วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต
Journal Rangsit University: Teaching & Learning
ISSN 1905-7881 (Print)/ISSN 2651-1584 (Online)

ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2566
Vol.17 No.1 January - June 2023

การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องวงจรไฟฟ้าด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Development of Computational Thinking Skills on the Topic of Electric Circuits through CICP Model with Block-based Programming for Grade 6 Students

ดำรงฤทธิ์ คุณสิน* และสุรีย์พร สว่างเมฆ
Damrongrit Koonsin* and Sureeporn Sawangmek

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Science Education, Faculty of Education, Naresuan University
**Corresponding author, E-mail: d.koonsin@gmail.com, โทร. 083-2189010*
วันที่ส่งบทความ 5 เมษายน 2564 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 28 เมษายน 2564
วันที่ตอบรับบทความ 3 พฤษภาคม 2564 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 มกราคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องวงจรไฟฟ้า และศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องวงจรไฟฟ้าด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขนาดเล็กในจังหวัดพิจิตร จำนวน 18 คน โดยทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง แบบสะท้อนการเรียนรู้ แบบบันทึกกิจกรรม และแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้า ด้านวิธีการและแหล่งข้อมูล พบว่า แนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่อง วงจรไฟฟ้า มี 4 ขั้นตอน คือ 1) แยกประเด็นปัญหาต่าง ๆ จากสถานการณ์หลัก เป็นการเลือกใช้ภาพสถานการณ์จำลองที่ครอบคลุมปัญหาวงจรไฟฟ้าจากหลายสาเหตุสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์จำลอง 2) ระบุความคล้ายกันของแต่ละปัญหา เป็นการสร้างความเข้าใจความแตกต่างของปัญหาหลักกับแนวโน้มของปัญหา เพื่อใช้ในการระบุรูปแบบ แนวโน้ม และความคล้ายกันของปัญหาวงจรไฟฟ้าที่กำหนด 3) ลดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง เป็นการใช้กิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมกันแยกข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และ 4) วางแผนการเรียนรู้ทีละขั้นตอน เป็นการเตรียมความพร้อมการเขียนผังงาน การออกแบบผังงาน และเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งด้วย Microsoft MakeCode สำหรับ micro:bit เพื่อสร้างชิ้นงานสำหรับแก้ปัญหาจากสถานการณ์วงจรไฟฟ้าตามผังงานที่ได้ออกแบบ นอกจากนี้ พบว่า ระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งที่อยู่ในระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้เช่นเดียวกัน

คำสำคัญ: *ทักษะการคิดเชิงคำนวณ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ CICP model การเขียนโปรแกรมแบบบล็อคคำสั่ง วงจรไฟฟ้า*

Abstract

This action research aimed to develop guidelines for the development of computational thinking skills on the topic of electric circuits and to study the results of the development of computational thinking skills on electrical circuits using the CICP model with block-based programming. The study participants were 18 Grade 6 students at a small school in the Phichit province, in the second semester of the Academic Year 2020. The research instruments consisted of lessons plans, reflective journals, activity sheets of electric circuits and assessment forms of computational thinking skills. The research was carried out by using 3-cycle of action research processes. This research used content analysis with method triangulation and resource triangulation for reliability of findings.The results showed that there were 4 steps: 1) identify problematic issues based on the situations, which consisted of the use of simulations from a number of problems 2) identify the similarities of each problem to develop an understanding of major problems and the following trends to identify patterns, trends and similarities of the given electric circuits problem, 3) compress the data by using cooperative learning groups to the data to separate relevant data form irrelevant ones. and 4) planning the step-by-step instruction by preparation for writing of flowcharts, creating flowcharts, and write a block-based programming according to the designed flowchart through the Microsoft MakeCode for micro.bit to create work pieces to solve situations of electric circuits problems. In addition, it was found that the level of computational thinking skills during the learning activities corresponded to the level of computational thinking skills after using the CICP model with block-based programming at Level 4 near transfer

Keywords: *Computational Thinking Skills, Learning Management using CICP model, Block-based Programming, Electric circuits*

บทนำ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skills: CT) เป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหาและการแก้ปัญหาที่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยการประมวลผลข้อมูลผ่านกิจกรรมที่พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Wing, 2010) โดยพบ การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในชีวิตประจำวัน ไปจนถึงมีการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในปัญหาที่มีความซับซ้อน เช่น การใช้ App Inventor ที่มีการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับออกแบบและนำมาเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งตามที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ชยการ คีรีรัตน์, 2562 ; Patton, Tissenbaum, & Harunani, 2019)

จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยต้องเร่งพัฒนาความรู้ ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณซึ่งเป็นทักษะที่ทุกคนต้องใช้ในช่วงการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคดิจิทัล (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561, น. 112) ดังนั้น ในการปรับปรุงตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) จึงมีการกำหนดสาระการเรียนรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลก

และอวกาศ และเพิ่มสาระการเรียนรู้เทคโนโลยีซึ่งมีการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงด้วยทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งในระดับการศึกษาภาคบังคับต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้สามารถเลือกข้อมูลเพื่อใช้เหตุผลแก้ปัญหาด้วยทักษะการคิดเชิงคำนวณซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของทุกอาชีพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

อย่างไรก็ตาม พบว่า ในผลการประเมินความสามารถในการแข่งขันของไทยในเวทีโลก สถาบันการจัดการนานาชาติ หรือ IMD ปี2561 จัดลำดับความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาของไทยในเวทีโลกจาก 63 เขตเศรษฐกิจ จากปี 2560 ไทยได้ลำดับที่ 54 และปี 2561 ไทยได้ลำดับ 56 ซึ่งลดลง 2 ลำดับ สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาของนักเรียนที่ไม่สามารถนำองค์ความรู้และทักษะการคิดเชิงคำนวณไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561) สอดคล้องกับ การทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนของผู้วิจัย ในเรื่องวงจรไฟฟ้า มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียน 32.43 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศที่มีค่าเฉลี่ย 33.42 สอดคล้องกับผลการศึกษาสภาพปัญหาเบื้องต้นของผู้วิจัย ที่ได้สังเกตพฤติกรรมเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์นักเรียนเขียนโปรแกรม Microsoft MakeCode เพื่อควบคุมบอร์ด micro:bit ในเบื้องต้นได้ แต่นักเรียนไม่สามารถบอกขั้นตอนของการตรวจสอบปัญหา และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้วิจัยที่ไม่ได้เชื่อมโยงกับปัญหาที่พบชีวิตประจำวัน และการฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนจนสร้างชิ้นงานให้ประสบความสำเร็จ

จากการศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณพบว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ CICP model ของ Maryam Syed Azman, Arsat, and Mohamed, (2017) ที่ประกอบด้วยการแยกประเด็นปัญหาต่าง ๆ จากสถานการณ์หลัก (Crack the big issue) การระบุความคล้ายคลึงกันของแต่ละปัญหา (Identify the similarities) การลดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง (Compress the data) และการวางแผนการเรียนรู้ทีละขั้นตอน (Planning the step-by-step instruction) สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rozali, Zaid, Noor, and Ibrahim (2018) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ CICP model มีขั้นตอนที่อธิบายถึงกระบวนการการแก้ปัญหาการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms) นอกจากนี้ยังพบว่าการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งเพื่อสั่งการบอร์ด micro:bit ในการ สร้างชิ้นงานทำให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณกับผู้ใช้งานได้เนื่องจากต้องใช้ทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานจนประสบความสำเร็จตามที่ได้ออกแบบไว้ล่วงหน้า (ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล ,2561; มาโนชญ์ แสงศิริ ,2561) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) หมายถึง การคิดวิเคราะห์เพื่อใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันอย่างเป็นระบบและเป็นลำดับขั้นตอน ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ

1.1) การแยกปัญหา (Decomposition) คือ การพิจารณาและแบ่งปัญหาวงจรไฟฟ้าออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหา และอธิบายเรื่อง วงจรไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน

1.2) การหารูปแบบของปัญหา (Pattern recognition) คือ การพิจารณารูปแบบ แนวโน้ม ความคล้ายกันของปัญหาและอธิบายเรื่อง วงจรไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน

1.3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ การพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหาวงจรไฟฟ้า แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญเพื่อใช้อธิบายปัญหาวงจรไฟฟ้าในสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน

1.4) การออกแบบขั้นตอน (Algorithm) คือ การออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาเรื่อง วงจรไฟฟ้า โดยมีลำดับคำสั่งที่ชัดเจน สามารถนำมาเขียนบล็อกคำสั่งในโปรแกรม Microsoft MakeCode สำหรับ micro:bit เพื่อออกแบบบล็อกคำสั่งควบคุมชิ้นงานแบบจำลอง ได้แก่ หลอดไฟโรงรถอัตโนมัติ ไฟติดผนังอัตโนมัติ ไฟประดับรั้วโรงเรียน และใช้อธิบายการนำความรู้ไปใช้เพื่อสร้างชิ้นงานใหม่จากชิ้นงานวงจรไฟฟ้าเดิมที่สร้างขึ้น

2. โปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง หมายถึง การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีภาษาของโปรแกรมเป็นลักษณะบล็อก เขียนโค้ด (Coding) ด้วยการลากบล็อกของชุดคำสั่งที่ถูกกำหนดตัวแปร และจัดกลุ่มข้อมูล มาต่อกันตามผังงานที่ได้ออกแบบไว้เพื่อให้โปรแกรมที่เขียนโค้ดทำงานได้อย่างสมบูรณ์ โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Microsoft MakeCode สำหรับ micro:bit ในการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งเพื่อให้ชิ้นงานทำงานได้อัตโนมัติตามที่ได้ออกแบบไว้ และเป็นการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

3. CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง หมายถึง การนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ CICP model ปรับปรุงจาก Marym et al. (2017) ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งซึ่งประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 คิดออกแบบระบุปัญหาในหลายประเด็น (Crack the big issue) นักเรียนระบุปัญหาภายในวงจรไฟฟ้าจากสถานการณ์จำลองที่ได้รับ และแยกประเด็นปัญหาเพื่อเขียนภาพวงจรไฟฟ้าอธิบายการใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 ระบุความคล้ายคลึงกันของแต่ละปัญหา (Identify the similarities) นักเรียนร่วมกันพิจารณารูปแบบ แนวโน้ม ความคล้ายกันของปัญหาในวงจรไฟฟ้าภายในสถานการณ์ที่ได้รับและสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 3 ลดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง (Compress the data) นักเรียนร่วมกันแยกข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องภายในสถานการณ์จำลองปัญหาวงจรไฟฟ้าในชีวิตประจำวันเพื่อหาคำตอบให้อยู่ในรูปของปัญหาหลัก

ขั้นที่ 4 วางแผนการเรียนรู้ทีละขั้นตอน (Planning the step-by-step instruction) นักเรียนออกแบบผังงานอย่างเป็นขั้นตอน และเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Microsoft MakeCode สำหรับ micro:bit เพื่อควบคุมวงจรไฟฟ้าภายในชิ้นงานแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยใช้บอร์ด micro:bit

จุดประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องวงจรไฟฟ้าด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องวงจรไฟฟ้าภายหลังการเรียนรู้ด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วย CICP model ของ Sharifah Maryam et al. (2017) ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 18 คน โดยทำการศึกษาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดเล็กในจังหวัดพิจิตร โดยการเลือกแบบเจาะจง จากปัญหาในการจัดการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าของผู้วิจัยที่เป็นผู้สอนในระดับประถมศึกษาที่รับผิดชอบสอนทั้งวิทยาศาสตร์และคอมพิวเตอร์ ได้ศึกษาสภาพปัญหาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในชั้นเรียนเบื้องต้น พบว่า นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งโดยใช้โปรแกรม Microsoft MakeCode สำหรับ micro:bit ได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ามาอธิบายการแยกปัญหา และระบุลำดับขั้นตอนในการต่อวงจรไฟฟ้าในชิ้นงานที่ออกแบบวงจรไฟฟ้าในชิ้นงานที่สร้างขึ้นโดยใช้บอร์ด micro:bit ให้ทำงานเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดได้

