

Success Conditions of Learning Management for Developing Computational Thinking Skills of Primary School Students in Ratchaburi Province under the Office of The Basic Education Commission

Sukanya Ngewtong^{1*} Tippawan Sukjairungwattana¹ and Nopporn Chantaranamchoo¹

¹ Faculty of Education, Silpakorn University, Thailand

* Corresponding author. E-mail: sungrugsu@su.ac.th

ABSTRACT

This study aimed to examine the processes and success conditions of learning management for developing computational thinking skills of primary school students in Ratchaburi Province under the Office of the Basic Education Commission, and to propose guidelines for enhancing these skills. A qualitative research approach was employed, with 20 key informants including school directors, deputy directors, heads of academic affairs, subject group leaders, teachers, and parents. Data were collected through in-depth interviews, focus group discussions, and non-participant observations, and analyzed using qualitative content analysis. The results indicated that the learning management process was systematic and comprehensive, covering curriculum design, learning objectives, activities, instructional media, assessment, teachers' roles, and student participation. It integrated theoretical and practical activities, digital and local media, teacher support, and student reflection, enabling sustainable development of computational thinking skills. Success conditions comprised the learning environment (physical, psychological, and technological support) and the learning network (internal school, external school, and student-to-student networks). The proposed guidelines emphasized integrating computational thinking across subjects, providing diverse, real-life connected activities, utilizing appropriate media and technology, developing teachers and professional learning communities, and involving parents and communities as learning supporters.

Keywords: Learning Management, Computational Thinking Skills, Condition for Success

เงื่อนไขความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรีในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

สุกัญญา จีวทอง^{1*} ทิพพวัฒน์ สุขใจรุ่งวัฒนา¹ และ นพพร จันทรนำชู¹

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ประเทศไทย

* Corresponding author. E-mail: sungrugsu@su.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการและเงื่อนไขความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาในจังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมทั้งเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะดังกล่าว การวิจัยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ประกอบด้วย ผู้อำนวยการโรงเรียนหรือรองผู้อำนวยการที่ได้รับมอบหมาย หัวหน้าฝ่ายวิชาการ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครู และผู้ปกครอง จำนวน 20 คน ปีการศึกษา 2567 เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แนวทางการสนทนากลุ่ม และแบบบันทึกการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม ข้อมูลที่ได้ถูกวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาเป็นระบบและครอบคลุมด้านต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบหลักสูตร วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน การประเมินผล บทบาทของครู และการมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยกระบวนการนี้บูรณาการทั้งกิจกรรมเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ การใช้สื่อดิจิทัลและสื่อท้องถิ่น การสนับสนุนจากครูและการสะท้อนคิดของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน นอกจากนี้ เงื่อนไขความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย สองด้านหลัก ได้แก่ สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งรวมถึงสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ สภาพจิตวิทยา และสื่อและเทคโนโลยีสนับสนุน และเครือข่ายการเรียนรู้ ประกอบด้วย เครือข่ายภายในโรงเรียน เครือข่ายภายนอกโรงเรียน และเครือข่ายระหว่างนักเรียน แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เสนอเน้นการบูรณาการทักษะการคิดเชิงคำนวณในทุกสาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเชื่อมโยงกับบริบทชีวิตจริง การใช้สื่อและเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม การพัฒนาครูและชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ตลอดจนการส่งเสริมบทบาทของผู้ปกครองและชุมชนให้เป็นแหล่งเรียนรู้และผู้สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้, ทักษะการคิดเชิงคำนวณ, เงื่อนไขความสำเร็จ

© 2025 JSSP: Journal of Social Science Panyapat

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 โลกได้ก้าวเข้าสู่ยุคแห่งเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ ทุกวัน ทำให้การเรียนรู้ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงในห้องเรียนอีกต่อไป แต่สามารถเข้าถึงได้จากหลายช่องทางอย่างสะดวกและทันเวลา ผู้ที่เพียงท่องจำเก่งหรือเรียนเก่งอาจไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตในยุคดิจิทัล สังคมโลกในปัจจุบันต้องการบุคคลที่พร้อมจะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ และพัฒนาทักษะใหม่ ๆ อยู่เสมอ ดังนั้น การพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิดของ วิจารณ์ พานิช (2556) ซึ่งประกอบด้วย 3Rs + 8Cs + 2Ls จึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้ นักเรียนสามารถปรับตัวและแข่งขันได้ในโลกที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม หนึ่งในทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งคือ ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล และเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์ การพัฒนาทักษะนี้ช่วยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ วางแผน และตัดสินใจอย่างมีตรรกะสามารถนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมทั้งเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ด้าน การเขียนโปรแกรมหรือโค้ดดิ้ง (Coding) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ โดยใช้คำสั่งและขั้นตอนเพื่อให้คอมพิวเตอร์

