวน 10 โรงเรียน คัดเลือกแบบเจาะจง โดยครูผู้สอนรายวิชาคอมพิวเตอร์คัดเลือกเป็นนักเรียนในชุมชนคอมพิวเตอร์ที่มีความพร้อมและสามารถเข้าร่วมกิจกรรมการอบรมตามคู่มือของรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โรงเรียนละ 3 คน รวมทั้งหมด 30 คน

2.2 กลุ่มพี่เลี้ยง ประชากรเป็น เป็นครูผู้สอนรายวิชาคอมพิวเตอร์โรงเรียนคุณภาพประจำตำบล โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศกนนคร เขต 2 จำนวน 10 โรงเรียน รวมทั้งหมด 14 คน คัดเลือกแบบเจาะจงเป็นครูผู้สอนรายวิชาคอมพิวเตอร์ที่ดูแลชุมชนคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนที่มีประสบการณ์หรือเคยอบรมการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวโรงเรียนละ 1 คน รวมทั้งหมด 10 คน

3. วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

การวิจัยในระยะที่ 3 นำเครื่องมือที่ได้พัฒนาในระยะที่ 2 มาใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1 คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียน

3.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00

3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ออกแบบ

การทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design (ภัทรา นิคมานนท์, 2539, น. 152) ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8

แผนการทดลองแบบ One Group Pretest-posttest Design

กลุ่มทดลอง	ทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลองด้วยคู่มือ	ทดสอบหลังการทดลอง
E	T ₁	X	T ₂

ความหมายของสัญลักษณ์

E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

X หมายถึง การเรียนรู้ตามคู่มือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)

จากรูปแบบการทดลองใช้คู่มือกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบก่อนการจัดกิจกรรม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ หลังจากนั้นทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ฉบับเดียวกับการทดสอบก่อนการจัดกิจกรรม และสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือ รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความสมบูรณ์ นำมาวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดลองใช้คู่มือการวิจัย มาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ดังนี้

5.1 วิเคราะห์ผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

5.2 วิเคราะห์ผลการประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์

5.3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

5.4 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มของนักเรียน

5.5 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

5.6 วิเคราะห์ความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ วิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ t-test Dependent Samples

6.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือ โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ และนำมาวิเคราะห์ด้วยค่าร้อยละ

6.3 การผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนจากการเรียนรู้ด้วยคู่มือ โดยใช้คะแนนจากการประเมินการเรียนรู้จากกิจกรรมทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ และนำมาวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.4 การวิเคราะห์ผลการประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์ที่ได้จากกิจกรรม โดยใช้แบบประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์โดยพี่เลี้ยง และนำมาวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและร้อยละ

6.5 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นำมาวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.6 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือโดยใช้แบบสอบถาม ความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นำมาวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ (2) พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ (3) ศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดำเนินการวิจัย 3 ระยะ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับการดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะ ดังนี้

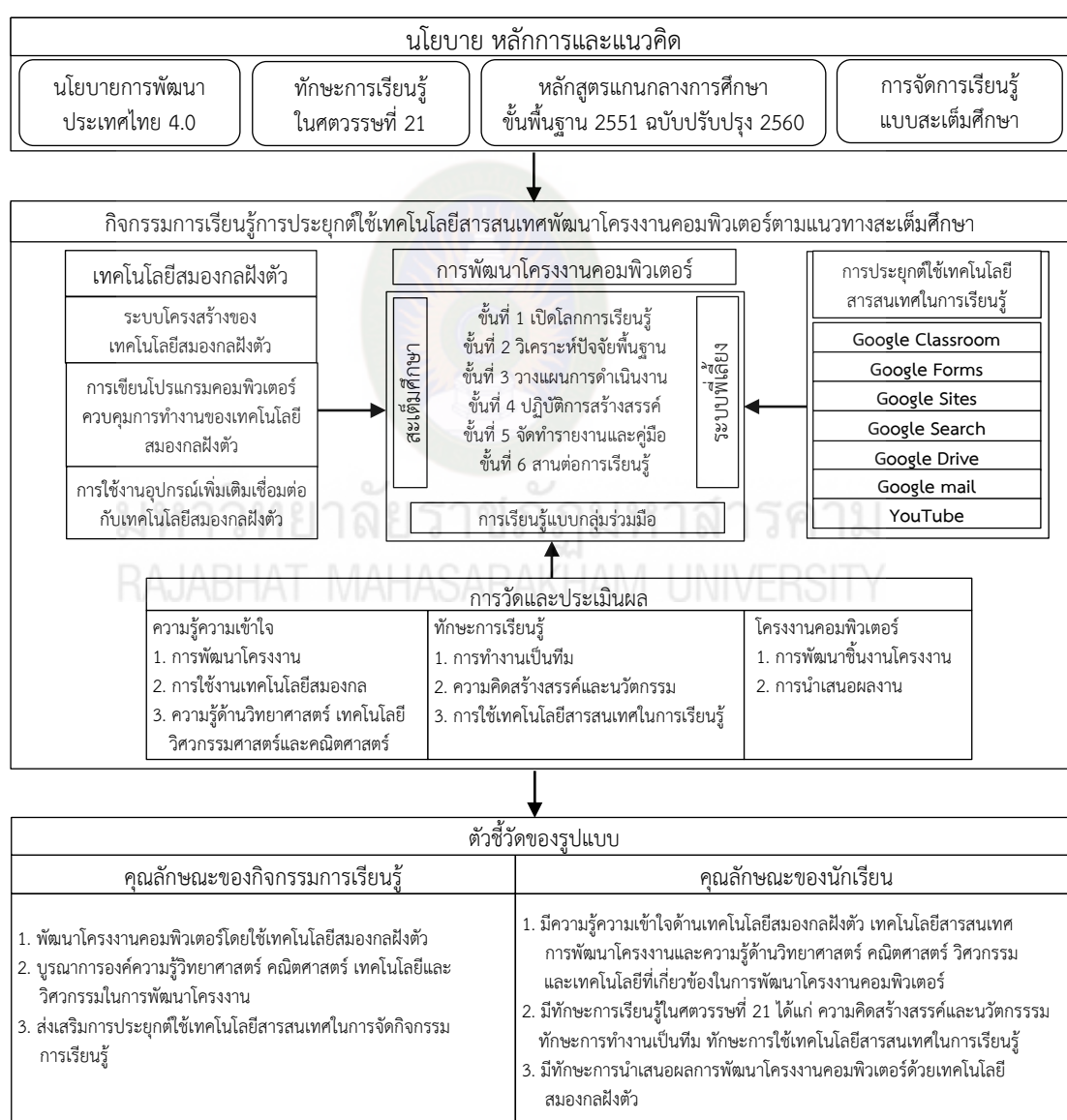
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์
3. ผลการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4. ผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที (t-dependent)
%	แทน	เปอร์เซ็นต์หรือร้อยละ

4.2 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิค EDFR

ผู้วิจัยสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเลือกข้อคำถามจากแบบสอบถามด้วยเทคนิคอิตีเอฟอาร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด จำนวน 152 ข้อ นำมากำหนดองค์ประกอบของรูปแบบจำนวน 3 ด้าน พร้อมรายละเอียดของรูปแบบ แสดงดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากภาพที่ 4.1 พบว่า รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบ โดยมีนิยาม วัตถุประสงค์และรายละเอียดองค์ประกอบ ทั้ง 3 ส่วน ดังนี้

1. นิยามรูปแบบ หมายถึง องค์ประกอบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ (1) นโยบายหลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในพัฒนารูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (2) กิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน และ (3) ตัวชี้วัดของรูปแบบ 2 ด้าน คือ คุณลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ข้อ และคุณลักษณะของผู้เรียน 3 ข้อ

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ เพื่อเป็นแนวทางส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่บูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงการและส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อันจะส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถบูรณาการเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงการ และความรู้ที่เกี่ยวข้องด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์วิศวกรรม และเทคโนโลยีสู่การออกแบบและพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ และมีทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การทำงานเป็นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการนำเสนอผลงานโครงการคอมพิวเตอร์ด้วยสมองกลฝังตัว

3. องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ด้านนโยบาย หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในพัฒนารูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ได้แก่ ด้านนโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0 ด้านทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ส่วนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เป็นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ โดยมีเนื้อหาสาระที่เรียนรู้และนำสู่การออกแบบโครงงาน คือ (1) ระบบโครงสร้างของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (2) การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว และ (3) การใช้งานอุปกรณ์เพิ่มเติมเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

2. ด้านการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ เป็นขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์เพื่อออกแบบและพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือที่มีพี่เลี้ยงให้คำแนะนำในการเรียนรู้ ประกอบด้วยกิจกรรม 6 ชั้น คือ (1) เปิดโลกการเรียนรู้ (2) วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน (3) การวางแผนดำเนินการ (4) ปฏิบัติการสร้างสรรค์ (5) จัดทำรายงานและคู่มือ และ (6) สานต่อการเรียนรู้

3. ด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ เป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ร่วมกัน 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

4. ด้านการวัดและประเมินผล เป็นการสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยการวัดผลการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ (1) ความรู้ความเข้าใจ ในการพัฒนาโครงงาน การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการพัฒนาโครงงาน (2) ทักษะการเรียนรู้ ในการทำงานเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ และ (3) โครงงานคอมพิวเตอร์ เป็นการประเมินผลการจัดทำโครงงานคอมพิวเตอร์ที่พิจารณาการนำเสนอผลงานและการพัฒนาชิ้นงานโครงงาน

ส่วนที่ 3 ตัวชี้วัดของรูปแบบ ประกอบด้วย 2 ด้านคือ (1) ด้านคุณลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว การบูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงการและส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ (2) ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ได้แก่ การมีความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงการและความรู้ที่เกี่ยวข้องด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิศวกรรม การมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ และ ทักษะการนำเสนอผลการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

4.3 ผลการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยนำรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ได้จากการศึกษาในระยะที่ 1 ตามภาพที่ 4.1 มากำหนดรายละเอียดของคู่มือวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือนักเรียน พร้อมเครื่องมือการวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นพัฒนาเครื่องมือทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไข และประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการพัฒนาคู่มือแสดงดังภาพที่ 4.2 และความเหมาะสมของคู่มือแสดงดังตารางที่ 4.1

<p>องค์ประกอบของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง</p>	<p>องค์ประกอบของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. ความสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2. รายละเอียดของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย เนื้อหาและจุดประสงค์ ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรกพบคิดโปรท์ เวลาเรียน จำนวน 6 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สนุกได้กับคิดโปรท์ เวลาเรียน จำนวน 6 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปลั๊กอินคิดโปรท์ เวลาเรียน จำนวน 6 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 โครงการด้วยคิดโปรท์ เวลาเรียน จำนวน 6 ชั่วโมง 3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการพัฒนาโครงการ 6 ขั้นตอน <ul style="list-style-type: none"> ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ 4. การวัดและประเมินผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา <ul style="list-style-type: none"> 4.1 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ 4.2 ใบกิจกรรม จำนวน 10 กิจกรรม 4.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน 4.4 แบบประเมินโครงการคอมพิวเตอร์ 5. คำแนะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็ม <ul style="list-style-type: none"> 5.1 บทบาทที่เลี้ยง 5.2 แผนการจัดกิจกรรม 5.3 แนะนำการเข้าใช้งาน google classroom เบื้องต้น 5.4 ตารางจัดกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ความสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2. รายละเอียดของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย เนื้อหาและจุดประสงค์ ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรกพบคิดโปรท์ เวลาเรียน จำนวน 6 ชั่วโมง ใบความรู้ที่ 1 แรกพบคิดโปรท์ ใบกิจกรรมที่ 1.1 ความหมายของเทคโนโลยีและการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ใบกิจกรรมที่ 1.2 การพัฒนาชิ้นงานจากบอร์ดคิดโปรท์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สนุกได้กับคิดโปรท์ เวลาเรียน จำนวน 6 ชั่วโมง ใบความรู้ที่ 2 สนุกได้กับคิดโปรท์ ใบกิจกรรมที่ 2.1 การออกแบบอัลกอริทึมและเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหา ใบกิจกรรมที่ 2.2 การพัฒนาโปรแกรมจากบอร์ดคิดโปรท์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปลั๊กอินคิดโปรท์ เวลาเรียนจำนวน 6 ชั่วโมง ใบความรู้ที่ 3 ปลั๊กอินคิดโปรท์ ใบกิจกรรมที่ 3.1 การใช้งานพอร์ตคอนเนกต์บอร์ด ใบกิจกรรมที่ 3.2 การพัฒนาชิ้นงานด้วยอุปกรณ์เสริมบอร์ดคิดโปรท์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 โครงการด้วยคิดโปรท์ เวลาเรียนจำนวน 6 ชั่วโมง ใบความรู้ที่ 4 การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ ใบกิจกรรมที่ 4.1 การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อพัฒนาโครงการด้วยบอร์ดคิดโปรท์ ใบกิจกรรมที่ 4.2 การออกแบบและวางแผนเพื่อพัฒนาโครงการด้วยบอร์ดคิดโปรท์ ใบกิจกรรมที่ 4.3 การพัฒนาชิ้นงานโครงการด้วยบอร์ดคิดโปรท์ ใบกิจกรรมที่ 4.4 การจัดทำรายงาน/คู่มือและการนำเสนอโครงการคอมพิวเตอร์ 3. คำแนะนำกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็ม <ul style="list-style-type: none"> 3.1 บทบาทของนักเรียน 3.2 แนะนำการเข้าใช้งาน google classroom เบื้องต้น 3.3 ตารางกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

ภาพที่ 4.2 คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และสำหรับนักเรียน

จากภาพที่ 4.2 คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง สำหรับนักเรียน มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ความสำคัญการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.3.2 รายละเอียดของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็นหน่วยการเรียนรู้จำนวน 4 หน่วย ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 4 วัน วันละ 6 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 24 ชั่วโมง

หน่วยที่ 1 แรกพบคิดโปรธ เป้าหมายเพื่อให้นักเรียน (1) มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (2) พัฒนาชิ้นงานโครงงานคอมพิวเตอร์ได้ เวลาในการจัดกิจกรรม 6 ชั่วโมง สื่อการเรียนรู้ ได้แก่ (2.1) ใบความรู้ที่ 1 (2.2) สื่อวีดิโอชุดที่ 1 - 2 (2.3) ใบกิจกรรม 1.1, 1.2, และ 1.3 (2.4) บอร์ด คัดโปรธ และ (2.5) Google Classroom

หน่วยที่ 2 สนุก Code กับคิดโปรธ เป้าหมายเพื่อให้นักเรียน (1) มีความรู้การออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา (2) เขียนโปรแกรมใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวได้ (3) พัฒนาโปรแกรมด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เวลาในการจัดกิจกรรม 6 ชั่วโมง สื่อการเรียนรู้ ได้แก่ (3.1) ใบความรู้ที่ 2 (3.2) สื่อวีดิโอชุดที่ 3 - 4 (3.3) ใบกิจกรรม 2.1, 2.2, และ 2.3 (3.4) บอร์ด คัดโปรธ (3.5) Google Classroom

หน่วยที่ 3 ปลั๊กอิน คัดโปรธ เป้าหมายเพื่อให้นักเรียน (1) ใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับอุปกรณ์เสริมภายนอกได้ (2) พัฒนาชิ้นงานโครงงานคอมพิวเตอร์ร่วมกับอุปกรณ์เสริมภายนอกได้ เวลาในการจัดกิจกรรม 6 ชั่วโมง สื่อการเรียนรู้ ได้แก่ (2.1) ใบความรู้ที่ 3 (2.2) สื่อวีดิโอชุดที่ 5 (2.3) ใบกิจกรรม 3.1 และ 3.2 (2.4) บอร์ด คัดโปรธ (2.5) Google Classroom

หน่วยที่ 4 โครงงานด้วย คัดโปรธ เป้าหมายเพื่อให้นักเรียน (1) มีความรู้ในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ได้ (2) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษาได้ เวลาในการจัดกิจกรรม 6 ชั่วโมง สื่อการเรียนรู้ ได้แก่ (2.1) ใบความรู้ที่ 4 (2.2) สื่อวีดิโอชุดที่ 6 (2.3) ใบกิจกรรม 4.1 - 4.4 (2.4) บอร์ดคัดโปรธ และ (2.5) Google Classroom และเครื่องมือการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ได้แก่ แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ นักเรียน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้และแบบประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์

4.3.3 องค์ประกอบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.3.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการพัฒนาโครงงาน 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ และขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้

4.3.5 การวัดและประเมินผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.3.6 คำแนะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็ม

4.3.7 แผนการจัดกิจกรรม

4.3.8 แนะนำการเข้าใช้งาน Google Classroom เบื้องต้น

4.3.9 ตารางจัดกิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยนำคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียน ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ประเมินความเหมาะสม ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง

รายการ	ระดับความคิดเห็น		ความหมาย
	\bar{X}	S.D.	
			n=9
1. ความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง			
1.1 นโยบายการจัดการศึกษาที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.89	0.31	มากที่สุด
1.2 หลักการแนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.89	0.31	มากที่สุด
1.3 หลักการแนวคิดตามที่นำมาใช้สอดคล้องกับผลการสังเคราะห์องค์ประกอบจากการวิจัยด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.93	0.27	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง			
2.1 กระบวนการการพัฒนาคู่มือ	4.22	0.42	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้	4.44	0.50	มาก
2.3 องค์ประกอบของคู่มือ	4.33	0.67	มาก
2.4 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้	4.44	0.50	มาก
2.5 วิธีการ หลักเกณฑ์การวัดและประเมินผล	4.33	0.47	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็น		ความหมาย
	\bar{X}	S.D.	
2.6 ระยะเวลาในการเรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
รวม	4.43	0.54	มาก
3. ความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา			
3.1 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 1 แรกพบ คิดโปรธ			
3.1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มาก
3.1.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.44	0.50	มาก
3.1.3 ใบกิจกรรม	4.44	0.50	มาก
3.1.4 สื่อวีดิโอ	4.44	0.68	มาก
3.1.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม	4.22	0.63	มาก
3.1.6 บทบาทที่เลี้ยง	4.67	0.47	มากที่สุด
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 2 สนุก Code กับ คิดโปรธ			
3.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มาก
3.2.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
3.2.3 ใบกิจกรรม	4.78	0.42	มากที่สุด
3.2.4 สื่อวีดิโอ	4.56	0.68	มากที่สุด
3.2.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม	4.22	0.63	มาก
3.2.6 บทบาทที่เลี้ยง	4.56	0.50	มากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 3 ปลั๊กอิน คิดโปรธ			
3.3.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มาก
3.3.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
3.3.3 ใบกิจกรรม	4.56	0.68	มากที่สุด
3.3.4 สื่อวีดิโอ	4.56	0.68	มากที่สุด
3.3.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม	4.33	0.67	มาก
3.3.6 บทบาทที่เลี้ยง	4.67	0.47	มากที่สุด
3.4 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 4 โครงงานด้วย คิดโปรธ			
3.4.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มาก
3.4.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
3.4.3 ใบกิจกรรม	4.67	0.47	มากที่สุด
3.4.4 สื่อวีดิโอ	4.44	0.68	มาก
3.4.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม	4.44	0.50	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็น		ความหมาย
	\bar{X}	S.D.	
3.4.6 บทบาทพี่เลี้ยง	4.56	0.50	มากที่สุด
รวม	4.50	0.57	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล			
4.1 เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรม	4.44	0.68	มาก
4.2 แบบประเมินโครงงานด้วย คัดไทร์	4.56	0.50	มากที่สุด
4.3 แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน	4.33	0.47	มาก
4.4 แบบทดสอบ	4.56	0.50	มากที่สุด
รวม	4.48	0.51	มาก
โดยรวม	4.52	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยงโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.55) เมื่อพิจารณารวมรายด้าน พบว่าความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ คือ ความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง ($\bar{X} = 4.93$, S.D. = 0.27) และ ความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.57) และความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ คือ ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.51) ความเหมาะสมของคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.54)

ตารางที่ 4.2

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือสำหรับนักเรียน

n=9

รายการ	ระดับความคิดเห็น		ความหมาย
	\bar{X}	S.D.	
1. ความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือสำหรับนักเรียน			
1.1 นโยบายการจัดการศึกษา ที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 หลักการแนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.89	0.31	มากที่สุด
1.3 หลักการแนวคิดตามที่นำมาใช้สอดคล้องกับผลการสังเคราะห์องค์ประกอบจากการวิจัยด้วยเทคนิค EDFR	4.89	0.31	มากที่สุด
รวม	4.93	0.27	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของคู่มือสำหรับนักเรียน			
2.1 กระบวนการการพัฒนาคู่มือ	4.44	0.50	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้	4.56	0.50	มากที่สุด
2.3 องค์ประกอบของคู่มือ	4.44	0.50	มาก
2.4 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้	4.44	0.50	มาก
2.5 วิธีการ หลักเกณฑ์ การวัดและประเมินผล	4.33	0.47	มาก
2.6 ระยะเวลาในการเรียนรู้	4.89	0.31	มากที่สุด
รวม	4.52	0.50	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา			
3.1 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 1 แรกพบ คิดโปรธ			
3.1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มาก
3.1.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
3.1.3 ใบกิจกรรม	4.44	0.50	มาก
3.1.4 สื่อวีดิโอ	4.56	0.68	มากที่สุด
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 2 สนุก code กับ คิดโปรธ			
3.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.44	0.50	มาก
3.2.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.56	0.50	มากที่สุด
3.2.3 ใบกิจกรรม	4.44	0.50	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็น		ความหมาย
	\bar{X}	S.D.	
3.2.4 สื่อวิดีโอ	4.56	0.68	มากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 3 ปลั๊กอิน คิดโปรท์			
3.3.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.22	0.42	มาก
3.3.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
3.3.3 ใบกิจกรรม	4.56	0.50	มากที่สุด
3.3.4 สื่อวิดีโอ	4.56	0.68	มากที่สุด
3.4 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 4 โครงงานด้วย คิดโปรท์			
3.4.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มาก
3.4.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
3.4.3 ใบกิจกรรม	4.56	0.50	มากที่สุด
3.4.4 สื่อวิดีโอ	4.56	0.68	มากที่สุด
รวม	4.51	0.55	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล			
4.1 แบบประเมินโครงงานด้วย คิดโปรท์	4.67	0.47	มากที่สุด
4.2 แบบทดสอบ	4.67	0.47	มากที่สุด
รวม	4.67	0.49	มากที่สุด
โดยรวม	4.57	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือสำหรับนักเรียน โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, S.D. =0.53) ตามลำดับ คือ ความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือสำหรับนักเรียน ($\bar{X} = 4.93$, S.D. =0.27) ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.67$, S.D. =0.49) ความเหมาะสมของคู่มือสำหรับนักเรียน ($\bar{X} = 4.52$, S.D. =0.50) และความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ($\bar{X} = 4.51$, S.D. =0.55)

4.4 ผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้นำคู่มือที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 ระหว่างวันที่ 16 - 19 พฤศจิกายน 2562 จำนวน 30 คน และครูผู้สอนโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 จำนวน 10 คน โดยใช้คู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น แสดงดังภาพที่ 4.3 หลังจากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์แสดงผลตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3 - 4.9



(ก) เตรียมวิทยากรและครูพี่เลี้ยง (ข) วิทยากรและพี่เลี้ยงให้ความรู้ (ค) กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ



(ง) กิจกรรมการเรียนรู้แบบทีมโดยใช้เทคนิคพี่เลี้ยง



(จ) ครูพี่เลี้ยงให้คำแนะนำ (ฉ) คณะกรรมการประเมินผลงาน (ช) นำเสนอผลงาน

ภาพที่ 4.3 กิจกรรมการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.4.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยนำคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนกับคะแนนการทดสอบก่อนเรียน มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ t-test (Dependent Samples) แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

n=30						
การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	p-value
ทดสอบก่อนเรียน	30	20	8.10	5.47	23.74	.000**
ทดสอบหลังเรียน	30	20	13.73	5.93		

