

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

The Development of STEM Learning Activities to Enhance Computational Thinking for Secondary School Students

พิเชฐ ศรีสังข์งาม¹ และ ชัยยศ เดชสุระ²
Pichet Srisangngam¹ and Chaiyos Dechsura²

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ คือ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมวิธี กลุ่มที่ศึกษาคือ ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 30 คนที่เรียนรายวิชาการคำนวณในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน 2) อนุทินของผู้เรียน และ 3) แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ การวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ ระยะแรกเป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ระยะที่ 2 เป็นการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้น ระยะที่ 3 เป็นการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นทำให้ทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนสูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาในชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ โดยการย่อยปัญหา หารูปแบบของปัญหา คิดเชิงนามธรรม และพัฒนาอัลกอริทึมมาใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงเหล่านั้น กิจกรรมการเรียนรู้จึงสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา การคิดเชิงคำนวณ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

Electrical Engineering Department, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University
Email: spichet@aru.ac.th

² สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

Computer Education Department, Faculty of Education, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University
Email: chaiyos@aru.ac.th

Abstract

This research aimed to develop STEM learning activities to enhance students' computational thinking skills, and the results of learning management with this learning activities which affected the computational thinking for secondary school students in the computing course. The study groups were 30 secondary school students in Phranakhorn Si Ayutthaya who were studying in semester 1, academic year 2018. They were selected by purposive sampling. The research instruments were (1) STEM education lesson plans, and STEM learning activities for computational thinking developments; (2) The students' journals; and (3) Computational thinking test. The research was divided into three phases. The first phase focused on the constructive lesson plans ,and learning activities which aimed to develop students' computational thinking skills. Meanwhile, the second phase was implemented by the lesson plans and learning activities with the study group. The third phase was the evaluation of the effectiveness of learning activities on develop students' computational thinking skills. The results performed learning activities can develop students' computational thinking skills, because of these activities. The students were empirically challenged with daily problems. They also required to used their computational thinking skills to solve the problems by decomposing problem, pattern recognition, thinking abstraction ,and implementing algorithm for programming. This study suggested that STEM learning activities could be effectively used in computing course.

Keywords: STEM Education, Computational Thinking, Secondary School Students

วันที่รับบทความ: 06 พฤศจิกายน 2562

วันที่แก้ไขบทความ: 10 มิถุนายน 2563

วันที่ตอบรับตีพิมพ์บทความ: 18 มิถุนายน 2563

1. บทนำ

การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้าจำเป็นต้องเพิ่มศักยภาพคน โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในทุกระดับการศึกษา ตั้งแต่ระดับปฐมวัย ประถมศึกษา และมัธยมศึกษาให้เป็นไปอย่างทั่วถึง โดยเฉพาะเรื่อง การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบอย่างมีเหตุผล และการจัดเรียงขั้นตอนการทำงาน การวิเคราะห์ปัญหาว่าต้องใช้วิธีการใด และต้องใช้ข้อมูลอะไรบ้าง ข้อมูลแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไร แยกแยะได้ว่าข้อมูลใดจำเป็นต้องการแก้ปัญหา (BBC, 2562) (Jeannette M. Wing., 2562) ซึ่งทักษะเหล่านี้จำเป็นต่อการใช้ชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ที่การเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และสื่อสังคมออนไลน์จำนวนมากมายมหาศาล (ยืน ภู่วรรณ, 2562) การคิดเชิงคำนวณจึงเป็นทักษะการคิดที่เยาวชนไทยทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้เยาวชนไทยสามารถดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีคุณภาพและมีศักยภาพในการแข่งขันทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งแนวทางในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานแนวทางหนึ่ง คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยการให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด, 2559, ภาสกร เรืองรอง และคณะ, 2561). ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะ การคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแผนและกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหรือรูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E2DO ของพิเชฐ ศรีสังข์งาม (2561) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ผสมผสาน 5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบ

เสาะหาความรู้กับแนวคิดหลักของการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนพื้นฐานองค์ความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจากการสืบเสาะด้วยตนเอง และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้ได้ชิ้นงานหรือวิธีการสำหรับนำไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งผลจากการศึกษานี้จะทำให้ได้แนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ให้มีประสิทธิภาพต่อไป (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560))

