

**ผลของการฝึกอบรมด้วยระบบสมองกลฝังตัว Micro: Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน
สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

**The Results of Training with Embedded Systems Micro: Bit Using
Projects-based Learning for Mathayomsuksa 1 Students**

(Received: August 31, 2020; Revised: January 11, 2021; Accepted: August 24, 2021)

วิชิต เทพประสิทธิ์¹

Wichit Theprasit¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างชุดฝึกอบรม เรื่อง “การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1” 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการอบรม 3) เพื่อศึกษาผลงาน โครงงานสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดขึ้นหลังจากผู้เข้ารับการอบรมได้รับการฝึกโดยชุดฝึกอบรมฯ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมหลังจากได้รับการฝึกโดยชุดฝึกอบรมฯ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสันทราย (พรหมณีวิทยา) อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย จำนวน 14 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ชุดฝึกอบรม แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรม แบบประเมินโครงงาน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า T-test

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกอบรมประกอบด้วย คู่มือการฝึกอบรม ใบกิจกรรม สื่อการฝึกอบรม อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรมโดยรวมคะแนน 4.5 อยู่ในระดับมากที่สุด 2) ผู้เข้ารับการอบรมมีคะแนนเฉลี่ยหลังอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) โครงงานสิ่งประดิษฐ์ของผู้เข้ารับการอบรมมีผลคะแนนอยู่ในระดับดีมาก 4) ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นได้คะแนนเฉลี่ย 4.09 อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ชุดฝึกอบรม บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบสมองกลฝังตัว ไมโครบิต โครงงานเป็นฐาน

¹ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University

e-mail: drwichit@crru.ac.th

Abstract

The objectives of this study are 1) to develop a training package “Developing an invention with a Micro:Bit microcontroller board with project-based learning for mathayom suksa 1 students” 2) to study learning achievement before and after trained with the training package 3) to study the invention project results that occur after the learner has been trained by a training package 4) to study student satisfaction after trained by a training package. The sample in this study were 14 students from Sansai (Brammanee Witthaya) school, Chiang Rai province. The tools used in this research were a training package, an achievement test, the project evaluation form, the satisfaction questionnaire. Data were analyzed using mean standard deviation and T-test.

The results showed that 1) the training package developed consisted of: training manual, activity sheet, training materials, training equipment and the experts' opinions on the training package were 4.5 at the most highest level, 2) the trainees' achievement after training was a significantly higher than the pre-training at the level of .01, 3) the student's invention project had a very good score and 4) the trainees had the high level of satisfaction with the training package at 4.09.

Keywords: Training package, Microcontroller board, Microcontroller system, Micro:Bit, Project-based learning

บทนำ

ในยุคปัจจุบันความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีความเปลี่ยนแปลงอย่างก้าวกระโดดและส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศของภูมิภาคและของโลก การปรับเปลี่ยนประเทศไปสู่ประเทศไทย 4.0 ที่มุ่งเน้นให้ประชากรสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารและแหล่งเรียนรู้ที่ไร้ขีดจำกัด ประชาชนสามารถพัฒนาองค์ความรู้ และสร้างปัญญาที่เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ มีการนำเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560 : 1) ในปี พ.ศ. 2561 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 กระทรวงศึกษาธิการ ได้มีการกำหนดวิชา “วิทยาการคำนวณ” โดยในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจะเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการออกแบบและการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิด

วิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 : 4) การเขียนโปรแกรมเป็นทักษะสำคัญที่ต้องมีการเพิ่มระดับการเรียนรู้ให้สูงขึ้นเพื่อเป็นการพัฒนาทรัพยากรบุคคล ให้สอดคล้องตามนโยบายประเทศไทย 4.0 (ปัญญพนธ์ พูลสวัสดิ์ และพนมพร ดอกประโคน, 2559 : 9) ในการประยุกต์ใช้ความรู้ นั้น การเขียนโปรแกรมสำหรับทำงานในคอมพิวเตอร์อย่างเดียวยังไม่เพียงพอกับการสร้างทักษะในการสร้างนวัตกรรม จึงมีการสร้างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit โดย BBC (British Broadcasting Corporation) สำหรับหัดเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถติดต่อกับระบบควบคุมขนาดเล็ก ผู้เรียนสามารถใช้อุปกรณ์ดังกล่าวฝึกการคิดเชิงคำนวณ ความคิดสร้างสรรค์ ฝึกการคิดแบบมีวิจารณญาณ การทำงานร่วมกัน สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้หลากหลาย ส่งเสริมทักษะด้านการสร้างนวัตกรรมได้เป็นอย่างดี (Learning with the Micro:Bit, 2019)

ในการสร้างนวัตกรรม การเรียนรู้แบบโครงงาน (The project approach to learning) เป็นวิธีการเรียนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้อิสระผู้เรียนได้ใช้ทักษะตามระดับที่ตนเองมี ด้วยความสบายใจและความสนใจ ผู้เรียนสามารถเลือกถามและศึกษาหาคำตอบในโครงงานของตน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก เตรียมเครื่องมือ ให้แรงเสริมและชี้แนะตามประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (McDonnell, 2007 : 6) ในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) ครูจะเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวผู้เรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นหาความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงาน และได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม ลักษณะของโครงงานพัฒนาสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ (Development Project) นั้น จะเป็นโครงงานเกี่ยวกับการประยุกต์องค์ความรู้ ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาพัฒนาสร้างสิ่งประดิษฐ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ แบบจำลอง เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน คือ 1) ให้ความรู้พื้นฐาน 2) กระตุ้นความสนใจ 3) จัดกลุ่มร่วมมือ 4) แสวงหาความรู้ 5) สรุปสิ่งที่เรียนรู้ 6) นำเสนอผลงาน (ดุขฎิ โยเหลา และคณะ, 2557 : 5)

การที่จะสามารถสอนให้นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมและสร้างนวัตกรรมโดยใช้ Micro:Bit ได้นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ชุดฝึกอบรมเป็นเครื่องมือ ชุดฝึกอบรมจะประกอบด้วยคู่มือการฝึกอบรม สื่อในชุดฝึก กิจกรรมในชุดฝึก การประเมินในชุดฝึก (นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2537 : 154) จากการสำรวจ โรงเรียนสันทราย (พรหมณีวิทยา) เป็นโรงเรียนขยายโอกาสที่ขาดแคลนผู้สอนด้านนี้ ผู้วิจัยจึงพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง “การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit

แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1” โดยสร้างชุดฝึกที่ใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้กระบวนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ สร้างให้เกิดทักษะในการสร้างสรรค์เป็นการสนับสนุนให้เกิดนวัตกรรมและโครงงานขึ้นในโรงเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมการเรียนรู้ เรื่อง “การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1”
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการอบรมหลังจากได้รับการฝึกโดยชุดฝึกอบรมฯ
3. เพื่อศึกษาโครงงานสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดขึ้นหลังจากผู้เข้ารับการอบรมได้รับการฝึกโดยชุดฝึกอบรมฯ
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมหลังจากได้รับการฝึกโดยชุดฝึกอบรมฯ

ประโยชน์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ในด้านการสร้างแนวทางในการพัฒนาชุดการฝึกอบรมแบบโครงงานด้วยการใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit ซึ่งจะสามารถช่วยโรงเรียนจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณ ด้านการเขียนโปรแกรมด้วยอุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 3
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสันทราย (พรหมณีวิทยา) จำนวน 14 คน จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ลักษณะของกลุ่มที่เลือกเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยซึ่งต้องการโรงเรียนที่มีกลุ่มตัวอย่างสอดคล้องและโรงเรียนมีความพร้อมตลอดจนมีการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณ
3. ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 4 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึง พฤศจิกายน พ.ศ.

4. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น การฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรม “การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1”

ตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการอบรม ระดับคะแนนโครงงานสิ่งประดิษฐ์ ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design ใช้กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มจำนวน 14 คน มีการทดสอบก่อนและหลังการอบรม โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดการฝึกอบรม “การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1” พัฒนาโดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และตำราที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการเรียนรู้โครงงานเป็นฐาน ชุดการฝึกอบรมประกอบด้วย คู่มือการฝึกอบรม ใบกิจกรรม สื่อการฝึกอบรม และอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม นำมาเขียนเป็นแผนการฝึกอบรมส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรับปรุง ได้เป็นรูปแบบการฝึกอบรมแบ่งออกเป็น 2 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 การฝึกอบรม “การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1” โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน คือ 1) ให้ความรู้พื้นฐาน 2) กระตุ้นความสนใจ 3) จัดกลุ่มร่วมมือ 4) แสวงหาความรู้ 5) สรุปสิ่งที่เรียนรู้ 6) นำเสนอผลงาน (ดุขฎิ โยเหลา และคณะ, 2557 : 5)

ครั้งที่ 2 การนำเสนอผลงานและตรวจประเมินโครงงานของผู้เข้ารับการอบรม

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการอบรม ใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ การตรวจสอบความยากง่าย ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนี ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) เพื่อคัดเลือกเป็นแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ

3. แบบประเมินโครงงาน สร้างแบบประเมินโครงงาน เป็นเกณฑ์การประเมินแบบให้คะแนนแบบรูบริค โดยแบ่งเป็นรายการประเมินตามหัวข้อต่าง ๆ คือ โครงงานสิ่งประดิษฐ์ ประโยชน์ของโครงงาน และคุณลักษณะของผู้จัดทำโครงงาน ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

4. แบบวัดความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมต่อชุดการฝึกอบรม เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมต่อการฝึกอบรม

“การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1” ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน วิธีปฏิบัติให้กับผู้เข้ารับการอบรม
2. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการอบรม โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์
3. ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้การฝึกอบรม“การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1” ใช้รูปแบบกิจกรรมตามกระบวนการ 6 ขั้นตอน โดยมีกิจกรรม ให้ความรู้พื้นฐาน 1 ชั่วโมง 30 นาที กระตุ้นความสนใจ 1 ชั่วโมง จัดกลุ่มร่วมมือ 30 นาที แสวงหาความรู้ 1 ชั่วโมง 30 นาที สรุปสิ่งที่เรียนรู้ 1 ชั่วโมง 30 นาที ตามลำดับ รวมเวลาอบรม 6 ชั่วโมง
4. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการฝึกอบรมตามกำหนดแล้ว ให้ผู้เข้ารับการอบรมทำการทดสอบโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนการฝึกอบรม และทำแบบวัดความพึงพอใจ
5. กำหนดบทบาทครูพี่เลี้ยงดำเนินการตามกระบวนการโดยมีครูพี่เลี้ยงดูแลให้คำปรึกษาแก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม แบ่งเป็น 3 กลุ่ม เพื่อสร้างโครงงานกลุ่มละ 1 โครงงาน
6. หลังจากอบรม 4 สัปดาห์ ผู้วิจัยตรวจประเมินโครงงานของผู้รับการอบรม โดยให้นำเสนอผลงานกลุ่มละ 30 นาที และตรวจประเมินโดยใช้แบบประเมินโครงงานแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินโครงการ และความพึงพอใจวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า T-test Dependent

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการฝึกอบรม“การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1” ได้ข้อสรุปดังนี้

1. ชุดฝึกอบรม เรื่อง “การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1” ประกอบด้วยคู่มือการฝึกอบรม ใบกิจกรรม สื่อการฝึกอบรม อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.5