หมายเหตุ. มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.3 ค่า p-value = .000 มีค่าน้อยกว่า .01 สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยหลังและก่อนเรียนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนพบว่า คะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 13.73$, S.D. = 5.93) มากกว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X} = 8.10$, S.D. = 5.47)

4.4.2 ผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนจากการเรียนรู้ด้วยคู่มือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำคะแนนใบกิจกรรมจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนจำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ รวม 12 ใบกิจกรรม มาวิเคราะห์การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือจำนวน 10 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

คะแนนผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจากใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

n=10

กลุ่มนักเรียน	คะแนนผลการเรียนรู้										ระดับคะแนน		
	ใบกิจกรรมที่ 1.1	ใบกิจกรรมที่ 1.2	ใบกิจกรรมที่ 2.1	ใบกิจกรรมที่ 2.2	ใบกิจกรรมที่ 3.1	ใบกิจกรรมที่ 3.2	ใบกิจกรรมที่ 4.1	ใบกิจกรรมที่ 4.2	ใบกิจกรรมที่ 4.3	ใบกิจกรรมที่ 4.4	\bar{X}	SD.	แปลผล
กลุ่มที่ 1	3.00	2.20	2.67	2.80	3.00	2.60	3.00	3.00	3.00	3.00	2.83	0.27	มาก
กลุ่มที่ 2	3.00	2.60	1.67	2.20	2.50	2.80	2.60	3.00	2.33	2.67	2.54	0.40	มาก
กลุ่มที่ 3	2.50	2.60	1.67	2.80	2.50	2.80	3.00	2.33	2.33	2.00	2.45	0.40	มาก
กลุ่มที่ 4	3.00	3.00	2.67	2.60	3.00	2.80	3.00	2.67	3.00	3.00	2.87	0.17	มาก
กลุ่มที่ 5	2.83	1.80	2.00	2.80	3.00	2.80	3.00	3.00	3.00	2.67	2.69	0.43	มาก
กลุ่มที่ 6	2.83	3.00	2.00	2.80	2.50	2.80	2.80	2.67	2.67	3.00	2.71	0.29	มาก
กลุ่มที่ 7	2.83	3.00	2.67	3.00	2.50	2.40	2.60	2.67	2.67	2.33	2.67	0.23	มาก
กลุ่มที่ 8	2.83	2.60	2.00	2.40	3.00	2.80	3.00	3.00	2.67	2.67	2.70	0.31	มาก
กลุ่มที่ 9	2.83	2.60	2.67	2.40	2.50	3.00	3.00	3.00	2.67	3.00	2.77	0.23	มาก
กลุ่มที่ 10	3.00	2.80	2.00	3.00	2.50	2.80	2.80	2.67	3.00	2.67	2.72	0.30	มาก
	เฉลี่ย										2.69	0.32	มาก

จากตารางที่ 4.4 พบว่า กลุ่มนักเรียนมีผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากใบกิจกรรมเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 2.69$, S.D. = 0.32) เมื่อพิจารณารายกิจกรรม พบว่ามีคะแนนผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาอยู่ระหว่าง 1.67 - 3.00 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ของกลุ่ม พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 2.45 - 2.87

4.4.3 ผลการประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์ การประเมินโครงงานคอมพิวเตอร์ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยคู่มือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้แบบประเมินโครงงาน ในแต่ละกลุ่มประเมินโดยพี่เลี้ยงจำนวน 3 คน นำมาวิเคราะห์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

ผลการประเมินโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

n=10

รายการประเมิน	คะแนนประเมินโครงการคอมพิวเตอร์จำแนกรายกลุ่ม									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ด้านที่ 1 ทักษะการนำเสนอโครงการงานและการจัดทำรายงาน										
1. อธิบายวัตถุประสงค์ในการทำโครงการงานได้ถูกต้องชัดเจน	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
2. ระบุแนวคิดในการประยุกต์ใช้บอร์ด คิทบอร์ด เพื่อพัฒนาโครงการงานได้	2.67	3.00	2.33	2.67	2.67	3.00	2.33	3.00	2.67	2.67
3. อธิบายขั้นตอนการพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้องชัดเจน	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	3.00	2.67	2.67
4. บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีในการพัฒนาโครงการงานได้อย่างเหมาะสม	2.33	2.67	2.00	2.33	2.33	2.67	2.00	3.00	2.33	2.33
5. อธิบายการวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการทำโครงการงานได้	2.67	3.00	2.67	3.00	2.67	3.00	2.67	3.00	2.67	2.67
6. ความสมบูรณ์ของรายงานผลการพัฒนาโครงการงานและคู่มือการใช้งาน	2.00	2.33	2.00	2.00	2.00	2.33	2.00	2.33	2.00	2.33
เฉลี่ยโดยรวมด้านที่ 1	2.56	2.78	2.44	2.61	2.56	2.78	2.44	2.89	2.56	2.61
ด้านที่ 2 ผลงานหรือชิ้นงานโครงการงาน										
1. ประยุกต์ใช้บอร์ด คิทบอร์ด ในการพัฒนาโครงการงานได้อย่างเหมาะสม	3.00	3.00	3.00	3.00	2.67	2.67	3.00	3.00	2.67	2.67
2. ออกแบบองค์ประกอบ/โครงสร้างของชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม	2.33	3.00	2.33	2.33	2.00	2.67	2.33	3.00	2.33	2.67
3. เลือกใช้วัสดุในการพัฒนาโครงการงานได้อย่างเหมาะสม(ประหยัด/คุ้มค่า)	2.67	3.00	2.67	2.67	2.33	2.67	2.67	3.00	2.67	2.67
4. ชิ้นงาน/ผลงานมีความเหมาะสม(ประณีต/สวยงาม/เรียบร้อย)	2.00	2.33	2.00	2.00	2.00	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
5. ประสิทธิภาพหรือการใช้งานได้จริงของชิ้นงาน/ผลงาน	2.00	2.33	2.00	2.00	2.00	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
6. ระบุแนวทางการต่อยอดความคิดในการพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์	2.00	2.67	2.00	2.33	2.00	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
เฉลี่ยโดยรวมด้านที่ 2	2.33	2.67	2.33	2.39	2.17	2.50	2.50	2.67	2.44	2.50

จากตารางที่ 4.5 พบว่า กลุ่มนักเรียนมีคะแนนประเมินด้านทักษะการนำเสนอโครงการงานและการจัดทำรายงานเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.44 - 2.89 และมีคะแนนประเมินด้านผลงานหรือชิ้นงานโครงการงานเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.17 - 2.67

4.4.4 ผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยร่วมกับพี่เลี้ยงประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล จำนวน 30 คน โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือที่พัฒนาขึ้น นำมาวิเคราะห์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6

ผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากกิจกรรมตามคู่มือ

n=30

	จำนวนและร้อยละของนักเรียน ที่มีผลการประเมินในแต่ละระดับ					
	ระดับ 1		ระดับ 2		ระดับ 3	
	จำนวน (คน)	%	จำนวน (คน)	%	จำนวน (คน)	%
รายการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	รับรู้หลักการปฏิบัติที่ถูกต้อง หรือสามารถปฏิบัติได้โดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยงแต่ไม่สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด		สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องในระยะเวลาที่กำหนด โดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยง		สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องได้ด้วยตนเองในระยะเวลาที่กำหนด	
1. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม						
1.1 วางแผนพัฒนานวัตกรรมอย่างเป็นระบบ	0	0.00	0	0.00	30	100.00
1.2 พัฒนานวัตกรรมและประเมินระหว่างการพัฒนา	0	0.00	19	63.33	11	36.67
1.3 ประเมินสรุปประสิทธิผลของนวัตกรรมที่พัฒนา	0	0.00	19	63.33	11	36.67
1.4 ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้น	0	0.00	6	20.00	24	80.00
1.5 ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการถ่ายทอดนวัตกรรม/ชิ้นงาน	0	0.00	0	0.00	30	100.00
2. ด้านการทำงานเป็นทีม						
2.1 มีการวางแผนการทำงานและการแก้ปัญหา ร่วมกัน ในกลุ่ม	0	0.00	0	0.00	30	100.00
2.2 มีภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี	0	0.00	4	13.33	26	86.67
2.3 มีความรับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (ความไว้วางใจและร่วมมือในการทำงาน)	0	0.00	4	13.33	26	86.67
2.4 มีการสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม	0	0.00	2	6.67	28	93.33

(ต่อ)

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

	จำนวนและร้อยละของนักเรียน ที่มีผลการประเมินในแต่ละระดับ					
	ระดับ 1		ระดับ 2		ระดับ 3	
	จำนวน (คน)	%	จำนวน (คน)	%	จำนวน (คน)	%
รายการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน						
	รับรู้หลักการปฏิบัติที่ถูกต้อง หรือสามารถปฏิบัติได้โดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยงแต่ไม่สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด		สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องในระยะเวลาที่กำหนด โดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยง		สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องได้ด้วยตนเองในระยะเวลาที่กำหนด	
2.5 นำเสนอและยอมรับความคิดของตนเองและผู้อื่น	0	0.00	2	6.67	28	93.33
3. ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ						
3.1 ใช้ Google Classroom, Google Search, Google Drive, Youtube ในการเรียนรู้	0	0.00	3	10.00	27	90.00
3.2 ใช้ Google Classroom, Google Site ในการสื่อสาร	0	0.00	0	0.00	30	100.00
3.3 ใช้ Google Classroom, Google Search, Google drive, Youtube, Google Site ในการทำงาน	0	0.00	1	3.33	29	96.67
3.4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหา	0	0.00	2	6.67	28	93.33
4. ด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการพัฒนาโครงงานตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
4.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์						
ชั้นที่ 1 : การใช้งานวงจรและการเขียนโปรแกรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	0	0.00	2	6.67	28	93.33
ชั้นที่ 4 : การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	0	0.00	7	23.33	23	76.67
ชั้นที่ 5 : องค์กรความรู้ในการพัฒนาโครงงาน	0	0.00	10	33.33	20	66.67
4.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี						
ชั้นที่ 1 : การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	0	0.00	2	6.67	28	93.33
ชั้นที่ 2 : การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาและรวบรวมข้อมูล	0	0.00	8	26.67	22	73.33
ชั้นที่ 4 : การใช้งานวัสดุ เครื่องมือ	0	0.00	20	66.67	10	33.33
ชั้นที่ 5 : ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อนำเสนองานได้อย่างหลากหลาย	0	0.00	13	43.33	17	56.67
4.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรม						
ชั้นที่ 1 : การออกแบบการใช้งานเทคโนโลยีสมองฝังตัว	0	0.00	3	10.00	27	90.00
ชั้นที่ 2 : การระบุปัญหาหรือความต้องการเพื่อแก้ปัญหา	0	0.00	0	0.00	30	100.00

(ต่อ)

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

	จำนวนและร้อยละของนักเรียน ที่มีผลการประเมินในแต่ละระดับ					
	ระดับ 1		ระดับ 2		ระดับ 3	
	จำนวน (คน)	%	จำนวน (คน)	%	จำนวน (คน)	%
รายการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	ระดับ 1		ระดับ 2		ระดับ 3	
	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
ชั้นที่ 3 : ความรู้ด้านการออกแบบชิ้นงาน การวางแผน ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนการ ดำเนินงานโครงการ	0	0.00	1	3.33	29	96.67
ชั้นที่ 4 : การประเมินประสิทธิภาพชิ้นงาน	0	0.00	18	60.00	12	40.00
ชั้นที่ 5 : องค์ความรู้ในการพัฒนาโครงการ	6	20.00	16	53.33	8	26.67
4.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์						
ชั้นที่ 4 : การคำนวณค่าเฉลี่ย ร้อยละประสิทธิภาพ ชิ้นงานและผลการทดลอง	6	20.00	16	53.33	8	26.67
ชั้นที่ 5 : องค์ความรู้ในการพัฒนาโครงการ	4	13.33	17	56.67	9	30.00
4.5 ความรู้ความเข้าใจการใช้ความรู้สะเต็มศึกษาใน การพัฒนาโครงการเพื่อพัฒนาต่อยอดในด้านต่าง ๆ	1	3.33	22	73.33	7	23.33

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

1. ด้านการสร้างสรรคและนวัตกรรม นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 36.67 – 100.00 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนวางแผนพัฒนานวัตกรรมอย่างเป็นระบบและใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการถ่ายทอดนวัตกรรม/ชิ้นงาน แสดงพฤติกรรมร้อยละ 100.00 ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้น แสดงพฤติกรรมร้อยละ 80.00 พัฒนานวัตกรรมและประเมินระหว่างการพัฒนาและประเมินสรุปประสิทธิผลของนวัตกรรมที่พัฒนา แสดงพฤติกรรมร้อยละ 36.67

2. ด้านการทำงานเป็นทีม นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 86.67 – 100.00 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีการวางแผนการทำงานและการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่ม แสดงพฤติกรรมร้อยละ 100.00 มีการสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม และ นำเสนอและยอมรับความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่น แสดงพฤติกรรมร้อยละ 93.33 มีภาวะผู้นำและ

ผู้ตามที่ดีและมีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (ความไว้วางใจและร่วมมือในการทำงาน) แสดงพฤติกรรมร้อยละ 86.67

3. ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 90.00 – 100.00 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนใช้ Google Classroom, Google Site ในการสื่อสาร แสดงพฤติกรรมร้อยละ 100.00 ใช้ Google Classroom, Google Search, Google Drive, Youtube, Google Site ในการทำงาน แสดงพฤติกรรมร้อยละ 96.67 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหา แสดงพฤติกรรมร้อยละ 93.33 และใช้ Google Classroom, Google Search, Google Drive, Youtube ในการเรียนรู้แสดงพฤติกรรมร้อยละ 90.00

4. ด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการพัฒนาโครงการตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 23.33 – 100.00 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

4.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 66.67 – 93.33 โดยในชั้นที่ 1 : การใช้งานวงจรและการเขียนโปรแกรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 93.33 ชั้นที่ 4 : การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 76.67 และในชั้นที่ 5 : องค์ความรู้ในการพัฒนาโครงการ นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 66.67

4.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 33.33 – 93.33 โดยในชั้นที่ 1 : การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 93.33 ชั้นที่ 2 : การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลนักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 73.33 ชั้นที่ 5 : ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อนำเสนองานได้อย่างหลากหลาย นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 56.67 และในชั้นที่ 4 : การใช้งานวัสดุ เครื่องมือ นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 33.33

4.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรม นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 26.67 – 100.00 โดยในชั้นที่ 2 : การระบุปัญหาหรือความต้องการเพื่อแก้ปัญหา นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 100.00 ชั้นที่ 3 : ความรู้ด้านการออกแบบชิ้นงาน การวางแผนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนการดำเนินงานโครงการ นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 96.67 ชั้นที่ 1 : การออกแบบการใช้งานเทคโนโลยีสมองฝังตัว นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 90.00 ชั้นที่ 4 : การประเมินประสิทธิภาพชิ้นงาน นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 40.00 และในชั้นที่ 5 : องค์ความรู้ในการพัฒนาโครงการนักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 26.67

4.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 26.67 – 30.00 โดยใน ชั้นที่ 5 : องค์ความรู้ในการพัฒนาโครงการนักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 30.00 และใน ชั้นที่ 4 : การคำนวณค่าเฉลี่ย ร้อยละประสิทธิภาพชิ้นงานและผลการทดลอง นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 26.67

5. ด้านความรู้ความเข้าใจการใช้ความรู้สะเต็มศึกษาในการพัฒนาโครงการเพื่อพัฒนาต่อยอดในด้านต่าง ๆ นักเรียนแสดงพฤติกรรมร้อยละ 23.33

4.4.5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สรุปผลแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือ

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
n=30			
1. ด้านเนื้อหาการเรียนรู้			
1.1 เนื้อหาที่มีความทันสมัย เหมาะกับการนำไปใช้งานในปัจจุบัน	4.73	0.44	มากที่สุด
1.2 การเรียบเรียงเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอนเรียงตามความง่ายไปยาก ช่วยให้เข้าใจง่าย ชัดเจน	4.57	0.49	มากที่สุด
1.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้สามารถในการนำไปพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์และพัฒนาต่อยอดได้	4.73	0.44	มากที่สุด
รวมด้านเนื้อหาการเรียนรู้	4.68	0.47	มากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมมีความชัดเจน ต่อเนื่อง	4.53	0.49	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้มีความรู้ในการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์	4.53	0.49	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันมีการทำงานเป็นทีมและมีการนำเสนอ	4.63	0.47	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีวิทยากรพี่เลี้ยงช่วยให้นักเรียนได้รับคำแนะนำในการสร้างผลงานจากกิจกรรมและชิ้นงานโครงการสำเร็จ	4.73	0.50	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสร้างชิ้นงานและเรียนรู้	4.53	0.55	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รู้จักบทบาทของตนในกลุ่มและสามารถแบ่งภาระหน้าที่ความรับผิดชอบงานด้านการเรียนจนทำให้บรรลุเป้าหมายในการเรียน	4.83	0.37	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์	4.67	0.53	มากที่สุด
2.8 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยี	4.67	0.46	มากที่สุด
2.9 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านวิศวกรรม	4.70	0.45	มากที่สุด
2.10 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์	4.70	0.45	มากที่สุด
รวมด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.65	0.50	มากที่สุด
3. ด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้			
3.1 การใช้สื่ออุปกรณ์บอร์ดคิดไบรท์ และอุปกรณ์เสริมต่อพ่วงสนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีและสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.63	0.47	มากที่สุด
3.2 การใช้ Google Application and Youtube จัดกิจกรรมการเรียนรู้สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่าย สะดวกมากขึ้น	4.73	0.50	มากที่สุด
3.3 การใช้ Google Classroom จัดกิจกรรมการเรียนรู้สนับสนุนให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้มากยิ่งขึ้น	4.53	0.55	มากที่สุด
3.4 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสนับสนุนให้นักเรียนสามารถพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ได้ดีมากขึ้น	4.83	0.37	มากที่สุด
รวมด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้	4.68	0.48	มากที่สุด
4. ด้านการประเมินผลการเรียนรู้			
4.1 คู่มือและกิจกรรมให้ความรู้มีเนื้อหาเพียงพอในการวัดประเมินผลการเรียนรู้	4.67	0.46	มากที่สุด
4.2 วิทยากรและพี่เลี้ยงให้คำแนะนำและความรู้เพียงพอในการวัดประเมินผลการเรียนรู้	4.70	0.45	มากที่สุด
รวมด้านการประเมินผลการเรียนรู้	4.69	0.46	มากที่สุด
โดยรวมทั้ง 4 ด้าน	4.67	0.47	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนมีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.47) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านการประเมินผลการเรียนรู้ ด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาการเรียนรู้และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เรียงตามลำดับ

4.4.6 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากการทดลองใช้คู่มือกับกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยให้พี่เลี้ยง จำนวน 10 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือ สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
n=10			
1. ด้านเนื้อหาการเรียนรู้			
1.1 คู่มือการจัดกิจกรรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย ช่วยให้วิทยากรและพี่เลี้ยงสนับสนุนและให้คำแนะนำนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดี	4.73	0.45	มากที่สุด
1.2 คู่มือการจัดกิจกรรมช่วยให้วิทยากรและพี่เลี้ยงสนับสนุนและให้คำแนะนำนักเรียนในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ได้ดี	4.82	0.39	มากที่สุด
1.3 คู่มือการจัดกิจกรรมช่วยให้วิทยากรและพี่เลี้ยงสนับสนุนและให้คำแนะนำนักเรียนในการเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ได้ดี	4.73	0.45	มากที่สุด
รวมด้านเนื้อหาการเรียนรู้	4.76	0.43	มากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทให้คำแนะนำและสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น	4.45	0.50	มาก
2.2 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ด้านการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	4.45	0.50	มาก
2.3 วิทยากรและพี่เลี้ยงช่วยให้นักเรียนรู้จักบทบาทและหน้าที่ในการเรียนรู้ แบบทีมได้ดี	4.64	0.48	มากที่สุด
2.4 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	4.73	0.45	มากที่สุด
2.5 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ ด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	4.64	0.48	มากที่สุด
2.6 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ ด้านวิศวกรรมเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	4.73	0.45	มากที่สุด
2.7 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ ด้านคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	4.82	0.39	มากที่สุด
รวมด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.64	0.47	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
3. ด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้			
3.1 การใช้สื่ออุปกรณ์มีความชัดเจน เข้าใจง่าย ช่วยให้วิทยากรที่เลี้ยงสนับสนุนนำไปให้คำแนะนำและสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมได้ดีขึ้น	4.64	0.48	มากที่สุด
3.2 การใช้ Google Classroom and Youtube ช่วยวิทยากรที่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น	4.82	0.39	มากที่สุด
3.3 การใช้ Google Application ช่วยวิทยากรที่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น	4.73	0.45	มากที่สุด
3.4 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศช่วยวิทยากรที่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น	4.71	0.45	มากที่สุด
รวมด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้	4.73	0.45	มากที่สุด
4. ด้านการประเมินผลการเรียนรู้			
4.1 กิจกรรมการวัดประเมินผลการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและด้านการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ สามารถวัดประเมินผลการเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.64	0.48	มากที่สุด
4.2 เกณฑ์การวัดประเมินผลกิจกรรม ผลงานนักเรียน มีความชัดเจน สามารถช่วยในการวัดประเมินผลได้ดี	4.56	0.45	มากที่สุด
รวมด้านการประเมินผลการเรียนรู้	4.60	0.48	มากที่สุด
โดยรวมทั้ง 4 ด้าน	4.68	0.47	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.8 พบว่า พี่เลี้ยงมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านเนื้อหาการเรียนรู้ ด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้และด้านการประเมินผลการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เรียงตามลำดับ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ (2) พัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ (3) ศึกษาผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดำเนินการวิจัย 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ ระยะที่ 2 การพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ ระยะที่ 3 การทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ดำเนินการตามระยะการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

5.1.1 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์ พบว่า รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษานำฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 76 ข้อ มาจัดทำองค์ประกอบของรูปแบบ 3 ส่วน คือ (1) นโยบาย หลักการและแนวคิด (2) กิจกรรมการเรียนรู้ 6 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ชั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ชั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ชั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ และชั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ และ (3) ตัวชี้วัดของรูปแบบด้านคุณลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ข้อ และด้านคุณลักษณะของนักเรียน 3 ข้อ

5.1.2 ผลการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า คู่มือมีจำนวน 2 ชุดคือ คู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียน โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วย ระยะเวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 วัน วันละ 6 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 24 ชั่วโมง และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

5.1.3 ผลการทดลองใช้คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า

5.1.3.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนคะแนนเฉลี่ยหลังและก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียน

5.1.3.2 ผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มนักเรียนมีผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากใบกิจกรรมเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายกิจกรรม พบว่ามีคะแนนผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาอยู่ระหว่าง 1.67 - 3.00 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ของกลุ่ม พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 2.45 - 2.87

5.1.3.3 ผลการประเมินโครงการคอมพิวเตอร์ กลุ่มนักเรียนมีคะแนนประเมินด้านทักษะการนำเสนอโครงการและการจัดทำรายงานเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.44 - 2.89 และมีคะแนนประเมินด้านผลงานหรือชิ้นงานโครงการเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.17 - 2.67

5.1.3.4 ผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 36.67 – 100.00 ด้านการทำงานเป็นทีม นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 86.67 – 100.00 ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 90.00 – 100.00 ด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการพัฒนาโครงการตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 23.33 – 100.00

5.1.3.5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

5.1.3.6 ความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการประยุกต์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคนิค อีดีเอฟอาร์ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 21 คน หลังจากนั้น นำมาจัดทำองค์ประกอบของรูปแบบ และจัดทำคู่มือการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และนำคู่มือไป

ทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 30 คน ในระยะเวลา 4 วัน หรือ 24 ชั่วโมง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยคู่มือที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบที่ได้สังเคราะห์โดยเทคนิค อีดีเอพอาร์ พบว่า

