

The Development Instructional Media Innovation from Tablet (Old) with Microcontroller Board to Computing Science for a Small-sized School

Theptithut Kheawkham

M.Ed. (Mathematics Education), Lecturer

Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

Krailas Mathrmool*

Ph.D. (Applied Physics), Assistant Professor

Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

*Corresponding author: krailas_phy@hotmail.com

Received: October 12, 2023/ **Revised:** October 1, 2024/ **Accepted:** October 4, 2024

Abstract

The aims of this study were to 1) develop instructional media innovation from tablets with microcontroller boards for computing science and 2) study satisfaction after used it. The target groups consisted of 10 people in a lesson study team and 22 third-grade students in the first semester of the academic year 2023 from small-sized public elementary school in Phitsanulok Province. This study was a mixed-methods research. The research instruments , including 1) the instructional media innovation from old tablets with microcontroller boards 2) a quality assessment 3) a performance assessment and 4) a satisfaction questionnaire. Data analysis involved the use of statistics such as IOC, averages, standard deviations, frequency and tables to present the gathered information.

The findings of the study showed that 1) The instructional media innovation is classified as a semi-concrete medium in the form of Unplugged Coding, which receives data from the Arduino IDE program on an ESP8266 microcontroller board and displays it on an old tablet screen through the App Inventor program, which can be installed in the form of an APK file. It is divided into two aspects: (1) Data transmission: it was found that 28 command cards transmitted data with 100.00 % frequency, and (2) Usability: the media can be effectively used in all three activities with 100.00 % effectiveness. The quality of the instructional media innovation achieved an IOC value greater than 0.67 for all items. 2) The overall assessment of teachers' satisfaction level is at the highest level. It encompasses three aspects, namely: (1) the quality of teaching and instructional management ($\bar{X} = 4.77$, S.D. = 0.54) (2) the usability ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.63) and (3) the design ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.54), respectively. 3) The overall assessment of students' satisfaction level is at the highest level. It encompasses three aspects, namely: (1) the quality of teaching and instructional management ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.52) (2) the usability ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = 0.61) and (3) the design ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.66), respectively.

Keywords: The Instructional Media Innovation, Tablet, Microcontroller Board, Computing Science, Small-sized School

บทความวิจัย

การพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอนจากแท็บเล็ต (เก่า) ร่วมกับ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับโรงเรียนขนาดเล็ก

เทพธิดา เขียวคำ

ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา), อาจารย์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ไกรลาส มาตรฐาน*

ปร.ด. (ฟิสิกส์ประยุกต์), ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

*ผู้ประสานงาน: krailas_phy@hotmail.com

วันรับบทความ: 12 ตุลาคม 2566/ วันแก้ไขบทความ: 1 ตุลาคม 2567/ วันตอบรับบทความ: 4 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอนจากแท็บเล็ตร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ และศึกษาความพึงพอใจภายหลังการใช้งานกลุ่มเป้าหมายคือ ทีมการศึกษาชั้นเรียน จำนวน 10 คน และนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 22 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กของรัฐแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก งานวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) นวัตกรรมสื่อการสอน 2) แบบประเมินคุณภาพ 3) แบบประเมินประสิทธิภาพ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่า IOC ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง

ผลการวิจัยพบว่า 1) นวัตกรรมสื่อการสอน 2) จัดเป็นสื่อที่รูปรูปธรรมในรูปแบบ Unplugged Coding ที่รับข้อมูลจากโปรแกรม Arduino IDE บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 และแสดงผลบนหน้าจอแท็บเล็ตเก่าผ่านโปรแกรม App Inventor ซึ่งสามารถติดตั้งได้ในรูปแบบของไฟล์ APK แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ 1. ด้านการส่งผ่านข้อมูลพบว่าบัตรคำสั่งจำนวน 28 บัตรคำสั่ง มีค่าร้อยละความถี่ในการส่งผ่านข้อมูล ร้อยละ 100.00 2. ด้านการใช้งานสามารถนำไปใช้งานได้จริง ทั้ง 3 กิจกรรม ร้อยละ 100.00 และคุณภาพนวัตกรรมสื่อการสอน 2) มีค่า IOC มากกว่า 0.67 ทุกข้อ 3) ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของทีมการศึกษาชั้นเรียน โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ประกอบด้วย 1. ด้านคุณภาพสำหรับการจัดการเรียนการสอน ($\bar{X} = 4.77$, S.D. = 0.54) 2. ด้านการใช้งาน ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.63) และ 3. ด้านการออกแบบ ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.54) ตามลำดับ 4) ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียน โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดประกอบด้วย 1. ด้านคุณภาพสำหรับการจัดการเรียนการสอน ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.52) 2. ด้านการใช้งาน ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = 0.61) และ 3. ด้านการออกแบบ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.66) ตามลำดับ

คำสำคัญ: นวัตกรรมสื่อการสอน แท็บเล็ต บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ วิทยาการคำนวณ โรงเรียนขนาดเล็ก