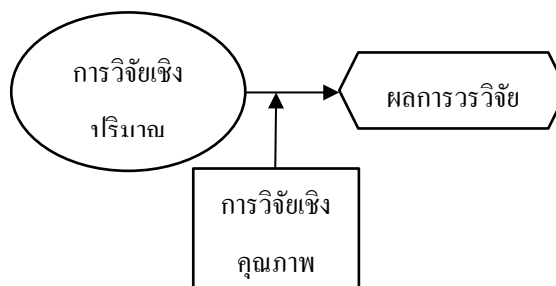
2. จุดประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้

2.2 เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3. วิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี ที่ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพอธิบายผลการวิจัยเชิงปริมาณ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวิจัยแบบผสมวิธี

3.1 กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 30 คนที่เรียนรายวิชาวิทยาการคำนวณในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยการเลือกแบบเจาะจง

3.2 เครื่องมือวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 แผน คือ โปรแกรมสแครทช์ ภาพติดตาและแอนิเมชัน เล่าเรื่องวันวิสาขบูชา พิกัด โปรแกรมภาษา ไพทอน และภาพหุ่นยนต์เคลื่อนไหว แผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานี้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาดูตรวจสอบหาข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขจนได้แผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ มีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00

3.2.2 แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

ผู้วิจัยจัดทำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณตามแนวทาง Brebas Thailand คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (2562) จำนวน 40 ข้อ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน แบบวัดมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.3 ระยะเวลาทำการวิจัย

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ระยะเวลาในการดำเนินการทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ ๆ ละ 2 คาบ

4. ผลการวิจัย

การคิดเชิงคำนวณประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ คือ การย่อยปัญหา การรู้รูปแบบ การคิด-เชิงนามธรรม และการสร้างอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหา ดังตารางที่ 1 โดยผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์การสร้างภาพเคลื่อนไหวเพื่อเล่าเรื่องวันวิสาขบูชา จากนั้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้เรื่องโปรแกรมสแครทช์ ภาพติดตา และแอนิเมชัน เมื่อผู้เรียนสามารถทำได้แล้ว ผู้วิจัยนำเสนอแนะนำสถานการณ์การสร้างภาพหุ่นยนต์เคลื่อนไหว และให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้เรื่อง พิกัด โปรแกรมภาษา และภาษาไพทอนแล้วนำความรู้ที่ได้มาเขียนโปรแกรมสร้างภาพหุ่นยนต์เคลื่อนไหว

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณและความเชื่อมโยงกับแนวคิดหลักของการออกแบบเชิงวิศวกรรม

องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	คำอธิบาย	แนวคิดหลักของการออกแบบเชิงวิศวกรรม
1.การย่อยปัญหา	การแบ่งปัญหาใหญ่ ซึ่งมีความสลับซับซ้อนและยากต่อการแก้ปัญหา ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ เพื่อลดความสลับซับซ้อนและช่วยให้การแก้ปัญหาทำได้ง่ายขึ้น โดยการค่อย ๆ แก้ปัญหาย่อย ๆ ไปทีละปัญหา	1.การนิยามปัญหา
2.การรู้รูปแบบ	การหารูปแบบของปัญหา ซึ่งจะช่วยให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีระเบียบแบบแผน เป็นระบบ และสามารถนำไปประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ง่ายขึ้น	
องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	คำอธิบาย	แนวคิดหลักของการออกแบบเชิงวิศวกรรม
3.การคิดเชิงนามธรรม	กระบวนการคัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญออกจากรายละเอียดปลีกย่อยในปัญหาหรืองานที่กำลังพิจารณา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับการคิดแก้ปัญหา ผลลัพธ์ของการคิดเชิงนามธรรมมักจะเขียนเป็นแบบจำลอง เช่น แผนภาพวงจรไฟฟ้า แผนภาพระบอบรอก เป็นต้น เพื่อแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปสมการคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	2.การออกแบบเชิงวิศวกรรม
4.การสร้างอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหา	การออกแบบลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่ชัดเจน	3.การทำให้เหมาะสมที่สุด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดด้วยแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 40 ข้อ ก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน จำนวน 30 คน ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ t-test dependent sample, $p < 0.05$ ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