5.2.1 นักเรียนมีผลการเรียนรู้เฉลี่ยหลังและก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยคะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียน เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก กิจกรรมการเรียนรู้ของคู่มือตามรูปแบบ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียน ได้ศึกษาเนื้อหาสาระและเรียนรู้จากสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศพร้อมการฝึกปฏิบัติตามใบกิจกรรมด้วย กระบวนการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ มีการฝึกปฏิบัติใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและประยุกต์ใช้อุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมสำหรับเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว การฝึกคิดวางแผนออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาสำหรับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุม การศึกษาขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ 6 ชั้น โดยบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในทุกขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกคิด ปฏิบัติทดลองและสามารถเลือกใช้ความรู้ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ได้จนสำเร็จโดยมีพี่เลี้ยงคอยให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในด้านความรู้ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ สอดคล้องกับหลักการของ ดนุพล บุญชอบ (2557) ซึ่งได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมกลุ่มกันเพื่อทำกิจกรรมร่วมกัน เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงฝึกการเรียนรู้ด้วยการทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่น เป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้เต็มขีดความสามารถที่มีอยู่อย่างแท้จริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้เรียนรู้วิธีการเรียนรู้ตามกระบวนการขั้นตอนวิธีการทำโครงการ เพื่อให้ข้อสรุป ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ตามจุดประสงค์ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากการปฏิบัติจริง รู้จักบูรณาการความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่แต่ละคนนำมาทำกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ รวมทั้งยังปลูกฝังนิสัยรักการเรียนรู้อันจะนำไปสู่การเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ได้ในที่สุด และสอดคล้องกับหลักการของ ภัสสร ติตมา (2558) ที่กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันโดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาเรียนและนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและออกแบบพัฒนาผลงานหรือชิ้นงานต่าง ๆ ขึ้นใหม่หรือปรับปรุงจากของเดิม ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดทักษะต่าง ๆ ที่สำคัญขึ้นกับผู้เรียน และสอดคล้องกับปรีชา กอเจริญ, เต็มพงษ์ ศรีเทศ และเพชร นันทวิวัฒนา (2555) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การเรียนรู้ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ระดับอุดมศึกษาด้วยการทำโครงการร่วมกันเป็นทีมเพื่อการแข่งขัน โดยมีการประยุกต์วิธีการสอนด้วยการทำโครงการและวิธีการทำงานเป็นกลุ่ม นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มความสนใจในการเรียนไมโครคอนโทรลเลอร์ และระบบสมองกลฝังตัวด้วยการจัดการแข่งขันในช่วงปลายภาคการศึกษา ผลวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบผลการเรียนของนักศึกษาในภาคการศึกษาที่มีการจัดกิจกรรมคือภาคการศึกษา 1/2554 เทียบกับภาคการศึกษา 1/2553 ที่ยังไม่มีการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ด้วยการทำโครงการ แนวโน้มพัฒนาระดับคะแนนของนักศึกษา และสอดคล้องกับ สิริพร อาษาศึก (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง เรื่อง การส่งเสริมนักประดิษฐ์รุ่นเยาว์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นนำความรู้ ความเข้าใจที่ได้มาออกแบบชิ้นงาน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชานั้นได้อย่างครอบคลุม ครบถ้วน และถูกต้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หลังเรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาสูงขึ้น ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษา เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้า และกฎของโอห์ม คิดเป็นร้อยละ 76.19 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 75 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

5.2.2 ผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มนักเรียนมีผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากใบกิจกรรมเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายกิจกรรม พบว่า มีคะแนนผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาอยู่ระหว่าง 1.67 - 3.00 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ ของกลุ่ม พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 2.45 - 2.87 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือกำหนดให้นักเรียนเรียนรู้เป็นแบบกลุ่มร่วมมือ กลุ่มละ 3 คน โดยมีการกำหนดบทบาทของนักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มเพื่อปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยใบกิจกรรม ตามขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และมีพี่เลี้ยงคอยช่วยเหลือให้ คำแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรมตลอดเวลาที่มีการเรียนรู้ เป็นเหตุให้นักเรียนมีพฤติกรรมพึงพาอาศัย กันในการเรียนรู้ มีการวางแผนการทำงานและการแก้ปัญหาาร่วมกัน การสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม มีการนำเสนอและยอมรับความคิดของตนเองและผู้อื่น มีความไว้วางใจ และร่วมมือในการทำงาน สอดคล้องกับหลักการของอุไรวรรณ อยู่ชา (2552) กล่าวว่า แนวคิดเทคนิค พี่เลี้ยงแบบกลุ่ม หรือเรียกว่า กลุ่มเรียนรู้จะกำหนดให้พี่เลี้ยงรับผิดชอบในการเป็นผู้นำในการเรียนรู้ โดยจัดให้เกิดการเรียนรู้กระจายไปยังสมาชิกทุกคน รวมทั้งเพิ่มความรู้ให้แก่ผู้ทำหน้าที่พี่เลี้ยง นอกจากนี้ ยังเป็นการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม สอดคล้องกับหลักการของสุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545, น. 134) กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่ม เล็ก ๆ ซึ่งเป็นลักษณะ การรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและ ส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังจะ

เห็นได้จาก แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้นักเรียน ด้านการทำงานเป็นทีมที่มีจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 พฤติกรรมอยู่ในระดับมากในรายด้านทุกด้าน สอดคล้องกับงานวิจัยของสุนันทา กลิ่นถาวร (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่อง รูปแบบการพัฒนาทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีปัญหาเป็นฐานโดยใช้เทคโนโลยีเว็บ 2.0 เทคนิคพี่เลี้ยง ได้พัฒนาเครื่องมือในการวิจัยที่มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจึงได้เรียนรู้จากเนื้อหาบทเรียนที่มีความสอดคล้องกับความสามารถของตน การเรียนการสอนในแต่ละเนื้อหาที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันด้วยการฝึกปฏิบัติ แต่ละขั้นตอนของการฝึกปฏิบัติเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง ถ้ามีปัญหาสามารถติดต่อเพื่อนสมาชิกในกลุ่มหรือขอคำแนะนำจากพี่เลี้ยง จึงทำให้เกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง นำมาซึ่งความลึกซึ้งของเนื้อหาวิชาที่เรียน โดยมีผลการฝึกปฏิบัติใบงานของผู้เรียนในกิจกรรมการพัฒนาทักษะ มีคะแนนของการฝึกปฏิบัติโดยรวมร้อยละ 89.21 และผลการเรียนรู้หลังเข้าร่วมพัฒนาทักษะสูงกว่าก่อนเข้าร่วมพัฒนาทักษะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 และสอดคล้องกับงานวิจัยของหทัยรัตน์ หอมไกรลาศ (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาทักษะระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพโดยใช้เทคนิคอิตีเอฟอาร์ ซึ่งกระบวนการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคสตาร์ทอัพประกอบด้วยคู่มือวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือนักศึกษา กระบวนการอบรมเป็นแบบกลุ่มร่วมมือด้วยเทคนิคพี่เลี้ยง ซึ่งคอยแนะนำนักศึกษาให้มีความรู้และความเข้าใจมากขึ้น เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้นำเสนอ ได้คิดในสิ่งที่ตนเองและกลุ่มคิดและสร้างขึ้นร่วมกัน จึงส่งผลให้การอบรมมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านความรู้และความพึงพอใจ โดยมีผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เข้าอบรมมีคะแนนเฉลี่ยหลังและก่อนอบรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังอบรมมากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนอบรม นักศึกษาเข้าใจในการสร้างแนวคิดธุรกิจใหม่และการนำเสนอโมเดลธุรกิจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

5.2.3 ผลการประเมินโครงการงานคอมพิวเตอร์ มีคะแนนประเมินด้านผลงานหรือชิ้นงานโครงการเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.17 - 2.67 อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางถึงระดับมาก เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยคู่มือตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้กำหนดให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้และฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ และขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับ ไพฑูรย์ นันตะสุนันท์ และวัลลภา อยู่ทอง (2557, น. 55 - 59) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน มี 6 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน (2) ขั้นกระตุ้นความสนใจ (3) ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ (4) ขั้นแสวงหาความรู้ (5) ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ (6) ขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดนุพล บุญชอบ (2557) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โครงการระหว่างกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสานและกลุ่มปกติ

รายวิชาโครงการคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานการเรียนรู้แบบโครงการ 6 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นตอนการกระตุ้น และให้ความสำคัญในการทำโครงการ ขั้นที่ 2 ขั้นตอนการกำหนดปัญหา และรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการวางแผน และเลือกวิธีการดำเนินงาน ขั้นที่ 4 ขั้นตอนการปฏิบัติ ทดสอบ และปรับปรุง ขั้นที่ 5 ขั้นตอนการนำเสนอผลการดำเนินการ ขั้นที่ 6 ขั้นตอนการประเมินผล การดำเนินการ ซึ่งพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของโครงการหลังเรียนของนักเรียนที่เรียน โครงการระหว่างกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสานและกลุ่มปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 โดยมีผลสัมฤทธิ์ของโครงการหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสาน สูงกว่านักเรียนกลุ่มปกติ และเมื่อนักเรียนพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์สำเร็จแล้วทำการนำเสนอ รายงานผลการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ โดยมีคะแนนประเมินด้านทักษะการนำเสนอโครงการ และการจัดทำรายงานเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.44 - 2.89 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก เหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจาก นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองผ่าน กระบวนการเรียนรู้ตามขั้นตอนการพัฒนาโครงการส่งผลให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ใช้ใน การแก้ปัญหาหรือพัฒนาโครงการด้วยตนเองและสามารถถ่ายทอดความรู้นั้นด้วยตนเองผ่านการนำเสนอ การรายงานผลการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ได้ดี สอดคล้องกับหลักการของสุภารัตน์ จันทรแมน (2556) กล่าวว่า การเรียนแบบโครงการ หมายถึง ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริงมี การวางแผนปฏิบัติและสรุปผลด้วยตนเองโดยใช้วิธีการที่หลากหลายเริ่มตั้งแต่ความสนใจของผู้เรียน เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบโดยอาศัยกระบวนการ และทักษะต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาที่ได้รับ สอดคล้องกับ ดารารัตน์ ชัยพิลา และสกันธ์ชัย ชะนูนันท์ (2559) ได้วิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิด STEM Education เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิบัติการเคมี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงการตามแนวคิด STEM Education มาประยุกต์ใช้ได้ดีและยังสามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่ หลากหลายแตกต่างกันออกไปอีกทั้งยังได้ใช้ความรู้ของแต่ละคนได้อย่างเต็มความสามารถอีกด้วย

5.2.4 ผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้านการสร้างสรรค์และ นวัตกรรม นักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 36.67 - 100.00 ด้านการทำงานเป็นทีม นักเรียน แสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 86.67 - 100.00 ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ นักเรียนแสดง พฤติกรรมระหว่างร้อยละ 90.00 - 100.00 ด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการพัฒนาโครงการตาม แนวทางสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมระหว่างร้อยละ 23.33 - 100.00 เหตุที่เป็น เช่นนี้เนื่องจาก การพัฒนารูปแบบผู้วิจัยได้กำหนดนโยบาย หลักการและแนวคิด วัตถุประสงค์ของ รูปแบบที่เป็นแนวทางส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 และกิจกรรม

การเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการคอมพิวเตอร์ 6 ชั้นที่บูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงการ และส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือและมีพี่เลี้ยงคอยให้คำแนะนำ มีตัวชี้วัดของรูปแบบ 2 ด้าน ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ (1) ด้านคุณลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว การบูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงการและส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ (2) ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ได้แก่ การมีความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงการและความรู้ที่เกี่ยวข้องด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิศวกรรม การมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ และทักษะการนำเสนอผลการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ด้วยสมองกลฝังตัว นำสู่การออกแบบและพัฒนาคู่มือ กิจกรรมและขั้นตอนการเรียนรู้ และนำมาทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาด้านความรู้และทักษะ ดังจะเห็นได้จาก ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีคะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และมีผลการพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในการบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เห็นได้จากการบูรณาการความรู้ในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาโครงการ มีผลการพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ด้านการทำงานเป็นทีม ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและด้านการนำเสนอผลการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน สอดคล้องกับหลักการของสุพัตรา โคตะวงศ์ (2559) กล่าวว่า การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนฐานความรู้และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี เน้นการได้ลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปรายและสื่อสารเพื่อนำเสนอ คล้ายกับแนวทางการเรียนรู้แบบ Project Base Learning โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีการสร้างชิ้นงานโครงการที่เกิดจากการความรู้ความเข้าใจใน 4 วิชาหลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีมาบูรณาการกันนั่นเอง และสอดคล้องกับ วัจนารัตน์ ควรดี และฉมน จีรังสุวรรณ (2558) กล่าวว่า นิยามของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นั้น พบว่าผู้เรียนในอนาคตมีคุณลักษณะ 4 ประการ ดังนี้ (1) วิธีทางของการคิด คือ สร้างสรรค์ คิดวิจารณ์ญาณ การแก้ปัญหา การเรียนรู้และตัดสินใจ (2) วิธีทางของการทำงาน คือ การติดต่อสื่อสารและการร่วมมือ (3) เครื่องมือสำหรับการทำงาน คือ เทคโนโลยีสารสนเทศและความรู้ด้านข้อมูล และ (4) ทักษะสำหรับดำรงชีวิตในโลกปัจจุบัน คือ

ความเป็นพลเมือง ชีวิตและอาชีพ และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ดังนั้น การจัดการเรียน การสอนต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ซึ่งสามารถนำไปใช้ในบูรณาการ การเรียนการสอน คือ การเรียนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน คือ การจัดการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ผ่านการทำงานจริงเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา วิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองได้พิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง รู้จักการวางแผนการทำงาน ฝึกการเป็น ผู้นำ ผู้ตามตลอดจนได้พัฒนากระบวนการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูงและการประเมินตนเอง สอดคล้อง กับงานวิจัยของ ราตรี เสนาป่า และรัตนดิพร สำอางค์ (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งาน และพลังงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยทักษะการเรียนรู้ ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 ก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 2.71 และ 3.62 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาทางทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 ที่เพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีเยี่ยม และสอดคล้องกับ เพชรศรีรินทร์ ตุ่นคำ (2559) ได้ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล : โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริม ทักษะศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ร่วมกับการออกแบบทางวิศวกรรม โดยแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมมี การใช้เทคโนโลยีในการค้นคว้าหาข้อมูลและออกแบบผลงาน โดยนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ออกแบบการทดลอง ผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ การทดสอบผลิตภัณฑ์ และ การนำเสนอผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างสร้างสรรค์ และในแต่ละขั้นตอน ของกิจกรรมมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การหาข้อมูล เรื่อง สารชีวโมเลกุล : โปรตีนและ ลิพิดจากอินเทอร์เน็ต เพื่อตอบคำถามในชุดกิจกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม และ ผลิตภัณฑ์สบู่เพื่อใช้เป็นสื่อ การออกแบบตราสัญลักษณ์ ผลิตภัณฑ์ หรือบรรจุภัณฑ์จากโปรแกรม คอมพิวเตอร์ และการออกแบบการนำเสนอผลิตภัณฑ์โดยใช้วิดีโอ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ระหว่างการทำกิจกรรม ส่งผลให้ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีว โมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีเยี่ยม และทักษะชีวิตและอาชีพอยู่ในระดับดีมาก

5.2.5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนและพี่เลี้ยง ที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางการศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้นำข้อคำถามที่เป็นฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 21 คนด้วยเทคนิคอิตีเอฟอาร์ มาเป็นแนวทางในการจัดทำรายละเอียดของคู่มือ และกิจกรรมการเรียนรู้การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์โดยกำหนดให้มีคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของคู่มือ ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ ใบกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ขั้นตอนวิธีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ บทบาทหน้าที่ของวิทยากร พี่เลี้ยงและนักเรียนไว้อย่างชัดเจน เช่นเดียวกับคู่มือสำหรับนักเรียนที่ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของคู่มือสำหรับนักเรียน โดยได้กำหนดเนื้อหาการเรียนออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ คำชี้แจงขั้นตอนการเรียนรู้ การขั้นตอนพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ การทำงานเป็นทีม การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ บทบาทของนักเรียนในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างชัดเจน ดังจะเห็นได้จากนักเรียนมีความพึงพอใจในด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รู้จักบทบาทของตนในกลุ่มสามารถแบ่งภาระหน้าที่ความรับผิดชอบงานด้านการเรียนจนทำให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสนับสนุนให้นักเรียนสามารถพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ได้ดีมากขึ้น ซึ่งเป็นความคิดเห็นที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดและมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด และพี่เลี้ยงมีความพึงพอใจต่อคู่มือการจัดกิจกรรมช่วยให้พี่เลี้ยงสนับสนุนและให้คำแนะนำนักเรียนในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ได้ดี วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์และการใช้ Google Classroom and Youtube ช่วยให้อาจารย์และพี่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น ซึ่งเป็นความคิดเห็นที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดและมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก คู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางการศึกษาด้วยเทคนิคอิตีเอฟอาร์ที่เป็นฉันทามติจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 21 คน นำมาออกแบบเป็นขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล จัดทำเป็นองค์ประกอบของคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียน หลังจากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของคู่มือสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียน โดยมีความคิดเห็นที่มีต่อคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางการศึกษาสำหรับวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือสำหรับนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับศิริรัชต์ คุณชมภู (2561) ได้ทำวิจัย

เรื่อง รูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม โดยการพัฒนาระบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม ประกอบด้วย เว็บไซต์ สื่อนำเสนอและคู่มือการใช้งานที่มีการออกแบบองค์ประกอบของระบบ เว็บไซต์ สื่อนำเสนอตามรูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วมที่เป็นฉันทามติจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องมือของระบบ โดยรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด การศึกษาผลการทดลองใช้ พบว่า กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจต่อการบริหารจัดการระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับ สมัย สลักศิลป์ (2562) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาคู่มือการประเมินการปฏิบัติที่ดีสำหรับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูออนไลน์โดยใช้เทคนิคอีดีเอฟอาร์ โดยพัฒนาระบบและคู่มือการประเมินการปฏิบัติที่ดีสำหรับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูออนไลน์ตามองค์ประกอบที่เป็นฉันทามติจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของระบบและคู่มือโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีผลการทดลองใช้ระบบและคู่มือการประเมินการปฏิบัติที่ดีสำหรับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูออนไลน์ พบว่า กลุ่มเป้าหมายปฏิบัติตามการใช้ระบบตามคู่มือที่พัฒนาขึ้น โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อระบบและคู่มือการใช้ระบบ โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับหทัยรัตน์ หอมไกรลาส (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านแทคสตาร์ทอัพโดยใช้เทคนิคอีดีเอฟอาร์ โดยพัฒนาคู่มือการพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านแทคสตาร์ทอัพ ประกอบด้วยคู่มือวิทยากรและพี่เลี้ยง และคู่มือนักศึกษาตามรูปแบบที่มีฉันทามติจากผู้เชี่ยวชาญและมีความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อคู่มือการพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านแทคสตาร์ทอัพ โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีผลการทดลองใช้คู่มือการพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านแทคสตาร์ทอัพ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อคู่มือและกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้ วิทยากรและพี่เลี้ยงต้องคอยระวังความปลอดภัยของนักเรียนและอุปกรณ์จากการเชื่อมต่อกระแสสลับ ดังนี้

5.3.1.1 การใช้งานอุปกรณ์เสริมเพิ่มเติมภายนอกที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ทำงานร่วมกับของเทคโนโลยีสมองกลบอร์ดคิดโปรท์ จะต้องเพิ่มความระมัดระวังเนื่องจากการต่อวงจรผิดพลาดอาจทำให้อุปกรณ์เสียหายแล้วอาจเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้

5.3.1.2 การใช้งานอุปกรณ์และเครื่องมือช่างในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ เช่น สว่าน เครื่องเจียร์ไฟฟ้า หรือหัวแร้งบัดกรี ต้องเพิ่มความระมัดระวังในการใช้งานและจัดเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยหลังการใช้งานทุกครั้งเนื่องจากอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุอันตรายจากการใช้งานได้

5.3.1.3 การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ที่ต้องการนำไปใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน ควรตรวจสอบขนาดการใช้งานของอุปกรณ์เสริมเพิ่มเติมภายนอกบอร์ดคิดไบรท์ก่อนใช้งานจริงเนื่องจากหากขนาดการใช้งานของอุปกรณ์เสริมดังกล่าวมีขนาดการใช้งานไม่เหมาะสมอาจทำให้อุปกรณ์เสียหายได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 จากการทดลองพบว่า การพัฒนาโครงงานของนักเรียนที่เป็นชิ้นงานขนาดเล็ก มีการใช้งานได้จริง แต่ยังไม่ครอบคลุมในการนำไปใช้งานโดยทั่วไป สถานศึกษาหรือหน่วยงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องควรศึกษาหรือพัฒนาต่อยอดโดยจัดกิจกรรมหรือโครงการที่ส่งเสริมสนับสนุนการพัฒนาโครงงานทางด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนที่มีแนวคิดการพัฒนานวัตกรรมได้นำความรู้ไปต่อยอดให้ชิ้นงานโครงงานใช้งานได้จริงและเกิดประโยชน์ต่อสาธารณชนต่อไป

5.3.2.2 จากการวิจัยนักเรียนได้พัฒนาโครงงานโดยใช้คิดไบรท์ โดยที่คิดไบรท์มีความสามารถเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตผ่านสัญญาณไวไฟ ซึ่งสร้างความสนใจให้กับนักเรียนและครูพี่เลี้ยงในการพัฒนาโครงงานต่อยอด ดังนั้นควรมีการศึกษาวิจัยด้านอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (IOT : Internet Of Thing) และด้านปัญญาประดิษฐ์หรือเอไอ (AI : Artificial Intelligence) เพื่อนำมาใช้งานร่วมกับการพัฒนาโครงงานเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนและครูพี่เลี้ยงได้พัฒนาโครงงานให้มีประสิทธิภาพและเปิดโอกาสด้านการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อพัฒนาต่อยอดชิ้นงานทางด้านเทคโนโลยีต่อไป

5.3.2.3 จากการทดลองใช้พบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ พัฒนาชิ้นงานโดยการบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยมีพี่เลี้ยงให้คำแนะนำ ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถพัฒนาชิ้นงานได้สำเร็จในระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติการพัฒนาโครงงานจากคู่มือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ ดังนั้นควรมีการศึกษาวิจัยการอบรมและพัฒนาพี่เลี้ยงและนักเรียน ให้เป็นวิทยากรแกนนำ ในลักษณะ Training the Trainer สำหรับการเรียนรู้ในโรงเรียนต่าง ๆ ที่มีความสนใจ โดยใช้คู่มือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการขยายผลการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและส่งเสริมการพัฒนาโครงงานตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่จะส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 18(4).
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ดร.สุวิทย์ฯ เปิดโครงการ Kid Bright and Fab Lab พัฒนาต่อยอดความคิดสร้างสรรค์และเสริมทักษะการเป็นนวัตกรรมของเยาวชนไทย ขับเคลื่อนประเทศไทย 4.0. สืบค้นจาก <https://www.mhesi.go.th/main/en/news/sort-by-strategic/strategic1/34-news-gov/7342-kidbright-fab-lab>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กาญจนา ตุ่นคำแดง. (2551). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะการคิดค้นเพื่อพัฒนาเค้าโครงโครงงานคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กำแพงเพชร : มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- กาญจนา ภัทราวีวัฒน์. (2559). *การพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขภูบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกษม บุญอ่อน. (2522). เดลฟาย : เทคนิคในการวิจัย. *ครูปริทัศน์*, 10 (ธันวาคม), 26 - 28.
- จักรกฤษณ์ สิริริน และสุชาติ นันทะไชย. (2559). แนวโน้มการใช้ e-Education ในการบริหารงานวิชาการสถาบันอุดมศึกษาของไทยในทศวรรษหน้า. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี*, 10(21).
- จรัส อินทลาภาพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 8(1), 62 - 74.
- ชนรัตน์ คำอ่อน. (2560). *ความหมายและคุณค่าของโครงงานคอมพิวเตอร์*. สืบค้นจาก <http://www.rayongwit.ac.th/chanarat/unit1/unit1-1.html>
- ชูใจ คูหารัตนไชย. (2542). *สถิติเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

- دننพล บณูชอบ. (2557). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้อิงโครงการ ระหว่างกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้อแบบผสมผสานและกลุ่มปกติ รายวิชาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางลี่วิทยา (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ดวงนภา มกรานุกัษ. (2554). อนาคตภาพการอาชีวศึกษาไทยในทศวรรษหน้า (พ.ศ. 2554 - 2564) (ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ดวงจันทร์ วรคามิน. (2559). โครงการ “การศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และการมีจิตสาธารณะเพื่อพัฒนาศักยภาพการเป็นคนดีคนเก่งของนักเรียนไทย”. รายงานการวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
- ดารารัตน์ ชัยพิลา และสกันธ์ชัย ชะนูนันท์. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 27(2), 98 - 109
- ทิพย์รวี ยอดเดชา. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการกับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เทอดศักดิ์ วิชาชัย. (2558). การออกแบบตัวควบคุมแบบพีไอดีสำหรับหุ่นยนต์แบบคาร์ทีซีลด้วยระบบสมองกลฝังตัว (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ธัชชา เทศน์ธรรม. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เรื่องการระบายสีน้ำ ด้วยรูปแบบการสอนแบบโครงการ (ปริญญาโทปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์. (2555). ระบบสมองกลฝังตัวสำหรับตรวจจับการล้มขณะอาบน้ำด้วยกล้องที่รักษาความเป็นส่วนตัว (ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิวาตี นิวาตโสภณ. (2557). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ.