บทนำ

ประเทศไทยมีการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ รวมถึงแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการพัฒนาแรงงานฝีมือทั่วไปสู่แรงงานขั้นสูง (High-Skilled Labor) ตามความต้องการของตลาดโลก (OECD, 2018) และให้ทัดเทียมกับนานาประเทศ อาทิ สหรัฐอเมริกา เอสโทเนีย จีน หรือญี่ปุ่น ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งกับการส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านเทคโนโลยี ดังนั้น จึงเกิดเป็นวาระเร่งด่วนของประเทศขึ้น และทุกโรงเรียนต้องส่งเสริมรวมถึงให้ความสำคัญโดยรัฐบาลได้วางหลักการพื้นฐาน 4 ประการสำหรับเตรียมคนให้พร้อมในอนาคต (Gerdruang et al., 2017) ประกอบด้วย 1) การเรียนรู้เกี่ยวกับยุคดิจิทัล (Digital Age Literacy) 2) การคิดสร้างสรรค์ (Inventive Thinking) 3) การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ (Effective Communication) และ 4) ผลผลิตภาพที่มีคุณภาพสูง (High Productivity) จากองค์ประกอบหลักทั้ง 4 ด้านที่ได้กล่าวไปในเบื้องต้นจึงเกิดเป็นนโยบายการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศไทยในทุกระดับผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนโดยใช้รายวิชาวิทยาการคำนวณ (Computing Science) ซึ่งเป็นรายวิชาใหม่เริ่มใช้ในประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2561 จัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) พื้นฐานความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology) และพื้นฐานการรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร (Media and Information Literacy) เพื่อใช้สำหรับการพัฒนากำลังคนของประเทศโดยเริ่มต้นในระดับโรงเรียนเพื่อให้ก้าวเข้าสู่ยุคดิจิทัล มีความทัดเทียมนานาประเทศที่ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skill) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem-Solving Skill) ทักษะการทำงานเป็นทีมและการสื่อสารกับเพื่อนร่วมทีม (Collaboration Skill) และทักษะในการใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Technology Skill) ซึ่งสำคัญอย่างมากสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Ministry of Education, 2017) โดยรายวิชาดังกล่าวถูกบรรจุให้ทำการสอนตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงระดับ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งกับการพัฒนาทักษะด้านการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน (Students' Computational Thinking) แบ่งเป็นระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นเน้นการใช้สื่อในรูปแบบกิจกรรม Unplugged ระดับประถมศึกษาตอนปลายได้พัฒนาไปสู่การเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง (Block-Based Programming) และระดับมัธยมศึกษาที่เน้นการเขียนโปรแกรมแบบข้อความ (Text-Based Programming)

ในต่างประเทศ Lee (2020) ได้ทำการศึกษาศึกษาการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ราคาต่ำสำหรับการจัดการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหารายวิชาเทคโนโลยีในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเน้นเรื่องการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เชิงวิศวกรรม Fülöp et al. (2022) ได้ทำการศึกษาศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณโดยการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ผนวกกับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming) Weerasin & Chaichan (2020) ได้ทำการศึกษาศึกษาการพัฒนาบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามตัวอย่างข้างต้นจากการประยุกต์ทั้งหมดผลการวิจัยพบว่าสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ การแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม สร้างแรงจูงใจ และทัศนคติที่ดีต่อรายวิชาวิทยาการคำนวณได้เป็นอย่างมาก

ในประเทศไทยจากการสำรวจ พ.ศ. 2566 มีโรงเรียนขนาดเล็กจำนวนมากถึง 7,969 โรงเรียน ซึ่งโรงเรียนขนาดเล็กคือ โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนน้อยกว่า 120 คนมีปัญหาที่สำคัญหลายประการ ประกอบด้วย 1) งบประมาณไม่เพียงพอสำหรับจัดการศึกษาให้มีคุณภาพและส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรทางการศึกษา 2) จำนวนครูไม่ครบชั้นและไม่ครบตามกลุ่มสาระวิชาตามหลักสูตร 3) นักเรียนขาดโอกาสการเข้าถึงการใช้เทคโนโลยี และประสบปัญหาการขาดแคลนเทคโนโลยี (Lack of Technology) และ 4) ครูขาดประสบการณ์ในการสอนและองค์ความรู้ในการใช้เทคโนโลยี (Lopundung, Usaho, & Siribanpitak, 2020) ดังนั้น โรงเรียนดังกล่าวจึงไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณที่ให้ความสำคัญและส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีในโรงเรียนได้ โดยรูปแบบของการใช้เทคโนโลยีดังที่ได้กล่าวข้างต้นมีความสำคัญในทุกระดับชั้น โดยเริ่มตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น

ซึ่งมีการแก้ปัญหาในโรงเรียนที่ขาดแคลนโดยการใช้สื่อ Unplugged ในรูปแบบของกระดานหรือบอร์ดเกมทดแทนการใช้สื่อการสอนในรูปแบบโปรแกรมจำลอง (Simulators) เช่น Code.Org หรือ Scratch เป็นต้น โดยจากงานวิจัยของ Celik (2022) พบว่า โปรแกรมจำลองเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงนามธรรม กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและช่วยลดภาระการเตรียมสื่อการสอนของครูโดยเฉพาะในระดับชั้นประถมศึกษา โดยตลอดที่ผ่านมารัฐบาลทุกสมัยได้ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง จากงานวิจัยของ Tubplee (2019) พบว่า ปีการศึกษา 2555 รัฐบาลได้มีโครงการ 1 คอมพิวเตอร์แท็บเล็ตต่อ 1 นักเรียน (One Tablet Per Child: OTPC) เป็นโครงการคอมพิวเตอร์มือถือสำหรับนักเรียนตามนโยบายการเปิดประตูสู่การเรียนรู้ของเด็กรุ่นใหม่ให้ก้าวทันเทคโนโลยี เพื่อเร่งยกระดับคุณภาพและการกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทัดเทียมกับนานาประเทศ โดยแจกแท็บเล็ตให้นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ทั่วประเทศโดยใช้งบประมาณที่สูง ซึ่งปัจจุบันโครงการดังกล่าวได้ปิดตัวลง และแท็บเล็ตได้กลายเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากความล้าหลัง รวมถึงสภาพปัญหาทางด้านซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์

