

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะ

การคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

The Development of Learning Model Using Robot Project to Enhance Computational Thinking Skill for High School Students

ศรিতธี พร้อมเทพ*, รุจโรจน์ แก้วอุไร, สิตานันท์ จันทรสมบูรณ์, ภาสกร เรืองรอง และ สกนชัย ชะนูนันท์

สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก ประเทศไทย

Sarit Phromthep*, Rujroad Kaewurai, Passakorn Rueangrong and Skonchai Chanunan

Subject of Educational Technology and

Communications Faculty of Education Naresuan University, Phitsanulok, Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) รับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยแหล่งข้อมูลได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน การดำเนินการวิจัยมี 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ขั้นที่ 2 รับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินรับรองรูปแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 5) การวัดประเมินผล โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน 4 ขั้นตอนได้แก่ นำเสนอประเด็นปัญหาโครงงานหุ่นยนต์ วางแผนการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ ลงมือปฏิบัติจากสถานการณ์จริง ประเมินผลและทบทวน ผลการประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

* Corresponding author : sarit.pr@up.ac.th

อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.64$; S.D.=0.40)

คำสำคัญ : ทักษะการคิดเชิงคำนวณ, การเรียนรู้แบบโครงงาน, หุ่นยนต์

Abstract

This research article presents a novel model of project-based learning with robotics aimed at enhancing computational thinking skills in high school students. The main research objectives were as follows: 1) to develop a project-based learning model with robotics to enhance high school students' computational thinking skills, and 2) To certify the model operating with research and development process. Resources include 5 experts. There were 2 steps in conducting the research. Step 1 Creating a learning model using robot project to enhance computational thinking skill for high school students. Step 2 Certifying the learning model using robot project to enhance computational thinking skill for high school student. The document for learning research tools were the developed learning model and form certification assessment form. Then the obtained data were analyzed through statistics of mean, S.D.

The results reveal the following: 1) The project-based learning model with robotics comprises five aspects, including principles, objectives, content, learning process, and evaluation. The implementation follows a four-step project-based learning management process, involving robotic project issue presentation robotic project development planning, real situation action, and evaluation/review. The assessment result certify that the developed learning model is appropriate at the highest level.

Keywords : Computational Thinking, Project based Learning, Robot

ที่มาและความสำคัญ

เทคโนโลยีและหุ่นยนต์ เริ่มเข้ามามีบทบาทกับการเป็นอยู่ของผู้คนในปัจจุบัน หุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) จึงมีเข้ามามีส่วนในการทำงานและการใช้ชีวิตประจำวัน การเติบโตของระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ ถูกนำมาช่วยในการทำงานเพิ่มความรวดเร็วแม่นยำลดความผิดพลาดในขั้นตอนการผลิต และการทำงาน ซึ่งทำให้ระบบงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม ส่งผลให้หลายอาชีพที่มีขั้นตอนการปฏิบัติงานตายตัวจะถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยี ทักษะการคิดเชิงคำนวณถือเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตการทำงานในสภาพสังคมปัจจุบันที่ขับเคลื่อนไปด้วย ซอฟต์แวร์ และความรู้ด้าน โปรแกรมมิ่ง [1] ซึ่งการทำงานร่วมกับเทคโนโลยีจำเป็นต้องมีทักษะ การคิดวิเคราะห์ วางแผนจัดการ การคิดอย่างเป็นเหตุและผลคิดสร้างสรรค์ รวมไปถึงการออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ [2] ที่เป็นผู้ริเริ่มการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มาช่วยพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาหรือเรียกว่า ทักษะการคิดเชิง