2. ครูผู้ร่วมสังเกตการณ์

ครูผู้ร่วมสังเกตการณ์ คือ ครูผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้มากกว่า 10 ปี ในโรงเรียนขนาดเล็กของจังหวัดพิจิตร เป็นผู้สังเกตการณ์การจัดการเรียนรู้ด้วย CICP Model ร่วมกับโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง สะท้อนผลการสังเกตและบันทึกแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละวงจรปฏิบัติการร่วมกับผู้วิจัยลงในแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

3. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ผู้วิจัยได้นำหลักการและขั้นตอนการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis (1988 อ้างถึงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีรูปแบบการวิจัยตามวงจรปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การลงมือปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผล

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วย CICP Model ร่วมกับโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง ได้แก่

1.1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วย CICP Model ร่วมกับโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง เรื่อง วงจรไฟฟ้า ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ย่อย 3 แผน ได้แก่ วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายกับการเปิดไฟโรงรถอัตโนมัติ วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมกับไฟติดผนังตั้งเวลาอัตโนมัติ และวงจรไฟฟ้าแบบขนานกับไฟประดับรั้วโรงเรียน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า มีความเหมาะสมระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12

1.2) แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ มีการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ด้วย CICP Model ร่วมกับโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง โดยระบุปัญหา แนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีความเหมาะสมในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่

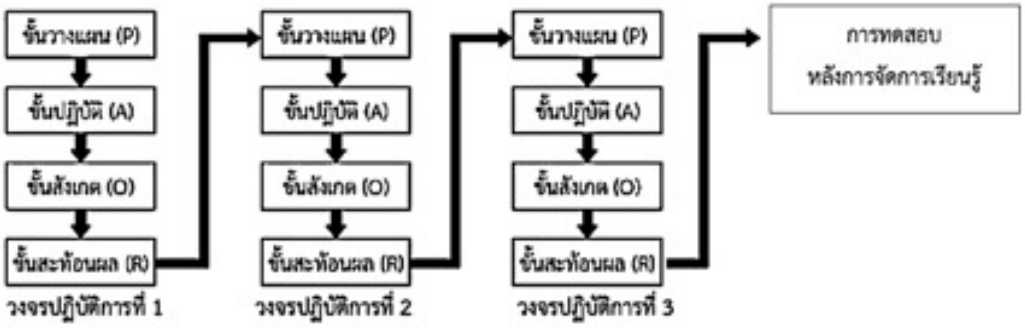
2.1) แบบบันทึกกิจกรรม เป็นแบบบันทึกที่ผู้เรียนเขียนบรรยายตามขอบเขตที่กำหนดไว้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วย CICP Model ร่วมกับโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งจำนวน 3 แบบบันทึกกิจกรรม ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence

หรือ IOC) เท่ากับ 0.67 มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแบบบันทึกกิจกรรมกับจุดประสงค์ของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2.2) แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เกิดขึ้นกับนักเรียนโดยประเมินความรู้หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 มีลักษณะเป็น ข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ และตอนที่ 2 จำนวน 2 ข้อ เป็นการกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับปัญหาวงจรไฟฟ้า ให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าในชิ้นงานและเขียนคำสั่งโดยใช้โปรแกรม Microsoft MakeCode เพื่อควบคุมบอร์ด micro:bit ผ่านคอมพิวเตอร์ โดยเวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence หรือ IOC) เท่ากับ 0.67 มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลกับผู้เข้าร่วมวิจัย โดยเริ่มเก็บตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนรวม 12 ชั่วโมง โดยได้ดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ และทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย

5. วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลตามเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลได้เป็น 3 เครื่องมือ ดังนี้

1) แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ทำการสรุปข้อมูล และรายงานผลในลักษณะการเขียนบรรยายผลการดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CICP Model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง จากนั้นใช้วิธีตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย (Resource Triangulation)

2) แบบบันทึกกิจกรรม

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาโดยจัดระเบียบข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และตีความหมายของข้อมูลจากแบบบันทึกกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นจะต้องแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ จัดกลุ่มระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณตามเกณฑ์การประเมินระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ปรับปรุงจาก Peel, Sadler, and Friedrichsen (2019) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณ 6 ระดับ
ปรับปรุงจาก Peel et al. (2019)

ระดับของการถ่ายโอน	ลักษณะ
ระดับ 1 : การถ่ายโอนแบบไม่เจาะจง	การใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้เชื่อมโยงการเรียนรู้ที่ผ่านมา
ระดับ 2 : การถ่ายโอนแบบประยุกต์	การใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์ที่เหมือนกับสิ่งที่ได้เรียนรู้เดิม
ระดับ 3 : การถ่ายโอนสู่บริบท	การใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์ที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย
ระดับ 4 : การถ่ายโอนแบบใกล้	การใช้ความรู้ที่ได้เรียนถ่ายโอนไปยังสถานการณ์ที่คล้ายกัน แต่ไม่เหมือนกันกับสถานการณ์ก่อนหน้านี้
ระดับ 5 : การถ่ายโอนแบบไกล	การใช้การเรียนรู้กับสถานการณ์ที่แตกต่างกันจากการเรียนรู้ดั้งเดิม มีการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน
ระดับ 6 : การถ่ายโอนแบบสร้างสรรค์	การใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้สร้างแนวความคิดใหม่ขึ้น

3) แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาโดยนำคำตอบมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นโดยปรับปรุงจาก Peel et al. (2019) จัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมู่เดียวกัน เพื่อตรวจสอบการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เกิดขึ้น และสรุปข้อมูล โดยรายงานผลในลักษณะการเขียนบรรยายผลการเปลี่ยนแปลงทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เข้าร่วมวิจัย หลังจากนั้นผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านการวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล (Method Triangulation)

ผลการศึกษา

ผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องวงจรไฟฟ้าด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตการณ์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการสามารถสรุปแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องวงจรไฟฟ้าด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 แยกประเด็นปัญหาต่าง ๆ จากสถานการณ์หลัก (Crack the big issue)