จากปัญหาที่ได้กล่าวไปผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาและพัฒนาสื่อการสอน ฯ ในรูปแบบโปรแกรมจำลองเพื่อใช้เป็นสื่อการสอน และส่งเสริมให้เกิดการใช้เทคโนโลยีขึ้นในโรงเรียนขนาดเล็กหรือโรงเรียนที่ขาดแคลนเทคโนโลยี โดยการประยุกต์ใช้แท็บเล็ตเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (Ministry of Education, 2017) เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านเทคโนโลยีให้สอดคล้องตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอนจากแท็บเล็ตร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ

2. เพื่อประเมินความพึงพอใจระดับความพึงพอใจของทีมการศึกษาชั้นเรียน ที่เรียนจากนวัตกรรมสื่อการสอนจากแท็บเล็ตร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

3. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนจากนวัตกรรมสื่อการสอนจากแท็บเล็ตร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

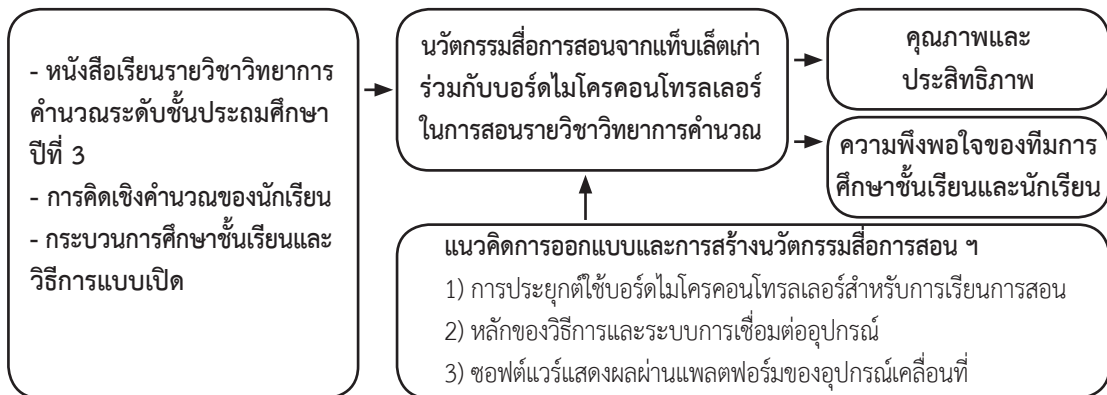
การแสดงความสัมพันธ์ของแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ มี 2 ขั้นตอน จากภาพประกอบ 1 ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ตามหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อและตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (Ministry of Education, 2017) โดยแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวต้องให้ความสำคัญกับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ประกอบด้วย 1) แบบลำดับขั้นตอน 2) แบบเหตุการณ์ และ 3) แบบเงื่อนไข 4) แบบวนซ้ำ (Brennan & Resnick, 2012) ร่วมกับการสอนผ่านการแก้ปัญหาแบบปลายเปิด (Open-ended) โดยใช้ทฤษฎีกระบวนการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด (Thailand Lesson Study and Open Approach: TLSOA) ของ Inprasitha (2022)

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษา ออกแบบ และพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้จากขั้นตอนที่ 1) ตามแนวคิดการออกแบบและการสร้างนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ของ Lee (2020) และ Shanmugam, Yassin & Khalid (2019) จากนั้นตรวจสอบหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของทีมการศึกษาชั้นเรียนและนักเรียนภายหลังการใช้งาน

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed - Methods research) ได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาจากสภาพปัจจุบัน และปัญหาด้านการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนรายวิชา วิทยาการคำนวณ โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ทีมการศึกษาชั้นเรียน จำนวน 10 ท่าน ประกอบด้วย ผู้อำนวยการ ผู้บริหาร และคณะครู โดยแต่ละท่านได้รับหน้าที่การสอนในรายวิชา และระดับชั้นที่แตกต่างกันตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ประจำปีการศึกษา 2566 โดยทีมการศึกษาชั้นเรียนมีประสบการณ์เข้าร่วมโครงการพัฒนาศักยภาพด้านการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณโดยใช้กระบวนการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดโดยใช้กิจกรรมแบบ Unplugged เพื่อสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณผ่านการแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นระยะเวลา มากกว่า 2 ปี

2. เครื่องมือการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ แบบมีโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน: การสอนรายวิชา วิทยาการคำนวณโดยใช้กิจกรรมแบบ Unplugged โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดของ Inprasitha (2022) และการพัฒนาทักษะด้านการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

รายวิชาวิทยาการคำนวณตามกรอบแนวคิดของ Brennan & Resnick (2012)

3. การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม (Focus Group) ร่วมกัน ณ หอประชุมโรงเรียน ประกอบด้วย ทีมการศึกษาชั้นเรียน และผู้เชี่ยวชาญภายในโครงการ โดยได้วิเคราะห์และจำแนกประเภทของปัญหาออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) จำนวนครูภายในโรงเรียนมีน้อยส่งผลต่อการเตรียมสื่อการสอนแบบ Unplugged ทั้งของครูและของนักเรียนที่มีจำนวนมาก 2) สื่อการสอนแบบเดิมกระตุ้นความน่าสนใจของบทเรียนได้น้อย และ 3) ต้องการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนให้มากขึ้นเพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรมในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