ทำงานตามความต้องการของมนุษย์ได้อย่างมีระบบ การฝึกฝนการคิดเชิงคำนวณตั้งแต่ระดับประถมศึกษามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะช่วยพัฒนาให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ และสามารถประยุกต์ใช้ความคิดนั้นในการแก้ปัญหาในสาขาวิชาต่าง ๆ ตลอดจนในชีวิตประจำวัน (รุ่งทิพย์ ศรสิงห์ และคณะ, 2560) ทักษะดังกล่าวยังเชื่อมโยงกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการสร้างสรรคเทคโนโลยีและนวัตกรรม ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศสู่ยุค ประเทศไทย 4.0 (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2562) ประกอบกับ การจัดการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน ผู้สอนต้องตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของโลกและความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องมีองค์ความรู้ที่หลากหลายและสามารถบูรณาการให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนในแต่ละระดับ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (กุลิสรา จิตรชญาวนิช, 2562) ทั้งนี้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดเป้าหมายของการศึกษาระดับประถมศึกษาให้มุ่งพัฒนาทักษะพื้นฐาน เช่น การอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ และกระบวนการทางสังคม โดยเน้นการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตนักเรียนให้สมดุลทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา และอารมณ์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ในขณะเดียวกัน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564) ได้ชี้ให้เห็นว่า รายวิชา “วิทยาการคำนวณ” เป็นวิชาที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ ผ่านการเรียนรู้ การวางแผน การลงมือทำ และการฝึกแก้ปัญหาจากกิจกรรมการเขียนโค้ด ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในกระบวนการคิดเชิงคำนวณและสามารถนำไปต่อยอดสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จะเห็นได้ว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะไม่เพียงช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล แต่ยังส่งเสริมให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน ทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบ ใช้เหตุผล แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และสร้างสรรค์นวัตกรรม รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและการเรียนรู้ในสาขาต่าง ๆ ได้ (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2562) การคิดเชิงคำนวณยังเป็นพื้นฐานสำคัญของการเขียนโปรแกรม (Coding) ซึ่งช่วยให้นักเรียนฝึกกระบวนการวางแผน วิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ (Learning Management) เป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาทักษะดังกล่าว ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบที่หลากหลาย ได้แก่ หลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล ผู้สอน นักเรียน และสภาพแวดล้อมทางจิตวิทยาในชั้นเรียน (นิรดา เวชญาลักษณ์, 2561) ทั้งนี้ ครูต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้สอนแบบถ่ายทอดความรู้ไปสู่การเป็นผู้สนับสนุนและชี้แนะให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ขึ้นเองตามแนวคิด Teach Less, Learn More (วิจารณ์ พานิช, 2555) ประกอบกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พ.ศ. 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้เน้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อพัฒนาทักษะพื้นฐานและกระบวนการคิดของนักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษา โดยเฉพาะการคิดเชิงตรรกะและการตัดสินใจ การเรียนการสอนวิทยาการคำนวณช่วยให้นักเรียนฝึกการวางแผน กระบวนการคิด และลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2564)

นอกจากนี้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสม ทั้งด้านกายภาพและจิตวิทยา รวมถึงเครือข่ายการเรียนรู้ มีส่วนสำคัญต่อการสร้างแรงจูงใจและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน (เด่นชัย วงษ์ช่าง, 2556) ผลการศึกษาของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 และ เขต 2 พบว่า ผลการทดสอบความสามารถพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้านภาษาไทยและคณิตศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ จากเหตุผลดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีความสำคัญในการศึกษากระบวนการและเงื่อนไขความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาในจังหวัดราชบุรี เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ ทั้งในด้านผู้สอน ผู้เรียน สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ และการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผลการวิจัยที่ได้จะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม และส่งเสริมให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อันจะนำไปสู่การยกระดับคุณภาพการศึกษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการและเงื่อนไขความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรีในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. เพื่อเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรีในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการ ดังนี้