เป็นขั้นตอนที่ต้องออกแบบสถานการณ์จำลองหลักที่ครอบคลุมปัญหาวงจรไฟฟ้าไม่ทำงานจากหลายสาเหตุสำหรับใช้ในการให้นักเรียนได้วิเคราะห์แยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อยจากสถานการณ์จำลองหลักที่กำหนดและเลือกใช้หรือสร้างภาพสถานการณ์จำลองที่ใช้สื่อความหมายได้ชัดเจนตรงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เมื่อมีหลอดไฟ 1 ดวง เสียหาย หลอดไฟดวงอื่นจะไม่ติดเช่นกัน วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบขนาน เมื่อมีหลอดไฟขาด 1 ดวง หลอดอื่น ๆ จะยังคงติดส่องสว่าง ร่วมกับการอธิบายแนวทางการแยกปัญหาย่อยให้ชัดเจน และสอบถามข้อสงสัยภายในภาพสถานการณ์จำลอง รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาและเชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวันโดยการตั้งข้อคำถามที่ชัดเจน ในขั้นนี้ควรใช้เวลาไม่เกิน 60 นาที

ขั้นที่ 2 ระบุความคล้ายคลึงกันของแต่ละปัญหา (Identify the similarities)

เป็นขั้นตอนสร้างความเข้าใจความแตกต่างของปัญหาหลักกับแนวโน้มของปัญหา และนำมาสู่การระบุรูปแบบ แนวโน้ม และความคล้ายกันของปัญหาวงจรไฟฟ้าที่กำหนด เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูใช้คำถามนำสู่การระบุปัญหาหลักของสถานการณ์จำลองเพื่อใช้พิจารณาแนวโน้มของปัญหา มีการยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันร่วมกันกับนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน และอธิบายความหมายของแนวโน้มของปัญหาว่า เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ล่วงหน้า ควรใช้คำว่า เมื่อพบ... ถ้าเราพบ... เมื่อเห็น... ถ้า...แล้ว... อยู่ด้านหน้าของประโยค ซึ่งทำให้นักเรียนเขียนแนวโน้มของปัญหาเพื่อระบุความคล้ายกันของปัญหาที่พบ พร้อมยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่พบในชีวิตประจำวันได้ ในขั้นนี้ควรใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที

ขั้นที่ 3 ลดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง (Compress the data)

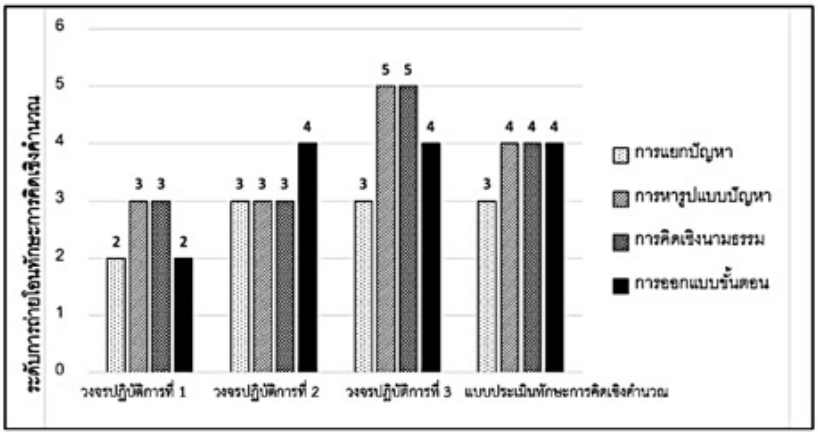
เป็นการใช้กิจกรรมกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์แยกข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องของปัญหาวงจรไฟฟ้าจากสถานการณ์จำลอง มีการใช้คำถามปลายเปิดสำหรับให้นักเรียนเขียนตัวอย่างข้อมูลสำคัญที่ทำให้วงจรไฟฟ้าสามารถทำงานได้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าที่ได้เรียนรู้ออกแบบชิ้นงานสำหรับแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่กำหนดร่วมกัน ในขั้นนี้ควรใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที

ขั้นที่ 4 วางแผนการเรียนรู้ทีละขั้นตอน (Planning the step-by-step instruction)

เป็นการเตรียมความพร้อมในการเขียนผังงานโดยการจัดเตรียมภาพผังงานให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ไม่คลุมเครือ เตรียมตัวอย่างคำศัพท์ที่ใช้ในผังงาน ลูกศรแสดงทิศทางลำดับการเขียนผังงานให้ครบถ้วน และการเขียนผังงานสำหรับแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่กำหนด เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ครูสร้างความรู้พื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง มีการอธิบายสัญลักษณ์ของผังงานแก่นักเรียนก่อนจัดกิจกรรม และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูเน้นย้ำความถูกต้องของผังงานเพื่อให้ผังงานสอดคล้องกับการออกแบบชิ้นงานของนักเรียน มีการทบทวนคำสั่ง และเซ็นเซอร์ (sensor) ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลองตามสถานการณ์ที่ออกแบบโดยการยกตัวอย่างคำสั่ง และทบทวนคำสั่งเซ็นเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ออกแบบ จากนั้นต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ micro:bit พร้อมอุปกรณ์เสริมความสามารถของ micro:bit สำหรับให้นักเรียนแต่ละคนได้บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้ากับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งควบคุมการทำงานของชิ้นงานทำงานได้ถูกต้องตามผังงานที่ได้ออกแบบ ในขั้นนี้ควรใช้เวลาไม่เกิน 120 นาที

ตอนที่ 2 ผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้ด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง เรื่อง วงจรไฟฟ้า เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยรวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียนที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและบันทึกผลงานของตนเองลงในแบบบันทึกกิจกรรมเพื่อเป็นร่องรอยในการแสดงทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร และแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เก็บภายหลังกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CICP Model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง และนำผลการวิเคราะห์มาจัดกลุ่มทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงจาก Peel et al. (2019) สามารถแสดงผลดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงระดับทักษะการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณจากการดำเนินการวิจัย

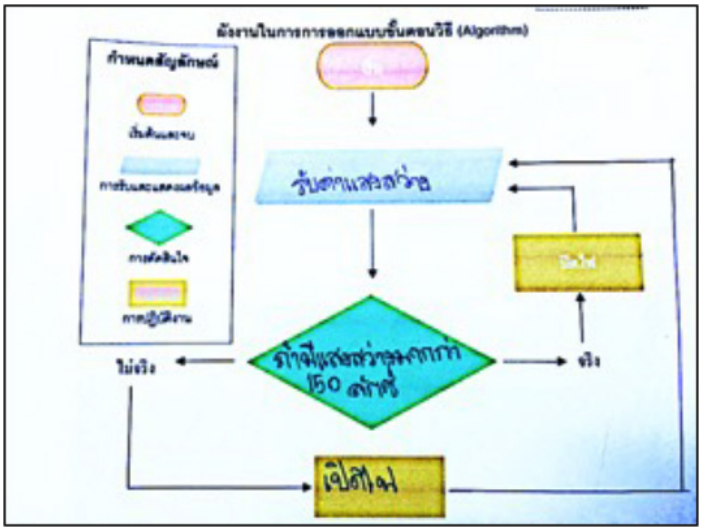
จากรูปที่ 2 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาระดับของทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มสูงขึ้นทุกองค์ประกอบในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยเมื่อพิจารณาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณแต่ละองค์ประกอบของนักเรียน พบว่า

องค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหา พบว่า นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยสูงขึ้น โดยมีระดับสูงสุดในวงจรปฏิบัติการที่ 2, 3 และแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ระดับ 3 การถ่ายโอนสู่บริบท

องค์ประกอบที่ 2 การหารูปแบบของปัญหา พบว่า นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีระดับสูงสุดในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่ระดับ 5 การถ่ายโอนแบบไกล แต่ในแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณมีระดับสูงสุดที่ระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้

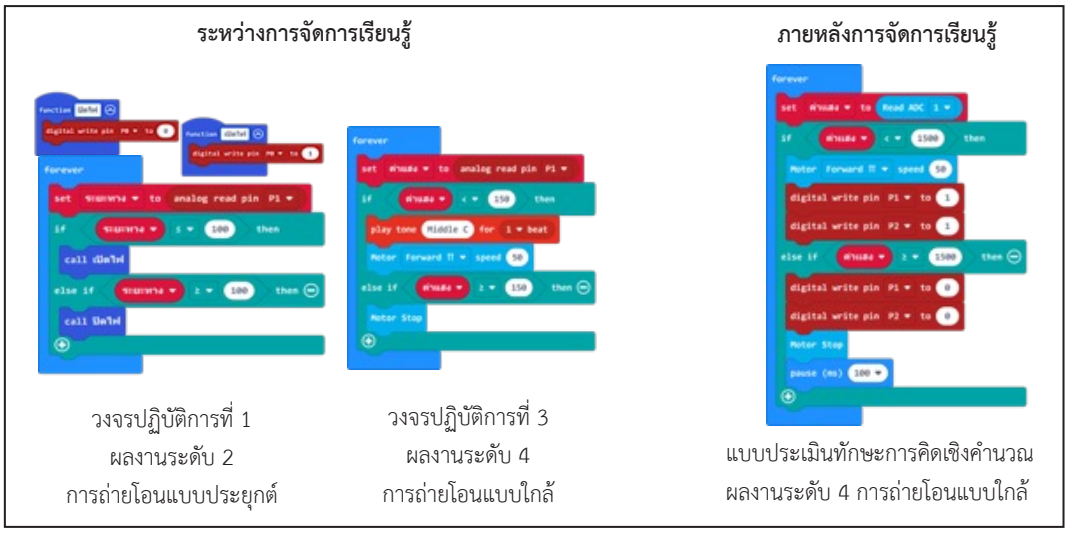
องค์ประกอบที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม พบว่า นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีระดับสูงสุดในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่ระดับ 5 การถ่ายโอนแบบไกล แต่ในแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณมีระดับสูงสุดที่ระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้

องค์ประกอบที่ 4 การออกแบบขั้นตอน พบว่า นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีระดับสูงสุดในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 รวมถึงแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้ ซึ่งในองค์ประกอบนี้ นักเรียนได้ออกแบบชิ้นงานและเขียนผังงานสำหรับแก้ปัญหาสถานการณ์วงจรไฟฟ้าที่กำหนดโดยมีตัวอย่างการเขียนผังงานของนักเรียนดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างผลงานการออกแบบผังงานในวงจรไฟฟ้าแบบขนานของนักเรียน

นักเรียนนำผังงานที่ได้ออกแบบมาเขียนโปรแกรมด้วย Microsoft MakeCode สำหรับ micro:bit ผ่านการลงมือปฏิบัติตามโจทย์จนเกิดกระบวนการคิดเพื่อสร้างชิ้นงานใหม่อย่างมีเหตุผล ดังตัวอย่างผลงานการเขียนคำสั่งของนักเรียน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตัวอย่างผลงานการเขียนคำสั่งของนักเรียนจากการดำเนินการวิจัย

จากรูปที่ 4 พบว่า ในระหว่างการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเขียนคำสั่งทำให้มีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณจากระดับ 2 การถ่ายโอนแบบประยุกต์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ไปสู่ระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แสดงถึงการพัฒนาระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ดีขึ้น

จากนั้นนักเรียนนำผลการเขียนโปรแกรมคำสั่งใน Microsoft MakeCode สำหรับ micro:bit มาสร้างชิ้นงานเพื่อแสดงการทำงานของโปรแกรมและตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมที่นักเรียนสร้างขึ้นดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 ตัวอย่างการสร้างชิ้นงานของนักเรียนจากการดำเนินการวิจัย

จากรูปที่ 5 การสร้างชิ้นงานของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยจากระดับ 2 การถ่ายโอนแบบประยุกต์ ไปถึงระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้ สอดคล้องกับการสร้างชิ้นงานของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ที่มีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยในระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้ เช่นเดียวกัน

ดังนั้น สามารถสรุปผลภาพรวมระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของแบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งได้ว่า ระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนอยู่ในระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้เช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงจรไฟฟ้าได้