ระยะที่ 2 การศึกษาและพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอน ๓ และการศึกษาความพึงพอใจภายหลังการใช้ นวัตกรรมสื่อการสอน ๓ โดยใช้การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ทีมการศึกษาชั้นเรียน จำนวน 10 ท่าน (กลุ่มเดียวกับระยะที่ 1) โดยยินยอมเข้าร่วมโครงการและให้ข้อมูล

1.2 นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 22 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก โดยยินยอมเข้าร่วมโครงการและให้ข้อมูลร่วมกับการได้รับการยินยอมจากผู้แทนโดยชอบธรรม โดยเหตุผล

ที่เลือกนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เนื่องจากมีความเหมาะสมทั้งด้านระดับเนื้อหา ระดับการคิดเชิงคำนวณที่ถูกบ่มเพาะมา และระดับพัฒนาการของผู้เรียนที่เริ่มเหมาะสมกับการฝึกใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับการต่อยอดไปสู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจะเริ่มมีการเขียนโปรแกรมผ่านข้อความโดยเน้นการใช้คอมพิวเตอร์ต่อไป

2. เครื่องมือการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วย

1) นวัตกรรมสื่อการสอนฯ จัดเป็นสื่อกึ่งรูปธรรม (Semi Concrete Aids) ในรูปแบบ Unplugged Coding ที่รับข้อมูลจากโปรแกรม Arduino IDE บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 และแสดงผลบนหน้าจอแท็บเล็ตเก่าผ่านโปรแกรม App inventor ซึ่งสามารถติดตั้งได้ในรูปแบบของไฟล์ APK จำนวน 3 ไฟล์ประจำหน่วยการเรียนรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายโดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมรายวิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพโดยการใช้แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ และแบบประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน

2) แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ โดยมีรายการประเมิน จำนวน 10 ข้อย่อย โดยประยุกต์ข้อคำถามของ Weerasin & Chaichan (2020) ดังตาราง 1 จากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (IOC) พบว่า ทุกข้อมีค่ามากกว่า

0.60 ขึ้นไป จึงมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

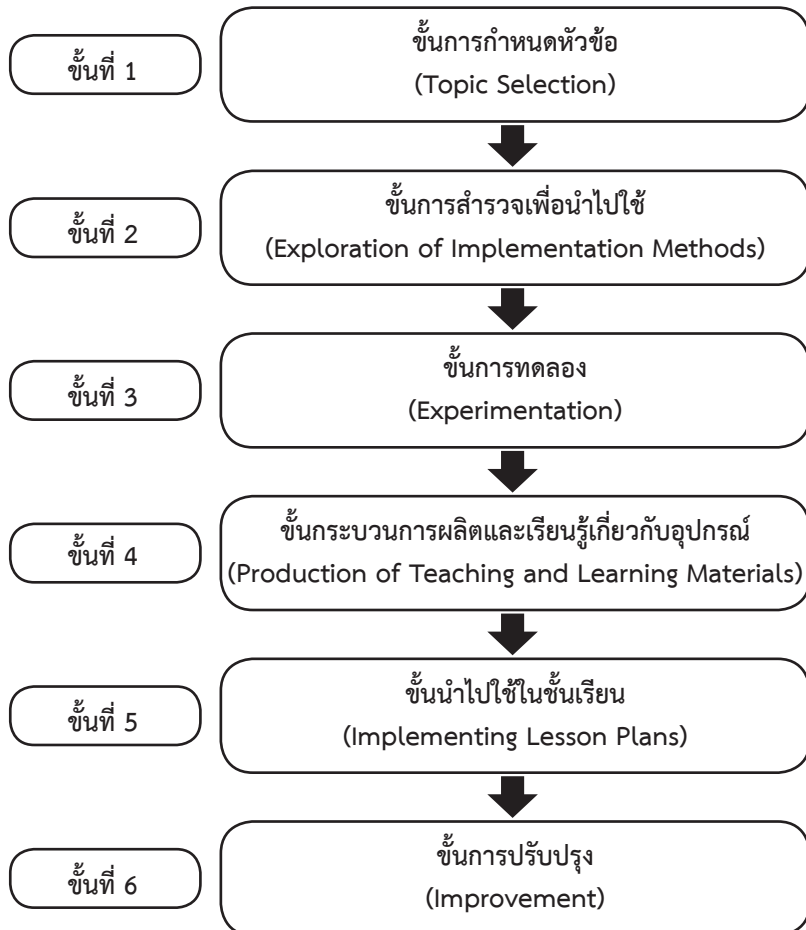
3) แบบประเมินประสิทธิภาพใช้ประเมินการรับส่งผ่านข้อมูล และการใช้งานสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ใช้ประเมินค่าความถี่ในการรับส่งผ่านข้อมูล และความถูกต้องในการอ่านบัตรคำสั่ง จำนวน 28 บัตรคำสั่ง จาก 3 กิจกรรม ในรูปแบบของตารางรายการตรวจสอบ (Check List) โดยทำการตรวจสอบรายการละ 10 ครั้ง โดยต้องมีความถูกต้องทั้ง 10 ครั้งจึงสามารถนำไปใช้งานได้