1. พื้นที่วิจัย

พื้นที่วิจัยเป็น โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรี ที่มีแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ในการจัดการเรียนรู้วิทยาการคำนวณ (Coding) และเข้าร่วมโครงการ Coding for Better Life ของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล โดยมีเป้าหมายเพื่อมุ่งเน้นการดำเนินงานในหลายมิติ เริ่มจากการยกระดับความพร้อมของโรงเรียน ด้วยการสนับสนุนอุปกรณ์ ดิจิทัล และซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ด้านโค้ดดิ้ง ทำให้โรงเรียนสามารถจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพและทันสมัยได้ นอกจากนี้ ยังมุ่งเน้นการพัฒนาครูให้เป็น “โค้ชโค้ดดิ้ง” ผ่านหลักสูตรที่ออกแบบตามระดับความสามารถ เพื่อให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้และสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้แก่นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีโรงเรียนเป้าหมาย 4 แห่ง ได้แก่ โรงเรียนวัดด่านทับตะโก โรงเรียนอนุบาลเมืองราชบุรี โรงเรียนอนุบาลดำเนินสะดวก (วัดโคกบำรุงราษฎร์ รตนลาโภประชาสรรค์) และโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต)

2. ผู้ให้ข้อมูลหลัก

ผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informants) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยใช้วิธี เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และ การเลือกเชิงทฤษฎี (Theoretical Sampling) ตามแนวทางของ Corbin & Strauss (2008) ดังนี้

2.1 ผู้ให้ข้อมูลหลัก การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) จำนวน 5 คนต่อโรงเรียน แต่ละโรงเรียนประกอบด้วย 1) ผู้อำนวยการสถานศึกษาหรือรองผู้อำนวยการสถานศึกษา จำนวน 1 คน 2) หัวหน้าฝ่ายวิชาการ จำนวน 1 คน 3) หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 1 คน 4) ครูผู้สอนวิทยาการคำนวณ จำนวน 1 คน และ 5) ผู้ปกครอง จำนวน 1 คน รวมจำนวน 20 คน โดยพิจารณาจากความอิ่มตัวของข้อมูล (Data Saturation) และความพอเพียงของข้อมูล (Data Sufficiency) การพิจารณาความอิ่มตัวของข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้ 1) สังเกตความซ้ำซ้อนของคำตอบ 2) วิเคราะห์เชิงเนื้อหา นักวิจัยจะทำการถอดรหัส (Coding) ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ หากพบว่าโค้ดหรือหมวดหมู่ใหม่แต่ไม่มีเกิดขึ้นหลังจากสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลายคน แสดงว่าข้อมูลได้อิ่มตัว และ 3) พิจารณาความพอเพียงของข้อมูล นอกจากความอิ่มตัวแล้ว นักวิจัยต้องพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้มีความครอบคลุมในมิติหรือประเด็นวิจัยทั้งหมด

2.2 เกณฑ์ในการเลือกผู้ให้ข้อมูลหลัก ได้แก่ 1) เป็นบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ 2) มีความสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกและหลากหลายที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และ 3) สามารถให้ข้อมูลที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับแนวคิดเบื้องต้น เพื่อปรับข้อสรุปเชิงทฤษฎีให้สมบูรณ์

2.3 คุณสมบัติของผู้ให้ข้อมูลหลัก ได้แก่ 1) ผู้อำนวยการสถานศึกษา / รองผู้อำนวยการสถานศึกษา ที่มีหน้าที่กำกับดูแลการจัดการเรียนการสอนและบริหารงานวิชาการ 2) หัวหน้าฝ่ายวิชาการ มีหน้าที่รับผิดชอบวางแผนและติดตามผลการเรียนการสอน 3) หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาที่สอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) ครูผู้สอน สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสังเกตพฤติกรรมความคิดเชิงคำนวณของนักเรียน และ 5) ผู้ปกครองนักเรียน สามารถให้มุมมองด้านการสนับสนุนและพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนที่บ้าน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีหลายประเภทเพื่อเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่