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงจรไฟฟ้าให้เพิ่มสูงขึ้นได้โดยแต่ละขั้นตอนมีลักษณะ ดังนี้

ขั้นที่ 1 แยกประเด็นปัญหาต่าง ๆ จากสถานการณ์หลัก เป็นขั้นตอนที่ต้องออกแบบสถานการณ์จำลองเพื่อแยกปัญหา โดยใช้สถานการณ์จำลองที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 4 สถานการณ์ซึ่งครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหาวงจรไฟฟ้าไม่ทำงาน เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาออกเป็นส่วนย่อยจากภาพสถานการณ์จำลองที่สื่อความหมายได้ชัดเจนตรงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมมีการใช้ภาพหลอดไฟฟ้าที่ต่อด้วยวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมสถานการณ์ละ 2 หลอด ซึ่งแต่ละภาพสถานการณ์จำลองจะพบปัญหาที่ทำให้ไฟฟ้าไหลผ่านไม่ครบวงจร ได้แก่ หลอดไฟเสีย สายไฟขาด ไม่ได้เปิดสวิตช์ไฟฟ้า ซึ่งภายในภาพจะแสดงปัญหาหลักและปัญหาอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องในแต่ละภาพสถานการณ์จำลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maryam Syed Azman, et al (2017) ที่พบว่า ครูควรให้นักเรียนหาสาเหตุที่แท้จริงจากปัญหาที่หลากหลายและตรงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การใช้ภาพสถานการณ์ตัวอย่าง ครูต้องอธิบายเพิ่มเติมเมื่อแจกภาพสถานการณ์จำลองเพื่อสร้างความเข้าใจและสอบถามข้อสงสัยภายในภาพสถานการณ์จำลองก่อนทำกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ ชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่พบว่า การอธิบายเพื่อไขข้อข้องใจก่อนทำกิจกรรมช่วยให้นักเรียนสามารถแยกปัญหาได้ดีขึ้น รวมทั้งการกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาในระหว่างการทำกิจกรรมจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์วงจรไฟฟ้าในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561) ที่พบว่า ครูควรมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันในระหว่างการทำกิจกรรมตลอดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ระบุความคล้ายคลึงกันของแต่ละปัญหา เป็นการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ความคล้ายคลึงของแต่ละปัญหา เช่น จากภาพสถานการณ์จำลองที่ได้รับ นักเรียนคิดว่าสาเหตุหลักที่ทำให้หลอดไฟในภาพไม่ติดเกิดจากอะไร ทำให้นักเรียนระบุปัญหาหลักของสถานการณ์จำลองได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่พบว่า การเรียนการสอนแบบโต้ตอบ มีการถามและตอบสนองต่อคำถามระหว่างครูกับนักเรียนจะช่วยให้นักเรียนได้หารูปแบบแนวโน้มของปัญหาได้ อีกทั้งการสร้างความเข้าใจความแตกต่างของปัญหาหลัก กับแนวโน้มของปัญหาโดยการอธิบายความหมายแนวโน้มของปัญหาให้นักเรียนได้เข้าใจว่าเป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ ซึ่งทำให้นักเรียนเขียนแนวโน้มของปัญหาได้ เช่น ในเรื่องวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ครูอธิบายความหมายแนวโน้มของปัญหา และให้นักเรียนยกตัวอย่างการเขียนแนวโน้มของปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่ได้รับให้สมาชิกในกลุ่ม ได้รับฟังและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bati, Yetişir, Çalişkan, Güneş and Gül Saçan (2018) ซึ่งพบว่า การสร้างความเข้าใจโดยการสื่อสารกับผู้เรียนระหว่างทำกิจกรรมเพื่ออธิบายความหมายคำสำคัญสามารถทำให้ผู้เรียนระบุแนวโน้มของปัญหาได้ ตลอดจนการยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันร่วมกันกับนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันและระบุความคล้ายกันของปัญหาที่พบได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maryam et al. (2017) ที่ใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันเชื่อมโยงกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อยกตัวอย่างการระบุความคล้ายกันของปัญหา