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
ด้านแผนจัดการฝึกอบรม	4.70	0.45	มากที่สุด
ด้านคู่มือประกอบการอบรม	4.50	0.53	มากที่สุด
ด้านอุปกรณ์ชุดฝึกอบรม	4.80	0.40	มากที่สุด
ด้านแบบทดสอบ	4.00	0.71	มาก
รวม	4.50	0.52	มากที่สุด

2. ผู้เข้ารับการอบรมมีค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนการอบรมเท่ากับ 9.29 ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังการอบรมเท่ากับ 11.57 ดังนั้น ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรม 2.28 และเมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันพบว่าผลสัมฤทธิ์หลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

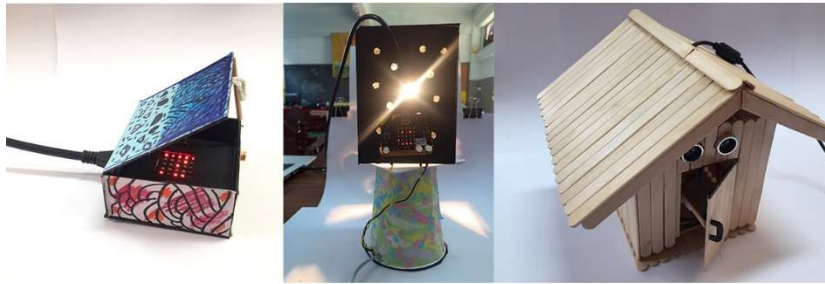
ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่ได้ก่อนและหลังการฝึกอบรม

คะแนนทดสอบ	N	Mean	S.D.	T	Df	P-value
ก่อนเรียน	14	9.29	2.94	4.82	13	0.00**
หลังเรียน	14	11.57	2.31			

3. ผลการประเมินสิ่งประดิษฐ์หลังจากการฝึกอบรมฯ ไปแล้วเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยการแบ่งกลุ่มทำงาน 3 กลุ่ม ได้ผลงาน 3 ชิ้น ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เข็มทิศ กลุ่มที่ 2 โคมไฟอัตโนมัติ กลุ่มที่ 3 ประตูบ้านอัตโนมัติ พบว่า ทั้งสามกลุ่มมีผลงานอยู่ในระดับการประเมินที่ดีมาก อยู่ในช่วงคะแนนที่ 1 ยอดเยี่ยมโดยได้คะแนน 80, 84, 84 ตามลำดับ ผลงานสามารถใช้ประโยชน์ได้จริง สามารถแก้ปัญหาและมีกระบวนการทำงานที่เหมาะสมตามรูปแบบของการเรียนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน ได้ผลงานที่สมบูรณ์เสร็จตรงตามกำหนดเวลา

ตารางที่ 3 ผลการประเมินโครงงานสิ่งประดิษฐ์หลังการฝึกอบรม

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3
โครงงานสิ่งประดิษฐ์				
มีการตั้งคำถามและสมมุติฐานที่เหมาะสม	5	4	4	4
ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ที่หลากหลายและน่าเชื่อถือ	5	4	3	4
ใช้กระบวนการวิเคราะห์ แก้ปัญหา เลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	10	8	8	9
การสรุปและนำเสนอโครงงาน	10	8	8	8
ความสมบูรณ์ของผลงานสิ่งประดิษฐ์	20	16	18	16
รวม	50	40	41	41
ประโยชน์ของโครงงาน				
ช่วยแก้ปัญหาให้กับตนเองหรือชุมชน	10	8	9	9
นำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน	10	7	9	8
รวม	20	15	18	17
คุณลักษณะของผู้จัดทำโครงงาน				
ขอคำแนะนำจากที่ปรึกษาโครงงาน	10	8	8	8
ความร่วมมือภายในกลุ่ม การทำงาน เป็นทีม	10	9	8	9
ความตรงต่อเวลา	10	8	9	9
รวม	30	25	25	26
รวมคะแนน	100	80	84	84