3.1 แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) สำหรับผู้ให้ข้อมูลแต่ละกลุ่ม จำนวน 3 ฉบับ เป็นแบบสัมภาษณ์โครงสร้างปลายเปิด แยกตามกลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูหัวหน้ากลุ่มสาระ ครูผู้สอน รายวิชาการคิดคำนวณ และผู้ปกครอง ประเด็นคำถามครอบคลุม ข้อมูลทั่วไป การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เจาะลึกความสำเร็จ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ มีการทดลองใช้ก่อนในกลุ่มผู้ให้ข้อมูลนอกพื้นที่ เพื่อปรับปรุงความเข้าใจ ความต่อเนื่อง และความเหมาะสมของคำถาม

3.2 แนวคำถามในการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่ออภิปรายภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ฉบับ เป็นคำถามปลายเปิดสำหรับผู้บริหาร จำนวน 1 ฉบับ ครู จำนวน 1 ฉบับและผู้ปกครอง จำนวน 1 ฉบับ ใช้พูดคุยและอภิปรายภาพรวมของการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ปรับคำถามให้กระชับ สอดคล้องกับ นิยามศัพท์เฉพาะและครอบคลุมประเด็นนโยบายหรือการสนับสนุนจากหน่วยงานต้นสังกัด โดยผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่ม แยกตามบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อลดอคติในการให้ข้อมูลและส่งเสริมบรรยากาศที่เอื้อต่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อย่างเปิดเผย โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 4 คน กลุ่มครูผู้สอน จำนวน 4 คน และกลุ่มผู้ปกครอง จำนวน 4 คน ผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่มคัดเลือกด้วยเกณฑ์เดียวกับการสัมภาษณ์เชิงลึก คือ มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรง กับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 5 ปีและสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกได้ตามประเด็นการวิจัย

3.3 แบบสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (Non-participant Observation) ตรวจสอบการจัดการเรียนรู้ตามรายการตรวจสอบ เป็นรายการตรวจสอบ (Checklist) ใช้สังเกตสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ พฤติกรรมครูและนักเรียน และเงื่อนไขสนับสนุนอื่น ๆ ข้อสังเกตระบุชัดเจน เช่น มี/ไม่มี, ใช่/ไม่ใช่ และระบุเวลาสถานที่ พร้อมคำถามเกี่ยวกับการกระตุ้นการคิดเชิงคำนวณ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตจากมหาวิทยาลัยและโรงเรียน พร้อมส่งแนวคำถามและนัดหมายการเก็บข้อมูล ทั้งการสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่ม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

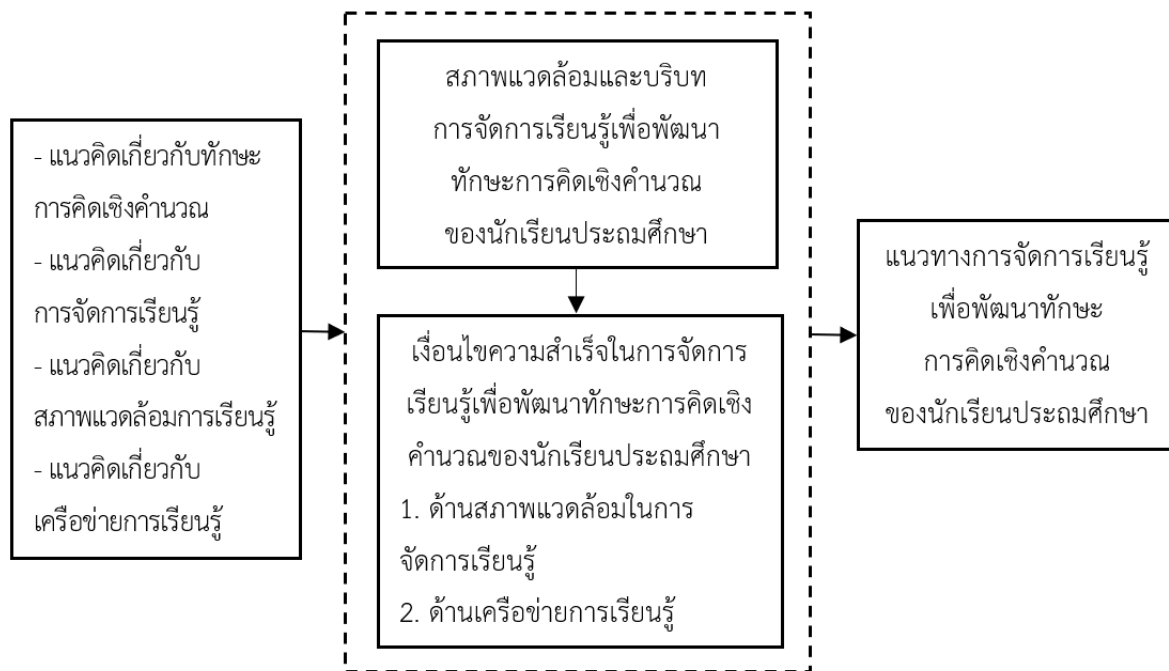
การวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพ (Content Analysis) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้ 1) ถอดบทสัมภาษณ์ และบันทึกข้อมูลอย่างละเอียด 2) วิเคราะห์และตีความข้อมูลโดยใช้ความไวทางทฤษฎี (Theoretical Sensitivity) 3) แยกหมวดหมู่ข้อมูล (Open Coding) และสร้างมโนทัศน์ (Concepts) รวมถึงจัดกลุ่มและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลและ 4) สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อเสนอ (Proposition) และข้อสรุปเชิงทฤษฎี (Theoretical Generalization) ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาโดยใช้การสังเกต และการจดบันทึก นำไปใช้ประกอบข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก การสนทนากลุ่ม การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม และการศึกษาเอกสาร เพื่อเป็นการตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง (Theoretical triangulation) ประกอบด้วย 1) การตรวจสอบสามเส้าด้านข้อมูล (Data triangulation) เป็นการใชแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง เช่น แหล่งเอกสาร บุคคล และสถานที่ เพื่อศึกษาปรากฏการณ์เดียวกัน และ 2) การตรวจสอบสามเส้าด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูล (Methodological triangulation) เป็นการใช้วิธีการวิจัยหลายวิธี เพื่อตรวจสอบปรากฏการณ์เดียวกัน

6. การนำเสนอผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยในรูปแบบเชิงพรรณนา (Descriptive) และ พรรณนาวิเคราะห์ (Analytical Description) เพื่อแสดง กระบวนการ เจาะลึกความสำเร็จ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรี

กรอบแนวคิดในการวิจัย

เงื่อนไขความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรี ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ใช้แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย 1) การแยกส่วนประกอบ (Decomposition) 2) การหารูปแบบ (Pattern recognition) 3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และ 4) การออกแบบลำดับการทำงาน (algorithm design) ตามแนวคิดของ Selby (2013); สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2559); สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561); ชยการ ศิริรัตน์ (2562) และแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรีในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จากกระทรวงศึกษาธิการ (2551); อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553); พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และพะเยาว์ ยินดีสุข (2557); ณิชดา เวชญาติลักษณ์ (2561); กุลิสรา จิตรชญาวนิช (2562); ประกอบด้วย 1) หลักสูตร 2) จุดประสงค์ 3) การจัดการเรียนการสอน 4) สื่อการเรียนรู้ 5) การวัดผลและประเมินผล 6) ผู้สอนและ 7) นักเรียน การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรีในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ต้องอาศัยสภาพหรือสภาวะสิ่งต่างๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้านกายภาพ 2) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ และ 3) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้านการมีส่วนร่วมของนักเรียน (Richardson et al., 2017) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้านมีบทบาทเชิงระบบต่อการพัฒนาทักษะ CT ด้านกายภาพช่วยลดข้อจำกัดและเพิ่มความสะดวกด้านการทดลอง ด้านบรรยากาศสร้างความมั่นใจและสนับสนุนการคิดสร้างสรรค์ ส่วนด้านการมีส่วนร่วมส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมมือและพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน การรวมกันขององค์ประกอบทั้ง 3 ทำให้นักเรียนสามารถฝึก CT ได้อย่างต่อเนื่อง ครอบคลุม และมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกันเครือข่ายการเรียนรู้เป็นกระบวนการในการแลกเปลี่ยนความคิด ข้อมูล ประสบการณ์ต่างๆ และการเรียนรู้ระหว่างบุคคล องค์กรต่างๆ ในกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วย 1) เครือข่ายการเรียนรู้ที่มีแนวคิดการพัฒนาที่อยู่บนพื้นฐานความต้องการประชาชน (Bottom-up) 2) เครือข่ายการเรียนรู้มีการดำเนินงานที่มีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง 3) เครือข่ายการเรียนรู้มีกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตของคน มีลักษณะยืดหยุ่น แลกเปลี่ยนและการกระจายความรู้ที่มีลักษณะการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง 4) เครือข่ายการเรียนรู้เป็นกระบวนการกลั่นกรองความรู้จากภายนอกเพื่อประสานเป็นความรู้ใหม่ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาและพัฒนาตนเอง และ 5) เครือข่ายการเรียนรู้มีการระดม ประสานการใช้ทรัพยากรต่างๆ ในการร่วมมือเพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง (อเนก นาคะบุตร, 2561; ชินวงศ์ วิเศษ, 2562; ษณอนงค์ ชูรา, 2566) ซึ่งสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัย พบว่า