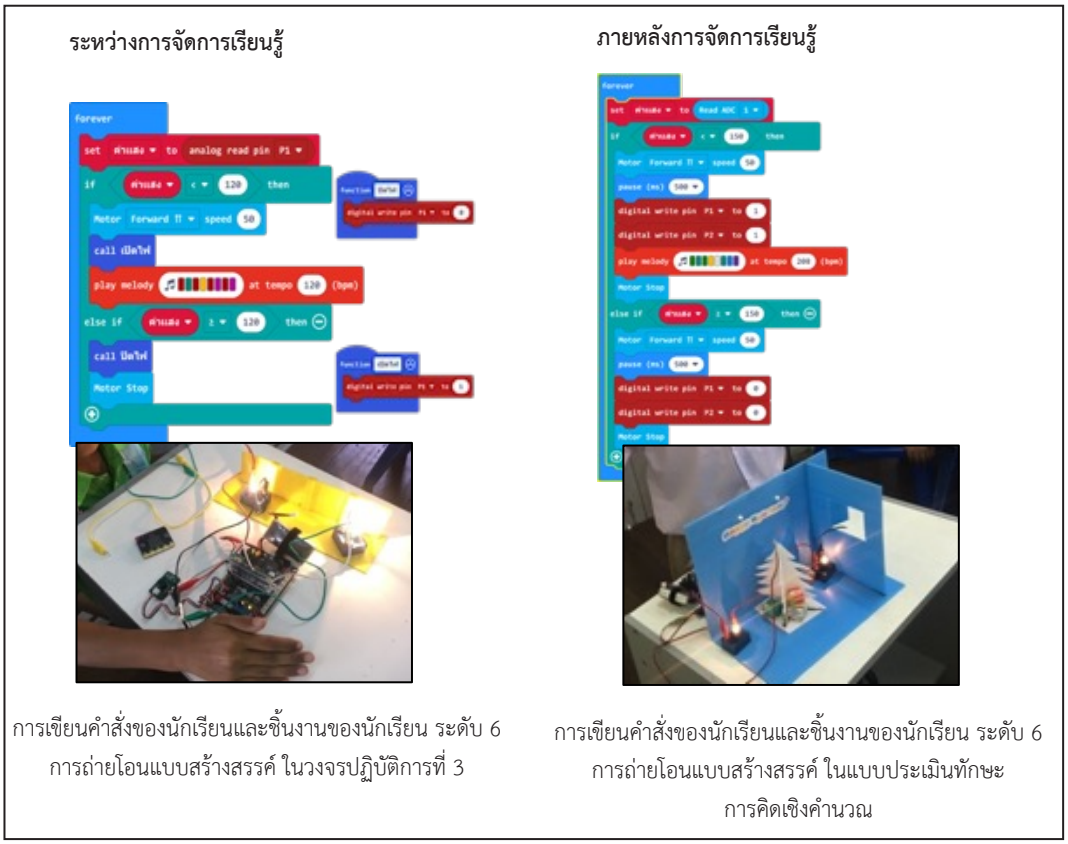
ขั้นที่ 3 ลดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง เป็นการใช้กิจกรรมกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาเพื่อแยกข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง โดยการให้นักเรียนร่วมกันแยกข้อมูลของปัญหาวงจรไฟฟ้าจากสถานการณ์จำลอง เช่น ในเรื่องวงจรไฟฟ้าแบบขนาน นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองเพื่อร่วมกันแยกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก รวมทั้งเสนอสถานการณ์ตัวอย่างในชีวิตประจำวันให้เพื่อน ๆ ได้รับฟัง สอดคล้องกับงานวิจัยของชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มที่มีการบูรณาการความรู้ในชีวิตประจำวันกับกิจกรรมที่ใช้ โดยตั้งข้อคำถามชัดเจน มีการระบุคำสั่งให้นักเรียนเขียนระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญ ที่ทำให้วงจรไฟฟ้าสามารถทำงานได้ มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานร่วมกัน เช่น นักเรียนจะออกแบบวงจรไฟฟ้าแบบขนานและเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งอย่างไรให้ชิ้นงานทำงานอัตโนมัติด้วยบอร์ด micro: bit เพื่อใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันได้สะดวกมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bati et al. (2018) ซึ่งได้ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้ตอบคำถามในการทำกิจกรรมแยกข้อมูลของปัญหาเพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานร่วมกัน

ขั้นที่ 4 วางแผนการเรียนรู้ทีละขั้นตอน เป็นการเตรียมความพร้อมในการเขียนผังงานโดยการจัดเตรียมภาพผังงานให้ครบถ้วนสมบูรณ์ไม่คลุมเครือ เตรียมตัวอย่างคำที่ใช้ในผังงาน ลูกศรแสดงทิศทางลำดับการเขียนผังงานให้ครบถ้วน มีการอธิบายสัญลักษณ์ของผังงาน และเน้นย้ำความถูกต้องของผังงานเพื่อให้ผังงานสอดคล้องกับการออกแบบชิ้นงานของนักเรียน มีการทบทวนคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จำลอง และเซ็นเซอร์(sensor) ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลองตามสถานการณ์ที่นักเรียนได้ออกแบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีระพงษ์ จันทรเสนา และมานิตย์ อาษานอก (2563) ที่พบว่า ครูควรมีการศึกษาและทำความเข้าใจการจัดการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งให้มีความสอดคล้อง และคำนึงถึงความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับผู้เรียน และมีการใช้ความรู้พื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งของนักเรียนโดยจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อให้นักเรียนต่อ

วงจรไฟฟ้าเพื่อการบูรณาการการเรียนรู้กับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งได้อย่างราบรื่น มีการยกตัวอย่างคำสั่ง และทบทวนคำสั่งเซ็นเซอร์ (senser) ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ออกแบบ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งให้ชิ้นงานทำงานได้ถูกต้องตามผังงานที่ได้ออกแบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่ได้เตรียมความรู้พื้นฐานให้นักเรียน และมีการบูรณาการความรู้กับการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้สร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามผังงานที่ออกแบบไว้ล่วงหน้า

ดังนั้น ภายหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณที่มีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหา ซึ่งนักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยในระดับ 3 การถ่ายโอนสู่บริบท แต่พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาจากภาพสถานการณ์และเชื่อมโยงปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงสุดระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้ และในแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณนักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงสุดระดับ 5 การถ่ายโอนแบบไกล ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาในองค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหาได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561) ที่พบว่า ครูควรกระตุ้นผู้เรียนให้พร้อมที่จะเกิดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันในระหว่างการทำกิจกรรมตลอดกิจกรรมการเรียนรู้

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาผลเป็นรายบุคคลพบว่า มีนักเรียนร้อยละ 5.56 ที่มีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณในระดับสูงสุด คือ ระดับ 6 การถ่ายโอนแบบสร้างสรรค์ ในระหว่างการทำกิจกรรมและภายหลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่มีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ระดับ 6 การถ่ายโอนแบบสร้างสรรค์

จากรูปที่ 6 หากพิจารณาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาชิ้นงานของตนเองจนสามารถมีระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณในระดับ 6 การถ่ายโอนแบบสร้างสรรค์ได้ เนื่องจากนักเรียนมีการเพิ่มการปรับปรุงชิ้นงานที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนได้ต่อยอดหรือใช้สิ่งที่เรียนรู้มาในการสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่มีรูปแบบใหม่ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่มีการบูรณาการความรู้กับการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้สร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามผังงานที่ออกแบบไว้ล่วงหน้าและการปรับปรุงชิ้นงาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bati et al. (2018) ที่มีการให้นักเรียนได้ปรับปรุงชิ้นงานหรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นทำให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