- บุรุษชิน สาและ. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 4(1) มกราคม-มิถุนายน.
- บุญเกิด สนธิพันธ์. (2560). *เอกสารประกอบการเรียน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (2105 - 2105) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)*. อยุธยา : แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอยุธยา.
- ปฎิวัติ ศรีทิพย์ศักดิ์, ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และอภิสิทธิ์ ศงสะเสน. (2560). แนวปฏิบัติในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และแนวคิดเรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 8(1).
- ประกายมาศ บุญสมปอง. (2557). *กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เรื่องความปลอดภัยในชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ปริญญา พวงจันทร์. (2556). *การศึกษาคำคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างราชอาณาจักรไทยกับสาธารณรัฐอินโดนีเซียของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการสำหรับโรงเรียนคู่พัฒนาไทย – อินโดนีเซีย*. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปริญญา อ้นภักดี. (2558). *การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ วิชา IPST-Micro Box ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนแพศึกษา (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรีชา กอเจริญ, เต็มพงษ์ ศรีเทศ และเพชร นันทิวัดนา. (2555). การเรียนรู้ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ระดับอุดมศึกษาด้วยการทำโครงการร่วมกันเป็นทีมเพื่อการแข่งขัน. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.)*, 18(1), พฤษภาคม.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- พิเชษฐ์ ศรีสังข์งาม และชัยศ เดชสุระ. (2556). รายงานการวิจัย การพัฒนาเนื้อหาระบบฝังตัว
สำหรับการจัดการศึกษาเพื่ออาชีพ. พระนครศรีอยุธยา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2551). การสอนด้วยโครงการ : การเรียนการสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิสุธา อารีราษฎร์. (2548). การพัฒนารูปแบบกระบวนการปฏิรูปการเรียนรู้โดยอาศัยคอมพิวเตอร์
(วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.
- เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล :
โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไพฑูรย์ นันตะสุนันท์ และวัลลภา อยู่ทอง. (2557). การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน :
หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- ภัทรา นิคมมานนท์. (2539). ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัย. กรุงเทพฯ : อักษรภาพิพัฒน์.
- ภัสสร ติตมา. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2554). วิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มานพ ทะชัยวงศ์. (2547). สนุก! กับโครงการคอมพิวเตอร์. นนทบุรี : ไอดีซี อินโฟดิสทรีบีวเตอร์
เซ็นเตอร์.
- ราตรี เสนาป่า และรัตนดิพร สำอางค์. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานที่มีต่อ
ทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 รายวิชาฟิสิกส์เรื่องงานและพลังงาน สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. เอกสารการประชุมสัมมนาวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย
ระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16, 332 - 343.
- ลัดดาวรรณ ศรีฉิม. (2560). ความหมายของโครงการคอมพิวเตอร์. สืบค้นจาก
<https://sites.google.com/a/nakhonthai.ac.th/kruae/khwam-hmay>
- วรปภา อารีราษฎร์, อภิชาติ เหล็กดี และธเนศ ยืนสุข. (2558). ผลการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม
ควบคุมด้วยภาษาซี โดยใช้เรสพ์เบอร์รี่ไพ. วารสารการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและ
นวัตกรรม, 2(2), 181 - 188.

- วรรณธนะ ปัดชา และสืบสกุล อยู่ยืนยง. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบ
 สะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยศิลปากร สาขา
 มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ*, 9(3), 830 - 839.
- วัจนารัตน์ ควรวดี และณมน จีรังสุวรรณ. (2558). การปฏิรูปการศึกษาไทยเพื่อพัฒนาทักษะใน
 ศตวรรษที่ 21. *บทความวิชาการพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 27(93), มกราคม - มีนาคม.
- วิชาญ เพ็ชรทอง. (2557). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ผ่าน
 ชี้นำงาน เรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัว* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต).
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศักดิ์พันธ์ ต้นวิมลรัตน์. (2553). *ข้อเสนอแนวทางแผนกลยุทธ์มหาวิทยาลัยศิลปากรในช่วงแผนพัฒนา
 การศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 - 2559)* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎี
 บัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิริชรัญ คุณชมภู. (2561). *รูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิง
 วัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาสารคาม :
 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ศิริวรรณ หะมิงมะ. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในสังคมพหุวัฒนธรรม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
 มหบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด. (2559). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผลด้วยการ
 จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4
 โรงเรียนอนุกุลนารี* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย
 ราชภัฏมหาสารคาม.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2561). *สนุก Kids สนุก Code กับ Kid Bright
 ฉบับ Student Handbook ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. ปทุมธานี : สำนักพิมพ์
 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา*. สถาบันส่งเสริมการสอน
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมถวิล วิจิตรวรรณ. (2555). *การพัฒนาแบบการกำหนดระดับคะแนนในการประเมินผล
 การศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*. กรุงเทพฯ :
 โอเพนเวอร์ด .

- สมัย สลักศิลป์. (2562). *การพัฒนาคู่มือการประเมินการปฏิบัติที่ดีสำหรับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูออนไลน์ โดยใช้เทคนิค EDFR* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ม.3*. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2559). *จดหมายข่าว สวทช. ฉ.12*. สืบค้นจาก <https://www.nstda.or.th/all-newsletter/282-newsletter-nstda-news/21903-nstda-newsletter-12-news5>.
- สิน พันธุ์พินิจ. (2549). *เทคนิคการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : วิทน์พัฒน.
- สิริพร อาษาศึก. (2560). *การส่งเสริมนักประดิษฐ์รุ่นเยาว์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สิวลัย จินเจือ. (2551). *สภาพและปัญหาในการทำโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนปราจิณราษฎร์อารุง* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุนันทา กลิ่นถาวร. (2558). *รูปแบบการพัฒนาทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เทคโนโลยีเว็บ 2.0 และเทคนิคพีแอลซี* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุพัตรา โคตวงค์. (2559). *การส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมแพศึกษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุพิชฌาย์ ศรีโคตร. (2559). *การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุภารัตน์ จันทน์แมน. (2556). *ผลการเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- หทัยรัตน์ หอมไกรลาศ. (2562). *การพัฒนาทักษะระดับปริญญาตรีเพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคโนโลยีโดยใช้เทคนิคอีดีเอฟอาร์* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- อภิญา ลิทธิวงศ์. (2558). การศึกษาพัฒนาโครงการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนวิชาศิลปะ เทคนิคจิตรกรรมสีน้ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยคริสเตียน กรุงเทพมหานครที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (ปริญญาโทบริหารการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุไรวรรณ อยู่ชา. (2552). *องค์กรรมนี้ (ต้อง) มีที่เลี้ยง*. กรุงเทพฯ : เอชอาร์เซ็นเตอร์.
- Aaron, S., Blackwell, A. F., and Burnard, P. (2016). *Journal of Music, Technology and Education*, 9(1), 75-94. The development of Sonic Pi and its use in educational partnerships: Co-creating pedagogies for learning computer programming.
- Best, John. W. (1997). *Research in Education*. (3nd ed.). Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Bloom, B.S. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York : McGraw-Hill.
- Davcev, D., Stojkoska, B., Kalajdziski, S., and Trivodaliev, K. (2016). *Project based learning of embedded systems*. arxiv preprint arxiv : 1606, 07498.
- Han, S., Capraro, R., and Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089 - 1113.
- Kid Bright. (2561). ก.วิทย์ฯ ผลักดัน “Makers Nation” เปิดโครงการ Kid Bright and Fab Lab. สืบค้นจาก <http://www.kid-bright.org/kidbright/ก-วิทย์ฯ-ผลักดัน-makers-nation>.
- Kumar, A., Fernando, S., and Panicker, R. C. (2013). Project - based learning in embedded systems education using an FPGA platform. *IEEE transactions on education*, 56(4), 407 - 415.
- Ruggiero, D., and Boehm, J. D. (2017). Project-based learning in a virtual internship programme : A study of the interrelated roles between intern, mentor and client. *Computers and Education*, 110, 116 - 126.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., and Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87 - 102.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินเครื่องมือวิจัย

กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 21 คน สังกะระหังค์ประคอบของรูปแบบการประกยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการนคอมพิวเตอรค์ตามแนวทงสะเต็มศีกษาด้วยเทคนิค EDFR

ที่	ชื่อ-สกุล	รายละเอียด
1	ดร.เทอดชัย บัวผาย	1. ที่อยู่ : สำนักงานเขตพื้นที่การศีกษาประถมศีกษาขอนแก่น เขต 2 2. คุณวุฒิ : ประ.ด.คอมพิวเตอรค์ศีกษา 3. ประสบการณค์: เคยเข้าร่วมการอบรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
2	ดร.กนิษฐา อินธิชิต	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 2. คุณวุฒิ : ประ.ด.การจัดการเทคโนโลยี 3. ประสบการณค์: วิทยากร/เคยเข้าร่วมการอบรมสะเต็มศีกษา
3	ดร.สุพิชญา ศรีโคตร	1.ที่อยู่ : โรงเรียนลำปลายมาศ สพม.เขต 32(บุรีรัมย์) 2. คุณวุฒิ : ประ.ด.คอมพิวเตอรค์ศีกษา 3. ประสบการณค์: เคยเข้าร่วมการอบรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
4	ดร.วีระพน ภาณุรักษ์	1.ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ประ.ด.คอมพิวเตอรค์ศีกษา 3. ประสบการณค์: เคยเข้าร่วมการอบรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
5	ดร.อภิชาติ เหล็กดี	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ประ.ด.การจัดการเทคโนโลยี และ ประ.ด.คอมพิวเตอรค์ศีกษา 3. ประสบการณค์: วิทยากร/เคยเข้าร่วมการอบรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
6	ผศ.ดร.ทรงกลด พิมพิศาล	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ 2. คุณวุฒิ : 3. ประสบการณค์: วิทยากร/เคยเข้าร่วมการอบรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

ที่	ชื่อ-สกุล	รายละเอียด
7	นายจตุรงค์ กมลเลิศ	1. ที่อยู่ : โรงเรียนกมลไสย อ.กมลไสย จ.กาฬสินธุ์ 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.การจัดการเทคโนโลยี 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมเทคโนโลยี สมองกลฝังตัว
8	ดร.ธวัชชัย สหพงษ์	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: เคยเข้ารับการอบรมเพิ่มเติมศึกษา
9	ดร.วิญญู อุตระ	1. ที่อยู่ : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กาฬสินธุ์ 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมเพิ่มเติมศึกษา
10	ดร.สุนันทา กลิ่นถาวร	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมเพิ่มเติมศึกษา
11	ผศ.ดร.ไชยยันต์ สกุลไทย	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.การจัดการเทคโนโลยี 3. ประสบการณ์: เคยเข้ารับการอบรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
12	ดร.ฐิติมา ผ่องแผ้ว	1. ที่อยู่ : โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์วัชรบุรี 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมเพิ่มเติมศึกษา
13	ดร.ปิยศักดิ์ ถีอาสนา	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด. การบริหารจัดการการศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมเพิ่มเติมศึกษา
14	ดร.ทรงพล นรเรศเรืองศักดิ์	1. ที่อยู่ : วิทยาลัยเซาธอีสท์ บางกอก 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.เทคโนโลยีสารสนเทศ 3. ประสบการณ์: เคยเข้ารับการอบรมเพิ่มเติมศึกษา
15	นายประเดิม วรรณทอง	1. ที่อยู่ : โรงเรียนนิคมลำปาววิทยา 2. คุณวุฒิ : 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมด้านโครงการงาน

ที่	ชื่อ-สกุล	รายละเอียด
16	นายกฤษณ์ย์ ล้ำจุงจั้ง	1. ที่อยู่ : โรงเรียนกมลาไสย 2. คุณวุฒิ : วท.ม. การสอนฟิสิกส์ 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมด้านโครงการงาน
17	นางแจ่มนภา ล้ำจุงจั้ง	1. ที่อยู่ : โรงเรียนกมลาไสย 2. คุณวุฒิ : กศ.ม. การบริหารการศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมด้านโครงการงาน
18	ดร.มงคล แสงอรุณ	1. ที่อยู่ : วิทยาลัยอาชีวศึกษามหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ประ.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมด้านโครงการงาน
19	ดร.เดชพล ใจปันทา	1. ที่อยู่ : โรงเรียนวาปีปทุม 2. คุณวุฒิ : ประ.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมด้านโครงการงาน
20	ดร.อภิดา รุณวาทย์	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ประ.ด. เทคโนโลยีการศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมด้านโครงการงาน
21	ดร.กาญจนา ดงสงคราม	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ประ.ด. การจัดการเทคโนโลยี 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมด้านโครงการงาน

กลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของเครื่องมือการวิจัย

ที่	ชื่อ-สกุล	รายละเอียด
1	ดร.สุนันทา กลิ่นถาวร	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: สอน วิจัย และพัฒนาเครื่องมือการวิจัย
2	ดร.อภิชาติ เหล็กดี	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.การจัดการเทคโนโลยี 3. ประสบการณ์: สอน วิจัย และพัฒนาเครื่องมือการวิจัย
3	ดร.ธวัชชัย สหพงษ์	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: สอน วิจัย และพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

กลุ่มที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ตรวจสอบและประเมินความเหมาะสมของคู่มือ

ที่	ชื่อ-สกุล	รายละเอียด
1	ดร.สุนันทา กลิ่นถาวร	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: สอน วิจัย และพัฒนาเครื่องมือการวิจัย
2	ดร.อภิชาติ เหล็กดี	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.การจัดการเทคโนโลยี 3. ประสบการณ์: สอน วิจัย และพัฒนาเครื่องมือการวิจัย
3	ดร.ธวัชชัย สหพงษ์	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: สอน วิจัย และพัฒนาเครื่องมือการวิจัย
4	ดร.วิญญู อุตระ	1. ที่อยู่ : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กาฬสินธุ์ 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมสะเต็มศึกษา

ที่	ชื่อ-สกุล	รายละเอียด
5	ดร.กนิษฐา อินธิชิต	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.การจัดการเทคโนโลยี 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมสะสมเต็มศึกษา
6	ดร.สวีธา สุรมณี	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: วิทยากร/เคยเข้ารับการอบรมสะสมเต็มศึกษา
7	ดร.เทอดชัย บัวผาย	1. ที่อยู่ : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.คอมพิวเตอร์ศึกษา 3. ประสบการณ์: เคยเข้ารับการอบรมเทคโนโลยีสมองกลฝั่งตัว
8	ผศ.ดร.ไชยยันต์ สกุลไทย	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.การจัดการเทคโนโลยี 3. ประสบการณ์: เคยเข้ารับการอบรมเทคโนโลยีสมองกลฝั่งตัว
9	ดร.ณัฐพงษ์ พลสยาม	1. ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2. คุณวุฒิ : ปร.ด.การจัดการเทคโนโลยี 3. ประสบการณ์: เคยเข้ารับการอบรมเทคโนโลยีสมองกลฝั่งตัว

ภาคผนวก ข

เครื่องมือวิจัย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี
สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 1

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ชื่อผู้วิจัย นายวินิตย์ พิษพันธ์
นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
มือถือ 08-9573-2277

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วรปภา อารีราษฎร์ และ ผศ.ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ - นามสกุล
2. หน่วยงาน
3. ประสบการณ์การทำงาน ปี
4. มือถือ.....อีเมล์.....
5. ตำแหน่ง 1) ผู้บริหาร/ศึกษานิเทศก์ 2) ครู/อาจารย์ 3) นักวิชาการศึกษา
6. เคยเป็นผู้สอน/นิเทศติดตาม/กำหนดนโยบายในด้านการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
 1) เคย 2) ไม่เคย
7. เคยเป็นผู้สอน/นิเทศติดตาม/กำหนดนโยบายในด้านการเรียนการสอนแบบโครงการ
 1) เคย 2) ไม่เคย
8. เคยเป็นผู้สอน/นิเทศติดตาม/กำหนดนโยบายในด้านการเรียนการสอนเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
 1) เคย 2) ไม่เคย

ตอนที่ 2 ปัจจัยด้านนโยบาย หลักการ แนวคิดและความสำคัญในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี
สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ด้านนโยบาย หลักการ แนวคิดและความสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ตัวชี้วัดด้านผู้เรียนจากกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. ตัวชี้วัดด้านผู้สอนจากกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ตัวชี้วัดด้านสื่อการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 องค์ประกอบในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการ
คอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. กระบวนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. กิจกรรมที่ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในการใช้งานเทคโนโลยีสมองฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตาม
แนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. การวัดและประเมินผลกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการ
คอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรมีการวัดและประเมินผลอย่างไร เครื่องมือวัดและประเมินผล
อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

5. แนวทางการจัดกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ตอบแบบสอบถาม
พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย
นายวินิตย์ พิชพันธ์ ผู้เก็บข้อมูล

แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 3

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ชื่อผู้วิจัย นายวินิตย์ พิษพันธ์
 นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี
 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 หมายเลขโทรศัพท์ 08-9573-2277

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วโรปภา อารีราษฎร์ และ ผศ.ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

คำชี้แจง

- การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิค EDFR ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 รอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้
 - รอบที่ 1 เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเพื่อสอบถามประเด็นที่น่าสนใจในการวิจัย
 - รอบที่ 2 เป็นแบบสอบถามที่เป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จากการสังเคราะห์คำตอบของผู้ทรงคุณวุฒิที่ตอบแบบสอบถามรอบที่ 1
 - รอบที่ 3 เป็นแบบสอบถามที่เป็นข้อคำถามจากแบบสอบถามรอบที่ 2 พร้อมค่าสถิติเพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเพื่อยืนยันคำตอบแบบสอบถาม
- แบบสอบถามนี้ เป็นแบบสอบถามรอบที่ 3 ของการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เทคนิค EDFR โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ตอนที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ
- สัญลักษณ์ในแบบสอบถามรอบที่ 3 แสดงค่าที่ได้จากแบบสอบถามรอบที่ 2 ปรากฏดังนี้
 - หมายถึง คำตอบของผู้เชี่ยวชาญที่ตอบแบบสอบถามในรอบที่ 2
 - หมายถึง ค่ามัธยฐานที่เป็นฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญ
 - หมายถึง ค่าผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ ควอไทล์ที่ 1 ที่มีค่าเป็น 0
 - หมายถึง ค่าผลต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และ ควอไทล์ที่ 1 ที่มีค่าเป็น 1.00

4. โปรดพิจารณาหากคำตอบจากแบบสอบถามรอบที่ 2 ไม่อยู่ในค่ามัธยฐาน (●) ให้พิจารณาดังนี้

4.1 ถ้ายืนยันเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย (X) แล้วเลือกทำเครื่องหมาย (✓) ในช่องที่เป็นค่ามัธยฐาน (●)

4.2 ถ้ายืนยันคำตอบเดิมกรุณาแสดงเหตุผลประกอบ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ - นามสกุล

2. หน่วยงาน

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
ด้านที่ 1 นโยบาย หลักการ และแนวคิด						
1. นโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0	●	u				
2. ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs)	●	u				
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ฉบับปรับปรุง 2560	●	u				
4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	●	u				
ด้านที่ 2 องค์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา						
1. เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย						
1.1 ระบบโครงสร้างของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	●	u				
1.2 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	●	u				
1.3 การใช้งานอุปกรณ์เพิ่มเติมเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ได้แก่ เซ็นเซอร์ มอเตอร์ และการแสดงผลต่าง ๆ	●	u				
1.4 สื่ออุปกรณ์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมในการเรียนรู้						
1.4.1 Orange pi	u	●				

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1.4.2 Kid bright	● u					
1.4.3 Micro bit	● u					
1.4.4 Node MCU	● u					
1.5 สารเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมในการเรียนรู้						
1.5.1 การออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับการวางแผนแก้ปัญหาได้	● u					
1.5.2 การใช้งานโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● u					
1.5.3 การเขียนโปรแกรมสร้างและใช้งานตัวแปร	● u					
1.5.4 การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข	● u					
1.5.5 การเขียนโปรแกรมแบบวนรอบ	● u					
1.5.6 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำตามเงื่อนไข	● u					
1.5.7 การเขียนโปรแกรมใช้งานดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุต	● u					
1.5.8 การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานเซ็นเซอร์และมอเตอร์	● u					
1.6 อุปกรณ์เพิ่มเติมที่เหมาะสมในการเรียนรู้						
1.6.1 ชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์และตรวจจับ	● u					
1.6.2 ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ขับเคลื่อน	● u					
1.6.3 ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ควบคุม	● u					
2. การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน						
2.1 ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้	● u					
2.2 ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน	● u					
2.3 ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน	● u					
2.4 ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์	● u					
2.5 ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ	● u					
2.6 ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้	● u					
3. การบูรณาการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา						
3.1 ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเนื้อหาสาระสร้างแนวคิดการทำงาน	● u					
3.2 ด้านเทคโนโลยี เป็นการใช้เครื่องมือในการเรียนรู้	● u					
3.3 ด้านวิศวกรรม เป็นแนวคิดในการออกแบบการทำงาน	● u					

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
3.4 ด้านคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ค่าสถิติในการทดสอบประสิทธิภาพการทดลอง	● B					
4. เทคนิคการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการทำโครงงาน						
4.1 เทคนิคพี่เลี้ยง (Mentor)	● B					
4.2 เทคนิคกลุ่มแบบจิ๊กซอร์ (Jigsaw)	■	●				
5. รูปแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมกับนักเรียน						
5.1 สื่อวิดีโอ	● B					
5.2 สื่อภาพนิ่ง	● B					
5.4 สื่อเอกสารประกอบการเรียนรู้	● B					
6. การใช้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Google Application						
6.1 การใช้ Google Classroom ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	● B					
6.2 การใช้ Google Forms ในการทำแบบฝึกหัดแบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบประเมินต่าง ๆ	● B					
6.3 การใช้ Google Sites ในการนำเสนอกิจกรรมของนักเรียน	● B					
6.4 การใช้ Google Search เป็นเครื่องมือค้นหาข้อมูลใช้ในการเรียนรู้	● B					
6.5 การใช้ Google Drive เป็นเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูลออนไลน์ หรือการแชร์ข้อมูล	● B					
6.6 การใช้ Google Mail ในการลงชื่อเข้าใช้งาน Google Classroom	● B					
7. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Youtube						
7.1 การนำเสนอเนื้อหาวิดีโอผ่าน Youtube	● B					
7.2 การนำเสนอผลงานนักเรียนผ่าน Youtube	● B					
7.3 การนำเสนอเนื้อหาวิดีโออื่นที่เกี่ยวข้องผ่าน Youtube	● B					
8. การวัดและประเมินผล						
8.1 การวัดผลด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียน						
8.1.1 เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● B					
8.1.2 การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	● B					
8.1.3 ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงงาน	● B					