ภาพที่ 1 ผลงานผู้รับการฝึกอบรม

4. ผลการประเมินความพึงพอใจในการอบรมพบว่า ด้านเนื้อหา/หลักสูตร มีค่าเฉลี่ย 4.02 ระดับความเหมาะสมมาก ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้ มีค่าเฉลี่ย 3.85 ระดับความเหมาะสมมาก ด้านสถานที่/ระยะเวลา/การอำนวยความสะดวก มีค่าเฉลี่ย 4.08 ระดับความเหมาะสมมาก ด้านความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ย 4.43 ระดับความเหมาะสมมาก ในภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับความเหมาะสมมากและมีข้อเสนอแนะสำคัญคือ ควรเพิ่มเวลาในการอบรม ควรมีอุปกรณ์ในการเรียนรู้ที่เพียงพอต่อจำนวนผู้เข้ารับการอบรม และควรมีผู้ช่วยวิทยากรเพื่อช่วยเหลือผู้เข้ารับการอบรมที่ตามไม่ทัน ตลอดจนเพิ่มตัวอย่างโครงงานที่มีความหลากหลาย

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจในการอบรมระบบสมองกลฝังตัว Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	5	4	3	2	1			
ด้านเนื้อหา / หลักสูตร	4.50	5.25	4.25	0.00	0.00	4.02	0.76	มาก
ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้	3.50	5.17	4.83	0.50	0.00	3.85	0.80	มาก
ด้านสถานที่ / ระยะเวลา / การอำนวยความสะดวก	6.00	4.00	3.25	0.50	0.25	4.08	0.97	มาก
ด้านความพึงพอใจ	8.00	4.00	2.00	0.00	0.00	4.43	0.76	มาก
						4.09	0.82	มาก

การอภิปรายผล

จากการวิจัยผลของการฝึกอบรมด้วยระบบสมองกลฝังตัว Micro:Bit แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การฝึกอบรมในระยะสั้นสามารถทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องระบบสมองกลฝังตัวได้ดีขึ้น วัดได้จากคะแนนสอบที่มีคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัชฎา เทพประสิทธิ์ และสรเดช ครุฑจ้อน (2561 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยการพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ได้ผลว่า ชุดฝึกอบรมที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีคะแนนเฉลี่ยหลังอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจต่อชุด ฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด ทำให้ทราบว่า การฝึกอบรมด้านระบบสมองกลฝังตัวในระยะเวลาที่จำกัดสามารถทำให้ผู้เข้ารับการอบรมได้รับความรู้จริง อีกทั้งผู้เข้ารับการอบรมเป็นนักเรียนในโรงเรียนขยายโอกาสในพื้นที่ชนบทซึ่งยังขาดโอกาสในการเรียนรู้โดยใช้ชุดเครื่องมือที่มีความทันสมัย มีประสบการณ์ในด้านเทคโนโลยีน้อย แต่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้แต่อย่างใด