4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สำหรับทีมการศึกษาชั้นเรียนและนักเรียนภายหลังการใช้งาน โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบ มีข้อคำถามย่อย จำนวน 3 ข้อ ด้านคุณภาพสำหรับการจัดการเรียนการสอน มีข้อคำถามย่อย จำนวน 3 ข้อ และด้านการใช้งาน มีข้อคำถามย่อย จำนวน 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 10 ข้อย่อย ผู้วิจัยออกแบบวิธีการประเมินความพึงพอใจโดยประยุกต์ใช้มาตราวัดเจตคติแบบลิเคิร์ต (Likert rating scales) โดยแบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ โดยเรียงจากระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุดจนถึงน้อยที่สุดตามลำดับ จากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบค่า IOC พบว่า ทุกข้อมีค่ามากกว่า 0.75 ขึ้นไป จึงมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

3. ขั้นตอนการศึกษา ออกแบบ และพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอน ฯ จากภาพประกอบ 2 ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนของ Lee (2020) โดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ภาพประกอบ 2

ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ตามกรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับจัดการเรียนการสอนของ Lee (2020)



3.1 ขั้นการกำหนดหัวข้อ ผู้วิจัยมีขั้นตอน ดังนี้ 1) วิเคราะห์แนวทางการพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอน ฯ จากแผนการจัดการเรียนรู้เดิมของผู้วิจัย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวให้ความสำคัญกับการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียน และทำการสอนตามแนวทางแบบเปิด โดยใช้กิจกรรมแบบ Unplugged จำนวน 3 แผน ประกอบด้วย บทที่ 1, 2 และ 7 ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 2) เพิ่มเติม รายละเอียดขั้นตอนการใช้นวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ตาม แนวทางการสอนแบบเปิด 4 ขั้นตอน ที่คำนึงถึงการช่วย พัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน และกระตุ้นความ น่าสนใจของบทเรียนให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น และ 3) ส่งแผนการ จัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอน ผ่านการแก้ปัญหา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม

ความถูกต้อง และความสมบูรณ์ พบว่ามีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

3.2 ขั้นการสำรวจเพื่อนำมาใช้ ผู้วิจัยมี ขั้นตอนดังนี้ 1) ศึกษาประเภท และคุณสมบัติของแท็บเล็ตเก่า พบว่า เป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 4.0.3 ใช้หน่วย ประมวลผล 1.2 GHz, RAM 512 MB, พื้นที่จัดเก็บข้อมูล ภายใน 8 GB สามารถเพิ่มเติมความจำด้วยการ์ด microSD สนับสนุนการเชื่อมต่อ Wifi และกล้องหน้า 2 ล้านพิกเซล 2) ศึกษาประเภท และคุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิดต่าง ๆ เพื่อความเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ร่วมกับ แท็บเล็ตเก่า (Nam, 2018) ประกอบด้วย Arduino, Raspberry Pi, Intel Galileo และ Beagle Bone จาก การศึกษาพบว่า บอร์ด Arduino เหมาะสมกับการใช้งาน

กับแท็บเล็ตเก่ามากที่สุดเนื่องจากมีความสามารถขยายระบบงานของซอฟต์แวร์ (Expandability) อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ราคาไม่แพง และง่ายต่อการศึกษา และ 3) ศึกษาประเภทและคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่อพ่วง ประกอบด้วย 3.1) บัตร RFID โดยมีความหนา 0.8 มิลลิเมตร และใช้ส่งคลื่นความถี่ย่าน 13.56 Mhz. 3.2) เครื่องอ่านบัตร RFID ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ได้จากบัตร RFID โดยแปลค่าข้อมูลจากนั้นส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลโดยใช้คลื่นวิทยุในลักษณะกระแส AC ผ่านเสาอากาศที่อยู่ในบัตร RFID และ 3.3) เครื่องจ่ายไฟ โดยใช้ถ่านไฟฉายขนาด AAA (10.5x44.5 มม.) จำนวน 4 ก้อน

3.3 ขั้นตอนการทดลอง ผู้วิจัยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ให้มีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ และจุดประสงค์ของบทเรียนที่เน้นการสอนผ่านการแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมแบบ Unplugged โดยในรายละเอียดของบทเรียนจะเกี่ยวข้องกับการใช้บัตรคำสั่งสำหรับการควบคุมการทำงานของตัวละคร ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับการดำเนินการของโปรแกรม เช่น (เดินหน้า, ถอยหลัง, เลี้ยวซ้าย, เลี้ยวขวา, ทำซ้ำ, เก็บวัตถุ) เป็นต้น
- 2) ศึกษาและแก้ไขโค้ดโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE
- 3) ศึกษาและแก้ไขโค้ดโปรแกรม App inventor Blocks editors และ
- 4) ทดลองเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เข้าด้วยกันพร้อมกับตรวจสอบข้อผิดพลาดหากพบเร่งดำเนินการแก้ไข

ภาพประกอบ 3

นวัตกรรมสื่อการสอนจากแท็บเล็ตเก่าร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



3.4 ขั้นตอนการผลิตและเรียนรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์