คำนวณ ซึ่ง เป็นทักษะที่เสริมศักยภาพในการแก้ปัญหาที่รวดเร็ว ขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการคิดนี้ได้มาจากการจำลองกระบวนการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และนำไปสู่การพัฒนาขั้นตอนวิธีการ หรือ อัลกอริทึม (Algorithm) เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา ในลักษณะเดียวกันได้ทุกรูปแบบ ทั้งนี้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย วิธีการคิดเชิงคำนวณ กระบวนการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ขั้นตอน พหุติกรรม ปฏิสัมพันธ์ และการออกแบบ รวมถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนากระบวนการจัดการปัญหาที่เป็นวิธีการ เพื่อให้ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการกับปัญหา ซึ่งตอบโจทย์การเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นประเทศไทยได้เล็งเห็นถึงการพัฒนาในด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาแรงงานทักษะสูงที่สามารถทำงานร่วมกับเทคโนโลยีและมีความเป็น นวัตกรรม ในอนาคต ซึ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ถูกนำเข้าไปในรายวิชาพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรายวิชา วิทยาการคำนวณ ที่อยู่ในหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ และผลักดันให้ผู้เรียน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีทักษะความรู้ความเชี่ยวชาญ มีความชำนาญในการใช้เทคโนโลยี โดยทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการพัฒนาบุคลากร ที่รองรับความสามารถการทำงานที่ซับซ้อนร่วมกับการใช้เทคโนโลยี การจัดการปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และการเป็นผู้สร้างนวัตกรรม อันทำให้เกิดการบริการแบบใหม่ที่มาจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และรูปแบบการดำเนินธุรกิจ ซึ่งจาก [3] ซึ่งเน้นในเรื่องของการส่งเสริมระบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเชื่อมโยงระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM Education) และเพิ่มจำนวนนักเรียนที่สนใจในด้านดังกล่าว เพื่อผลิตกำลังคนและครูเชิงคุณภาพ พร้อมไปกับการเพิ่มแรงจูงใจในอาชีพครูวิทยาศาสตร์ การออกแบบและเทคโนโลยี และวิชาวิทยาการคำนวณ สร้างวิธีการเรียนการสอนที่มุ่งใจให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ จากการสังเกตการสอนในชั้นเรียน และสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาวิทยาการคำนวณ พบว่า การจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงสอนส่วนมากเป็นการสอนแบบบรรยายเนื้อหาการเขียนโปรแกรมเพียงอย่างเดียวผู้เรียนขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาในบทเรียนในแต่ละบท นักเรียนสามารถตอบโจทย์ได้เบื้องต้นในระดับการท่องจำ เพื่อให้ให้นักเรียนจะได้มีความรู้ความสามารถในการจัดการปัญหาได้ในอนาคต การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติโดยมีครูเป็นผู้อำนวยการความสะดวกและให้คำปรึกษา การเรียนรู้แบบโครงงานส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ [4] ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ความรู้ใหม่นั้น เป็นความรู้ที่ทั้งผู้เรียนและผู้สอนไม่มีประสบการณ์มาก่อน [5] กล่าวว่าการเรียนสามารถพัฒนาโครงงานได้ในเวลาว่าง นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้และลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง ภายใต้การแนะนำของครูผู้สอน เพื่อบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงงานภายใต้การดูแลกำกับโดยครูเป็นผู้ออกแบบกระบวนการเรียนการสอนโดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบยั่งยืน และสามารถนำความรู้ความสามารถที่ได้จากการปฏิบัติมาใช้แก้ปัญหาได้ในอนาคต [6] ซึ่งในบริบทของเทคโนโลยีในปัจจุบัน การใช้หุ่นยนต์มาเป็นสื่อการสอนเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเสริมสร้างทักษะในด้านต่างๆ หุ่นยนต์ยังเป็นเครื่องมือที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ได้สร้าง ได้ฝึกการสังเกตข้อผิดพลาดในการทำงาน ได้ทดลองที่ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ เกิดพัฒนาการในการเรียนรู้ไปในเชิงบวกมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งผ่านการปฏิบัติ [7] และหุ่นยนต์ยังส่งเสริม การสร้างระเบียบวินัยในการทำงานร่วมกันเป็นทีมที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน สร้างพัฒนาการที่ดีในด้านความคิดสร้างสรรค์ [8] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ส่งเสริมการใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ตามแนวของสะเต็มศึกษา ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ผ่านการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนจัดการปัญหาที่มีความยากและสลับซับซ้อนจากสถานการณ์จริง สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นระบบส่งเสริมให้

เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบโครงงานหุ่นยนต์ มีความรู้พื้นฐานเพื่อต่อยอดสู่การเป็นผู้สร้างนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการในการเปลี่ยนแปลงของสังคมยุคดิจิทัลในอนาคตโดยมุ่งเน้นนำเสนอเฉพาะกระบวนการเริ่มต้นของการวิจัยและพัฒนาจนได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ที่จะนำไปสู่การนำรูปแบบไปใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีการดำเนินการวิจัย

จากปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในด้านการคิดเชิงคำนวณ จากปัญหาที่เกิดขึ้นคือ การจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงสอนส่วนมากเป็นการสอนแบบบรรยายเนื้อหาการเขียนโปรแกรมเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาในบทเรียนในแต่ละบท นักเรียนสามารถตอบโจทย์ได้เบื้องต้นในระดับการท่องจำ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบ วิธีการ ในการนำนักเรียน ให้เกิดการเรียนรู้แบบโครงงานที่ เป็นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณได้อย่างเป็นรูปธรรม [9,10]

ผู้วิจัยได้ใช้การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยดำเนินการวิจัยเริ่มต้นจาก ยกร่างและรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์โดยเริ่มจากแหล่งข้อมูลได้แก่ ข้อมูลด้านบุคคล ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน 1) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก 2) มีประสบการณ์การทำงานด้านการสอนไม่น้อยกว่า 8 ปี ในสาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์ 1 คน วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 1 คน ฟิสิกส์ 2 คน วิทยาศาสตร์ 1 คน และทุกคนมีประสบการณ์การสอนแบบSTEM และ หุ่นยนต์ เครื่องมือการวิจัยได้แก่ ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณที่พัฒนาขึ้น และ แบบตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ

การยกร่างรูปแบบดำเนินการโดยใช้แนวทางการพัฒนารูปแบบตามแนวคิดของ จอยส์ และ เวลล์ [11] โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนย่อยได้แก่

1. ที่มาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังต่อไปนี้ 1) ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้ 3) แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากนั้น พัฒนางค์ประกอบของรูปแบบหลักการแนวคิดของรูปแบบประกอบด้วย 5 ส่วนย่อย ดังนี้ 1) ระบุเป้าหมายของการสอน (identify the instructional goals), 2) วิเคราะห์งาน (conduct a task analysis), 3) เลือกวิธีการสอนและสื่อที่เหมาะสม (select appropriate teaching methods and media), 4) พัฒนาสื่อการสอน (develop instructional materials), 5) นำการสอนไปใช้ (implement the instruction), 6) ประเมินผลการสอน (evaluation)

จัดทำเอกสารคู่มือการใช้รูปแบบ

2. สร้างแบบวัด ด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยดัดแปลงแนวคิดมาจาก Gonzalez [12] แบบปรนัย 4 ตัวเลือกนำไปหาค่าความตรงเนื้อหาโดยใช้ค่า IOC (Index of item Objective Congruence) โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน โดยการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีที่มาจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากตารางสังเคราะห์งานวิจัยดังต่อไปนี้

ประเด็นหัวข้อด้านการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากตารางสังเคราะห์ ได้แก่

1. การเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm)
2. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
3. การเขียนโปรแกรมเงื่อนไขวนซ้ำ (Iteration)
4. ข้อมูลที่ใช้ (Data, In-Output)
5. การคิดเชิงระบบ (System)
6. การจัดการปัญหา (Problem Solving)
7. การตรวจสอบข้อผิดพลาด (Error Detection)
8. การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design)

จากประเด็นการวัดผลที่ได้จากการสังเคราะห์ นำมา ประกอบเข้ากับ โครงสร้างหลักของ Jeannate M. Wing [20] และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน [21] รายวิชาวิทยาการคำนวณได้ดังนี้

1. ด้านการแตกปัญหา (Decomposition)

การจัดการปัญหา (Problem Solving)

2. ด้านการหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)

ข้อมูลที่ใช้ (Data, In-Output)

3. ด้านการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

การเขียนโปรแกรมเงื่อนไขวนซ้ำ (Iteration)

การคิดเชิงระบบ (System)

การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design)

4. ด้านการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm Design)

การตรวจสอบข้อผิดพลาด (Error Detection)

3. สร้างแบบประเมินโครงงานหุ่นยนต์ เป็นแบบประเมินตามสภาพจริงโดยใช้ rubric เพื่อตรวจชิ้นงาน จากกิจกรรมการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ โดย ประเมินด้านการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm design), การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction), การเขียนคำสั่งวนซ้ำ (Iteration), การจัดการข้อมูล(Data), การคิดเชิงระบบ (System), การจัดการปัญหา(Problem Solving), การตรวจสอบข้อผิดพลาด (Error detection), การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design) หาค่าความตรงเนื้อหาโดยใช้ค่า IOC โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

4. สร้างแบบตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ โดยการกำหนดลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนการประมาณค่า ระดับของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยมีระดับการประเมินให้คะแนนตามความเหมาะสมดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การพิจารณาค่าเฉลี่ยดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ในการประเมินเพื่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และได้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองต่อไป