คะแนนทดสอบ	จำนวนผู้เรียน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	d.f.	t	p
ก่อนเรียน	30	15.0	7.02	29	7.310*	0.000
หลังเรียน	30	18.0	2.02			

*ที่ค่า $p < 0.05$

จากตาราง 2 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับการวิเคราะห์เนื้อหาในอนุทินรายสัปดาห์และใบกิจกรรมของผู้เรียน จำนวน 12 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยอ่านข้อความที่ผู้เรียนเขียนสะท้อนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ แล้วประเมินโดยการพิจารณาองค์ประกอบสำคัญ 4 ด้านของทักษะการคิดเชิงคำนวณ คือ การย่อปัญหา การรู้รูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการสร้างอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหา พบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นหลังจากได้ร่วมทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ดังนี้

4.1 การย่อปัญหา เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เรื่องเล่าวันวิสาขบูชาแล้ว ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถย่อปัญหาได้ โดยผู้เรียนใช้โปรแกรมสคริปต์สร้างฉากต่าง ๆ เช่น สถานที่ประสูติ ตรัสรู้ ปรีชาญาณ แล้วเขียนบท (script) ให้ตัวละคร (sprite) แต่ละตัวละครสนทนากันเกี่ยวกับวันวิสาขบูชาตามที่ผู้เรียนได้ศึกษาจากวิดีโอที่ตนเรื่อง ถ้าเก่งจริงต้องสามารถทำให้คนทั้งหลายมีความสุข (สมเด็จพระพุทธโฆษาจารย์ (ป.อ. ปยุตโต), 2561). ผู้เรียนคนหนึ่งบันทึกอุททินว่า

“...โปรแกรมสคริปต์เป็นโปรแกรมภาษาที่สามารถใช้สร้างชิ้นงานได้ง่าย เช่น นิทานที่สามารถโต้ตอบกับผู้อ่านได้ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น ทำให้ได้เรียนรู้หลักการทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการเขียนโปรแกรมไปพร้อม ๆ กับการคิดอย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผล เป็นระบบ และเกิดการทำงานร่วมกัน...”

4.2 การรู้รูปแบบ เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ผู้สร้างหุ่นยนต์ (Robot Builder) ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยภาษาไพทอนแล้ว ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจ เรื่องรูปแบบมากนัก เนื่องจากผู้เรียนต้องมุ่งความสนใจไปที่การพิมพ์ตัวอักษร (Text mode) และวากยสัมพันธ์ (syntax) ของโปรแกรมภาษาไพทอนที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อนมากกว่าโปรแกรมสคริปต์ ดังที่ผู้เรียนคนหนึ่งเขียนในอนุทินว่า

“...ในการเขียนภาษา Python ครั้งนี้เป็นภาษาที่ละเอียดอ่อนมาก ๆ ทำให้ในการเขียนภาษา Python จึงยากในการเขียน เพราะฉะนั้นคำสั่งทุกคำสั่งที่ใช้ในการเขียนจึงมีความสำคัญมากครับ”

4.3 การคิดเชิงนามธรรม เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เรื่องเล่าวันวิสาขบูชาแล้ว ผู้เรียนส่วนมากมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถคิดเชิงนามธรรมได้ ดังจะเห็นได้จากการที่ผู้เรียนคนหนึ่งบันทึกอุททิน ดังนี้

“...การคิดเชิงนามธรรม คือ องค์ประกอบหนึ่งของแนวคิดเชิงคำนวณ (computational thinking) ซึ่งใช้กระบวนการคัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญออกจากรายละเอียดปลีกย่อยในปัจจุบันหรืองานที่กำลังพิจารณา เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่จำเป็นและพอเพียงสำหรับการคิดแก้ปัญหา...”