ผลการประเมินผลงานโครงการของนักเรียนที่ผ่านการอบรม พบว่า นักเรียนมีผลงานอยู่ในระดับ การประเมินที่ดีมากอยู่ในช่วงคะแนนที่ 1 ยอดเยี่ยม ผลงานสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงสามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากการตั้งคำถาม และมีกระบวนการทำงานที่เหมาะสมตามรูปแบบของการเรียนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน ได้ผลงานที่สมบูรณ์ ตรงตามกำหนดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับ อีระ วรณเกตุศิริ (2560 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้หาคำตอบโดยอิสระ การที่นักเรียนได้มีเสรีภาพในการปฏิบัติ และการเรียนรู้ด้วยตนเองไปทีละขั้นตอนอย่างมีระบบนั้นจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และเกิดความเข้าใจในการออกแบบโปรแกรม อีกทั้งงานวิจัยของ ทิขพร นามวงศ์ (2559 : บทคัดย่อ) ซึ่งทำการวิจัยการพัฒนาการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อการสร้างสรรค์ผลงานด้านการออกแบบกราฟิก พบว่า การนำทฤษฎีการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานมาใช้สามารถช่วยผู้สอนแก้ไขปัญหาด้าน ผู้เข้ารับการอบรมขาดการบูรณาการทางความรู้ และพัฒนาการในด้านการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง คิดเอง ทำเอง การส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดการเรียนรู้และกระบวนการคิดสร้างสรรค์ โดยผู้สอนจะเป็นปรึกษาคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ ด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนนี้จะช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดกระบวนการคิดสร้างสรรค์และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และพจนศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นนันทน์ (2557 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชา มัลติมีเดียและแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ พบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานส่งผลให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจการเขียนโปรแกรมมากขึ้นจนสามารถพัฒนาสื่อ เพื่อการศึกษาได้ นักศึกษาที่เรียนแบบใช้โครงงานเป็นฐานมีผลการเรียนรู้หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนแบบใช้โครงงานเป็นฐานโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จะเห็นได้ว่าการใช้รูปแบบการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมสร้างผลงานและรู้จักวิธีการคิด วิเคราะห์ปัญหา ตั้งสมมติฐาน แสวงหาความรู้ และมีกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพและมีความคิดสร้างสรรค์

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมที่เกิดขึ้นหลังจากการฝึกอบรมพบว่าด้านเนื้อหา/หลักสูตร มีค่าเฉลี่ย 4.02 ระดับความเหมาะสมมาก เพราะหลักสูตรอบรมเป็นเนื้อหาใหม่ทันสมัย ผู้เข้าอบรมซึ่งยังไม่มีประสบการณ์ในการอบรมด้านนี้เกิดความตื่นตัวในการเรียนรู้ เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เข้ารับการอบรม ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้ มีค่าเฉลี่ย 3.85 ระดับความเหมาะสมมาก มีจุดเด่นที่ใช้เวลา ในการอบรมไม่มาก เน้นการฝึกปฏิบัติทำให้ไม่รู้สึกเบื่อ แต่มีข้อจำกัดด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่เตรียมมาไม่เพียงพอต่อความต้องการทำให้การถ่ายทอดความรู้บางเนื้อหายังไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ด้านสถานที่/ระยะเวลา/การอำนวยความสะดวก มีค่าเฉลี่ย 4.08 ระดับความเหมาะสมมาก มีการจัดการฝึกอบรมที่สถานศึกษาไม่ต้องเสียเวลาเดินทาง และมีการบูรณาการเข้ากับการเรียนในชั่วโมงคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เข้ารับการอบรมไม่รู้สึกกดดันจากการเรียนและโครงงานที่ได้รับ ด้านความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ย 4.43 ระดับความเหมาะสมมาก ผู้เข้ารับการอบรมมีความสนใจและสนุกสนานกับสิ่งใหม่ในการเรียน ตลอดจนซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ ตลอดการเรียน ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากผู้เข้ารับการอบรมคือ ควรเพิ่มเวลาในการอบรมให้มากขึ้น มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ในการเรียนรู้ที่เพียงพอต่อจำนวนผู้เข้ารับการอบรมให้ได้รับการอบรมอย่างทั่วถึง เพิ่มอาหารว่างทั้งภาคเช้าและภาคบ่าย มีการจัดทัศนศึกษาและเผยแพร่บนระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อพบทวนในกรณี ผู้เข้ารับการอบรมตามเนื้อหาไม่ทัน ควรมีผู้ช่วยสอนประจำกลุ่มให้คำแนะนำตลอดการอบรม ควรเพิ่มตัวอย่างโครงงานให้มีความหลากหลาย ผู้เข้ารับการอบรมมีความชอบและได้รับความสนุกสนานในการได้ลงมือทำโครงงาน Micro:Bit ได้รับประโยชน์และความรู้ในวิทยาการสมัยใหม่มาก จึงอยากให้มีการจัดอบรมขึ้นมาอีก