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ฯ มีดังนี้

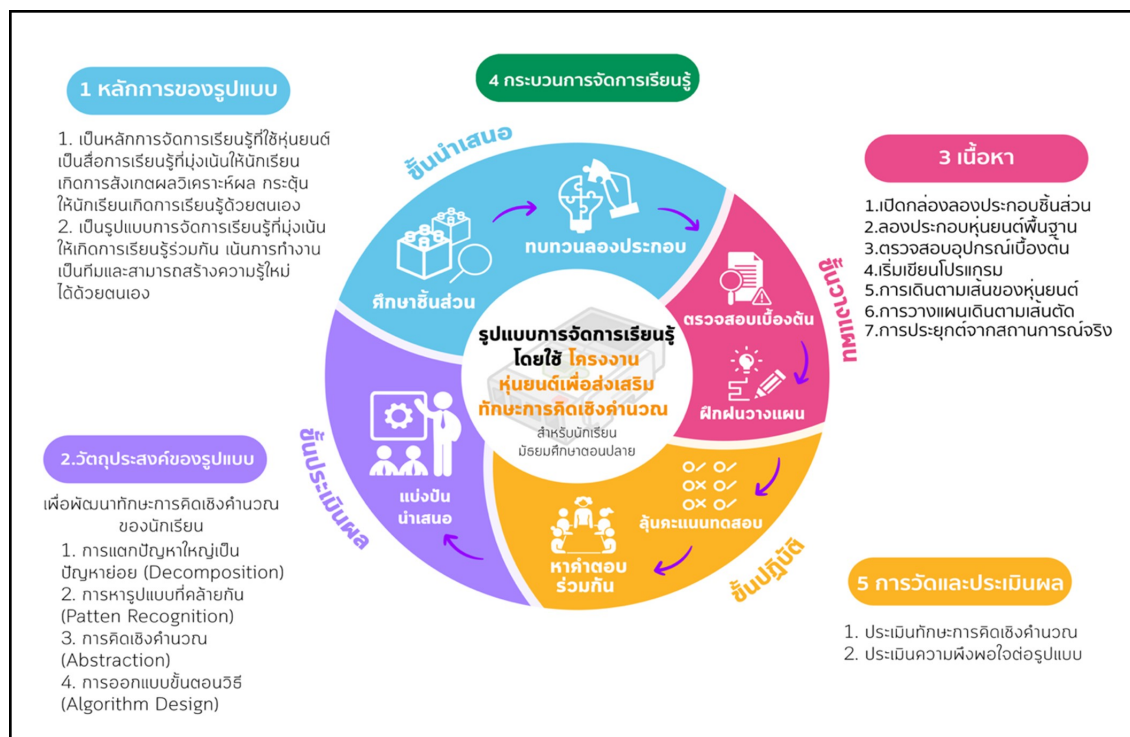
1.ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลพัฒนาแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย 5 ส่วน ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ คือหลักการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หุ่นยนต์ มี 4 ขั้นตอน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีม โดยส่งเสริมทักษะการคิดเชิง

ตารางที่ 1: สังเคราะห์งานวิจัย ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาขั้นตอนการวัดการคิดเชิงคำนวณ

ประเด็นหัวข้อด้านการวัด ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	Anna Felicia [13]	Macos Roman Gonzalez [14]	Vaso Constantinou [15]	Marina U. Bers [8]	Suchi Grover [16]	Anna Felicia [13]	Guanhua Chen [7]	Sama I. Swaid [17]	James Lockwood [18]	Ung L. Ling [19]	สรุป
Algorithm	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Data	✓			✓			✓	✓			✓
Iteration (Loop, Recursion)	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓
Object	✓										
Process	✓			✓							
System	✓	✓	✓		✓				✓		✓
Abstraction		✓	✓					✓			
Structure Problem Solving		✓	✓				✓			✓	✓
Error Decion		✓	✓				✓			✓	✓
Sequencing				✓	✓						
Engineering Design				✓				✓			✓
Condition					✓		✓				
Pattern Recognition								✓		✓	
Logical										✓	
Evaluation								✓			
Visualization								✓			

คำนวณ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน 3) เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนรู้ตามรูปแบบประกอบไปด้วย 7 เรื่องดังนี้ 1 เปิดกล่องลองประกอบชิ้นส่วน 2 ประกอบหุ่นยนต์พื้นฐานแบบสองล้อ 3 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ 4 เริ่มเขียนโปรแกรม 5 หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร 6 การวางแผนการเดินทาง



ภาพที่ 1: แผนภาพแสดงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริม ทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตามเส้นตัดของสนาม และ 7 การทดลองจากสถานการณ์จริง 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ เป็นไปตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบโครงงาน 4 ขั้นตอนได้แก่ 1 ขั้นการนำเสนอโครงงานหุ่นยนต์ 2 ขั้นวางแผนการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ 3 การปฏิบัติจากสถานการณ์จริง และ ขั้นตอนี่ 4 การประเมินผลและทบทวน 5) การวัดและประเมินผลของรูปแบบประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นดังภาพ

เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนรู้ตามรูปแบบประกอบไปด้วย 7 เรื่องดังนี้

1 เปิดกล่องลองประกอบชิ้นส่วน 2 ประกอบหุ่นยนต์พื้นฐานแบบสองล้อ 3 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ 4 เริ่มเขียนโปรแกรม 5 หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร 6 การวางแผนการเดินตามเส้นตัดของสนาม และ 7 การทดลองจากสถานการณ์จริง

การดำเนินกิจกรรมตามการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ดังนี้

1.1 ขั้นนำเสนอ ศึกษาชิ้นส่วน เป็นการเปิดกล่องลองประกอบชิ้นส่วนจำแนกประเภทชิ้นส่วนในลักษณะของหุ่นยนต์ตามหน้าที่การทำงานการวัดขนาดชิ้นส่วนความยาวชิ้นส่วนพื้นเพื่อและการประกอบเบื้องต้น ทบทวนลองประกอบ รู้จักการออกแบบการสร้างหุ่นยนต์แบบพื้นฐานที่สร้างได้ง่าย ทดสอบการควบคุมอุปกรณ์ อุปกรณ์รับเข้า (Input) และ อุปกรณ์รับคำสั่ง (Output) ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นนำเสนอ 1 การแตกปัญหา 2 การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน

1.2 ขั้นวางแผน ตรวจสอบเบื้องต้น ตรวจสอบอุปกรณ์รู้จักกับการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานระหว่าง

เซ็นเซอร์แบบเบื้องต้น ผูกแผนวางแผน เริ่มต้นการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์การอ่านค่าจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์และมอเตอร์นำมาเป็นเงื่อนไขเพื่อกำหนดการเขียนโปรแกรม การวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยผังภาพอย่างง่าย และการแปลงทางภาพออกมาเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ 1) การแตกปัญหา 2) การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน

1.3 ขั้นปฏิบัติ ล้นคะแนนทดสอบ เป็นการพัฒนาหุ่นยนต์เดินตามเส้นโดยตั้งคำถามขึ้นให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร โดยทำความเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นสีดำ หากคำตอบร่วมกัน การนับเส้นตัดของหุ่นยนต์โดยใช้หลักการหุ่นยนต์เดินตามเส้นโดยมีเงื่อนไขการเดินตามเส้นโดยใช้เส้นตัดหรือจุดตัดแต่ละจุดในสนามเพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงานของหุ่นยนต์ให้เดินไปยังทิศทางที่ถูกต้อง โดยทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นปฏิบัติ 1) การแตกปัญหา, 2) การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน, 3) การคิดเชิงนามธรรม, 4) การเขียนขั้นตอนวิธี

1.4 ขั้นประเมินผล แบ่งปันนำเสนอ เป็นการกำหนดโจทย์สถานการณ์ที่มีความท้าทายและความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประเมินผลตามสถานการณ์จริง มีการจดบันทึกข้อผิดพลาดเพื่อ แก้ไขและหาวิธีแก้ไข โดยผู้สอนช่วยสังเกตและให้คำแนะนำผู้เรียนในระหว่างการทำกิจกรรม มีการจัดการแข่งขันย่อยเพื่อให้เกิดความท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้หาวิธีแก้ปัญหาด้วยความกระตือรือร้น โดยใช้ความรู้ที่ได้ทั้ง 6 บทเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแข่งขันย่อยครั้งนี้ พร้อมให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อผิดพลาดและวิธีแก้ไขหุ่นยนต์ระหว่างการทำกิจกรรมทดสอบโครงงานหุ่นยนต์ตามภารกิจที่กำหนดไว้ ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นประเมินผล 4 ด้านคือ 1) การแตกปัญหา, 2) การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน 3) การคิดเชิงนามธรรม 4) การเขียนขั้นตอนวิธี ดังรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในภาพ 1

2.ผลการประเมินเพื่อรับรองรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 2: สังเคราะห์งานวิจัย ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาขั้นตอนการวัดการคิดเชิงคำนวณ

ความเหมาะสม	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านหลักการ	4.46	0.49	มาก
2. ด้านวัตถุประสงค์	4.70	0.49	มากที่สุด
3. ด้านเนื้อหา	4.73	0.32	มากที่สุด
4. ด้านการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4.68	0.37	มากที่สุด
5. ด้านการวัดและประเมินผลรูปแบบ	4.66	0.36	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าการประเมินเพื่อรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ฯ จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.64$; S.D.=0.40)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย 5 ส่วนได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ คือหลักการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หุ่นยนต์มี 4 ขั้นตอนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีมโดยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน 3) เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนรู้ตามรูปแบบประกอบไปด้วย 7 เรื่องดังนี้ 1. เปิดกล่องลองประกอบชิ้นส่วน 2. ประกอบหุ่นยนต์พื้นฐานแบบสองล้อ 3. ตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์ 4. เริ่มเขียนโปรแกรม 5. หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร 6. การวางแผนการเดินตามเส้นตัดของสนามและ 7. การทดลองจากสถานการณ์จริง 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบโครงงาน 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการนำเสนอโครงงานหุ่นยนต์ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ ขั้นตอนที่ 3 การปฏิบัติจากสถานการณ์จริงและขั้นตอนที่ 4 ประเมินผลและทบทวน สอดคล้องกับ สุพรรณ น้อยนคร [22] ที่นำแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 4 ขั้น ขั้นนำเสนอ ขั้นสอน ขั้นปฏิบัติ และขั้นประเมินผล ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ด้านการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานบูรณาการกับเพสบู๊ก 5) การวัดและประเมินผลของรูปแบบประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

หลักการของรูปแบบ เป็นกรอบความคิดสำคัญในการยกร่างรูปแบบประกอบไปด้วยกรอบความคิดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน, การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณซึ่งหลักการสำคัญเหล่านี้จะนำไปสู่การกำหนด วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบที่วางแนวทางของรูปแบบให้มีทิศทางที่ชัดเจนที่จะพัฒนาผู้เรียนไปสู่เป้าหมายซึ่งในการพัฒนารูปแบบครั้งนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบไว้คือเพื่อออกแบบกิจกรรมจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