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
8.2 เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดผลด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียน						
8.2.1 แบบทดสอบก่อนเรียน	● u					
8.2.2 แบบทดสอบหลังเรียน	● u					
8.2.3 ไปกิจกรรมระหว่างเรียน	● u					
8.3 การประเมินผลด้านทักษะของนักเรียน						
8.3.1 ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	● u					
8.3.2 ทักษะการทำงานเป็นทีม ได้แก่ การแก้ปัญหาภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ	● u					
8.3.3 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	● u					
8.4 เครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินผลด้านทักษะของนักเรียน						
8.4.1 แบบประเมินทักษะ	● u					
8.4.2 แบบประเมินพฤติกรรม	● u					
8.5 การประเมินผลด้านการพัฒนาโครงงาน						
8.5.1 การประเมินผลจากการนำเสนอ						
1) กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำโครงงานชัดเจน	● u					
2) ความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาโครงงาน	● u					
3) ขั้นตอนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ชัดเจน	● u					
4) ความเหมาะสมในการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงงาน	● u					
5) การวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการทำโครงงาน	● u					
8.5.2 การประเมินผลจากชิ้นงานโครงงาน						
1) ความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการพัฒนาโครงงานได้	● u					
2) การออกแบบชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม	● u					
3) การเลือกใช้วัสดุอย่างเหมาะสม ประหยัด คุ่มค่า	● u					
4) ชิ้นงานมีความประณีต สวยงาม เรียบร้อยเหมาะสม	● u					

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
5) ประสิทธิภาพหรือการใช้งานได้จริงของโครงงาน	● u					
6) รายงานผลการพัฒนาโครงงานและคู่มือการใช้งานมีความสมบูรณ์	● u					
7) การต่อยอดความคิดในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	● u					
8.5.3 ลักษณะการประเมินผลการพัฒนาโครงงานที่เหมาะสม						
1) ประเมินผลโดยครูผู้สอน	● u					
2) ประเมินผลโดยพี่เลี้ยง	● u					
ด้านที่ 3 ตัวชี้วัดรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
1. คุณลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
1.1 พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● u					
1.2 บูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงงาน	● u					
1.3 ส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	● u					
2. คุณลักษณะของนักเรียน						
2.1 มีความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงงานและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงงาน	● u					
2.2 มีทักษะการเรียนรู้สู่การเป็นนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะนวัตกรรมและทักษะการคิดสร้างสรรค์	● u					
2.3 มีทักษะการทำงานเป็นทีมและแก้ปัญหา ได้แก่ การแก้ปัญหา ภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ	● u					
2.4 มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้	● u					
ด้านที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค่ายวิชาการระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 6 ชั่วโมงต่อวัน	● u					
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 กิจกรรม ดังนี้						
2.1 กิจกรรมที่ 1 ความหมาย ลักษณะ ประโยชน์ การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว						
2.1.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	● u					
2.1.2 เป้าหมายของกิจกรรม:	● u					
1) ความรู้เกี่ยวกับบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● u					
2) ทักษะการใช้งานบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● u					
3) ทักษะการทำงานเป็นทีม	● u					
4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	● u					
5) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	● u					
2.2 กิจกรรมที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว						
2.2.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	● u					
2.2.2 เป้าหมายของกิจกรรม:						
1) ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● u					
2) ทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● u					
3) ทักษะการทำงานเป็นทีม	● u					
4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	● u					
5) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	● u					
2.3 กิจกรรมที่ 3 การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ						
2.3.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	● u					
2.3.2 เป้าหมายของกิจกรรม:						
1) ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ	● u					

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
2) ทักษะการการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ	● u					
3) ทักษะการทำงานเป็นทีม	● u					
4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	● u					
5) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	● u					
2.4 กิจกรรมที่ 4 การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว						
2.4.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	● u					
2.4.2 เป้าหมายของกิจกรรม:						
1) ความรู้ในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● u					
2) ทักษะในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● u					
3) ทักษะการทำงานเป็นทีม	● u					
4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	● u					
5) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	● u					
3. การบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้						
3.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science)	● u					
3.1.1 การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	● u					
3.1.2 การต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟฟ้า	● u					
3.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	● u					
3.2.1 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้	● u					
3.2.2 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น	● u					
3.2.3 หลักการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	● u					
3.2.4 การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและเซ็นเซอร์	● u					
3.2.5 การใช้งานวัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกต้อง	● u					
3.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	● u					

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
3.3.1 กระบวนการออกแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้วยโครงการคอมพิวเตอร์	● u					
4. การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มในชั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน						
4.1 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology)	● u					
4.1.1 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาข้อมูลและนำเสนอข้อมูล	● u					
4.2 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	● u					
4.2.1 การระบุปัญหาหรือความต้องการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน สรุปรอบของปัญหา รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	● u					
5. การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มในชั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน						
5.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	● u					
5.1.1 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนา วางแผนขั้นตอน การทำงานและดำเนินการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา	● u					
6. การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มในชั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์						
6.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):	● u					
6.1.1 การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	● u					
6.1.2 การต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟฟ้า	● u					
6.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	● u					
6.2.1 ทักษะการใช้งานเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ถูกต้องกับลักษณะของงาน และปลอดภัย	● u					
6.2.2 การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและอุปกรณ์เพิ่มเติม	● u					
6.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	● u					
6.3.1 การดำเนินการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน	● u					

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกล ฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
6.3.2 การทดสอบ ประเมินผล การวิเคราะห์แก้ไขปัญหา ที่เกิดขึ้นจากการทำงานพร้อมทั้งหาแนวทางการ ปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา	● u					
6.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic):	● u					
6.4.1 การหาค่าเฉลี่ย	● u					
6.4.2 การหาค่าร้อยละ	● u					
7. การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มในชั้นที่ 5 จัดทำรายงาน และคู่มือ						
7.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):	● u					
7.1.1 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากการ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	● u					
7.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	● u					
7.2.1 การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการรวบรวม ข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูลและ สารสนเทศ	● u					
7.2.2 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีจากการ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	● u					
7.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	● u					
7.3.1 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์จาก การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	● u					
7.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic):	● u					
7.4.1 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	● u					
8. การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มในชั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้						
8.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):	● u					
8.1.1 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากการ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	● u					
8.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	● u					
8.2.1 การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอ ข้อมูลสารสนเทศและการประเมินผล	● u					
8.2.2 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีจากการ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	● u					

องค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกล ฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
8.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	● u					
8.3.1 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์จาก การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	● u					
8.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic):	● u					
8.4.1 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	● u					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....



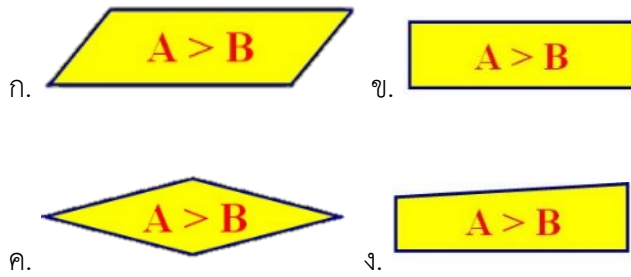
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนพร้อมเฉลย

1. ข้อใดเป็นเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นมาเพื่อตอบสนองความจำเป็นของมนุษย์	
ก. รองเท้าวิ่ง	ข. กล้องดินสอ
ค. ปากกาลบคำผิด	ง. ยาพาราเซตามอล
เฉลย ง	
2. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของเทคโนโลยี	
ก. นวัตกรรมของมนุษย์	ข. สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อนำมาแก้ปัญหา
ค. ความรู้และทักษะที่มีต่อสังคมของมนุษย์	ง. การปรุงแต่งของเก่าให้ใหม่และเหมาะสม
เฉลย ง	
3. ข้อใดเป็นส่วนประมวลผลบอร์ด KidBright	
ก. Atmel ATmega328	
ข. ATmega2560	
ค. ESP-WROOM-32	
ง. Broadcom BCM2837 64-bit Quad-Core ARM Cortex-A53 ARMv8	
เฉลย ค	
4. Kid Bright IDE สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ใด	
ก. www.youtube.com	ข. www.facebook.com
ค. www.kid-bright.org	ง. www.nstda.or.th
เฉลย ค	
5. เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวมีความหมายตรงกับข้อใด	
ก. ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่นำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย	
ข. ระบบโทรศัพท์ที่นำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย	
ค. ระบบโทรทัศน์ที่นำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย	
ง. ระบบเครื่องเสียงที่นำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย	
เฉลย ก	
6.  สัญลักษณ์นี้มีความหมายตรงกับข้อใด	
ก. การเริ่มต้น	ข. การตัดสินใจ
ค. การรับ – ส่งข้อมูล	ง. การประมวลผล
เฉลย ข	

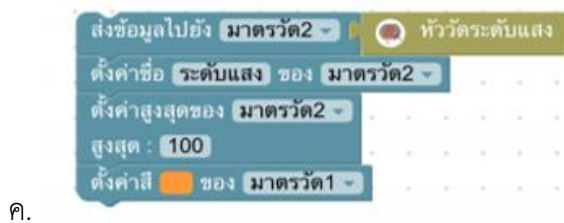
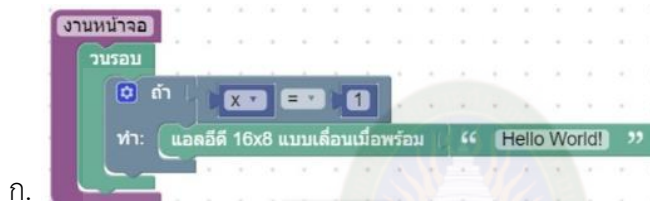
7. การเขียนโปรแกรมเพื่องานโมดูลเซอร์โวมอเตอร์ สามารถทำได้ตามข้อใด
ก. ใช้งานบล็อกเมนูคำสั่งขั้นสูง ข. ใช้งานบล็อกเมนูคำสั่งไอโอ ค. ใช้งานบล็อกเมนูคำสั่งไอโอ ง. ดาวน์โหลดชุดบล็อกคำสั่งจากเว็บไซต์ https://store.kidbright.info/ ติดตั้งและใช้งานจากเมนูคำสั่งปลั๊กอิน
เฉลย ง
8. การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข สามารถใช้เมนูชุดคำสั่งใดบน KidBright IDE
ก. เมนูคำสั่งพื้นฐาน ข. เมนูคำสั่งคณิตศาสตร์ ค. เมนูคำสั่งตรรกะ ง. เมนูคำสั่งขั้นสูง
เฉลย ค
9. การเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลทางหน้าจอ LED 16x8 สามารถใช้เมนูชุดคำสั่งใดบน Kid Bright IDE
ก. เมนูคำสั่งพื้นฐาน ข. เมนูคำสั่งคณิตศาสตร์ ค. เมนูคำสั่งตรรกะ ง. เมนูคำสั่งขั้นสูง
เฉลย ก
10. ข้อใดต่อไปนี้ ถือเป็นกระบวนการทำซ้ำ
ก. ตื่นนอน ล้างหน้า แปรงฟัน อาบน้ำ ไปโรงเรียน ข. เรียนหนังสือ ง่วงนอน แอบหลับ ค. ถ้าหิวจะทานข้าวก่อนแล้วค่อยนอน ง. ชนะเลิศในการแข่งขันฟุตบอล
เฉลย ก
11. คำว่า “อัลกอริธึม (Algorithms)” มีความหมายตรงกับข้อใดมากที่สุด
ก. การวิเคราะห์ปัญหา ข. ขั้นตอนการแก้ปัญหา ค. ขั้นตอนการแก้ปัญหา ง. การแก้ไขข้อบกพร่อง
เฉลย ข
12. หากนักเรียนต้องการหาคะแนนเฉลี่ยวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียน 30 คน ข้อมูลนำเข้าคือข้อใด
ก. วิชาคอมพิวเตอร์ ข. คะแนนของนักเรียนแต่ละคน ค. สูตรหาค่าเฉลี่ย ง. ผลลัพธ์ที่ได้
เฉลย ข

13. ถ้าต้องการตรวจสอบค่า A มากกว่า B จริงหรือไม่ ข้อใดใช้สัญลักษณ์ถูกต้อง



เฉลย ค

14. ข้อใดเป็นการเขียนโปรแกรมลักษณะแบบมีเงื่อนไข



เฉลย ก

15. ข้อมูลชนิดใด สามารถนำมาใช้สร้างตัวแปรเพื่อใช้งานได้ใน KidBright IDE

- ก. ภาพ
- ข. เสียง
- ค. ตัวอักษร
- ง. จำนวนเต็มและทศนิยม

เฉลย ง

16. ข้อใดคือการเขียนโปรแกรมวนซ้ำแบบมีเงื่อนไข

ก.

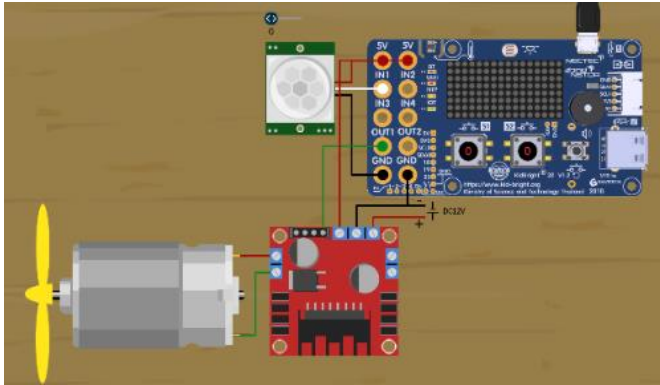
ข.

ค.

ง.

เฉลย ค

17.



จากภาพ การเขียนโปรแกรมใช้งานอุปกรณ์ภายนอกบอร์ดสามารถทำได้ในข้อใด

ก.

```

วนรอบ
  ถ้า
    อ่านสถานะอินพุต 1 = 1
  ทำ:
    เขียนเอาต์พุต 1 สถานะ เปิด
  นอกเหนือจากนี้
    เขียนเอาต์พุต 1 สถานะ ปิด
  
```

ข.

```

วนรอบ
  ถ้า
    อ่านสถานะอินพุต 2 = 1
  ทำ:
    เขียนเอาต์พุต 2 สถานะ เปิด
  นอกเหนือจากนี้
    เขียนเอาต์พุต 2 สถานะ เปิด
  
```

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ค.

```

วนรอบ
  ถ้า
    อ่านสถานะอินพุต 4 = 1
  ทำ:
    เขียนยูเอสบี สถานะ เปิด
  นอกเหนือจากนี้
    เขียนยูเอสบี สถานะ ปิด
  
```

ง.

```

วนรอบ
  ถ้า
    อ่านสถานะเอาต์พุต 1 = 1
  ทำ:
    เขียนยูเอสบี สถานะ เปิด
  นอกเหนือจากนี้
    เขียนยูเอสบี สถานะ ปิด
  
```

เฉลย ก

18. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ก. จัดทำรายงานและคู่มือ ข. วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ค. เปิดโลกการเรียนรู้ ง. วางแผนการดำเนินการ จ. สานต่อการเรียนรู้ ฉ. ปฏิบัติการสร้างสรรค ข้อใดถูกต้องในการเรียงลำดับขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์
ก. จ ง ค ข ฉ ก ข. ง ค ฉ ข ก จ ค. ค ข ง ฉ ก จ ง. ก ง จ ค ข ฉ
เฉลย ค
19. ขั้นตอนใดเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในกระบวนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์
ก. เปิดโลกการเรียนรู้ ข. วางแผนการดำเนินการ ค. ปฏิบัติการสร้างสรรค ง. สานต่อการเรียนรู้
เฉลย ง
20. การรวบรวมองค์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรงกับข้อใดในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์
ก. เปิดโลกการเรียนรู้ ข. วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ค. วางแผนการดำเนินการ ง. ปฏิบัติการสร้างสรรค
เฉลย ข

แบบสังเกตเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

ตอนที่ 1 เกณฑ์การประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- ระดับคะแนน 3 หมายถึง สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องได้ด้วยตนเองในระยะเวลาที่กำหนด
- ระดับคะแนน 2 หมายถึง สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องในระยะเวลาที่กำหนด โดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยง
- ระดับคะแนน 1 หมายถึง รับรู้หลักการปฏิบัติที่ถูกต้อง หรือสามารถปฏิบัติได้ โดยต้องได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยงแต่ไม่สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

ตอนที่ 2 ข้อมูลผู้ถูกประเมิน

ข้อมูลนักเรียนที่ถูกประเมินชื่อ.....

ชื่อโครงการ.....สังกัดโรงเรียน.....

ตอนที่ 3 รายการประเมินพฤติกรรม

รายการ	ระดับคะแนน		
	1	2	3
1. ด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรม			
1.1 วางแผนพัฒนานวัตกรรมอย่างเป็นระบบ			
1.2 พัฒนานวัตกรรมและประเมินระหว่างการพัฒนา			
1.3 ประเมินสรุปประสิทธิผลของนวัตกรรมที่พัฒนา			
1.4 ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้น			
1.5 ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการถ่ายทอดนวัตกรรม/ชิ้นงาน			
2. ด้านการทำงานเป็นทีม			
2.1 มีการวางแผนการทำงานและการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่ม			
2.2 มีภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี			
2.3 มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (ความไว้วางใจและร่วมมือในการทำงาน)			
2.4 มีการสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม			
2.5 นำเสนอและยอมรับความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่น (พี่เลี้ยง)			

รายการ	ระดับคะแนน		
	1	2	3
3. ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
3.1 ใช้ Google Classroom, Google Search, Google Drive, YouTube ในการเรียนรู้			
3.2 ใช้ Google Classroom, Google Site ในการสื่อสาร			
3.3 ใช้ Google Classroom, Google Search, Google Drive, YouTube, Google Site ในการทำงาน			
3.4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหา			
4. ด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการทำโครงการตามแนวทางสะเต็มศึกษา			
ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ : วัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและขั้นตอนการพัฒนาโครงการ			
1. ด้านวิทยาศาสตร์ : การใช้งานวงจรและการเขียนโปรแกรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว			
2. ด้านเทคโนโลยี : การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์			
3. ด้านวิศวกรรม : การออกแบบการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว			
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน : ปัญหา ชื่อโครงการ วัตถุประสงค์ การใช้ความรู้ STEM เพื่อพัฒนาโครงการ			
1. ด้านเทคโนโลยี : การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาและรวบรวมข้อมูล			
2. ด้านวิศวกรรม : การระบุปัญหาหรือความต้องการเพื่อแก้ปัญหา			
ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน : วางแผนการแก้ปัญหา ออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา วางแผนการทดสอบและการเก็บข้อมูล			
1. ด้านวิศวกรรม : ความรู้ด้านการออกแบบชิ้นงาน การวางแผนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนการดำเนินงานโครงการ			
ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค : ทดลองทดสอบชิ้นงาน แก้ไขปรับปรุงเก็บข้อมูล			
1. ด้านวิทยาศาสตร์ : การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว			
2. ด้านเทคโนโลยี : การใช้งานวัสดุ เครื่องมือ			
3. ด้านวิศวกรรม : การประเมินประสิทธิภาพชิ้นงาน			

รายการ	ระดับคะแนน		
	1	2	3
4. ด้านคณิตศาสตร์ : การคำนวณค่าเฉลี่ย ร้อยละประสิทธิภาพชิ้นงาน และผลการทดลอง			
ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ : การประมวลข้อมูลและนำเสนอข้อมูล แบบโปสเตอร์ วิดีโอการใช้งานและ Google Site			
1. ด้านวิทยาศาสตร์ : องค์กรความรู้ในการพัฒนาโครงการ			
2. ด้านเทคโนโลยี : ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อนำเสนองานได้อย่างหลากหลาย			
3. ด้านวิศวกรรม : องค์กรความรู้ในการพัฒนาโครงการ			
4. ด้านคณิตศาสตร์ : องค์กรความรู้ในการพัฒนาโครงการ			
ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ : การนำเสนอโครงการด้วย Google Site			
ความรู้ความเข้าใจการใช้ความรู้สะเต็มศึกษาในการพัฒนาโครงการเพื่อพัฒนาต่อยอดในด้านต่างๆ			

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....วิทยากรพี่เลี้ยง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินโครงการคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 1 เกณฑ์การประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับคะแนน 3 หมายถึง สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องได้ด้วยตนเองในระยะเวลาที่กำหนด

ระดับคะแนน 2 หมายถึง สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องในระยะเวลาที่กำหนด โดยต้องได้รับ

คำแนะนำจากพี่เลี้ยง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง รับรู้หลักการปฏิบัติที่ถูกต้อง หรือสามารถปฏิบัติได้โดยต้องได้รับ

คำแนะนำจากพี่เลี้ยงแต่ไม่สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

ตอนที่ 2 ข้อมูลผู้ถูกประเมิน

กลุ่มที่.....ชื่อโครงการ.....

สังกัดโรงเรียน.....

ตอนที่ 3 รายการประเมิน

รายการ	ระดับคะแนน		
	1	2	3
ด้านทักษะการนำเสนอโครงการและการจัดทำรายงาน			
1. อธิบายวัตถุประสงค์ในการทำโครงการได้ถูกต้องชัดเจน			
2. ระบุแนวคิดในการประยุกต์ใช้บอร์ดคิดโปรทเพื่อพัฒนาโครงการได้			
3. อธิบายขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้องชัดเจน			
4. บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีในการพัฒนาโครงการได้อย่างเหมาะสม			
5. อธิบายการวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการทำโครงการได้			
6. ความสมบูรณ์ของรายงานผลการพัฒนาโครงการและคู่มือการใช้งาน			
ด้านผลงานหรือชิ้นงาน			
1. ประยุกต์ใช้บอร์ดคิดโปรทในการพัฒนาโครงการได้อย่างเหมาะสม			
2. ออกแบบองค์ประกอบ/โครงสร้างของชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม			
3. เลือกใช้วัสดุในการพัฒนาโครงการได้อย่างเหมาะสม(ประหยัด/คุ้มค่า)			
4. ชิ้นงาน/ผลงานมีความเหมาะสม (ประณีต/สวยงาม/เรียบร้อย)			
5. ประสิทธิภาพหรือการใช้งานได้จริงของชิ้นงาน/ผลงาน			
6. ระบุแนวทางการต่อยอดความคิดในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์			

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....วิทยากรพี่เลี้ยง

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้
เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

ชื่อผู้วิจัย นายวินิตย์ พิซพันธ์

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยี

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วโรปภา อารีราษฎร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ชื่อหัวข้อวิจัย การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษา

วัตถุประสงค์ เพื่อสอบถามความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์
ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อ
พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ 5 หมายถึง มากที่สุด

ระดับความพึงพอใจ 4 หมายถึง มาก

ระดับความพึงพอใจ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับความพึงพอใจ 2 หมายถึง น้อย

ระดับความพึงพอใจ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อโครงงาน.....
2. กลุ่มที่.....ชื่อสถานศึกษา.....
3. สังกัด.....