กล่าวได้ว่า การฝึกอบรม “การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit แบบ ใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1” สามารถทำให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดการเรียนรู้ ได้ดีทั้งในด้านความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ รวมถึงการสร้างสรรคผลงาน การใช้ระบบสมองกลฝังตัว มาเป็นสื่อประกอบการอบรมทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น อยากได้ความรู้ด้านเทคโนโลยีใหม่ การจัดทำเป็นชุดการสอนทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ สร้างสรรค์ และนำเสนอผลงานได้สอดคล้องกับ พินภาค ผิวเกลี้ยง และ มาเรียม นิลพันธุ์ (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัย เพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนโปรแกรม พบว่า นักเรียนพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนสรุปเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น สามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างถูกต้องและนักเรียนมีความสามารถในการออกแบบเขียนโปรแกรมได้อยู่ในระดับดีมาก และ

ควรมีการวิจัยชุดฝึกทักษะเพื่อการเขียนโปรแกรมในภาษาอื่น ๆ กิตติ เสือแพร และ พัฒพงษ์ อมรวงศ์ (2559 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ไปใช้ในการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจเกิดความภาคภูมิใจว่าตนเองเขียนโปรแกรมได้ ซึ่งจะ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกที่ดีต่อการเรียน เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการตั้งสมมติฐาน และหาวิธีการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ผลงานได้อย่างมีความสุข ซึ่งในการผลิตชุดฝึกอบรมควรใช้หลัก จิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้จัดสภาพแวดล้อมการฝึกอบรมแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึงระบบการอบรม ที่เปิดโอกาสให้ผู้รับการฝึกอบรมร่วมกิจกรรม ดังนี้ 1) ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) ได้ ทราบว่าการตัดสินใจหรือการปฏิบัติงานของตนถูกหรือผิด 3) ได้รับการเสริมแรง 4) ได้เรียนรู้ ที่ละขั้นตอนตามความสามารถและความสบายใจของผู้อบรม การจัดสภาพการณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการ เรียนรู้ จะต้องมียุทธวิธีช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งชุดฝึกอบรมก็ถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญ อย่างหนึ่ง สามารถนำมาประยุกต์แนวทางและเป็นพื้นฐานในการผลิตชุดฝึกอบรมอื่น ๆ ได้เช่นเดียวกัน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537 : 115)

สรุปได้ว่า ในการฝึกอบรมเพื่อฝึกการเขียนโปรแกรมด้วยระบบสมองกลฝังตัวและการใช้ ชุดฝึกอบรมในรูปแบบของการใช้โครงงานเป็นฐานสามารถนำมาใช้ในการฝึกอบรมได้จริง ผู้เข้ารับการ อบรมมีผลสัมฤทธิ์ ผลงานโครงงาน และความพึงพอใจในการฝึกอบรมที่ดี การฝึกอบรมจะต้องมีการ เตรียมเครื่องมือที่มีความทันสมัยและสอดคล้องกับลักษณะของนักเรียนในยุคใหม่ ควรจัดกระบวนการ สอนแบบโครงงานเป็นฐานเพื่อสนับสนุน บูรณาการการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ฝึกให้เกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาส่งเสริมให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 คิดได้ ทำเป็น ซึ่งจะทำการเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นการสนับสนุนให้เกิด นวัตกรรมและโครงงานทางการศึกษาใหม่ ๆ อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนควรนำแนวคิดการใช้ระบบสมองกลเพื่อการศึกษา มาประยุกต์และบูรณาการเข้า กับหลักสูตรในโรงเรียน ตลอดจนการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน เพราะสามารถพัฒนาได้ทั้งด้าน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านทักษะ กระบวนการ ตลอดจนพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของ ผู้เข้ารับการอบรมในยุคศตวรรษที่ 21
2. ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมทั้งด้านบุคคล อุปกรณ์ อาคารสถานที่ และสิ่งแวดล้อม ต่าง ๆ เพื่อให้เอื้อต่อการทำงานของผู้เข้ารับการอบรม ตลอดจนให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนการทำ โครงงาน

3. ผู้บริหารโรงเรียนควรนำแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนระบบสมองกลฝังตัวเพื่อการศึกษาบรรจุอยู่ในแผนการสอนของโรงเรียนโดยบูรณาการเข้ากับรายวิชาอื่น ๆ เพราะจะสามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีความรู้ด้านวิทยาการคำนวณ ได้แนวคิดการสร้างโครงงาน

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการทดลองนำรูปแบบการอบรมนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ เช่น กลุ่มนักเรียนระดับประถมศึกษา และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณ เพราะจะเป็นการสนับสนุนให้เกิดการสร้างสรรคโครงงานที่มีลักษณะแตกต่างตามช่วงวัย

2. ควรมีการศึกษาวิจัยหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อคุณภาพของโครงงาน เช่น ระยะเวลาในการทำโครงงาน การให้คำปรึกษาของอาจารย์ ทัศนคติ ความถนัดของผู้เข้ารับการอบรม อุปกรณ์ที่เหมาะสม เป็นต้น

3. ควรใช้การวิจัยนี้เป็นฐานในการทดลองครั้งต่อไป โดยเพิ่มด้านการพัฒนาชุดการฝึกอบรม มีการปรับปรุงชุดฝึกอบรมให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองประกอบกับสื่อประเภทอื่น ๆ หรือใช้ครูเป็นผู้ชี้แนะเพิ่มสื่อ และวิทยาการการสอนใหม่ๆ ลงไป โดยใช้พื้นฐานของการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

รายการอ้างอิง

- กิตติ เสือแพ และ พัฒพงษ์ อมรวงศ์. (2559). การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วย ภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 12(1), 18-23.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2537). การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน. *เอกสารการสอน ชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา หน่วยที่ 1-5*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ดุชนันท์ โยเหลา และคนอื่น ๆ. (2557). *การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดทิพย์วิสุทธิ.
- ทิชพร นามวงศ์. (2559, ธันวาคม 30). การพัฒนาการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานเพื่อการสร้างสรรค์ผลงานด้านการออกแบบกราฟิก. *Social Sciences Journal*, 6(3), สืบค้นจาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/phdssj/article/view/68233>

- ธีระ วรรณเกตุศิริ. (2560). การพัฒนาชุดการเรียนรู้การออกแบบโปรแกรมด้วยผังงานโปรแกรมแบบจำลอง สถานการณ์ ในรายวิชาการโปรแกรมเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารการศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 1(1), 13-24.
- นิพนธ์ ศุขปริติ. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการฝึกอบรม หน่วยที่ 8 – 11*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปัญญาพนธ์ พูลสวัสดิ์ และ พนมพร ดอกประโคน. (2559). เกมบนโปรแกรมเชิงจินตภาพและแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ. *Journal of Information Science and Technology*, 6(2), 9-16.
- พจน์ศิริรินทร์ ลิ้มปิ่นนันทน์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาคณิตมีเดียและแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ. *วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมและชุมชน*, 2(3), 36-41.
- พนภาค ผิวเกลี้ยง และ มาเรียม นิลพันธุ์. (2557). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมสำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 6(1), 80-90.
- รัชฎา เทพประสิทธิ์ และ สรเดช ครุฑจ้อน. (2561). การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Micro:Bit สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ใน *การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ และระดับชาติ ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 5*. เพชรบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579* กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.
- Learning with the Micro:Bit. Retrieved 30 november 2019, from <https://microbit.org/get-started/bbc-microbit-in-school>
- McDonnell, C. (2007). *Project-based inquiry units for young children, first steps. to research for grades pre-K-2*. Worthington: Linworth Books.