เนื้อหาเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้เน้นกรอบแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับระดับของผู้เรียน เนื้อหาจะเป็นตัวกำหนดประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนอย่างเหมาะสมทั้งในและนอกห้องเรียน กำหนดวิธีการจัดมวลงประสบการณ์วิธีเรียนการถ่ายทอดเนื้อหากิจกรรมสื่อและยังเป็นตัวกำหนดเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการเรียนโดยรูปแบบ เนื้อหา 7 เรื่อง ได้แก่ 1) เปิดกล่องลองประกอบชิ้นส่วน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เข้าใจถึงองค์ประกอบหุ่นยนต์ 2) ประกอบหุ่นยนต์พื้นฐานแบบสองล้อเป็นการประกอบหุ่นยนต์ตามคู่มือเพื่อปูพื้นฐานการเข้าใจองค์ประกอบของหุ่นยนต์พื้นฐาน 3) ตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบการทำงานการอ่านค่าจากอุปกรณ์ input และ output การหมุนของล้อรอบล้อเซ็นเซอร์แสงความสว่างของแสงการวัดสี เซนเซอร์ จับระยะทางเซนเซอร์จับทิศทาง 4) เริ่มเขียนโปรแกรมได้แก่การติดตั้งโปรแกรมเพื่อเป็นชุดคำสั่งบนแพลตฟอร์มต่างๆเช่น Windows, Mac, iPad, Android 5) หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไรเป็นการเขียนโปรแกรมที่ยากขึ้นในอีกระดับใช้เงื่อนไขการตัดสินใจเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวาด้วยเซ็นเซอร์แสง 1 ตัวและเซ็นเซอร์แสง 2 ตัว กำหนดให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นตามทิศทางที่ต้องการ 6) การเดินตามเส้นตัดของหุ่นยนต์เป็นการกำหนดเส้นตัดเพื่อให้หยุดเดินของหุ่นยนต์เดินตามเส้นและเป็นการนำจุดตัดเป็นตัวกำหนดการเลี้ยวและตำแหน่งของสนามทำให้นักเรียนได้วางแผน กำหนดทิศทางของหุ่นยนต์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการในสนามเพื่อทำภารกิจต่อไป 7) การเรียนรู้จากสถานการณ์จริงเป็น การแข่งขันย่อย