ผู้วิจัยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ออกแบบระบบการทำงานของนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ในส่วนการสร้างชุดอ่านบัตรคำสั่ง ประกอบด้วยการใช้ RFID Module เป็นตัวรับและตัวส่งคลื่นวิทยุย่านความถี่ 13.56MHz โดยต่อวงจรร่วมกับ NodeMCU ESP8266 2) นำบัตรคำสั่งมาทดสอบด้วยการนำมาวางใกล้ RFID Module เพื่อเก็บข้อมูลจากนั้นจัดกลุ่มข้อมูลตัวเลขที่ได้เหมือนกันเพื่อสร้างเป็นบัตรคำสั่ง โดยการตัดสติ๊กเกอร์รูปภาพบัตรคำสั่งต่าง ๆ โดยแยกเป็นชุด 3 กิจกรรม ได้แก่ สัมตำहरษา ปรีศนา สัมตำ และหน้ากากอลเวง 3) เขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลจากบัตรคำสั่งโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE เพื่อเก็บตัวเลขและนำตัวเลขดังกล่าวแปลงเป็นตัวอักษรเพื่อเตรียมส่งข้อมูลผ่านระบบ wifi 4) เขียนโปรแกรมตรวจเช็คตัวอักษรสำหรับการแสดงผลบนหน้าจอแท็บเล็ตเก่าโดยใช้ App inventor Blocks editors จำนวน 3 กิจกรรม ประกอบด้วย สัมตำहरษา ปรีศนา สัมตำ และหน้ากากอลเวง 6) เขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ทั้งหมด ประกอบด้วย แท็บเล็ตเก่า, RFID Module Tag, Reader และ ESP8266 โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และ App inventor Blocks editors และ 7) เชื่อมต่อการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ต่อพ่วงทั้งหมดเป็นอันสมบูรณ์ แสดงดังภาพประกอบ 3 ดังนี้

3.5 ขั้นนำไปใช้ในชั้นเรียน ผู้วิจัยมีขั้นตอน

ดังนี้ 1) ผู้วิจัยประยุกต์ใช้ค่า IOC และประเมินประสิทธิภาพในการรับส่งผ่านข้อมูล และด้านการใช้งานเพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง ความเหมาะสม และความถูกต้อง ของนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ โดยส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนผ่านการแก้ปัญหา จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ท่าน แสดงผลดังตาราง 1 และ 2) สร้างนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ คัดลอก (Copy) จากเครื่องต้นแบบจำนวน

10 ชุด เพื่อใช้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลสัปดาห์ละ 1 ครั้ง รวม 3 สัปดาห์ ในคาบเรียนรายวิชาวิทยาการคำนวณร่วมกับการสอนตามวิธีการแบบเปิดจำนวน 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ปลายเปิด ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ขั้นอภิปราย และเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนร่วมกันทั้งชั้นเรียน และขั้นการสรุปทบทวนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน แสดงดังภาพประกอบ 4 ดังนี้

ภาพประกอบ 4

การนำนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ไปใช้จริงในชั้นเรียนร่วมกับการสอนตามวิธีการแบบเปิด



3.6 ขั้นการปรับปรุง ผู้วิจัยเก็บรวบรวม

ข้อมูลเพื่อประเมินผลความพึงพอใจภายหลังการใช้งานนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ของทีมการศึกษาชั้นเรียนและนักเรียน เพื่อนำผลการวิเคราะห์ข้อมูล และข้อเสนอแนะไปใช้สำหรับการปรับปรุงนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นแปลผลความหมาย

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งผลการวิจัยเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ และผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ของทีมการศึกษาชั้นเรียนและนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ

ผู้วิจัยได้แบ่งผลการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย การประเมินคุณภาพ การประเมินประสิทธิภาพในการรับส่งผ่านข้อมูล และการประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 1

ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมการสอน ฯ

รายการประเมินความสอดคล้องเหมาะสม	ค่า IOC เฉลี่ย	แปลผล
1. มาตรฐาน ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	1.00	มีความสอดคล้อง
2. ธรรมชาติของรายวิชาวิทยาการคำนวณ	1.00	มีความสอดคล้อง
3. ช่วงวัยของผู้เรียน	1.00	มีความสอดคล้อง
4. สภาพปัจจุบันของผู้เรียน	1.00	มีความสอดคล้อง
5. กระบวนการพัฒนาทักษะด้านการแก้ปัญหาของผู้เรียน	0.67	มีความสอดคล้อง
6. หน่วยการเรียนรู้ และจุดประสงค์ของบทเรียน	1.00	มีความสอดคล้อง
7. บริบทของสถานศึกษา	1.00	มีความสอดคล้อง
8. ความปลอดภัยระหว่างการใช้วัตกรรมการสอน ฯ	1.00	มีความสอดคล้อง
9. ความสนใจ และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดด้วยตนเอง	0.67	มีความสอดคล้อง
10. รูปแบบของนวัตกรรมการสอน ฯ	1.00	มีความสอดคล้อง
ภาพรวม	0.93	มีความสอดคล้อง

จากตาราง 1 พบว่า ค่า IOC เฉลี่ยมีค่า 0.93 และค่า IOC ของข้อคำถามทุกข้อมีค่ามากกว่า 0.67 และไม่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสามารถแปลผลได้ว่าคุณภาพของนวัตกรรมการสอน ฯ มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัยสามารถนำไปใช้ได้

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพในการรับส่งผ่านข้อมูลและการใช้งานการประเมิน

ผู้วิจัยใช้แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมการสอน ฯ สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินนวัตกรรมการสอน ฯ โดยมีรายการประเมิน จำนวน 10 ข้อย่อย เพื่อประเมินประสิทธิภาพในด้านการรับส่งผ่านข้อมูล

และด้านการใช้งาน โดยผลการวิจัย แบ่งเป็น 2 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านการส่งผ่านข้อมูล พบว่าบัตรคำสั่ง จำนวน 28 บัตรคำสั่ง มีค่าร้อยละความถี่ในการส่งผ่านข้อมูล ร้อยละ 100.00 2) ด้านการใช้งาน สามารถนำไปใช้งานได้จริงทั้ง 3 กิจกรรม ร้อยละ 100.00