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา
โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหาการเรียนรู้					
1.1 เนื้อหามีความทันสมัย เหมาะกับการนำไปใช้งานในปัจจุบัน					
1.2 การเรียบเรียงเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอนเรียงตามความง่ายไปยาก ช่วยให้เข้าใจง่าย ชัดเจน					
1.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้สามารถในการนำไปพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์และพัฒนาต่อยอดได้					
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมมีความชัดเจน ต่อเนื่อง					
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้มีความรู้ในการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์					
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันมีการทำงานเป็นทีมและมีการนำเสนอ					
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีวิทยากรที่เลี้ยงชว่ให้นักเรียนได้รับคำแนะนำในการสร้างผลงานจากกิจกรรมและชิ้นงานโครงการสำเร็จ					
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ชว่ให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสร้างชิ้นงานและเรียนรู้					
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มเรียนรู้ชว่ให้นักเรียนได้รู้จักบทบาทของตนในกลุ่มและสามารถแบ่งภาระหน้าที่ ความรับผิดชอบงานด้านการเรียนจนทำให้บรรลุเป้าหมายในการเรียน					
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้ชว่ให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์					
2.8 กิจกรรมการเรียนรู้ชว่ให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยี					
2.9 กิจกรรมการเรียนรู้ชว่ให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านวิศวกรรม					

**แบบสอบถามความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้
เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

ชื่อผู้วิจัย นายวินิตย์ พิซพันธ์

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยี

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วโรปภา อารีราษฎร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ชื่อหัวข้อวิจัย การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษา

วัตถุประสงค์ เพื่อสอบถามความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ 5 หมายถึง มากที่สุด

ระดับความพึงพอใจ 4 หมายถึง มาก

ระดับความพึงพอใจ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับความพึงพอใจ 2 หมายถึง น้อย

ระดับความพึงพอใจ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ.....
2. ชื่อสถานศึกษา.....
3. สังกัด.....

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา
โครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหาการเรียนรู้					
1.1 คู่มือการจัดกิจกรรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย ช่วยให้วิทยากรและพี่เลี้ยงสนับสนุนและให้คำแนะนำนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดี					
1.2 คู่มือการจัดกิจกรรมช่วยให้วิทยากรและพี่เลี้ยงสนับสนุนและให้คำแนะนำนักเรียนในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ได้ดี					
1.3 คู่มือการจัดกิจกรรมช่วยให้วิทยากรและพี่เลี้ยงสนับสนุนและให้คำแนะนำนักเรียนในการเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ได้ดี					
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทให้คำแนะนำและสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น					
2.2 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ด้านการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์					
2.3 วิทยากรและพี่เลี้ยงช่วยให้นักเรียนรู้จักบทบาทและหน้าที่ในการเรียนรู้แบบทีมได้ดี					
2.4 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์					
2.5 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์					
2.6 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์					
2.7 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์					
3. ด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
3.1 การใช้สื่ออุปกรณ์มีความชัดเจน เข้าใจง่าย ช่วยให้วิทยากรที่เลี้ยงสนับสนุนนำไปให้คำแนะนำและสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมได้ดีขึ้น					
3.2 การใช้ Google Classroom and Youtube ช่วยให้วิทยากรที่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น					
3.3 การใช้ Google Application ช่วยให้วิทยากรที่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น					
3.4 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศช่วยให้วิทยากรที่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น					
4. ด้านการประเมินผลการเรียนรู้					
4.1 กิจกรรมการวัดประเมินผลการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยี สมองกลฝั่งตัวและด้านการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ สามารถวัดประเมินผลการเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
4.2 เกณฑ์การวัดประเมินผลกิจกรรม ผลงานนักเรียน มีความชัดเจน สามารถช่วยในการวัดประเมินผลได้ดี					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษา

ชื่อผู้วิจัย นายวินิตย์ พิษพันธ์
นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วโรปภา อารีราษฎร์ และ ผศ.ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้เชี่ยวชาญ
 - ตอนที่ 2 ข้อคำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับวิทยากรที่เลี้ยงและสำหรับนักเรียน
 - ตอนที่ 3 ข้อคำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน
2. ให้ท่านพิจารณารายละเอียดและตอบแบบสอบถาม โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องตารางระดับความคิดเห็นตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้
 - ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วย หรือเหมาะสมในระดับมากที่สุด
 - ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วย หรือเหมาะสมในระดับมาก
 - ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วย หรือเหมาะสมในระดับปานกลาง
 - ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วย หรือเหมาะสมในระดับน้อย
 - ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วย หรือเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุลสังกัดหน่วยงาน

มือถือ.....อีเมลล์.....

ตอนที่ 2 ข้อคำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือตามรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี
สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับวิทยากร พี่เลี้ยง

รายการ	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือวิทยากร					
1.1 ความสอดคล้องของนโยบายการจัดการศึกษา ที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
1.2 ความสอดคล้องของหลักการแนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
1.3 ความสอดคล้องของหลักการแนวคิดตามี่นำมาใช้สอดคล้องกับผลการสังเคราะห์องค์ประกอบจากการวิจัยด้วยเทคนิคอีดีเอพอาร์					
2. ด้านความเหมาะสมของคู่มือวิทยากรและพี่เลี้ยง					
2.1 กระบวนการการพัฒนาคู่มือ					
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้					
2.3 องค์ประกอบของคู่มือ					
2.4 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้					
2.5 วิธีการ หลักเกณฑ์ การวัดและประเมินผล					
2.6 ระยะเวลาในการเรียนรู้					
3. ความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
3.1 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 1 แรกพบ Kid Bright (คู่มือวิทยากร)					
3.1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3.1.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
3.1.3 ใบบกิจกรรม					
3.1.4 สื่อวีดิโอ					
3.1.5 แบบประเมินผลงานตามใบบกิจกรรม					
3.1.6 บทบาทพี่เลี้ยง					
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 2 สนุก code กับ Kid Bright					

รายการ	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3.2.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
3.2.3 ใบกิจกรรม					
3.2.4 สื่อวิดีโอ					
3.2.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม					
3.2.6 บทบาทที่เลี้ยง					
3.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 3 ปลั๊กอิน Kid Bright					
3.3.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3.3.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
3.3.3 ใบกิจกรรม					
3.3.4 สื่อวิดีโอ					
3.3.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม					
3.3.6 บทบาทที่เลี้ยง					
3.4 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 4 โครงงานด้วย Kid Bright					
3.4.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3.4.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
3.4.3 ใบกิจกรรม					
3.4.4 สื่อวิดีโอ					
3.4.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม					
3.4.6 บทบาทที่เลี้ยง					
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 ความเหมาะสมของแบบประเมินโครงงานด้วย Kid Bright					
4.2 ความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน					
4.3 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ					

ตอนที่ 3 ข้อคำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือตามรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี
สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน

รายการ	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือสำหรับนักเรียน					
1.1 ความสอดคล้องของนโยบายการจัดการศึกษา ที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
1.2 ความสอดคล้องของหลักการแนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
1.3 ความสอดคล้องของหลักการแนวคิดตามที่นำมาใช้สอดคล้องกับผลการสังเคราะห์องค์ประกอบจากการวิจัยด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์					
2. ด้านความเหมาะสมของคู่มือนักเรียน					
2.1 กระบวนการพัฒนาคู่มือ					
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้					
2.3 องค์ประกอบของคู่มือ					
2.4 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้					
2.5 วิธีการ หลักเกณฑ์ การวัดและประเมินผล					
2.6 ระยะเวลาในการเรียนรู้					
3. ความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
3.1 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 1 แรกพบ Kid Bright					
3.1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3.1.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
3.1.3 ใบกิจกรรม					
3.1.4 สื่อวิดีโอ					
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 2 สนุก Code กับ Kid Bright					
3.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3.2.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้					

รายการ	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3.2.3 ใบกิจกรรม					
3.2.4 สื่อวิดีโอ					
3.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 3 ปลั๊กอิน Kid Bright					
3.3.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3.3.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
3.3.3 ใบกิจกรรม					
3.3.4 สื่อวิดีโอ					
3.4 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 4 โครงงานด้วย Kid Bright					
3.4.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3.4.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
3.4.3 ใบกิจกรรม					
3.4.4 สื่อวิดีโอ					
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 ความเหมาะสมของแบบประเมินโครงงานด้วย Kid Bright					
4.2 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ขอขอบคุณทุกท่าน ที่ได้ตอบแบบสอบถาม
พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย
นายวินิตย์ พิษพันธ์



ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบและความสัมพันธ์ของคำถามที่เลือก

องค์ประกอบของรูปแบบ	ลำดับ ข้อ	ข้อในแบบ สอบถาม	ข้อคำถามที่เลือก
ส่วนที่ 1 ด้านนโยบาย หลักการและแนวคิดประกอบด้วย นโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0 ทักษะ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และด้านการจัด กิจกรรม การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	1	1	ด้านที่ 1 นโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0
	2	2	ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs)
	3	3	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
	4	4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ส่วนที่ 2 ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านระบบโครงสร้างของเทคโนโลยี สมองกลฝังตัว ด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ควบคุมการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว และด้านการใช้งานอุปกรณ์เพิ่มเติมเชื่อมต่อกับ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ได้แก่ เซ็นเซอร์ มอเตอร์ และการแสดงผลต่าง ๆ	-	1	ด้านที่ 2 เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย
	5	1.1	ระบบโครงสร้างของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
	6	1.2	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุม การทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
	7	1.3	การใช้งานอุปกรณ์เพิ่มเติมเชื่อมต่อกับ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ได้แก่ เซ็นเซอร์ มอเตอร์ การแสดงผลต่าง ๆ
	-	2	การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน
	8	2.1	ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้
	9	2.2	ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน
	10	2.3	ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน
	11	2.4	ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค
	12	2.5	ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ
13	2.6	ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้	
ขั้นตอนการพัฒนาระบบที่เลี้ยง	-	3	การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน
	14	3.1	ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเนื้อหาสาระสร้าง แนวคิดการทำโครงงาน
	15	3.2	ด้านเทคโนโลยี เป็นการใช้เครื่องมือในการเรียนรู้
	16	3.3	ด้านวิศวกรรม เป็นแนวคิดในการออกแบบ การทำโครงงาน
	17	3.4	ด้านคณิตศาสตร์ เป็นการใช้สถิติในการทดสอบ ประสิทธิภาพการทดลอง
-	4	เทคนิคการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการทำโครงงาน	
18	4.1	เทคนิคที่เลี้ยง (Mentor)	

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ลำดับ ข้อ	ข้อในแบบ สอบถาม	ข้อความที่เลือก
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้	-	5	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน
ประกอบด้วย การใช้ Google Classroom ในการจัด			Google Application
กิจกรรมการเรียนรู้ การใช้ Google Forms	19	5.1	การใช้ Google Classroom ในการจัดกิจกรรม
ในการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ แบบสอบถาม			การเรียนรู้
แบบประเมินต่าง ๆ การใช้ Google Sites ใน	20	5.2	การใช้ Google Forms ในการทำแบบฝึกหัด
การนำเสนอกิจกรรมของนักเรียน การใช้ Google			แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบประเมินต่าง ๆ
Search เป็นเครื่องมือค้นหาข้อมูลใช้ในการเรียนรู้	21	5.3	การใช้ Google Sites ในการนำเสนอกิจกรรม
การใช้ Google Drive เป็นเครื่องมือในการนำเสนอ			ของนักเรียน
ข้อมูลออนไลน์ หรือการแชร์ข้อมูล การใช้	22	5.4	การใช้ Google Search เป็นเครื่องมือค้นหา
Google Mail ในการลงชื่อเข้าใช้งาน Google			ข้อมูลใช้ในการเรียนรู้
Classroom และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี	23	5.5	การใช้ Google Drive เป็นเครื่องมือในการ
สารสนเทศผ่าน Youtube			นำเสนอข้อมูลออนไลน์ หรือการแชร์ข้อมูล
	24	5.6	การใช้ Google mail ในการลงชื่อเข้าใช้งาน
			Google Classroom
	-	6	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน
			Youtube
	25	6.1	การนำเสนอเนื้อหาวิดีโอผ่าน Youtube
	26	6.2	การนำเสนอผลงานนักเรียนผ่าน Youtube
	27	6.3	การนำเสนอเนื้อหาวิดีโออื่นที่เกี่ยวข้องผ่าน
			Youtube
การวัดผลประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย	-	7	การวัดและประเมินผล
การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ 3 ด้าน	-	7.1	การวัดผลด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียน
คือ การพัฒนาโครงการ การใช้งานเทคโนโลยี	28	7.1.1	เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
สมองกลและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี	29	7.1.2	การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์
วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการพัฒนา	30	7.1.3	ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรม
โครงการประเมินผลด้านทักษะการเรียนรู้			และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนา
จำนวน 3 ทักษะ คือ การทำงานเป็นทีม ความคิด			โครงการ
สร้างสรรค์และนวัตกรรม การใช้เทคโนโลยี	-	7.2	การประเมินผลด้านทักษะของนักเรียน
สารสนเทศในการเรียนรู้ การประเมินผลการจัดทำ	31	7.2.1	ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
โครงการคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ด้าน คือ	32	7.2.2	ทักษะการทำงานเป็นทีม ได้แก่ การแก้ปัญหา
ด้านชิ้นงานโครงการและด้านการนำเสนอผลงาน			ภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ
			การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ
	33	7.2.3	ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้
	-	7.3	การประเมินผลด้านการพัฒนาโครงการ
			คอมพิวเตอร์
	34	7.3.1	การประเมินผลจากการนำเสนอ
	35	7.3.2	การประเมินผลจากชิ้นงานโครงการ

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ลำดับ ข้อ	ข้อในแบบ สอบถาม	ข้อความคำถามที่เลือก
ส่วนที่ 3 ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ 1) ด้านคุณลักษณะ ของกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การพัฒนาโครงงาน คอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	- 36	- 1.1	ส่วนที่ 3 คุณลักษณะของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยี สมองกลฝังตัว
การบูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงงาน และส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และ 2) ด้านคุณลักษณะ ของนักเรียน ได้แก่ การมีความรู้ความเข้าใจด้าน เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ	37 38	1.2 1.3	บูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงงาน ส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงงานและความรู้ที่เกี่ยวข้องด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิศวกรรม การมี ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ความคิด สร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการ เรียนรู้ และ ทักษะการนำเสนอผลการพัฒนา โครงงานคอมพิวเตอร์ด้วยสมองกลฝังตัว	- 39 40 41	2. 2.1 2.2 2.3	คุณลักษณะของนักเรียน มีความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีสมองกลฝัง ตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนา โครงงานและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่ เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงงาน มีทักษะการเรียนรู้สู่การเป็นนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะนวัตกรรมและทักษะการคิดสร้างสรรค์ มีทักษะการทำงานเป็นทีมและแก้ปัญหา ได้แก่ การแก้ปัญหา ภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและ การนำเสนอ
ด้านสื่ออุปกรณ์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว คือ	42	2.4	มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ ด้านที่ 2 สื่ออุปกรณ์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่ เหมาะสมในการเรียนรู้
1. บอร์ด Kid Bight		1.4	
2. ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์และตรวจจับ	43	1.4.2	Kid bright
3. ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ขับเคลื่อน		1.5	สาระเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมใน การเรียนรู้
4. ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ควบคุม			
สาระการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ได้แก่	44	1.5.1	การออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับการวางแผน แก้ปัญหาได้
1. การออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับการวางแผน แก้ปัญหาได้	45	1.5.2	การใช้งานโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุมเทคโนโลยี สมองกลฝังตัว
2. การใช้งานโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุมเทคโนโลยี สมองกลฝังตัว	46	1.5.3	การเขียนโปรแกรมสร้างและใช้งานตัวแปร
3. การเขียนโปรแกรมสร้างและใช้งานตัวแปร	47	1.5.4	การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข
4. การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข	48	1.5.5	การเขียนโปรแกรมแบบวนรอบ
5. การเขียนโปรแกรมแบบวนรอบ	49	1.5.6	การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำตามเงื่อนไข
6. การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำตามเงื่อนไข	50	1.5.7	การเขียนโปรแกรมใช้งานดิจิทัลอินพุตและ เอาต์พุต
7. การเขียนโปรแกรมใช้งานดิจิทัลอินพุตและ เอาต์พุต			

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ลำดับ ข้อ	ข้อในแบบ สอบถาม	ข้อคำถามที่เลือก
8. การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน เซ็นเซอร์และมอเตอร์	51	1.5.8	การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานเซ็นเซอร์และมอเตอร์
	-	1.6	อุปกรณ์เพิ่มเติมที่เหมาะสมในการเรียนรู้
	52	1.6.1	ชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์และตรวจจับ
	53	1.6.2	ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ขับเคลื่อน
	54	1.6.3	ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ควบคุม
รูปแบบสื่อการเรียนรู้	-	5	รูปแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสม กับนักเรียน
1. สื่อวิดีโอ			
2. สื่อภาพนิ่ง	55	5.1	สื่อวิดีโอ
3. สื่อเอกสารประกอบการเรียนรู้	56	5.2	สื่อภาพนิ่ง
การวัดและประเมินผล	57	5.3	สื่อเอกสารประกอบการเรียนรู้
เครื่องมือวัดผล ได้แก่	-	8	การวัดและประเมินผล
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	-	8.2	เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดผลด้านเนื้อหาความรู้ ของนักเรียน
2. แบบทดสอบหลังเรียน			
3. ไปกิจกรรมระหว่างเรียน	58	8.2.1	แบบทดสอบก่อนเรียน
4. แบบประเมินทักษะ	59	8.2.2	แบบทดสอบหลังเรียน
4.1 แบบประเมินทักษะการนำเสนอ	60	8.2.3	ไปกิจกรรมระหว่างเรียน
4.2 แบบประเมินผลชิ้นงาน	-	8.4	เครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินผลด้านทักษะของนักเรียน
5. แบบสังเกตพฤติกรรม	61	8.4.1	แบบประเมินทักษะ
	62	8.4.2	แบบสังเกตพฤติกรรม
	-	8.5	การประเมินผลด้านการพัฒนาโครงการ
	-	8.5.1	การประเมินผลจากการนำเสนอ
	63	1)	กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำโครงการชัดเจน
	64	2)	ความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาโครงการ
	65	3)	ขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ชัดเจน
	66	4)	ความเหมาะสมในการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องใน การพัฒนาโครงการ
	67	5)	การวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการทำโครงการ
	-	8.5.2	การประเมินผลจากชิ้นงานโครงการ
	68	1)	ความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝัง ตัวในการพัฒนาโครงการได้
	69	2)	การออกแบบชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
	70	3)	การเลือกใช้วัสดุอย่างเหมาะสม ประหยัด คุ่มค่า
	71	4)	ชิ้นงานมีความประณีต สวยงาม เรียบร้อย เหมาะสม
	72	5)	ประสิทธิภาพหรือการใช้งานได้จริงของโครงการ

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ลำดับ ข้อ	ข้อในแบบ สอบถาม	ข้อความคำถามที่เลือก
	73	6)	รายงานผลการพัฒนาโครงการและคู่มือการใช้งานมีความสมบูรณ์
	74	7)	การต่อยอดความคิดในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์
	-	8.5.3	ลักษณะการประเมินผลการพัฒนาโครงการที่เหมาะสม
	75	1)	ประเมินผลโดยครูผู้สอน
	76	2)	ประเมินผลโดยพี่เลี้ยง
การจัดกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา			ด้านที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
1. การจัดกิจกรรมอบรมแบบค่ายวิชาการ ระยะ 4 วัน	77	1.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค่ายวิชาการ
2. กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งเป็น 4 กิจกรรม คือ			ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 6 ชั่วโมงต่อวัน
กิจกรรมที่ 1 ความหมาย ลักษณะ ประโยชน์		2.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 กิจกรรม ดังนี้
การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว			
กิจกรรมที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุม	78	2.1	กิจกรรมที่ 1 ความหมาย ลักษณะ ประโยชน์
การทำงานของบอร์ดเทคโนโลยี			การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
สมองกลฝังตัว	79	2.1.1	ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง
กิจกรรมที่ 3 การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว		2.1.2	เป้าหมายของกิจกรรม:
ร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์	80	1)	ความรู้เกี่ยวกับบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ	81	2)	ทักษะการใช้งานบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
กิจกรรมที่ 4 การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์	82	3)	ทักษะการทำงานเป็นทีม
ด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	83	4)	ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
	84	5)	ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
	85	2.2	กิจกรรมที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุมการ
			ทำงานของบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
3. เป้าหมายของกิจกรรม	86	2.2.1	ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง
3.1 ความรู้เกี่ยวกับบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว		2.2.2	เป้าหมายของกิจกรรม:
3.2 ทักษะการใช้งานบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	87	1)	ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3.3 ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์			ควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
ควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	88	2)	ทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุม
3.4 ทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุม			บอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
บอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	89	3)	ทักษะการทำงานเป็นทีม
	90	4)	ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
	91	5)	ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ลำดับ ข้อ	ข้อในแบบ สอบถาม	ข้อคำถามที่เลือก
3.6 ทักษะการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ	92	2.3	กิจกรรมที่ 3 การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ
3.7 ความรู้ในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	93	2.3.1	ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง
3.8 ทักษะในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	94	2.3.2	เป้าหมายของกิจกรรม:
3.9 ทักษะการทำงานเป็นทีม		1)	ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ
3.10 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	95	2)	ทักษะการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ
3.11 ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน	96	3)	ทักษะการทำงานเป็นทีม
ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology) ได้แก่ การใช้เทคโนโลยี	97	4)	ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
เทคโนโลยี (Technology) ได้แก่ การใช้เทคโนโลยี	98	5)	ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
สารสนเทศในการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับ	99	2.4	กิจกรรมที่ 4 การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
ศาสตร์อื่นหลักการทำงานของเทคโนโลยีสมองกล	100	2.4.1	ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง
ฝังตัวการพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ด	-	2.4.2	เป้าหมายของกิจกรรม:
เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและเซ็นเซอร์การใช้งาน	101	1)	ความรู้ในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
วัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์		2)	ทักษะในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์
อย่างถูกต้องการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) ได้แก่ การต่อชิ้นส่วนและทำงานของ	102	3)	ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	103	4)	ทักษะการทำงานเป็นทีม
	104	5)	ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
	105	3	ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
	-		การบูรณาการสะเต็มศึกษาในขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้
	106	3.1	การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science)
	107	3.1.1	การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
	108	3.1.2	การต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟฟ้า
	109	3.2	การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ลำดับ ข้อ	ข้อในแบบ สอบถาม	ข้อคำถามที่เลือก
การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ได้แก่ กระบวนการออกแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้วยโครงงานคอมพิวเตอร์	110 111	3.2.1 3.2.2	การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและ ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology) ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาข้อมูลและนำเสนอข้อมูล การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ได้แก่ การระบุปัญหาหรือความต้องการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนา	112 113 114	3.2.3 3.2.4 3.2.5	หลักการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ด เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและเซ็นเซอร์ การใช้งานวัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกต้อง
งาน สรุปรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	115 116	3.3 3.3.1	การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) กระบวนการออกแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้วยโครงงานคอมพิวเตอร์
		4	การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน
	117	4.1	การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology)
	118	4.1.1	การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาข้อมูลและนำเสนอข้อมูล
	119	4.2	การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)
ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงานการบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ได้แก่ การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนา วางแผนขั้นตอน การทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา	120	4.2.1	การระบุปัญหาหรือความต้องการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน สรุปรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) ได้แก่ การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และการต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟฟ้า การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology) ได้แก่ ทักษะการใช้งานเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ให้ถูกต้องกับลักษณะของงานและปลอดภัย และการพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและอุปกรณ์	121 122	5.1 5.1.1	การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ได้แก่ การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนา วางแผนขั้นตอน การทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา
เพิ่มเติมการบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ได้แก่ การดำเนินการแก้ปัญหา	123	6 6.1	การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ลำดับ ข้อ	ข้อในแบบ สอบถาม	ข้อคำถามที่เลือก
อย่างเป็นขั้นตอน การทดสอบ ประเมินผล การวิเคราะห์	124	6.1.1	การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานพร้อมทั้งหาแนว	125	6.1.2	การต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟฟ้า
ทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา	126	6.2	การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี
การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic)			(Technology):
ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ยและการหาค่าร้อยละ	127	6.2.1	ทักษะการใช้งานเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ ถูกต้องกับลักษณะของงาน และปลอดภัย
ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ การบูรณาการความรู้	128	6.2.2	การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ด
ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) ได้แก่ การวิเคราะห์			เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและอุปกรณ์เพิ่มเติม
องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากการพัฒนา	129	6.3	การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์
โครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนการบูรณาการ			(Engineering):
ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology) ได้แก่	130	6.3.1	การดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน
การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการรวบรวม	131	6.3.2	การทดสอบ ประเมินผล การวิเคราะห์แก้ไข
ข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล			ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานพร้อมทั้งหา
และสารสนเทศ การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้าน			แนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผล
เทคโนโลยีจากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์			การแก้ปัญหา
ของนักเรียนการบูรณาการความรู้ด้าน	132	6.4	การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์
วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ได้แก่ การ			(Mathematic):
วิเคราะห์องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์จากการ	133	6.4.1	การหาค่าเฉลี่ย
พัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนการบูร	134	6.4.2	การหาค่าร้อยละ
ณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic)		7	การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในขั้นที่ 5
ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์			จัดทำรายงานและคู่มือ
จากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	135	7.1	การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์
			(Science):
	136	7.1.1	การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จาก
			การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน
	137	7.2	การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี
			(Technology):
	138	7.2.1	การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการรวบรวม
			ข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอ
			ข้อมูลและสารสนเทศ