นอกจากนี้ พบว่า ผลการวิเคราะห์จากแบบบันทึกกิจกรรมระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยอยู่ในระดับ 5 ในองค์ประกอบที่ 2 การหารูปแบบของปัญหาและองค์ประกอบที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยจากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่มีค่าอยู่ในระดับ 4 ซึ่งจากการทำแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ภายในห้องเรียนมีการทำงานเป็นกลุ่มแล้วพบว่า นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มขึ้นตลอดทุกวงจรปฏิบัติการ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการหารูปแบบปัญหาและการคิดเชิงนามธรรมที่เกิดจากการร่วมมือกับสมาชิกภายในกลุ่มที่มีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณในระหว่างการจัดการเรียนรู้จากการระดมความคิด และการตัดสินใจเลือก แนวทางการหารูปแบบ แนวโน้ม ความคล้ายคลึงกันของปัญหาและการแยกส่วนสำคัญจากปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้องร่วมกันได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bati et al. (2018) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้โดยใช้การทำกิจกรรมกลุ่มช่วยให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อสร้างแบบจำลองได้ดีกว่าการเรียนโดยปกติ

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ด้วย CICP model ร่วมกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ โดยนักเรียนสามารถบูรณาการความรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maryam Syed Azman et al. (2017) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วย CICP model สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนเพื่อใช้ในการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัยต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

การจัดการเรียนรู้ด้วย CICP model ร่วมกับโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาหรือสถานการณ์เป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และสนใจที่จะศึกษาปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้รับ ผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหาเรื่องวงจรไฟฟ้าโดยสื่อสารปัญหาผ่านภาพสถานการณ์ปัญหาหลอดไฟฟ้าไม่ทำงานในวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม และวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ครูควรอธิบายภาพสถานการณ์ให้นักเรียนได้ฟังเพิ่มเติมและให้นักเรียนได้ร่วมมือกันวิเคราะห์ปัญหาด้วยกระบวนการกลุ่ม

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำการวิจัยครั้งต่อไป

การจัดการเรียนรู้ด้วย CICP model ร่วมกับโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง ควรศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเน้นองค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณน้อยกว่าองค์ประกอบอื่น และองค์ประกอบที่ 4 การออกแบบขั้นตอน โดยการเพิ่มการปรับปรุงชิ้นงานหรือความคิดใหม่เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณในระดับ 6 การถ่าย

โอนแบบสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ควรศึกษาเพิ่มเวลาเติมเกี่ยวกับการเพิ่มให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและปัจจัยของการทำงานแบบร่วมมือของนักเรียนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระในการให้คำแนะนำ ติดตาม ดูแลตลอดระยะเวลาการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ให้คำแนะนำได้การทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยรังสิตที่ให้โอกาสตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยฉบับนี้ในวารสารพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อครูและผู้สนใจการพัฒนาการเรียนการสอนภายในประเทศไทยต่อไป

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551(ปรับปรุง พ.ศ.2560).* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ชยการ คีรีรัตน์. (2562). การใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา.*วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 47*(2), 31-47.

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2561). *เรียนรู้และใช้งานmicro:bit บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟเอ็กเพอร์เมนต์.

มาโนชญ์ แสงศิริ. (2561). Blockly *เครื่องมือสอนเขียนโปรแกรม.* สืบค้น 25 กรกฎาคม 2563, จาก http://scimath.org/article-technology/item/8652-blockly/

วีระพงษ์ จันทรเสนา, และมานิตย์ อาษานอก (2563). ผลการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้โปรแกรมเชิงจินตภาพที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารการบริหารนิติบุคคลและนวัตกรรมท้องถิ่น, 6* (2), 1-13.

ศรายุทธ ดวงจันทร์. (2561). *ผลการใช้แนวสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). *สมรรถนะการศึกษาไทยในเวทีสากล ปี2561 (IMD 2018).* กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี่.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: โรงพิมพ์จุลดิสการพิมพ์.

Bati, K., Yetişir, M.I., Çalişkan, I., Güneş, G., Gül Saçan, E. (2018). Teaching the concept of time: A steam-based program on computational thinking in science education. *Cogent Education, 5,* 1507306.

Maryam Syed Azman, S., Arsat, M., & Mohamed, H. (2017). The framework for the integration of computational thinking in ideation process. In *2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 61-65). China: IEEE.

Patton, E.W., Tissenbaum, M., & Harunani, F. (2019). MIT App Inventor: Objectives, Design, and Development. *Computational Thinking Education. Springer, 19*(5), 31-49.

Peel, A., Sadler, TD., & Friedrichsen, P. (2019). Learning natural Selection through computational thinking: Unplugged design of Algorithmic explanations. *J Res Sci Teach, 56, 983-1007.*

Rozali, N.F., Zaid, N.M., Noor, N.M., & N. H. Ibrahim, N.H. (2018). Developing A Unified Model of Teaching Computational Thinking. In *2018 IEEE 10th International Conference on Engineering Education (ICEED) (p.208-213).* Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE.

Wing, J. M. (2010). *Computational Thinking: What and why?.* Retrieved from http://www.urces/TheLinkWing.pdf

Translated Thai References

Daungjun, S. (2018). *Effects of Using STEM Education in Physics on Computational Thinking Ability of Upper Secondary School Students* (Master's thesis). Bangkok: Chulalongkon University. [in Thai]

Jantarasena, V., & Asanok, M. (2020). The Effects of Blended Learning Using Visual Programming to Promote Computational Thinking, Learning Achievement and Programming Ability for Primary 4 Students. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation., 6*(2), 1-13. [in Thai]

Keereerat, T. (2019). Using the Problem-Solving and App Inventor to Develop Computational Thinking Skill for High School Students. *Journal of Education Studies, 47*(2), 31-47 [in Thai]

Kijkuakul, S. (2015). *Science Learning Management: Directions for 21^{s} Century Teachers.* Phetchabun: Chuladit Printing House. [in Thai]

LimpornJitwilai, C. (2018). *Learn and Operate micro:bit Learning microcontroller board.* Bangkok: Innovation Management. [in Thai]

Ministry of Education Thailand. (2017). *Indicators and subjects of learning science in Basic Education Core Curriculum A.D.2008 (revised 2017).* Bangkok: Cooperative Printing House Agriculture of Thailand. [in Thai]

Office of the Education Council. (2018). Thai Education *Competency on The International Stage 2018 (IMD 2018).* Bangkok: 21 Century. [in Thai]

Saengsiri, M. (2018). *Blockly Programming Tool.* Retrieved July 25, 2020, form http://scimath.org /article-technology/item/8652-blockly/. [in Thai]