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของทีมนักเรียนชั้นเรียนต่อการใช้นวัตกรรมการสอน ฯ

ภายหลังจากขั้นการสอนและสังเกตชั้นเรียน ร่วมกันของทีมนักเรียนชั้นเรียนถึงการใช้นวัตกรรมการสอน ฯ ตามกระบวนการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ตาราง 2

ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจและแปลผลของทีมนักเรียนชั้นเรียน

รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล
1. ด้านการออกแบบ	4.33	0.54	มาก
2. ด้านคุณภาพสำหรับการจัดการเรียนการสอน	4.77	0.42	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งาน	4.55	0.63	มากที่สุด
ภาพรวม	4.55	0.53	มากที่สุด

จากตาราง 2 พบว่า ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของทีมการศึกษาชั้นเรียนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 (0.53) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ประกอบด้วย ด้านคุณภาพสำหรับการจัดการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 (0.42) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 (0.63) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการออกแบบ

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 (0.54) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้นวัตกรรมสื่อการสอน ฯ

ภายหลังจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้นวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ร่วมกับการสอนแบบเปิดสามารถสรุปผลได้ดังนี้

ตาราง 3

ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจและแปลผลของนักเรียน

รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล
1. ด้านการออกแบบ	4.50	0.66	มาก
2. ด้านคุณภาพสำหรับการจัดการเรียนการสอน	4.70	0.52	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งาน	4.61	0.61	มากที่สุด
ภาพรวม	4.60	0.53	มากที่สุด

จากตาราง 3 พบว่า ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 (0.53) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ประกอบด้วย ด้านคุณภาพสำหรับการจัดการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 (0.52) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 (0.61) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการออกแบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 (0.66) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายผลออกเป็น 3 ประเด็นตามจุดประสงค์ของบทเรียนโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การประยุกต์ใช้แท็บเล็ตเข้าร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

ผู้วิจัยได้ออกแบบนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ให้เป็นสื่อถึงรูปธรรมสำหรับใช้สอนรายวิชาวิทยาการคำนวณแบบ Unplugged Coding โดยแสดงผลบนแอปพลิเคชันของแท็บเล็ตเข้าร่วมกับการใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในฐานะเครื่องอ่านบัตรคำสั่งโดยรับข้อมูล และส่งข้อมูลผ่านระบบ wifi และแสดงผลบนจอแท็บเล็ตแก่โดยผู้วิจัยคำนึงลักษณะที่นำใช้งาน ใช้งานง่าย มีเสียงพูด และคำนึงถึงจุดประสงค์ของบทเรียนที่ให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

กับการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนของ Brennan & Resnick (2012) สอดคล้องกับ Nam (2018) กล่าวว่า การเลือกใช้เทคโนโลยีสำหรับการเรียนการสอนสิ่งสำคัญอย่างยิ่งคือการออกแบบให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของบทเรียน อีกทั้งผู้วิจัยได้ออกแบบโดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ตามกรอบแนวคิดการออกแบบ และการสร้างนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ของ Lee (2020) และ Shanmugam et al. (2019) ร่วมด้วย เนื่องจากกรอบแนวคิดดังกล่าวก่อให้เกิดการบูรณาการระหว่างการออกแบบ การประยุกต์ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และหลักการของซอฟต์แวร์และระบบปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียนและวิธีการสอน ดังนั้นแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ Seanboonsong (2023) กล่าวว่า การใช้เทคโนโลยีในการสอนช่วยกระตุ้นการคิดส่งเสริมการเรียนรู้ และการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน อีกทั้งยังช่วยลดภาระการเตรียมสื่อการสอนของครูลงได้เนื่องจากสื่อการสอนถูกเคลื่อนย้ายให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

2. ความพึงพอใจภายหลังการใช้งานนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ของทีมการศึกษาชั้นเรียน

จากผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของทิมการศึกษา
ชั้นเรียน รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านคุณภาพ
สำหรับการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากนวัตกรรม
สื่อการสอน ฯ ช่วยให้ผู้สอนมีแนวทางการจัดการเรียน
การสอนที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดีสำหรับผู้เรียน อีกทั้ง
การออกแบบระบบแก้ไขคำตอบได้ทำให้แต่ละกิจกรรม
ที่เป็นแบบสถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิดเพิ่มโอกาส
ในการลงมือปฏิบัติ - ลองถูกของผู้เรียนได้มากขึ้น รวมถึง
ระบบการตั้งรหัสผ่านก่อนรู้คำตอบที่ถูกต้องช่วยส่งเสริม
ความสามารถในการสื่อสาร และการยอมรับฟังแนวคิด
ของผู้อื่น เนื่องจากการคิดที่หลากหลายของนักเรียน
ทำให้มีประเด็นการอภิปรายเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียน
อยากที่จะตั้งคำถาม และสอบถามกลุ่มที่นำเสนอสอดคล้อง
กับ Inprasitha (2022) กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียน
ได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือกับผู้อื่นอย่างอิสระ
ส่งเสริมให้เกิดการรับฟัง การอภิปราย และการเปรียบเทียบ
แนวคิดของตนเองกับผู้อื่นเพิ่มมากขึ้น และนวัตกรรม
สื่อการสอน ฯ ช่วยพัฒนาการคิดเชิงนามธรรมได้ดีมากขึ้น
เนื่องจากผู้เรียนสามารถเข้าใจความหมายหรือนิยามของ
คำศัพท์ในบทเรียนผ่านการเคลื่อนย้ายสื่อบนหน้าจอ
แท็บเล็ตเกาซึ่งจัดเป็นสื่อสิ่งรูปธรรม