4.4 การสร้างอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เรื่องเล่าวันวิสาขบูชาแล้ว ผู้เรียนส่วนมากมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถสร้างอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาได้ ดังจะเห็นได้จากการที่ผู้เรียนคนหนึ่งบันทึกอุททินว่า

“การเล่าเรื่องวิสาขบูชา การเขียนอัลกอริทึมโดยใช้ภาษาธรรมชาติ

ตัวละครที่ 1 พูดว่า: การประสูติของพระพุทธเจ้าจะระลึกถึงเรื่องอะไร ?

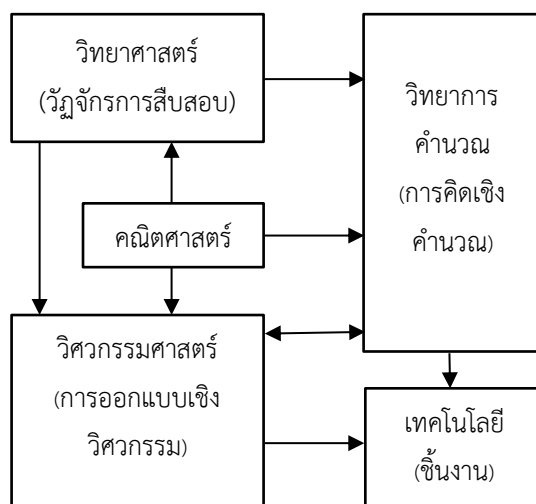
ตัวละครที่ 1 ส่งข้อความที่ 1

ตัวละครที่ 2 รับข้อความที่ 1

ตัวละครที่ 2 พูดว่า: การประสูติของพระพุทธเจ้าจะระลึกถึงการฝึกฝนตนเอง
จบการทำงาน”

5. อภิปรายผลการวิจัย

จากปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาการคำนวณที่ผ่านมาผู้วิจัยพบว่า ความสามารถของผู้เรียนในการคิดเชิงคำนวณยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจมากนัก เมื่อให้ผู้เรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ลงในใบกิจกรรม ผู้เรียนส่วนใหญ่จะเขียนสิ่งที่ได้ทำหรือปฏิบัติในห้องเรียนมากกว่าการวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหา ย่อยปัญหา และหารูปแบบของปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการคิดเชิงนามธรรมและพัฒนาอัลกอริทึมในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในรายวิชาวิทยาการคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยมโนทัศน์ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 มโนทัศน์การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ

ผลจากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาทำให้ทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดเชิงคำนวณผ่านการสร้างชิ้นงานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของชยกร ศิริรัตน์ (2562) และภาสกร เรืองรอง และคณะ (2561) ที่พบว่า การคิดเชิงคำนวณสามารถพัฒนาขึ้นได้โดยการให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรม เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ และเพื่อพัฒนาตรรกะและทักษะในการแก้ปัญหาของผู้เรียนเอง ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการคิดที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้นและครูผู้สอน สะท้อนคิดโดยการอภิปรายและการเขียนอนุทินรายสัปดาห์ ทั้งนี้ผู้สอนควรให้กำลังใจสนับสนุนช่วยเหลือผู้เรียนในขณะที่กำลังเผชิญกับปัญหา ควรพยายามปรับเปลี่ยนทัศนคติ มุมมองของผู้เรียนที่มีต่อปัญหาเหล่านั้นให้เป็นความท้าทาย และรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน

สนับสนุนช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรม การพัฒนาโปรแกรม และคำถามกระตุ้นการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

6. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยทั้งการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพที่กล่าวมา จึงสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีการพัฒนาเทคโนโลยี (ชิ้นงาน) ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการพัฒนาโปรแกรม คอมพิวเตอร์บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทำให้ทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การย่อยปัญหา การรู้รูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาดีขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ผู้สอนควรทำทนายผู้เรียนด้วยสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรม เพื่อท้าทายและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีต่าง ๆ โดยเฉพาะการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำความรู้และทักษะเหล่านั้นมาใช้ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อสร้างชิ้นงานหรือพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาด้วยด้วยตนเอง และให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบร่วมมือ อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน และเขียนอนุทินรายสัปดาห์ เพื่อสะท้อนคิดสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้