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ลำดับ ข้อ	ข้อในแบบ สอบถาม	ข้อคำถามที่เลือก
ชั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้การบูรณาการความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ (Science) ได้แก่ การนำเสนอองค์ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์ของนักเรียนการบูรณาการความรู้ ด้านเทคโนโลยี (Technology) ได้แก่ การใช้งาน เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอข้อมูล สารสนเทศและการประเมินผลการนำเสนอองค์ ความรู้ด้านเทคโนโลยีจากการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์ของนักเรียนการบูรณาการความรู้ ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ได้แก่ การนำเสนอองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ จากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic) ได้แก่ การนำเสนอองค์ความรู้ ด้านคณิตศาสตร์จากการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์ของนักเรียน	139 140 141 142 143 - 144 145 146 147 148 149 150 151 152	7.2.2 7.3 7.3.1 7.4 7.4.1 8 8.1 8.1.1 8.2 8.2.1 8.2.2 8.3 8.3.1 8.4 8.4.1	การวิเคราะห์ห้องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีจากการ พัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering): การวิเคราะห์ห้องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ จากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของ นักเรียน การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic): การวิเคราะห์ห้องค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์จาก การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มในชั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science): การนำเสนอองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จาก การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology): การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอ ข้อมูลสารสนเทศและการประเมินผล การนำเสนอองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีจากการ พัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering): การนำเสนอองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ จากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของ นักเรียน การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic): การนำเสนอองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการ พัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน
รวม	152		

ตารางที่ ค.2

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบ
สัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อ
พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษามี

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
ปัจจัยด้านนโยบาย หลักการ แนวคิดและความสำคัญ ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว						
1. ด้านนโยบาย หลักการ แนวคิดและความสำคัญของ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนา โครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษามี อะไรบ้าง อย่างไร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ตัวชี้วัดด้านผู้เรียนจากกิจกรรมการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงาน คอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ตัวชี้วัดด้านผู้สอนจากกิจกรรมการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงาน คอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. ตัวชี้วัดด้านสื่อการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา มีอะไรบ้าง อย่างไร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
1. กระบวนการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. กิจกรรมที่ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อการพัฒนา โครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในการใช้งานเทคโนโลยีสมอง กลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวสะ เต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผลกิจกรรมการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงาน คอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรมีการวัด และประเมินผลอย่างไร เครื่องมือวัดและประเมินผล อะไรบ้าง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
5. แนวทางการจัดกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างไร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.3

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ
แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รอบที่ 2

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
ด้านที่ 1 นโยบาย หลักการ และแนวคิด						
1. นโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ฉบับปรับปรุง 2560	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ด้านที่ 2 องค์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา						
1. เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย						
1.1 ระบบโครงสร้างของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3 การใช้งานอุปกรณ์เพิ่มเติมเชื่อมต่อกับเทคโนโลยี สมองกลฝังตัว ได้แก่ เซ็นเซอร์ มอเตอร์และ การแสดงผลต่าง ๆ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4 สื่ออุปกรณ์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมใน การเรียนรู้						
1.4.1 Orange pi	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4.2 Kid bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4.3 Micro bit	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4.4 Node MCU	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5 สารเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมในการเรียนรู้						
1.5.1 การออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับการวางแผน แก้ปัญหาได้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
1.5.2 การใช้งานโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุมเทคโนโลยี สมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5.3 การเขียนโปรแกรมสร้างและใช้งานตัวแปร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5.4 การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5.5 การเขียนโปรแกรมแบบวนรอบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5.6 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำตามเงื่อนไข	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5.7 การเขียนโปรแกรมใช้งานดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุต	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5.8 การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานเซ็นเซอร์ และมอเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.6 อุปกรณ์เพิ่มเติมที่เหมาะสมในการเรียนรู้						
1.6.1 ชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์และตรวจจับ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.6.2 ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ขับเคลื่อน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.6.3 ชุดอุปกรณ์มอเตอร์ควบคุม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ 6 ขั้นตอน						
2.1 ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.4 ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5 ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.6 ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. การบูรณาการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา						
3.1 ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเนื้อหาสาระสร้างแนวคิด การทำโครงงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2 ด้านเทคโนโลยี เป็นการใช้เครื่องมือในการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3 ด้านวิศวกรรม เป็นแนวคิดในการออกแบบการทำ โครงงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4 ด้านคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ค่าสถิติในการทดสอบ ประสิทธิภาพการทดลอง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. เทคนิคการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการทำโครงงาน						
4.1 เทคนิคพี่เลี้ยง (Mentor)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.2 เทคนิคกลุ่มแบบจิ๊กซอร์ (Jigsaw)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5. รูปแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เหมาะสม กับนักเรียน						
5.1 สื่อวิดีโอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5.2 สื่อภาพนิ่ง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5.4 สื่อเอกสารประกอบการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
6. การใช้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Google Application						
6.1 การใช้ Google Classroom ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.2 การใช้ Google Forms ในการทำแบบฝึกหัดแบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบประเมินต่าง ๆ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.3 การใช้ Google Sites ในการนำเสนอกิจกรรมของนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.4 การใช้ Google Search เป็นเครื่องมือค้นหาข้อมูลใช้ในการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.5 การใช้ Google Drive เป็นเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูลออนไลน์ หรือการแชร์ข้อมูล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.6 การใช้ Google mail ในการลงชื่อเข้าใช้งาน Google Classroom	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน Youtube						
7.1 การนำเสนอเนื้อหาวิดีโอผ่าน Youtube	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.2 การนำเสนอผลงานนักเรียนผ่าน Youtube	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.3 การนำเสนอเนื้อหาวิดีโออื่นที่เกี่ยวข้องผ่าน Youtube	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8. การวัดและประเมินผล						
8.1 การวัดผลด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียน						
8.1.1 เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.1.2 การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.1.3 ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.2 เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดผลด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียน						
8.2.1 แบบทดสอบก่อนเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.2.2 แบบทดสอบหลังเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.2.3 ใบกิจกรรมระหว่างเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.3 การประเมินผลด้านทักษะของนักเรียน						
8.3.1 ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.3.2 ทักษะการทำงานเป็นทีม ได้แก่ การแก้ปัญหาภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.3.3 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
8.4 เครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินผลด้านทักษะของนักเรียน						
8.4.1 แบบประเมินทักษะ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.4.2 แบบประเมินพฤติกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.5 การประเมินผลด้านการพัฒนาโครงการงาน						
8.5.1 การประเมินผลจากการนำเสนอ						
1) กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำโครงการงานชัดเจน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2) ความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาโครงการงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3) ขั้นตอนการพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ชัดเจน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4) ความเหมาะสมในการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5) การวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการทำโครงการงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.5.2 การประเมินผลจากชิ้นงานโครงการงาน						
1) ความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการพัฒนาโครงการงานได้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2) การออกแบบชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3) การเลือกใช้วัสดุอย่างเหมาะสม ประหยัด คุ่มค่า	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4) ชิ้นงานมีความประณีต สวยงาม เรียบร้อยเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5) ประสิทธิภาพหรือการใช้งานได้จริงของโครงการงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6) รายงานผลการพัฒนาโครงการงานและคู่มือการใช้งานมีความสมบูรณ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7) การต่อยอดความคิดในการพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.5.3 ลักษณะการประเมินผลการพัฒนาโครงการงานที่เหมาะสม						
1) ประเมินผลโดยครูผู้สอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2) ประเมินผลโดยพี่เลี้ยง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ด้านที่ 3 ตัวชี้วัดของรูปแบบ						
1. คุณลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
1.1 พัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
1.2 บูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการพัฒนาโครงการงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3 ส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. คุณลักษณะของนักเรียน						
2.1 มีความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาโครงการงานและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 มีทักษะการเรียนรู้สู่การเป็นนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะนวัตกรรมและทักษะการคิดสร้างสรรค์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 มีทักษะการทำงานเป็นทีมและแก้ปัญหา ได้แก่ การแก้ปัญหา ภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี ความร่วมมือ การวางแผน การสื่อสารและการนำเสนอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.4 ทักษะการนำเสนอผลการพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ ด้วยสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ด้านที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค่ายวิชาการ ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 6 ชั่วโมงต่อวัน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 กิจกรรม ดังนี้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.1 กิจกรรมที่ 1 ความหมาย ลักษณะ ประโยชน์ การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว						
2.1.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง						
2.1.2 เป้าหมายของกิจกรรม:						
1) ความรู้เกี่ยวกับบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2) ทักษะการใช้งานบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3) ทักษะการทำงานเป็นทีม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว						
2.2.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง						
2.2.2 เป้าหมายของกิจกรรม:						

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
1) ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2) ทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุม บอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3) ทักษะการทำงานเป็นทีม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 กิจกรรมที่ 3 การใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดง ผลต่าง ๆ						
2.3.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3.2 เป้าหมายของกิจกรรม:						
1) ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยี สมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2) ทักษะการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ร่วมกับเซ็นเซอร์ภายนอก มอเตอร์หรืออุปกรณ์ แสดงผลต่าง ๆ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3) ทักษะการทำงานเป็นทีม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ						
5) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม						
2.4 กิจกรรมที่ 4 การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ด้วย เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว						
2.4.1 ระยะเวลาเรียน 6 ชั่วโมง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.4.2 เป้าหมายของกิจกรรม:						
1) ความรู้ในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2) ทักษะในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3) ทักษะการทำงานเป็นทีม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. การบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้						
3.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science)	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
3.1.1 การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.2 การต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟฟ้า	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
3.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
3.2.1 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.2 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.3 หลักการทำงานของเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.4 การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ดเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและเซ็นเซอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.5 การใช้งานวัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกต้อง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
3.3.1 กระบวนการออกแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้วยโครงงานคอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในชั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน						
4.1 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology)	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
4.1.1 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาข้อมูลและนำเสนอข้อมูล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.2 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
4.2.1 การระบุปัญหาหรือความต้องการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน สรุปกรอบของปัญหา รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในชั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน						
5.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
5.1.1 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนาวางแผนขั้นตอน การทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในชั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์						
6.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
6.1.1 การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.1.2 การต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟฟ้า	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
6.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
6.2.1 ทักษะการใช้งานเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ถูกต้องกับ ลักษณะของงาน และปลอดภัย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.2.2 การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมบอร์ดเทคโนโลยี สมองกลฝังตัวและอุปกรณ์เพิ่มเติม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
6.3.1 การดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.3.2 การทดสอบ ประเมินผล การวิเคราะห์แก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานพร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผล การแก้ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
6.4.1 การหาค่าเฉลี่ย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.4.2 การหาค่าร้อยละ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในขั้นที่ 5 จัดทำรายงาน และคู่มือ						
7.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
7.1.1 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จาก การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
7.2.1 การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการรวบรวม ข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.2.2 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีจาก การพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
7.3.1 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ จากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
7.4.1 การวิเคราะห์องค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8. การบูรณาการตามแนวทางเพิ่มเติมในขั้นที่ 6 สานต่อ การเรียนรู้						
8.1 การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
8.1.1 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จากการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.2 การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
8.2.1 การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอ ข้อมูลสารสนเทศและการประเมินผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.2.2 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีจากการ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.3 การบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
8.3.1 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์จาก การพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.4 การบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic):	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง
8.4.1 การนำเสนอองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.4

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ
แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝัง
ตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
1. ด้านเนื้อหาการเรียนรู้						
1.1 เนื้อหาที่มีความทันสมัย เหมาะกับการนำไป ไปใช้งานในปัจจุบัน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2 การเรียบเรียงเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอน เรียงตามความง่ายไปยาก ช่วยให้เข้าใจ ง่าย ชัดเจน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้สามารถในการนำ ไปพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์และพัฒนา ต่อยอดได้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมมีความชัดเจนต่อเนื่อง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้มีความรู้ในการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันมีการทำงานเป็นทีมและมีการนำเสนอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีวิทยากรพี่เลี้ยงช่วยให้นักเรียนได้รับคำแนะนำในการสร้างผลงานจากกิจกรรมและชิ้นงานโครงงานสำเร็จ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสร้างชิ้นงานและเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รู้จักบทบาทของตนในกลุ่ม และสามารถแบ่งภาระหน้าที่ความรับผิดชอบงานด้านการเรียนจนทำให้บรรลุเป้าหมายในการเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.8 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยี	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.9 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านวิศวกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.10 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
3. ด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศ						
ในการเรียนรู้						
3.1 การใช้สื่ออุปกรณ์บอร์ดคิดโปรท และ อุปกรณ์เสริมต่อพวงสนับสนุนให้นักเรียน เรียนรู้ได้ดีและสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ ง่ายขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2 การใช้ Google Application และ Youtube จัดกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่าย สะดวกมากขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3 การใช้ Google Classroom จัดกิจกรรม การเรียนรู้สนับสนุนให้นักเรียน แลกเปลี่ยนเรียนรู้มากยิ่งขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสนับสนุนให้ นักเรียนสามารถพัฒนาโครงงาน คอมพิวเตอร์ได้ดีมากขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านการประเมินผลการเรียนรู้						
4.1 คู่มือและกิจกรรมให้ความรู้เนื้อหา เพียงพอในการวัดประเมินผลการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.2 วิทยากรและพี่เลี้ยงให้คำแนะนำและ ความรู้เพียงพอในการวัดประเมินผล การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.5

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบสอบถามความพึงพอใจของพี่เลี้ยงที่มีต่อกิจกรรมและคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่	คนที่	คนที่	รวม		
	1	2	3			
1. ด้านเนื้อหาการเรียนรู้						
1.1 คู่มือการจัดกิจกรรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย ช่วยให้วิทยากรและพี่เลี้ยง สนับสนุนและให้คำแนะนำนักเรียนใน การทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดี	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2 คู่มือการจัดกิจกรรมช่วยให้วิทยากรและ พี่เลี้ยงสนับสนุนและให้คำแนะนำ นักเรียนในการพัฒนาโครงงาน คอมพิวเตอร์ได้ดี	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3 คู่มือการจัดกิจกรรมช่วยให้วิทยากรและ พี่เลี้ยงสนับสนุนและให้คำแนะนำ นักเรียนในการเทคโนโลยีสารสนเทศใน การเรียนรู้ได้ดี	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทให้คำแนะนำ และสนับสนุนนักเรียนในการทำกิจกรรม เรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และทำใบ กิจกรรมได้ดีมากขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 วิทยากรและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้ นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ด้านการใช้งานเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เพื่อการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 วิทยากรและพี่เลี้ยงช่วยให้นักเรียนรู้จัก บทบาทและหน้าที่ในการเรียนรู้แบบทีม ได้ดี	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
2.4 วิทยาการและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้ นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5 วิทยาการและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้ นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ ด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.6 วิทยาการและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้ นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ ด้านวิศวกรรมเพื่อพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.7 วิทยาการและพี่เลี้ยงมีบทบาทช่วยให้ นักเรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ ด้านคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสื่อและเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนรู้						
3.1 การใช้สื่ออุปกรณ์มีความชัดเจน เข้าใจ ง่าย ช่วยให้วิทยาการพี่เลี้ยงสนับสนุน นำไปให้คำแนะนำและสนับสนุนนักเรียน ในการทำกิจกรรมได้ดีขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2 การใช้ Google Classroom และ Youtube ช่วยให้วิทยาการพี่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียน ในการทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ ความรู้และทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3 การใช้ Google Application ช่วยให้ วิทยาการพี่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียนในการ ทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และ ทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่	คนที่	คนที่	รวม		
	1	2	3			
3.4 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศช่วยให้ วิทยาการพี่เลี้ยงสนับสนุนนักเรียนในการ ทำกิจกรรมเรียนรู้ เสริมองค์ความรู้และ ทำใบกิจกรรมได้ดีมากขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านการประเมินผลการเรียนรู้						
4.1 กิจกรรมการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและ ด้านการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ สามารถวัดประเมินผลการเรียนรู้ได้ ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.2 เกณฑ์การวัดประเมินผลกิจกรรม ผลงาน นักเรียน มีความชัดเจน สามารถช่วยใน การวัดประเมินผลได้ดี	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.6

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
ข้อคำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือตามรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับวิทยากร พี่เลี้ยง						
1. ด้านความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือวิทยากร						
1.1 ความสอดคล้องของนโยบายการจัดการศึกษา ที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2 ความสอดคล้องของหลักการแนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3 ความสอดคล้องของหลักการแนวคิดตามี่นำมาใช้สอดคล้องกับผลการสังเคราะห์องค์ประกอบจากการวิจัยด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านความเหมาะสมของคู่มือวิทยากรและพี่เลี้ยง						
2.1 กระบวนการการพัฒนาคู่มือ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 องค์ประกอบของคู่มือ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.4 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5 วิธีการ หลักเกณฑ์ การวัดและประเมินผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.6 ระยะเวลาในการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						

(ต่อ)

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
3.1 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 1 แรกพบ Kid Bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.3 ใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.4 สื่อวีดิโอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.6 บทบาทที่เลี้ยง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 2 สนุก code กับ Kid Bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.3 ใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.4 สื่อวีดิโอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.6 บทบาทที่เลี้ยง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 3 ปลั๊กอิน Kid Bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.3 ใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.4 สื่อวีดิโอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.6 บทบาทที่เลี้ยง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 4 โครงการงานด้วย Kid Bright						
3.4.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4.3 ใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4.4 สื่อวีดิโอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
3.4.5 แบบประเมินผลงานตามใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4.6 บทบาทที่เลี้ยง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 ความเหมาะสมของแบบประเมินโครงงานด้วย Kid Bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.2 ความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.3 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ต่อคู่มือตามรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียน						
1. ด้านความสอดคล้องของกิจกรรมกับคู่มือสำหรับนักเรียน						
1.1 ความสอดคล้องของนโยบายการจัดการศึกษาที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2 ความสอดคล้องของหลักการแนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3 ความสอดคล้องของหลักการแนวคิดตามี่นำมาใช้สอดคล้องกับผลการสังเคราะห์องค์ประกอบจากการวิจัยด้วยเทคนิคอีดีเอฟอาร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านความเหมาะสมของคู่มือสำหรับนักเรียน						
2.1 กระบวนการการพัฒนาคู่มือ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 องค์ประกอบของคู่มือ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.4 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5 วิธีการ หลักเกณฑ์ การวัดและประเมินผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
2.6 ระยะเวลาในการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ความเหมาะสมของกิจกรรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
3.1 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 1 แรกพบ Kid Bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.3 ใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1.4 สื่อวิดีโอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 2 สนุก code กับ Kid Bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.3 ใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2.4 สื่อวิดีโอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 3 ปลั๊กอิน Kid Bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.3 ใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3.4 สื่อวิดีโอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ 4 โครงงานด้วย Kid Bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4.3 ใบกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4.4 สื่อวิดีโอ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 ความเหมาะสมของแบบประเมินโครงงานด้วย Kid Bright	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.2 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.7

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบประเมินโครงการคอมพิวเตอร์

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่	คนที่	คนที่	รวม		
	1	2	3			
การนำเสนอโครงการ						
1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำโครงการชัดเจน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. แนวคิดในการประยุกต์ใช้บอร์ด Kid Bright เพื่อพัฒนาโครงการ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ขั้นตอนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ชัดเจน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. ความเหมาะสมในการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5. การวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการทำโครงการ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6. รายงานผลการพัฒนาโครงการและคู่มือการใช้งานมีความสมบูรณ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
คุณภาพชิ้นงานของโครงการ						
1. ความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการพัฒนาโครงการได้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. การออกแบบชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. การเลือกใช้วัสดุอย่างเหมาะสม ประหยัด คุ่มค่า	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. ชิ้นงานมีความประณีต สวยงาม เรียบร้อย เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5. ประสิทธิภาพหรือการใช้งานได้จริงของโครงการ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6. การต่อยอดความคิดในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.8

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
1. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม						
1.1 วางแผนพัฒนานวัตกรมอย่างเป็นระบบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2 พัฒนานวัตกรรมและประเมินระหว่างการพัฒนา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3 ประเมินสรุปประสิทธิผลของนวัตกรรมที่พัฒนา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4 ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5 ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสื่อสารนวัตกรรมสู่สังคม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านการทำงานเป็นทีม						
2.1 การวางแผนแก้ปัญหาาร่วมกัน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 การมีภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 การให้ไว้วางใจและมีความร่วมมือในการทำงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.4 การสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5 การนำเสนอและยอมรับความคิดของตนเองและผู้อื่น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ						
3.1 ใช้ Google Classroom, Google Search, Google Drive, YouTube ในการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2 ใช้ Google Classroom, Google Site ในการสื่อสาร	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3 ใช้ Google Classroom, Google Search, Google Drive, YouTube, Google Site ในการทำงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านการเรียนรู้แบบบูรณาการในการทำโครงงานตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ : วัตถุประสงค์เพื่อให้						
นักเรียนได้เรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยีสมองกล						
ฝังตัวและขั้นตอนการพัฒนาโครงงาน						

(ต่อ)

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
1. ด้านวิทยาศาสตร์ : การใช้งานวงจรและ การเขียนโปรแกรมเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านเทคโนโลยี : การเปลี่ยนแปลงของ เทคโนโลยีและขั้นตอนการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านวิศวกรรม : การออกแบบการใช้งาน เทคโนโลยีสมองฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน: ปัญหา ชื่อโครงการ วัตถุประสงค์ การใช้ความรู้ STEM เพื่อพัฒนาโครงการ						
1. ด้านเทคโนโลยี : การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการค้นหาและรวบรวมข้อมูล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านวิศวกรรม : การระบุปัญหาหรือ ความต้องการเพื่อแก้ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน : วางแผนการแก้ปัญหา ออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา วางแผนการ ทดสอบและการเก็บข้อมูล						
1. ด้านวิศวกรรม : ความรู้ด้านการออกแบบ ชิ้นงาน การวางแผนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนการดำเนินงานโครงการ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ : ทดลองทดสอบชิ้นงาน แก้ไขปรับปรุง เก็บข้อมูล						
1. ด้านวิทยาศาสตร์ : การใช้งานเทคโนโลยี สมองกลฝังตัว	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านเทคโนโลยี : การใช้งานวัสดุ เครื่องมือ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านวิศวกรรม : การประเมินประสิทธิภาพ ชิ้นงาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านคณิตศาสตร์ : การคำนวณค่าเฉลี่ย ร้อยละประสิทธิภาพชิ้นงานและผลการทดลอง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
<p>ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ : การประมวลข้อมูล และนำเสนอข้อมูลแบบโปสเตอร์ วิดีโอการใช้ งานและ Google Site</p>						
1. ด้านวิทยาศาสตร์ : องค์กรความรู้ในการพัฒนา โครงการ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านเทคโนโลยี : ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อ นำเสนองานได้อย่างหลากหลาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านวิศวกรรม : องค์กรความรู้ในการพัฒนา โครงการ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านคณิตศาสตร์ : องค์กรความรู้ในการพัฒนา โครงการ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
<p>ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ : การนำเสนอโครงการด้วย Google Site</p>						
1. ความรู้ความเข้าใจการใช้ความรู้สะเต็มศึกษา ในการพัฒนาโครงการเพื่อพัฒนาต่อยอด ในด้านต่างๆ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