ที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นทีมเป็นภารกิจที่ใช้ความสามารถทางด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณในทุกกระบวนการ สอดคล้องกับ อพัชชา ช่างขวัญยืน [23] การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนด้านกิจกรรมที่หลากหลาย กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และ คิดแก้ปัญหาซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบโดยมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ชี้นำเสนอ ประกอบไปด้วยการศึกษาชิ้นส่วนฟันเฟืองชิ้นส่วนล้อ โครงสร้างหุ่นยนต์ในขั้นนี้นักเรียนจะศึกษาชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น จุดยึดการจัดการชิ้นส่วนการจำแนกประเภทชิ้นส่วนหุ่นยนต์ การตรวจสอบจำนวนและขนาดของชิ้นส่วนการตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ และมีคู่มือในการจัดการชิ้นส่วนการวัดขนาดชิ้นส่วนการจำแนกหมวดหมู่การเก็บชิ้นส่วนเพื่อฝึกให้นักเรียนมีการคิดการจัดการเป็นระบบเกี่ยวกับ การวัดความยาวของแกนเสียบ ความยาวของแท่งโครงสร้างแบบเจาะรูที่มีขนาดต่างๆ เทคนิคการจัดชิ้นส่วนอย่างไร ไม่ให้ความเสียหาย หลังจากนั้นนักเรียนรู้จักประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของหุ่นยนต์นักเรียนจะได้ดำเนินการในขั้นที่ 2 การประกอบ หุ่นยนต์พื้นฐานแบบสองล้อนักเรียนต้องเรียนรู้ทดลองประกอบหุ่นยนต์ตามคู่มือการ ประกอบ การประกอบโครงสร้าง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ลักษณะการประกอบโครงสร้างที่แข็งแรงไม่บิดเบี้ยว การ ใช้จุด เชื่อมจุดยึดแบบ 1 ข้อต่อ 2 ข้อต่อ เพื่อให้ได้หุ่นยนต์พื้นฐานแบบ 2 ล้อในการดำเนินการทำภารกิจแบบเบื้องต้น จากนั้นมีการทดสอบการเดินของหุ่นยนต์แบบเบื้องต้นโดยการเขียนโปรแกรมจากกล่องควบคุมโดยตรงโดยไม่ผ่านอุปกรณ์ คอมพิวเตอร์หรือ ไอแพด เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการประกอบ และ องค์ประกอบโดยรวมของหุ่นยนต์พื้นฐานที่สามารถทำภารกิจได้ ขั้นที่ 3 ตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์เป็นการเรียนรู้เพื่อเข้าใจการทำงานเบื้องต้นของ กล่องควบคุมการเชื่อมประสานกับเซ็นเซอร์ส่วน input เช่น เซ็นเซอร์แสง อินฟราเรด เซ็นเซอร์ อัลตราโซนิก เซนเซอร์วัด ความสว่างของแสง เซ็นเซอร์ทิศทาง เพื่อส่งค่าที่รับไปประมวลผลในกล่องควบคุมส่งไปยัง เอาท์พุต เช่น มอเตอร์ขนาดเล็กและมอเตอร์ขนาดใหญ่ จากนั้นนักเรียนจะได้เรียนรู้ใน ขั้นที่ 4 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมด้วยชุดคำสั่งแบบ บล็อก คำสั่งฟังก์ชัน คำสั่งวนซ้ำ คำสั่งอ่านค่า เซ็นเซอร์ การคำนวณค่า เปรียบเทียบ ประมวลผลเพื่อควบคุมให้หุ่นยนต์ ทำงานตามกำหนด หลังผู้เรียนจะได้ฝึกการเขียนโปรแกรมระดับที่ยากขึ้นไป ขั้นที่ 5 การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์เดิน ตามเส้นดำด้วยการใช้เซ็นเซอร์แสงทั้ง แบบใช้ตัวเดียว และแบบใช้ 2 ตัว โดยนักเรียนต้องวิเคราะห์เงื่อนไขจากโจทย์ที่ ครูออกแบบ ขั้นที่ 6 การเดินตามเส้นตัดของหุ่นยนต์โดยผู้เรียนจะได้นำโจทย์ปัญหามาวิเคราะห์วางแผนการเดินของหุ่นยนต์ตามเส้นตัดจากสนามการแข่งขันจำลองเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกวางแผนในการนับเส้นตัดของหุ่นยนต์โดยให้นักเรียน ศึกษาจากสนาม จากนั้นให้วางแผนทางการเดินโดยใช้การออกแบบผังงานซึ่งเป็นกระบวนการคิดเชิงนามธรรมที่เป็นขั้นตอนเพื่อนำ ไปเขียนเป็นชุดคำสั่งให้หุ่นยนต์ดำเนินการตามภารกิจที่วางแผนด้วยผังงานได้อย่างถูกต้อง ผู้เรียนได้รับการ ฝึกการแก้ปัญหาไปสู่การคิดเชิงนามธรรมและสร้างเป็นขั้นตอนวิธีได้อย่างคล่องแคล่ว นักเรียนจะได้รับโจทย์ปัญหาเพื่อ การแข่งขันตามภารกิจโดยมีการกำหนดกติกาและเงื่อนไขนักเรียนจะต้องนำกระบวนการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ขั้นตอนมา เป็นเทคนิคเพื่อนำ ไปพิชิตปัญหาในการแข่งขันรายการย่อยซึ่งเป็นโจทย์ที่รวมเทคนิค ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการนำ ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้อย่างรอบด้านจากสนามแข่งขันหุ่นยนต์จำลองสู่สนามการแข่งขันจริง มุ่งเน้นให้ นักเรียนเกิด ทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จริง นักเรียนเกิดการสังเกตการวางแผนออกแบบด้วยผังงาน ที่นำไปสู่การเขียนโปรแกรมสั่งการหุ่นยนต์ จากการใช้หุ่นยนต์กับสนามทดลองและโจทย์กติกาแข่งขันย่อยในแต่ละบท เรียนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละด้านด้วยการทดลองซ้ำ มีความเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดการ บูรณาการทางความคิดของนักเรียน เป็นการบูรณาการในสาขาที่เกี่ยวกับ STEM อย่างครบถ้วน

2.การรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ภาพรวมของคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.64$; S.D.=0.40) ทั้งนี้เป็นเพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ได้วิเคราะห์องค์ประกอบของหลักการซึ่งเป็นหลักสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ซึ่งประกอบไปด้วย แนวคิด การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์ และ วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ทำให้ผู้เชี่ยวชาญมีผลการประเมิน ด้านหลักการในระดับมาก และ การกำหนดวัตถุประสงค์ ของรูปแบบที่กำหนดไว้ เพื่อออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ นำไปสู่การวางกรอบเนื้อหา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล ซึ่งทั้ง 4 ด้าน ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด มีความเห็นสอดคล้องกันในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ ทวีสิน อำนวยพันธ์วิไล [24] ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนระบบคลาวด์ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังร่วมกับการคิดเชิงวิพากษ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการรู้เท่าทันสื่อดิจิทัลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องในระดับมากที่สุดในด้านเนื้อหากระบวนการจัดการเรียนรู้ และ การวัดผลประเมินผล

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้มอบคำแนะนำแนวทางในการดำเนินการวิจัย จนเสร็จสิ้น ตลอดเวลาการดำเนินการทำวิจัย กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ภาสกร เรืองรอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาแนะนำแนวทางการทำวิจัย และให้คำตอบและแนวทางแก้ปัญหา กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้การแนะนำช่วยเหลือ และชี้แนะแนวทางการทำงานวิจัยข้อคิดเห็นประเด็นต่างๆ ในระหว่างการตรวจสอบแก้ไขและพัฒนาเครื่องมือวิจัยได้ถูกต้องสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] Gonzalez, M. (2015, July, 6-8). COMPUTATIONAL THINKING:DESIGN GUIDELINES AND CONTENT VALIDATION. In Proceedings of EDULEARN15. Spain: Barcelona.
- [2] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.
- [3] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559). สืบค้น 20 สิงหาคม 2558 จาก http://www2.oae.go.th/EVA/download/Plan/SummaryPlan11_thai.pdf
- [4] รุจโรจน์ แก้วอุไร, สุพรรณ น้อยนคร. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังก้ำงปลาร่วมกับเฟสบุ๊ค เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ปัญหาโครงงานของนิสิต.

- [5] พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, เพียวร์ ยินดีสุข, และราชน มีศรี. (2551). การสอนคิดด้วยโครงงาน: การเรียนการสอน แบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [6] ศศิโสภิต แพงศรี. (2561). การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน: การประยุกต์สู่การปฏิบัติในการจัดการศึกษาพยาบาล. วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี, 29(1), 215-222.
- [7] Chen, G. H. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Journal of Educational Computing Research*, 55(7), 924-947
- [8] Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(3), 203-215.
- [9] สุปรีย์ บุรณะกนิษฐ. (2556). ผลการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการโปรแกรมหุ่นยนต์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [10] ศศิธร ชูแก้ว. (2560). การพัฒนารูปแบบการสอนแบบบูรณาการโดยใช้หุ่นยนต์เป็นฐานในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงประมวลผลของผู้เรียนภายใต้แนวทางการจัดการศึกษาแบบ STEM. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [11] Joyce, B. R., & Weil, M. (1996). *Models of teaching* (6th ed.). Allyn and Bacon.
- [12] Gonzalez, M., & Perez-Munoz, A. (2018). Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School. *Education Sciences*, 8(1), 17.
- [13] Felicia, A. (2017). Computational Thinking and Tinkering: Exploration Study of Primary School Students' in Robotic and Graphical Programming. *International Journal of Assessment and Evaluation in Education*, 7, 44-54.
- [14] Constantinou, V. (2018). Develop computational thinking skills Through Education Robotics. Andri Ioannou; Published in EC-TEL 2018.
- [15] Grover, S. (2011, April 7-11). Robotics for Middle and High School Student to Develop Computational Thinking. In Annual Meeting of the American Education Research Association New Orleans. N.P.: n.p.
- [16] Swaid, S. (2015). Bringing Computational Thinking to STEM Education. *Procedia Manufacturing*
- [17] Lockwood, J. (2017). A pilot study investigating the introduction of a computer-science course at second level focused on computational thinking. *Irish Educational Studies*, 36(2), 183-201.
- [18] Ling, U. L., Saibin, T. C., Naharu, N., Labadin, J., & Aziz, N. A. (2018). An Evaluation Tool to Measure Computational Thinking Skills: Pilot Investigation. *Herald NAMSCA*, 1, 606-614.

- [19] Wing, J. M. (2012). Computational thinking. Keynote presented at the Microsoft Research Asia Faculty Summit 2012. Retrieved August 30, 2016, from https://www.microsoft.com/en-us/research/wpcontent/uploads/2012/08/Jeanette5_Wing.pdf
- [20] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559). กรุงเทพฯ: พริกหวานการพิมพ์.
- [21] สุพรรณษา น้อยนคร, รุจโรจน์ แก้วอุไร, นฤมล รอดเนียม. (2561). การส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานบูรณาการกับเฟสบุ๊ค วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 21 ฉบับที่ 1 1 มกราคม. – มีนาคม 2562.
- [22] อพัชชา ช่างขวัญยืน, รุจโรจน์ แก้วอุไร, วิจัย วงษ์ไทย และ เอื้อมพร หลินเจริญ. (2564). การจัดการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองดิจิทัล. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2564.
- [23] ทวีสิน อำนวยพันธุ์วิไล, พิษณุภา ยวงสร้อย, รุจโรจน์ แก้วอุไร และ กิตติพงษ์ พุ่มพวง. (2565). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนระบบคลาวด์ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังร่วมกับการคิดเชิงวิพากษ์เพื่อส่งเสริมการรู้เท่าทันสื่อดิจิทัลสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาวารสารสักทอง:มนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์. กรกฎาคม-กันยายน 2565. 81-94.