7.2 ภาษาคอมพิวเตอร์ส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ภาพหุ่นยนต์เคลื่อนไหว ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยภาษาไพทอน ผู้เรียนยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจมากนัก เนื่องจากภาษาไพทอนเป็นภาษาที่ใช้การพิมพ์ตัวอักษรในการเขียนโปรแกรมและมีวากยสัมพันธ์ที่ยุ่งยาก ซับซ้อน ทำให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจไปที่การเขียนโปรแกรมให้ถูกต้องมากกว่าการคิดเชิงคำนวณ ดังนั้นการเลือกภาษาคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และระดับการศึกษาของผู้เรียนจึงเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ

7.3 ผู้สอนควรใช้สถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมและคำถามที่เน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและค้นพบคำตอบด้วยตนเองจากการถามคำถามของผู้สอน ผู้สอนควรลดบทบาทการเป็นผู้บอกคำตอบแก่ผู้เรียน แต่ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เกิดความสงสัย พยายามค้นหาวិธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

7.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนควรมีสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ชีวิตจริง เช่น ปัญหาฝุ่น P.M. 2.5 ปัญหาไวรัสสายพันธุ์ใหม่ COVID-19 เป็นต้น เพราะปัญหาในชีวิตประจำวัน ชีวิตจริงเหล่านี้จำเป็นต้องมีการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างชิ้นงานหรือกระบวนการซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่จะใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ชีวิตจริงเหล่านั้น

7.5 การวิจัยครั้งต่อไปควรพิจารณาศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับชั้นหรือรายวิชาอื่น ๆ เช่น รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่จะนำไปสู่แนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี ทั้งมาตรฐาน ว 4.1 และ 4.2 ในมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 และการอำนวยความสะดวกอย่างดียิ่งจากผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาที่คณะผู้วิจัยขอความอนุเคราะห์เข้าไปดำเนินการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (2562). *Bebras Thailand*. สืบค้น 27 กันยายน 2562, จาก <https://www.it.kmitl.ac.th/th/news/6682/>
- ชยการ ศิริรัตน์. (2562). การใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(2), 31-47.
- พิเชฐ ศรีสังข์งาม. (2561) การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ผสานการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิชาการ Verdian E-Journal*, 11(2), 2448-2462.
- ภาสกร เรืองรอง, รุจโรจน์ แก้วอุไร, ศศิธร นาม่วงอ่อน, อพัชชา ช่างขวัญยืน และศุภสิทธิ์ เตังคิว. (2561) Computational Thinking กับการศึกษาไทย. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, 10(3), 322-330.
- สมเด็จพระพุทธโฆษาจารย์ (ป.อ. ปยุตโต). (2561). *ถ้าเก่งจริงต้องทำให้คนทั้งหลายมีความสุข*. สืบค้น 2 พฤษภาคม 2561, จาก https://www.youtube.com/watch?v=5mvw_SM6AC.
- ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด. (2559). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผลด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนารี. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*.
- ยีน ภูววรรณ. (2562). *ทำไมต้องให้เด็ก และเยาวชนเรียนการเขียนโปรแกรม*. สืบค้น 25 กันยายน 2562, จาก <https://www.facebook.com/permalinkphp?storyfbid=10207313235846793&id=1162233576>.
- หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
- BBC. (2562). *What is computational thinking ?*. สืบค้น 25 กันยายน 2562, จาก <http://www.bbc.co.uk/Education/guides/zp92mp3/revision>.
- Jeannette M. Wing. (2562). *Computational Thinking*. สืบค้น 25 กันยายน 2562 จาก <https://www.cs.cmu.edu/~15110s13/Wing06-ct.pdf>
- Jose-Manuel Saez-Lopez, Marcos Roman-Gonzalez, Esteban Vazquez-Cano. Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “Scratch” in five schools. *Computers & Education Journal*, 97(c), 129-141
- Po-Yao Chao. Exploring students' computational practice, design and performance of problem solving through a visual programming environment. *Computers & Education Journal*, 95(C), 202-215.