3. ความพึงพอใจภายหลังการใช้งานนวัตกรรม สื่อการสอน ฯ ของนักเรียน

จากผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียน
รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านคุณภาพสำหรับ
การจัดการเรียนการสอน เนื่องจากนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ
ถูกสร้างให้ช่วยกระตุ้นความสนใจ และความสนใจของผู้เรียน
ส่งผลให้ผู้เรียนอยากที่จะค้นหาคำตอบ สอดคล้องกับ
Koocharoenpisal et al. (2023) พบว่า การสร้างสื่อการสอน
ต้องดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สนุกสนานและสามารถ
เรียนรู้ได้อย่างอิสระ รวมถึงส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อรายวิชา
ที่ให้ความสำคัญกับการเขียนโปรแกรมสอดคล้องกับ
Lee (2020) และ Fülöp et al. (2022) กล่าวว่า การประยุกต์
ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการเรียนการสอนส่งเสริม

ทักษะเชิงวิศวกรรมเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การแก้ปัญหา
และความใฝ่รู้ที่ดีของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สำหรับบุคลากรทางการศึกษาก่อนนำนวัตกรรม
สื่อการสอน ฯ ไปใช้ในชั้นเรียนควรใช้ในชั้นการเรียนรู้
ด้วยตนเองของนักเรียน โดยมีเงื่อนไขการนำไปใช้ คือ
ครูผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
ของผู้เรียนโดยไม่เข้าไปแทรกแซงการคิดของนักเรียน
แต่ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก

สำหรับนักเรียนภายหลังการได้รับการจัดการ
เรียนรู้ด้วยนวัตกรรมสื่อการสอน ฯ แล้ว พบว่านักเรียน
เกิดความสนใจ สนุกสนาน และส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อ
รายวิชาวิทยาการคำนวณให้เพิ่มมากขึ้น แต่ถึงกระนั้น
ในบางกรณีนักเรียนยังประสบปัญหาด้านการใช้เทคโนโลยี
อยู่บ้าง ครูจึงต้องคอยช่วยเหลือปัญหาดังกล่าว

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

นวัตกรรมสื่อการสอน ฯ ในงานวิจัยนี้เน้นใช้งาน
ในรายวิชาวิทยาการคำนวณเป็นสำคัญแต่ในรายวิชาอื่น
สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ
ตามความเหมาะสมในรายวิชาของตน เช่น รายวิชา
ภาษาไทย หรือวิชาภาษาอังกฤษ อาจประยุกต์ใช้เพื่อ
พัฒนาทักษะด้านการสื่อสาร (Communication Skills)
เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรม
จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา N13A650454
และงานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏพิบูลสงคราม ตามโครงการวิจัยรหัส PSRU-EC
2023/005

Reference

- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. In *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*. Vancouver Canada.
- Celik, B. (2022). The effects of computer simulations on students' science process skills: Literature review. *Canadian Journal of Educational and Social Studies*, 2(1), 16-28.
- Fülöp, M. T., Breaz, T. O., He, X., Ionescu, C. A., Cordoş, G. S., & Stanescu, S. G. (2022). The role of universities' sustainability, teachers' wellbeing, and attitudes toward e-learning during COVID-19. *Front. Public Health*, 10.
- Gerduang, A. (2017). Empowering Learning in the 21st Century for Thailand Society in the Digital Age. *Lampang Rajabhat University Journal*, 6(1), 173-184. [in Thai]
- Inprasitha, M. (2022). Lesson study and open approach development in Thailand: a longitudinal study. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 11(5), 1-15.
- Koocharoenpisa, N., Maikula, P., Chailaipanich, W., & Jeteh, M. (2023). Enhancing of Science Learning on Soil and Water Resources Using Web-Based Instruction for 8th Grade Students. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 34(2), 30-45. [in Thai]
- Lee, E. (2020). Developing a Low-Cost Microcontroller-Based Model for Teaching and Learning. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 921-934.
- Lopundung, T., Usaho, C., & Siribanpitak, P. (2020). Development of a Small-sized School Management System according to the Concept of Social Enterprise. *Journal of Education Studies*, 48(4), 131-146. [in Thai]
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and core contents of science areas (the B.E. 2560 (A.D. 2017) revised version) based on Thailand's basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Office of the Basic Education Commission. [in Thai]
- Nam, W. (2018). Study on design education plan using microcontroller board prototyping tool. *International Journal of Contents*, 14(3), 61-68.
- OECD. (2018). *Preparing our Youth for an Inclusive and Sustainable World: The OECD PISA Global Competence Framework*. OECD Library.
- Saenboonsong, S. (2022). The Development of Game on Mobile Application for Media Literacy of Primary Students under Office of Phranakhon Si Ayutthaya Educational Service Area. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 34(1), 57-69. [in Thai]
- Shanmugam, L., Yassin, S.F., & Khalid, F. (2019). Enhancing Students' motivation to learn computational thinking through mobile application development module (M-CT). *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5), 1293-1303.
- Tubplee, E. (2019). One Tablet per Child Policy in Thailand. *Academic journal Bangkokthonburi University*, 8(1), 220-231. [in Thai]
- Weerasin, W., & Chaichan, A. (2020). The Development of Microcontroller Board for Supporting in Electronic Engineering Learning. *12 th National Conference on Technical Education*. 122-127. [in Thai]