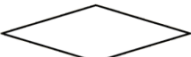
ตารางที่ ค.9

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ
แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่	คนที่	คนที่	รวม		
	1	2	3			
1. ข้อใดเป็นเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นมาเพื่อตอบสนองความ จำเป็นของมนุษย์ ก. รองเท้าวิ่ง ข. กล้องดินสอ ค. ปากกาลบคำผิด ง. ยาพาราเซตามอล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของเทคโนโลยี ก. นวัตกรรมของมนุษย์ ข. สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อนำมาแก้ปัญหา ค. ความรู้และทักษะที่มีต่อสังคมของมนุษย์ ง. การปรุงแต่งของเก่าให้ใหม่และเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ข้อใดเป็นส่วนประมวลผลบอร์ด Kid Bright ก. Atmel ATmega328 ข. ATmega2560 ค. ESP-WROOM-32 ง. Broadcom BCM2837 64-bit Quad-Core ARM Cortex-A53 ARMv8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. Kid Bright IDE สามารถดาวโหลดได้จากเว็บไซต์ใด ก. www.youtube.com ข. www.facebook.com ค. www.kid-bright.org ง. www.nstda.or.th	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5. เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวมีความหมายตรงกับข้อใด ก. ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่นำมาประยุกต์ใช้ งานได้หลากหลาย ข. ระบบโทรศัพท์ที่นำมาประยุกต์ใช้งานได้ หลากหลาย ค. ระบบโทรทัศน์ที่นำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ง. ระบบเครื่องเสียงที่นำมาประยุกต์ใช้งานได้ หลากหลาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)





ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
6.  สัญลักษณ์นี้มีความหมายตรงกับข้อใด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ก. การเริ่มต้น						
ข. การตัดสินใจ						
ค. การรับ – ส่งข้อมูล						
ง. การประมวลผล						
7. การเขียนโปรแกรมเพื่องานโมดูลเซอร์โวมอเตอร์ สามารถทำได้ตามข้อใด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ก. ใช้งานบล็อกเมนูคำสั่งขั้นสูง						
ข. ใช้งานบล็อกเมนูคำสั่งไอโอ						
ค. ใช้งานบล็อกเมนูคำสั่งไอโอ						
ง. ดาวน์โหลดชุดบล็อกคำสั่งจากเว็บไซต์ https://store.kidbright.info/ ติดตั้งและใช้งานจากเมนูคำสั่งปลั๊กอิน						
8. การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข สามารถใช้เมนูชุดคำสั่งใดบน Kid Bright IDE	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ก. เมนูคำสั่งพื้นฐาน						
ข. เมนูคำสั่งคณิตศาสตร์						
ค. เมนูคำสั่งตรรกะ						
ง. เมนูคำสั่งขั้นสูง						
9. การเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลทางหน้าจอ LED 16x8 สามารถใช้เมนูชุดคำสั่งใดบน KidBright IDE	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ก. เมนูคำสั่งพื้นฐาน						
ข. เมนูคำสั่งคณิตศาสตร์						
ค. เมนูคำสั่งตรรกะ						
ง. เมนูคำสั่งขั้นสูง						
10. ข้อใดต่อไปนี้ ถือเป็นกระบวนการทำซ้ำ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ก. ตื่นนอน ล้างหน้า แปรงฟัน อาบน้ำ ไปโรงเรียน						
ข. เรียนหนังสือ ง่วงนอน แอบหลับ						
ค. ถ้าหิวจะทานข้าวก่อนแล้วค่อยนอน						
ง. ชนะเลิศในการแข่งขันฟุตบอล						

(ต่อ)

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
11. คำว่า “อัลกอริธึม (Algorithms)” มีความหมายตรงกับข้อใดมากที่สุด ก. การวิเคราะห์ปัญหา ข. ขั้นตอนการแก้ปัญหา ค. ขั้นตอนการแก้ปัญหา ง. การแก้ไขข้อบกพร่อง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12. หากนักเรียนต้องการหาคะแนนเฉลี่ยวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียน 30 คน ข้อมูลนำเข้าคือข้อใด ก. วิชาคอมพิวเตอร์ ข. คะแนนของนักเรียนแต่ละคน ค. สูตรหาค่าเฉลี่ย ง. ผลลัพธ์ที่ได้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13. ถ้าต้องการตรวจสอบค่า A มากกว่า B จริงหรือไม่ ข้อใดใช้สัญลักษณ์ถูกต้อง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 

(ต่อ)

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
	1	2	3			
14. ข้อใดเป็นการเขียนโปรแกรมลักษณะแบบมีเงื่อนไข	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

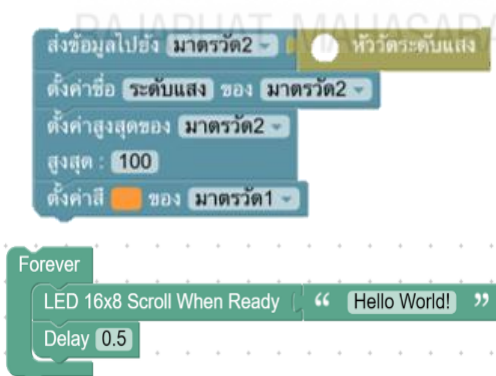
ก.



ข.



ค.



ง.

15. ข้อมูลชนิดใด สามารถนำมาใช้สร้างตัวแปรเพื่อใช้งานได้ใน Kid Bright IDE

ก. ภาพ

ข. เสียง

ค. ตัวอักษร

ง. จำนวนเต็มและทศนิยม

(ต่อ)

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
16. ข้อใดคือการเขียนโปรแกรมวนซ้ำแบบมีเงื่อนไข	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ก.

ข.

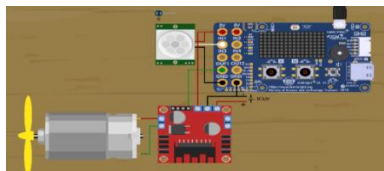
ค.

ง.

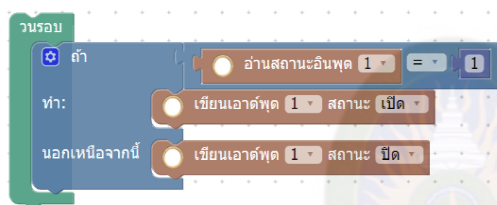
(ต่อ)

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
	1	2	3	3		
17.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง



จากภาพ การเขียนโปรแกรมใช้งานอุปกรณ์ภายนอกบอร์ดสามารถทำได้ในข้อใด



(ต่อ)

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่	คนที่	คนที่	รวม		
	1	2	3			
18. พิจารณาข้อความต่อไปนี้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ก. จัดทำรายงานและคู่มือ						
ข. วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน						
ค. เปิดโลกการเรียนรู้						
ง. วางแผนการดำเนินการ						
จ. สานต่อการเรียนรู้						
ฉ. ปฏิบัติการสร้างสรรค						
ข้อใดถูกต้องในการเรียงลำดับขั้นตอนการพัฒนา โครงการคอมพิวเตอร์						
ก. จ ง ค ข ฉ ก						
ข. ง ค ฉ ข ก จ						
ค. ค ข ง ฉ ก จ						
ง. ก ง จ ค ข ฉ						
19. ขั้นตอนใดเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่น เข้าใจในกระบวนการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ก. เปิดโลกการเรียนรู้						
ข. วางแผนการดำเนินการ						
ค. ปฏิบัติการสร้างสรรค						
ง. สานต่อการเรียนรู้						
20. การรวบรวมองค์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน ตรงกับข้อใดในการพัฒนาโครงการ คอมพิวเตอร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ก. เปิดโลกการเรียนรู้						
ข. วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน						
ค. วางแผนการดำเนินการ						
ง. ปฏิบัติการสร้างสรรค						

ตารางที่ ค.10

คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.71	0.63	11	0.47	0.38
2	0.59	0.25	12	0.58	0.25
3	0.71	0.25	13	0.59	0.25
4	0.53	0.25	14	0.53	0.38
5	0.65	0.25	15	0.65	0.25
6	0.59	0.38	16	0.53	0.25
7	0.65	0.25	17	0.58	0.38
8	0.47	0.25	18	0.58	0.38
9	0.53	0.25	19	0.59	0.38
10	0.53	0.25	20	0.53	0.25

หมายเหตุ. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.47 - 0.71
มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.63 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.88



ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/ ๖๗/๔๗/๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.เทอดชัย บัวผาย

ด้วย นายวิญญัติ พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๒๕๖๑ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
- ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

๕๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๔๓๗๒ ๑๙๑๙

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/ว๓/๔๓/๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.กนิษฐา อินธิจิต

ด้วย นายวิญญัติ พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๒๕๖๑/๒๕๖๒/๒๕๖๓ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง -รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมของกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา- เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัย อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๓

โทรสาร ๐ ๔๓๓๒ ๑๙๑๙

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/ว๗๔๗/๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สุพิชฌาย์ ศรีโคตร

ด้วย นายวินิตย์ พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๒๕๖๑/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง -รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา- เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
- ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

๘๕๘

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๔๓๓๒ ๑๙๑๙



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๒๗

ที่ ทสท./ว๔๕๗

วันที่ ๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วิรพณ ภาณุรักษ์

ด้วย นายวิมลชัย พิซพันธ์ นักศึกษาระดับประจำตัว ๕๙๙๒๗/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินการด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๕๕๘

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัช อาวีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗/

ที่ ทสท.ว.๔๕๗

วันที่ ๒๗ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.อภิชาติ เหล็กดี

ด้วย นายวิเศษ พิชพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ๕๗๗๒๗/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินการด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๘๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/ ๖๗๔๗๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกลด พิมพิศาล

ด้วย นายวินิตย์ พิซพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ประจำปี ๒๕๖๑/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัช อารีราชกุล)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๔๓๗๒ ๑๙๑๙

ที่ ศษ ๐๕๔๐.๑๑/ ๖๗/๕๗/๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายจตุรงค์ กมลเลิศ

ด้วย นายวิมลชัย พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๕๙๙๒๓/๐๐๔๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง -รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา- เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

๘๕๘

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๕๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๕๓๗๒ ๑๙๑๙



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

ที่ ทสท./ว๔๕๗

วันที่ ๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.รัชชัย สหพงษ์

ด้วย นายวินิตย์ พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๕๙๙๒๗/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง -รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา- เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
- อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ร.ร.ร.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/ ๖๗๔๗/๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.วิญญู อูตระกูล

ด้วย นายวินิตย์ พิซพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๒๕๖๑/๐๐๔๐๑๐๔ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๔๓๗๒ ๑๙๑๙



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

ที่ ทสท./ว๔๕๗

วันที่ ๒๗ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สุนันทา กลิ่นถาวร

ด้วย นายวินิตย์ พิซพันธ์ นักศึกษาระดับประกาศิตัว ๕๙๙๒๗/๐๐๔๐๑๐๔ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
- อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๐๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

ที่ ทสท./ว๔๕๗

วันที่ ๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยันต์ สกุลไทย

ด้วย นายวิรัตน์ พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ๕๙๙๒๗/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล

ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย

อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๐๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ที่ ศช ๐๕๔๐.๑๑/ ๖๗/๔๗/๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ฐิติมา ผ่องแผ้ว

ด้วย นายวินิตย์ พิษพันธ์ นักศึกษาระดับประจำตัว ๕๙๙๒๗/๐๐๔๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง -รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา- เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรัช อารีราษฎร์)
คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๔๓๓๒ ๑๙๑๙



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

ที่ ทสท./ว๔๕๗

วันที่ ๒๗ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ปิยศักดิ์ ธิอาสนา

ด้วย นายวินิตย์ พิซพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๕๙๙๒๗/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
- อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๕๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/ ๖๗๔๗/๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ทรงพล นคเรศเรืองศักดิ์

ด้วย นายวิมลชัย พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๒๕๖๑ สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง -รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา- เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอรัช อารีราชกุล)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๔๓๗๒ ๑๙๑๙

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/๖๗/๔๗๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายประเดิม วรรณทอง

ด้วย นายวินิตย์ พิซพันธ์ นักศึกษารหัสประจำตัว ๕๙๙๒๗/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง -รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา- เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัช อารีราชกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๔๓๓/๒ ๑๙/๑๙

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/ว๗๔๗/๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายกฤษณ์ย์ ล้ำจุมจัง

ด้วย นายวิวัฒน์ พิชพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๕๙๙๒๗/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินการด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๕๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๕๓๗๒ ๑๙๑๙

ที่ ศช ๐๔๔๐.๑๑/ ๖๗/๔๗/๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๗ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางแจ่มนภา ล้ำจุงจั่ง

ด้วย นายวิญญัติ พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๒๕๖๑/๐๐๔๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรัช อารีราชกุล)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๔๓๗๒ ๑๙๑๙

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/ ๖๗๔๗๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.มงคล แสงอรุณ

ด้วย นายวิวัฒน์ พิซพันธ์ นักศึกษาระดับประจำตัว ๕๙๙๒๗๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

๐๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทร ๐ ๕๓๐๒ ๐๒๒๗

โทรสาร ๐ ๕๓๗๒ ๑๙๑๙



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

ที่ ทสท./ว๔๕๗

วันที่ ๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.อภิดา รุณวาทย์

ด้วย นายวิญญัติ พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๒๕๖๑/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล

ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย

อื่นๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๐๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗

ที่ พสท.ว.๔๕๗

วันที่ ๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.กาญจนา คงสงคราม

ด้วย นายวิมลชัย พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๒๕๖๑/๐๐๘๐๑๐๘ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๐๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวีช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐๔๓-๐๒๐๒๒๓

ที่ ทสท./ว๕๓๗๘

วันที่ ๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิการประชุมกลุ่มย่อย

เรียน ดร.สุนันทา กลิ่นถาวร

ตามที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี โดยในกระบวนการเรียนการสอน นักศึกษาอยู่ระหว่างขั้นตอน การทำวิทยานิพนธ์ ในกระบวนการนี้จะต้องมีการพิจารณารูปแบบและความเหมาะสมของการทำวิจัยรวมทั้งรวมเหมาะสมของเครื่องมือการทำวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคณะฯได้กำหนดประชุมในวันอาทิตย์ที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ดังนั้น คณะฯ จึงขอเรียนเชิญท่านซึ่งเป็นอาจารย์ประจำขอพบหลักสูตรและอาจารย์ที่ปรึกษาของกลุ่มดังกล่าวในการประชุม กลุ่มย่อย ในวันที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

๐๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชรัศ อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐๔๓-๐๒๐๒๒๓๗

ที่ ทสท./ว๕๓/๘

วันที่ ๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิการประชุมกลุ่มย่อย

เรียน ดร.อภิชาติ เหล็กดี

ตามที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี โดยในกระบวนการเรียนการสอน นักศึกษาอยู่ระหว่างขั้นตอน การทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้กระบวนการนี้จะต้องมีการพิจารณารูปแบบและความเหมาะสมของการทำวิจัยรวมทั้งรวมเหมาะสมของเครื่องมือการทำวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคณะฯได้กำหนดประชุมในวันอาทิตย์ที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ดังนั้น คณะฯ จึงขอเรียนเชิญท่านซึ่งเป็นอาจารย์ประจำขอบหลักสูตรและอาจารย์ที่ปรึกษาของกลุ่มดังกล่าวในการประชุม กลุ่มย่อย ในวันที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

๐๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรธ อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐๔๓-๐๒๐๒๒๗

ที่ ทสท./ว๕๗๔

วันที่ ๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิการประชุมกลุ่มย่อย

เรียน คร.อวิชัย สหพงษ์

ตามที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี โดยในกระบวนการเรียนการสอน นักศึกษาอยู่ระหว่างขั้นตอน การทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ กระบวนการนี้จะต้องมีการพิจารณารูปแบบและความเหมาะสมของการทำวิจัยรวมทั้งรวมเหมาะสมของเครื่องมือการทำวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคณะฯได้กำหนดประชุมในวันอาทิตย์ที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TMS ชั้น ๑ (อาคาร ๓๔) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ดังนั้น คณะฯ จึงขอเรียนเชิญท่านซึ่งเป็นอาจารย์ประจำขอบหลักสูตรและอาจารย์ที่ปรึกษาของกลุ่มดังกล่าวในการประชุม กลุ่มย่อย ในวันที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TMS ชั้น ๑ (อาคาร ๓๔) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

อวิชัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อวิชัย อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐๔๓-๐๒๐๒๒๒๗

ที่ ทสท./ว๕๓/๘

วันที่ ๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิการประชุมกลุ่มย่อย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยันต์ สกุลไทย

ตามที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี โดยในกระบวนการเรียนการสอน นักศึกษาอยู่ระหว่างชั้นตอน การทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ กระบวนการนี้จะต้องมีการพิจารณารูปแบบและความเหมาะสมของการทำวิจัยรวมทั้งรวมเหมาะสมของเครื่องมือการทำวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคณะฯได้กำหนดประชุมในวันอาทิตย์ที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TMS ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ดังนั้น คณะฯ จึงขอเรียนเชิญท่านซึ่งเป็นอาจารย์ประจำขอบหลักสูตรและอาจารย์ที่ปรึกษาของกลุ่มดังกล่าวในการประชุม กลุ่มย่อย ในวันที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TMS ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรัช อารีวิชาญ)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ที่ ขว ๐๖๑๙.๑๑/๖๔๓๖



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๕๐๐๐

๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิการประชุมกลุ่มย่อย

เรียน ดร.กนิษฐา อินธิจิต

ด้วยคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี โดยในกระบวนการเรียนการสอน นักศึกษาอยู่ระหว่างขั้นตอน การทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีกระบวนการนี้ จะต้องมีการพิจารณารูปแบบและความเหมาะสมของการทำวิจัยรวมทั้งรวมเหมาะสมของเครื่องมือการทำวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคณะได้กำหนดประชุมในวันอาทิตย์ที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๔) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะ เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญ และสามารถให้คำแนะนำกับนักศึกษาได้เป็นอย่างดี

ดังนั้น คณะ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประชุม กลุ่มย่อย ในวันที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๔) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมืออนุเคราะห์จากท่านด้วยดี หากขัดข้องประการใดกรุณาแจ้งมายังคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชรัช อารีราชกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
โทรศัพท์ ๐๔๓ - ๐๒๐๒๒๓๗
โทรสาร ๐๔๓ - ๐๒๐๒๒๓๗



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๑๑/วศ/๔๗๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๒๗ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สวียา สุรมณี

ด้วย นายวินิตย์ พิษพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี ๒๕๖๑ สาขาการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** เพื่อให้การวิจัยดำเนินด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- ด้าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ร.ร.ร.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัช ชารีราษฎร์)
คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
โทร ๐ ๔๓๐๒ ๐๒๒๗
โทรสาร ๐ ๔๓๓๗ ๑๙๑๙

ที่ อว ๐๖๑๙.๑๑/ว๔๓๓๖



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิการประชุมกลุ่มย่อย

เรียน ดร.เทอดชัย บัวผาย

ด้วยคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี โดยในกระบวนการเรียนการสอน นักศึกษาอยู่ระหว่างขั้นตอน การทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีกระบวนการนี้ จะต้องมีการพิจารณารูปแบบและความเหมาะสมของการทำวิจัยรวมทั้งรวมเหมาะสมของเครื่องมือการทำวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคณะได้กำหนดประชุมในวันอาทิตย์ที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TMS ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะฯ เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญ และสามารถให้คำแนะนำกับนักศึกษาได้เป็นอย่างดี

ดังนั้น คณะฯ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประชุม กลุ่มย่อย ในวันที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TMS ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมืออนุเคราะห์จากท่านด้วยดี หากขัดข้องประการใดกรุณาแจ้งมายังคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
โทรศัพท์ ๐๔๓ - ๐๒๐๒๒๓/
โทรสาร ๐๔๓ - ๐๒๐๒๒๓/

ที่ อว ๐๖๑๙.๑๑/ว๔๓๓๖



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิการประชุมกลุ่มย่อย

เรียน ดร.วิญญู อุตระ

ด้วยคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี โดยในกระบวนการเรียนการสอน นักศึกษาอยู่ระหว่างขั้นตอน การทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีกระบวนการนี้ จะต้องมีการพิจารณารูปแบบและความเหมาะสมของการทำวิจัยรวมทั้งรวมเหมาะสมของเครื่องมือการทำวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคณะได้กำหนดประชุมในวันอาทิตย์ที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๔) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะฯ เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญ และสามารถให้คำแนะนำกับนักศึกษาได้เป็นอย่างดี

ดังนั้น คณะฯ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประชุม กลุ่มย่อย ในวันที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๔) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี หากขัดข้องประการใดกรุณาแจ้งมายังคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชรัส อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

โทรศัพท์ ๐๔๓ - ๐๒๐๒๒๓

โทรสาร ๐๔๓ - ๐๒๐๒๒๓



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โทร ๐๔๓-๐๒๐๒๒๒๗

ที่ ทสท./ว.๕๗๘

วันที่ ๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิการประชุมกลุ่มย่อย

เรียน ดร.ณัฐพงศ์ พลสยาม

ตามที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี โดยในกระบวนการเรียนการสอน นักศึกษาอยู่ระหว่างขั้นตอน การทำวิทยานิพนธ์ ในกระบวนการนี้จะต้องมีการพิจารณารูปแบบและความเหมาะสมของการทำวิจัยรวมทั้งรวมเหมาะสมของเครื่องมือการทำวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคณะได้กำหนดประชุมในวันอาทิตย์ที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ดังนั้น คณะฯ จึงขอเรียนเชิญท่านซึ่งเป็นอาจารย์ประจำขอพบหลักสูตรและอาจารย์ที่ปรึกษาของกลุ่มดังกล่าวในการประชุม กลุ่มย่อย ในวันที่ ๑ ธันวาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๙.๐๐ น. ณ ห้องเรียน TM3 ชั้น ๑ (อาคาร ๓๘) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชรัช อารีราษฎร์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

- (1) วินิตย์ พิซพันธ์ วรปภา อารีราษฎร์ และ ธรัช อารีราษฎร์. (2560). “ผลการศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว สำหรับการจัดกิจกรรมตามนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ โดยใช้กระบวนการสะเต็มศึกษา” *การประชุมวิชาการระดับชาติ การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 3 (NCTIM 2017) 2 - 3 มีนาคม*.
- (2) วินิตย์ พิซพันธ์ วรปภา อารีราษฎร์ และ เนตรชนก จันทร์สว่าง. (2560). “การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา” *การประชุมวิชาการระดับชาติ การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 4 (NCTIM 2018) 5 - 6 มีนาคม*.
- (3) วินิตย์ พิซพันธ์ วรปภา อารีราษฎร์ และ เนตรชนก จันทร์สว่าง. (2562). “การสังเคราะห์รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา” *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 6(2) กรกฎาคม - ธันวาคม*.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นายวินิตย์ พิษพันธ์
วัน เดือน ปี เกิด	3 กรกฎาคม พ.ศ. 2523
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านท่าสะอาด (สวรรคคองคา) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสกลนคร เขต 2
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ผู้อำนวยการสถานศึกษา

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546	ปริญญาตรี ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา วิชาเอก เคมี-คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2551	ปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2558	ปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารการศึกษา สถาบันรัชต์ภาคย์
พ.ศ. 2562	ปริญญาเอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม