

**การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์
โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา
Synthesis of Project-Based-Learning Process by Applying
Embedded Technology of STEM Education**

วินิตย์ พิชพันธ์¹

วรปภา อารีราษฎร์²

เนตรชนก จันทร์สว่าง³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยกลุ่มเป้าหมาย เลือกแบบเจาะจง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 22 คน ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์เป็นที่ปรึกษาโครงการคอมพิวเตอร์และผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อความเหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา และสถิติที่ใช้คือ ร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า 1) กระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยกิจกรรม 6 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือหลักการ และ ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ 2) ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่า กระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 6 ขั้นตอน มีความเหมาะสม เห็นด้วยร้อยละ 100 ประกอบด้วยขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ 90.91 มีความสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ 95.45 ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือหลักการ และขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ 100

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบโครงการ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว สะเต็มศึกษา การสังเคราะห์รูปแบบ

ABSTRACT

The objectives of the research were to synthesize learning process of the computer projects by applying embedded technology of STEM education, and to survey the opinion of the specialists on the project-based-learning process of the computer projects by applying embedded technology of STEM education. The target population was twenty-two specialists selected by purposive sampling. The instrument was a questionnaire on the appropriateness of the project-based-learning process. The statistic used was the percentage and normal distribution.

The study showed that the project-based-learning process of the computer projects by applying the embedded technology consisted of six activities: 1) opening learning world, 2) analysis of basic factors, 3) planning for the operation, 4) creative operation, 5) writing report and handbook and 6) carrying forward learning. The overall opinion of the specialist on the appropriateness of the project-based-learning process by applying the embedded technology of STEM education was 100%. The percentage of the opinion of the specialists on the appropriateness consisted of 1) 90.91% of opening learning world, 2) 95.45% of analysis of basic factors, 3) 100% of planning for the operation, 4) 100% of creative operation, 5) 100% of writing report and handbook and 6) 100% of carrying forward learning.

Keyword : Project-Based-Learning Embedded Technology STEM Education
Synthesis of Learning Models

บทนำ

ศตวรรษที่ 21 เป็นยุคโลกาภิวัตน์ (Globalization) หรือโลกไร้พรมแดน (Border-less World) ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในทุกด้านทั้งสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรม คนที่มีความรู้และทักษะในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและสามารถปรับตัวเองให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้เท่านั้นที่จะประสบความสำเร็จ ความเชี่ยวชาญในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จึงกลายเป็นสิทธิพลเมืองชุดใหม่ที่จำเป็นในยุคปัจจุบัน (Autor, Levy & Murnane, 2003 cited in P21, 2009 อ้างถึงใน กิตติรานีย์ ขวงพร, 2558) ส่งผลให้ทุกประเทศทั่วโลกกำหนดทิศทางการผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศตนให้มีทักษะและสมรรถนะระดับสูง

มีความสามารถเฉพาะทางมากขึ้น ส่วนความต้องการกำลังแรงงานที่ไร้ฝีมือและมีทักษะต่ำจะถูกแทนที่ด้วยหุ่นยนต์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น ดังนั้น การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงต้องปรับเปลี่ยนให้ตอบสนองกับทิศทางการผลิตและการพัฒนา กำลังคนดังกล่าว โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศท่ามกลางกระแสแห่งการเปลี่ยนแปลง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติพัฒนาโครงงาน มีลักษณะการเรียนรู้เป็นทีม มีการฝึกฝนค้นคว้าหาความรู้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา มีการเขียนรายงานและนำเสนอรายงานต่อชั้นเรียน ชุมชน โดยผู้เรียนสามารถสะท้อนได้ว่าได้เรียนรู้อะไร ความรู้ที่ได้มีคุณค่าต่อชีวิตอนาคตอย่างไร สามารถวางแผนและต่อยอดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับการเรียนสมัยใหม่ในศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2556)

การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นรูปแบบหนึ่งซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มวิชา ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม หรือการทำโครงงานที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี (วรรณธนะ ปัดชา และสืบสกุล อยู่เย็นง, 2559, น. 830-839)

เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่มีการพัฒนาต่อยอดเป็นเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งทุกอย่างซึ่งเป็นกลุ่มเทคโนโลยีในยุคศตวรรษที่ 21 และเป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่นำไปสู่การพัฒนาแบบก้าวกระโดดซึ่งอยู่ในแนวทางการพัฒนาตามยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมของประเทศไทย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559) โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้แบบโครงงานโดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานและควบคุมสั่งการในการทำโครงงานด้านคอมพิวเตอร์ เช่น หุ่นยนต์ เครื่องตรวจจับสภาพอากาศ โปรแกรมเปิดปิดไฟสัญญาณจราจร อุปกรณ์อัจฉริยะต่างๆ ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างเป็นระบบ การทำงานร่วมกันเป็นทีมและนักเรียนสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวสู่โครงงานที่มีความเหมาะสม ทันสมัยและมีความคิดสร้างสรรค์ (สุพิชฌาย์ ศรีโคตร, 2559)

จากความสำคัญของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อนำมาเป็นขั้นตอนในการพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษาของผู้เรียน โดยทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วสังเคราะห์เป็นกระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษาแล้วนำร่างกระบวนการเรียนรู้โครงงานพร้อมรายละเอียดไปสอบถามความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 22 ท่าน เพื่อนำมาปรับปรุงเป็นกระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 1.2 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

2.1.1 ความหมายเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว

ระบบเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เป็นระบบการประมวลผลที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ ซึ่งต่างจากระบบประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ระบบฝังตัวถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในยานพาหนะ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและสำนักงาน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ เทคโนโลยีเครือข่ายเน็ตเวิร์ค เทคโนโลยีด้านการสื่อสาร เทคโนโลยีเครื่องกลและของเล่นต่าง ๆ คำว่า ระบบฝังตัวเกิดจากการที่ระบบนี้เป็นระบบประมวลผลเช่นเดียวกับระบบคอมพิวเตอร์ แต่ว่าระบบนี้จะ ฝังตัวลงในอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่เครื่องคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันระบบเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวได้มีการ

พัฒนามากขึ้น โดยในระบบเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวอาจจะประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือ ไมโครโปรเซสเซอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ระบบเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่เห็นได้ชัด เช่น โทรศัพท์มือถือ และในระบบสมองกลฝังตัวยังมีการใส่ระบบปฏิบัติการต่าง ๆ แตกต่างกันไปอีกด้วย ดังนั้น ระบบเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวอาจจะทำงานได้ตั้งแต่ควบคุมหลอดไฟจนไปถึงใช้ในยานอวกาศ (ยุทธนา ไวประเสริฐ และคณะ, 2559)

2.1.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในการเรียนการสอน

โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ร่วมกับบริษัทผู้นำทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และมหาวิทยาลัยราชภัฏส่งเสริมการเขียนโปรแกรมให้กับนักเรียนและนักศึกษาด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก การฝึกผู้เรียนให้มีทักษะการคิดแก้ปัญหา ทำงานร่วมกันเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 กระบวนการคิด การออกแบบ สร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยให้ผู้เรียนทำโครงการ เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยการให้ผู้เรียนทำชิ้นงาน หรือโครงการนั้น นับเป็นการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับยุคปัจจุบัน ผู้เรียนใช้ความคิดในการทำงานทำให้ค้นพบตัวตนอย่างที่มีความหมาย สรุปลความรู้ และความคิดที่เกิดขึ้นจากตัวผู้เรียนเป็นแรงจูงใจภายในที่จะเอาชนะความท้าทายจากการสร้างชิ้นงาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552 : ณ)

2.2 ความหมายของการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์

ชนารัตน์ คำอ่อน (2560, ออนไลน์) ให้ความหมายของโครงการคอมพิวเตอร์ว่าเป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกทักษะการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ พร้อมทั้งเครื่องมือต่างๆ ในการแก้ปัญหา รวมทั้งการพัฒนาเจตคติในการสร้างผลงาน โครงการคอมพิวเตอร์เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ผู้เรียนสามารถศึกษาปัญหาที่ตนสนใจ ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มาผสมผสานกัน ซึ่งบางโครงการอาจต้องใช้ความรู้อื่นๆ มาร่วมด้วย โดยผู้เรียนจะต้องวางแผนการดำเนินงาน ศึกษา พัฒนาโปรแกรมหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนทักษะพื้นฐานในการพัฒนาโครงการ โครงการบางเรื่องอาจต้องการวัสดุ อุปกรณ์นอกเหนือจากที่มีอยู่ ซึ่งผู้เรียนจะต้องพัฒนาขึ้น หรือดัดแปลงเพื่อให้ใช้งานได้ตรงกับความต้องการ โดยในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์จะอยู่ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของผู้สอน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านต่างๆ

โดยผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงการจากนักการศึกษาและนักวิจัยมาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อศึกษากระบวนการเรียนรู้โครงการในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป

กฤษฎิ์พัช สารนอก และ ณมน จิริงสุวรรณ (2561) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ออฟ ธิง ร่วมกับการเรียนรู้จากคลาวด์คอมพิวติงเพื่อเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมายสำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา โดยประเมินผลจากกลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

และการใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นเครื่องมือในการวิจัย ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด สามารถประยุกต์ใช้กับ Smart Teaching Smart Classroom และ Smart Learning ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

He et al. (2016) นำเสนอการรวมระบบสมองกลฝังตัวร่วมกันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ออฟ ธิง เข้ากับการเรียนรู้แบบ STEM สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีผ่านกรณีศึกษาเกี่ยวกับบทเรียนผสานเทคโนโลยีทันสมัยสำหรับหลักสูตรระบบสมองกลฝังตัว โดยพัฒนาราสเบอร์รี่ไพ แฝงวงจรอาตรูโนและเซนเซอร์รองรับเทคโนโลยีชิกปีสำหรับการสื่อสารไร้สาย

Aldowah et al. (2017) ศึกษาศักยภาพของการใช้ระบบสมองกลฝังตัวร่วมกันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ออฟ ธิง เพื่อเพิ่มประโยชน์ให้กับนักศึกษาระดับอุดมศึกษาโดยเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน เพิ่มการเรียนรู้หลักการให้กับนักศึกษา โดยนำเสนอแนวคิดวิทยาเขตดิจิทัล (Digital Campus) โดยประยุกต์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและแสดงผลกระทบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ออฟ ธิงต่อการศึกษาในมหาวิทยาลัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 วิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานจากนักการศึกษาและนักวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยศึกษากระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน

แหล่งอ้างอิง หรือ ชื่อผู้วิจัย	ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน					
	1	2	3	4	5	6
	ค้นคว้า/ เรียนรู้	กำหนดหัวข้อ	ออกแบบ/ วางแผน	ปฏิบัติ โครงงาน	เขียนรายงาน /คู่มือ	นำเสนอ/ สะท้อนผล
1. สุพิชฌาย์ ศรีโคตร (2559)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. ธัชชา เทศน์ธรรม (2559)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. ธนพร บัวพา (2559)	✓	✓	✓	✓	-	✓
4. อภิญา สิทธิวงศ์ (2558)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. รังสิมา ชูเทียน (2558)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. พิเชิด อ้วนไธโร และคณะ (2558)	✓	✓	✓	✓	-	✓
7. ประกายมาศ บุญสมปอง (2557)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. มยุรี เจริญศิริ (2557)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9. ทิพย์รวิ ยอดเดชา (2557)	✓	✓	✓	✓	-	✓
10. ดนุพล บุญชอบ (2557)	✓	✓	✓	✓	-	✓
11. ไพฑูรย์ นันทะสุคนธ์ และคณะ (2557)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12. สุภารัตน์ จันทน์แมน (2556)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13. อลิสนา อนันตะอาด (2556)	✓	✓	✓	✓	-	✓
14. มนต์ชัย เทียนทอง (2556)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15. ปริญญา พวงจันทร์ (2556)	✓	✓	✓	✓	-	✓
16. มาริยะห์ มะแข็ง (2556)	✓	✓	✓	✓	-	✓
17. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้า ธนบุรี (2555)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18. ฉวีวรรณ ไตรรัตนานนท์ (2555)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19. นิวัติ นิวัตโสภณ (2555)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20. จุไรรัตน์ ปิงผลพล (2555)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
21. ธมน ชัชวาลกิจกุล (2555)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22. จรรยา เจริญรัตน์ (2555)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
23. ดวงพร อิมแสงจันทร์ (2554)	✓	✓	✓	✓	-	✓
24. อภิชา แดงจำรูญ (2553)	✓	✓	✓	✓	-	✓
25. ลัดดา ภูเกียรติ (2552)	-	✓	✓	✓	✓	✓
รวมทั้งสิ้น	24	25	25	25	16	25
ร้อยละ	96.00	100.00	100.00	100.00	64.00	100.00

จากตารางที่ 1 การวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงงานออกเป็น 6 ขั้นตอน พบว่า กิจกรรมการกำหนดหัวข้อ การออกแบบ/วางแผน การปฏิบัติโครงงาน และการนำเสนอ/สะท้อนผล จะต้องมีการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยคิดเป็นร้อยละ 100.00 ส่วน

กิจกรรมการค้นคว้า/เรียนรู้และเขียนรายงาน/คู่มือ จะมีในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ร้อยละ 96.00 และร้อยละ 64.00 ตามลำดับ

1.3 สังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยให้มีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์ กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานจากนักการศึกษาและนักวิจัย

1.4 นำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อให้คำแนะนำและปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้แบบ โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.5 สรุปผลการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานคอมพิวเตอร์โดยการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2. เครื่องมือการวิจัย

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อความเหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้ โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 22 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง แบ่งเป็น ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์เป็นที่ปรึกษาโครงงานคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 17 คน และผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว จำนวน 5 คน

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์/สังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลจาก 25 โครงงานคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถสังเคราะห์ กระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน โดยมีหลักการ กิจกรรมและเป้าหมายในการ ดำเนินการ ดังนี้

1.1 ชั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ประกอบด้วย

หลักการ: เป็นการกระตุ้นผู้เรียนศึกษาค้นคว้าในสิ่งที่สนใจหรือสิ่งใหม่ที่ต้องการสร้างสรรค์นวัตกรรมและเทคโนโลยีสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของผู้เรียน

กิจกรรม: ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างโครงงานนวัตกรรมเทคโนโลยีต่างๆ พร้อมทั้งเรียนรู้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนานวัตกรรม

เป้าหมาย: ผู้เรียนเห็นความสำคัญและเรียนรู้กระบวนการทำโครงงานทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

1.2 ชั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ประกอบด้วย

หลักการ: เป็นการวิเคราะห์ความพร้อมของผู้เรียน โดยการสำรวจปัญหา ความต้องการ หลักการแนวคิด และองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการทำโครงงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์

กิจกรรม: ผู้เรียนศึกษาแหล่งความรู้ กำหนดปัญหาหรือประเด็นที่ต้องการศึกษา วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานไปสู่การสร้างสรรค์เพื่อพัฒนานวัตกรรม และกำหนดวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาปัญหาของกลุ่ม พร้อมทั้งเขียนเค้าโครง

เป้าหมาย: เค้าโครงการจัดทำรายงาน ที่มาจากการวิเคราะห์ปัญหาหรือประเด็นที่ต้องการศึกษา ร่วมกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง นำสู่การกำหนดเป้าหมายในการทำโครงงานแบบมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม

1.3 ชั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ประกอบด้วย

หลักการ: เป็นการวางแผนการทำงานแบบมีส่วนร่วมที่ผู้เรียนเลือกใช้ความรู้ที่ศึกษาค้นคว้าศึกษาและเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ออกแบบองค์ประกอบของนวัตกรรมหรือชิ้นงาน

กิจกรรม: สมาชิกในกลุ่มกำหนดบทบาท หน้าที่ และมอบหมายภารกิจการทำโครงงานตามความถนัดและความพร้อมของผู้เรียน ออกแบบองค์ประกอบของนวัตกรรมหรือชิ้นงาน โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนโครงสร้างชิ้นงาน ส่วนอุปกรณ์สมองกลฝังตัว และส่วนการโปรแกรม

เป้าหมาย: ผู้เรียนได้เรียนรู้ ใช้ความรู้และฝึกปฏิบัติ ตามความพร้อมและความถนัดของตนเอง มีภาวะผู้นำและเรียนรู้ร่วมกันในการทำงานเป็นทีมเพื่อวางแผนการสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงาน

1.4 ชั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

หลักการ: การปฏิบัติงานตามภารกิจที่ได้รับมอบหมายให้บรรลุผล กระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ความรับผิดชอบและการทำงานเป็นทีม จะทำให้การปฏิบัติงานบรรลุตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์

กิจกรรม: ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในภารกิจและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม โดยการเรียนรู้จากสื่อการเรียนรู้และมีพี่เลี้ยงที่ให้คำแนะนำ/ปรึกษา/เรียนรู้ จะส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิด การสร้างสรรค์ชิ้นงานและทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของชิ้นงานที่ได้รับมอบหมาย

เป้าหมาย: ส่งเสริมความรับผิดชอบ การแสวงหาความรู้ ฝึกกระบวนการคิดการค้นคว้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาสู่การพัฒนาชิ้นงานให้เป็นไปตามข้อกำหนด

1.5 ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ ประกอบด้วย

หลักการ: การเขียนรายงานเป็นการสรุปผลการศึกษาค้นคว้าและนำสู่การปฏิบัติที่บรรลุตามเป้าหมาย ในหลักการและแนวคิดที่ใช้ในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมทั้งกระบวนการแก้ปัญหาและผลที่ได้จากการทำโครงการ เพื่อให้ผู้สนใจมาศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ ในรูปแบบคู่มือโครงการคอมพิวเตอร์สมองกลฝังตัว

กิจกรรม: ผู้เรียนเขียนรายงานตามรูปแบบคู่มือของแต่ละส่วนในภารกิจที่ได้รับมอบหมาย จากแนวคิด หลักการ นำสู่การวิเคราะห์องค์ความรู้ ออกแบบชิ้นงาน พัฒนาชิ้นงานและทดสอบผลการพัฒนา มีการบูรณาการองค์ความรู้ หลักการในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องการพัฒนาชิ้นงาน

เป้าหมาย: ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์องค์ความรู้และการนำความรู้ที่ได้ศึกษาสู่การปฏิบัติ ผลงานที่ได้เกิดจากการใช้องค์ความรู้และทักษะด้านใดอย่างใด โดยถ่ายทอดจากประสบการณ์การปฏิบัติในรูปแบบการเขียนคู่มือโครงการคอมพิวเตอร์สมองกลฝังตัวและการจัดทำสื่อเทคโนโลยีเพื่อนำเสนอ

1.6 ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย

หลักการ : การนำเสนอผลงานจากการปฏิบัติเป็นการสังเคราะห์องค์ความรู้และประเมินค่าจากการเรียนรู้สู่การปฏิบัติเพื่อสะท้อนผลการเรียนรู้และการพัฒนาชิ้นงานของผู้เรียนในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

กิจกรรม: ผู้เรียนใช้สื่อเทคโนโลยีในการนำเสนอผลงานก่อนการเผยแพร่ พร้อมรับฟังข้อเสนอแนะและการสะท้อนผลการพัฒนาชิ้นงานจากสมาชิกในกลุ่มและผู้ที่เกี่ยวข้อง

เป้าหมาย: ผู้เรียนรวบรวมผลการศึกษาและการปฏิบัติของสมาชิก วิเคราะห์และสรุปสะท้อนผลและประเมินผลการเรียนรู้ โดยนำเสนอต่อสมาชิกหรือผู้ที่เกี่ยวข้องโดยใช้สื่อเทคโนโลยีในการนำเสนอผลงาน

2. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยดำเนินการสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 22 ท่าน ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้โครงการคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นนำผลการสอบถามมาวิเคราะห์และสรุปผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 22 คน

รายการ	ความคิดเห็น (ร้อยละ)	
	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
1. กระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 6 ขั้นตอน มีความเหมาะสม	100	0
2. ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	90.91	9.09
3. ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	95.45	4.55
4. ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน มีความเหมาะสมกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0
5. ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน มีความสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0
6. ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน มีความเหมาะสมกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0
7. ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน มีความสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0
8. ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0
9. ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ มีความสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0
10. ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ มีความเหมาะสมกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0
11. ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ มีความสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0
12. ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0
13. ขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย	100	0

จากตารางที่ 2 พบว่า กระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 6 ขั้นตอน มีความเหมาะสม เห็นด้วยร้อยละ 100 ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ 90.91 มีความสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ 95.45 ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ 100 ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ 100 ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ 100 ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ 100 และขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย เห็นด้วยร้อยละ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์/สังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์ โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการสร้างสรรค์ ขั้นที่ 5 จัดทำรายงานและคู่มือ และขั้นที่ 6 สานต่อการเรียนรู้ ทั้งนี้

เนื่องมาจากการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์แต่ละขั้นตอนจะประกอบไปด้วยมีหลักการ กิจกรรมและเป้าหมายในการดำเนินการที่บูรณาการศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้เหมาะสมกับการทำโครงงาน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ใช้กระบวนการคิดและออกแบบเทคโนโลยี มีภาวะผู้นำและมีความรับผิดชอบ ด้วยการทำงานแบบกลุ่มร่วมมือที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับ สุพิชฌาย์ ศรีโคตร (2559) ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi ซึ่งมีขั้นตอนในการทำโครงงาน 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) คัดเลือกหัวข้อโครงงานที่สนใจ 2) ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและแหล่งข้อมูล 3) การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน 4) การลงมือทำโครงงาน 5) การเขียนรายงาน และ 6) การนำเสนอและแสดงโครงงาน

2. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่เห็นด้วยกับกระบวนการเรียนรู้โครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา คิดเป็นร้อยละ 100 ในเกือบทุกขั้นของกระบวนการเรียนรู้ ยกเว้นในขั้นตอนที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย ไม่เห็นด้วย 2 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09 เพราะเห็นว่ากิจกรรมควรที่จะเป็นประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจหรือหัวข้อที่นักเรียนสนใจหรือการต่อยอดหรือแหล่งเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นการนำเทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์ มีการศึกษาแหล่งเรียนรู้สถานประกอบการ ตัวอย่างชิ้นงานหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานจริงในชีวิตประจำวันและส่วนเป้าหมายควรเกิดผลกับผู้เรียนมากกว่าการเห็นความสำคัญ เช่น เกิดความสงสัย เกิดความอยากรู้ในการแก้ปัญหา เกิดไอเดียในการสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงาน และขั้นตอนที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับหลักการ กิจกรรมและเป้าหมาย ผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วย 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.55 เพราะเห็นว่ากิจกรรมควรมีมากกว่าศึกษาตัวอย่างโครงงานและเป้าหมายควรเกิดมากกว่าเห็นความสำคัญ อย่างไรก็ตาม ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะว่าในขั้นตอนที่ 1 เปิดโลกการเรียนรู้ควรเป็นกิจกรรมที่หลากหลายที่เกิดความท้าทายอาจเป็นสื่อหรือเหตุการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน หรือการต่อยอดโครงงานเก่า แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายวิเคราะห์ข้อบกพร่องหรือแนวทางต่อยอดโครงงานเดิม ปัญหาหรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต้องท้าทายให้นักเรียนอยากทำหรือคิดต่อยอด

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีความต้องการหากระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนาโครงงานจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยจากนักการศึกษาและนักวิจัย แล้วจึงนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและสะเต็มศึกษา ด้านคอมพิวเตอร์ศึกษาและด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว รวมทั้งสิ้น 22 คน ให้คำแนะนำ ดังนั้นหากต้องการจะนำผลการวิจัยไปใช้ก็ควรมีการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและนำไปทดลองใช้เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกระบวนการที่สังเคราะห์ขึ้นมา

เอกสารอ้างอิง

- กฤตย์พัช สารนอก และ ณมน จีรังสุวรรณ. (2562). การออกแบบรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ออฟ ธิง (IoT) ร่วมกับการเรียนรู้จากคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา. JOURNAL OF SOUTHERN TECHNOLOGY, 12(1), 92-102.
- กิตติรานีย์ ขวงพร. (2558). การพัฒนาแบบวัดทักษะภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ สืบค้นจาก http://tdc.thailis.or.th/tdc/search_result.php
- จรรยา เจริญรัตน์. (2555). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยวิธีสอนแบบโครงงาน, ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จุไรรัตน์ บึงผลพูล. (2555). การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้แบบโครงงาน, ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ฉวีวรรณ ไตรรัตนานนท์. (2555). การพัฒนาทักษะชีวิตในกิจกรรมแนะแนวชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยโครงงาน, ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- ชนารัตน์ คำอ่อน. (2560). ความหมายและคุณค่าของโครงงานคอมพิวเตอร์. สืบค้นจาก <http://www.rayongwit.ac.th/chanarat/unit1/unit1-1.html>.
- ดนุพล บุญชอบ. (2557). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โครงงาน ระหว่างกลุ่มร่วมมือกัน เรียนรู้แบบผสมผสานและกลุ่มปกติ รายวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางลี่วิทยา, ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ดวงพร อิ่มแสงจันทร์. (2554). การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและความสามารถในการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5, ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ทิพย์รวี ยอดเดชา. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา, ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธนพร บัวพา. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาหลักสูตรศิลปกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เรื่องการสร้างสรรค์ผ้ามัดย้อมจากสีธรรมชาติ, ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธมน ชัชวาลกิจกุล. (2555). การพัฒนากิจกรรมโครงงานภาษาอังกฤษเกี่ยวกับเรื่องท้องถิ่น จังหวัดนครปฐม เพื่อพัฒนาทักษะทางการอ่าน-เขียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยอแซฟอุปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม, ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธัชชา เทศน์ธรรม. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เรื่องการระบายสีน้ำ ด้วยรูปแบบการสอนแบบโครงงาน, ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นิวาตี นิवादโสภณ. (2555). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเรื่อง ข้อมูลและเทคโนโลยีสารสนเทศ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดนางแก้ว อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี, ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ประกายมาศ บุญสมปอง. (2557). กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่องความปลอดภัยในชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2, วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ปริญญา พวงจันทร์. (2556). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงงาน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างราชอาณาจักรไทยกับสาธารณรัฐอินโดนีเซียของนักเรียนชั้น

- มัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสำหรับโรงเรียนคู่พัฒนา
ไทย – อินโดนีเซีย, ปรินญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พิชิต อ้วนไตร สุพันธ์ ต้นศรีวงษ์ และสมศักดิ์ อรรถทิมากุล. (2558). การพัฒนารูปแบบ
การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานแบบ DAPOA สำหรับการศึกษาด้านเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม, การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 8
26 พฤศจิกายน 2558 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ไพฑูริย์ นันตะสุนันท์ และวัลลภา อยู่ทอง. (2557). หลักสูตรการอาชีวศึกษาและการนำไปใช้.
กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- มยุรี เจริญศิริ. (2557). การสร้างชุดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่เพื่อพัฒนา
ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3, (วิทยานิพนธ์). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มารีเยห์ มะเซ็ง. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2, (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ยุทธนา ไวประเสริฐ และคณะ. (2559). การพัฒนาชุดเชื่อมโยงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุม
วาระบบสมองกลฝังตัว.วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 9(2), 107-120.
- รังสิมา ชูเทียน. (2558). การพัฒนาการสอนผ่านเว็บสื่อด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็น
ฐาน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
1, (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2552). การสอนแบบโครงงานและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน : งานที่ครู
ประณพทำได้. กรุงเทพฯ: บริษัท สาอะแอนด์ซัน พรินติ้ง จำกัด.
- ลัดดาวรรณ ศรีฉิม. (2560). ความหมายของโครงงานคอมพิวเตอร์ สืบค้นจาก
<https://sites.google.com/a/nakhonthai.ac.th /kruae/khwam-hmay>
- วรรณธนะ ปัดชาและสืบสกุล อยู่เย็นง. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัย
ศิลปากร สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ, 9(3), 830-839.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: ส. เจริญการพิมพ์.
- ศุภณัฐวัฒนธรรณนโยบาย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2555). คู่มืออบรม
พัฒนาครู ผู้สอน เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับ
โครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์, สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา . (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579. กรุงเทพฯ: พลิกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาทศวรรษที่สอง (พ.ศ.2552-2561). กรุงเทพฯ: พลิกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564). กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สุพิชฌาย์ ศรีโคตร. (2559). การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์ Raspberry Pi. ปรินญาปรัชญาดุขฎิบัณทิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุภารัตน์ จันทรแมน. (2556). ผลการเรียนรู้นึ่งแบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อภิชา แดงจำรูญ. (2553). การพัฒนารูปแบบการทำโครงการคุณธรรมโดยใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเว็บและการเขียนสะท้อนความดีผ่านเว็บบล็อกเพื่อพัฒนาคุณลักษณะความเคารพของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1, ปรินญาครุศาสตรดุขฎิบัณทิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิญา สิทธิวงค์. (2558). การศึกษาพัฒนาโครงการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนวิชาศิลปะ เทคนิคจิตรกรรมสีน้ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยคริสเตียน กรุงเทพมหานครที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ, ปรินญานิพนธ์มหาบัณทิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อลิสณา อนันตะอาด. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเรื่อง การออกแบบลายผ้าทอตามภูมิปัญญาท้องถิ่น กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ มัธยมศึกษาปีที่ 6, (วิทยานิพนธ์ปรินญาการศึกษามหาบัณทิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Aldowah, H., Rehman, S. U., Ghazal, S., & Umar, I. N. (2017). Internet of Things in higher education: a study on future learning. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 892, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.

He, J., Lo, D. C. T., Xie, Y., & Lartigue, J. (2016). Integrating Internet of Things (IoT) into STEM undergraduate education: Case study of a modern technology infused courseware for embedded system course. In 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-9). IEEE.

Monchai Tiantong and Sumalee Siksen. (2013). The Online Project- based Learning Model Based on Student's Multiple Intelligence, *International Journal of Humanities and Social Science*, 3(7), 204 – 211.