1. กระบวนการและเงื่อนไขความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรีในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระบวนการและเงื่อนไขความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรีในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.1 การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนเกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุมตั้งแต่การออกแบบหลักสูตร กำหนดจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ การเลือกใช้สื่อ การวัดผล และการสะท้อนผลของผู้เรียน ผู้วิจัยพบว่าแต่ละโรงเรียนมีการผสมผสานกิจกรรมเชิงทฤษฎีและปฏิบัติจริง เช่น การทำโครงงาน STEM และการใช้แพลตฟอร์ม Scratch หรือ Micro:bit เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดเป็นขั้นตอน (Algorithmic Thinking) การรวมสื่อดิจิทัลกับสื่อท้องถิ่นช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้จริง ตัวอย่างเช่น นักเรียนโรงเรียน A ใช้ Micro:bit ในการจำลองระบบจัดการขยะ ทำให้เข้าใจการวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาได้เป็นรูปธรรม

1.2 เงื่อนไขความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรีในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยเงื่อนไข 2 ด้าน คือ

1.2.1 ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่า สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น ห้องเรียนที่จัดเป็นกลุ่มย่อย ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และ Maker Space ที่มีอุปกรณ์ STEM เพียงพอ ส่งผลให้การเรียนรู้เชิงปฏิบัติเป็นไปอย่างราบรื่น ขณะเดียวกันสภาพแวดล้อมทางจิตวิทยาที่ปลอดภัยและเป็นมิตร กระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและทดลองแก้ปัญหา ผู้บริหารโรงเรียนมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุน ทั้งการจัดสรรงบประมาณ การอบรมครู และการติดตามประเมินผล ตัวอย่างจากโรงเรียน B พบว่า การจัด Maker Space อย่างเหมาะสมช่วยให้นักเรียนทดลองเขียนโค้ดแก้ปัญหาหลายครั้งจนเกิดความเข้าใจอย่างเป็นระบบ สื่อและเทคโนโลยี เช่น Scratch, Code.org, Micro:bit และแพลตฟอร์มออนไลน์ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีเข้ากับการประยุกต์ใช้งานจริง แม้ว่าบางโรงเรียนยังพบปัญหาการเข้าถึงอุปกรณ์ไม่เพียงพอ แต่การปรับกลยุทธ์ เช่น การหมุนเวียนการใช้สื่อ ทำให้สามารถลดข้อจำกัดเหล่านี้ได้

1.2.2 ด้านเครือข่ายการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านเครือข่ายภายในโรงเรียน ครูทำงานร่วมกันเพื่อบูรณาการ CT กับหลายกลุ่มสาระ ส่งเสริมการวางแผนสอนและแลกเปลี่ยนเทคนิคการสอน 2) ด้านเครือข่ายภายนอกโรงเรียน ความร่วมมือของผู้ปกครอง ชุมชน และหน่วยงานภายนอก สนับสนุนทรัพยากร กิจกรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น และ 3) ด้านเครือข่ายระหว่างนักเรียน เกิดจากการทำงานกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน ตัวอย่างเช่น นักเรียนโรงเรียน C สามารถใช้ความรู้ CT ในการแก้โจทย์ชุมชน เช่น การวิเคราะห์ปัญหาน้ำเสีย โดยมีผู้ปกครองและครูให้คำปรึกษา การมีเครือข่ายสนับสนุนช่วยเพิ่มทั้งการคิดเชิงวิเคราะห์ การสื่อสาร และความคิดสร้างสรรค์

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรี ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การพัฒนาทักษะ CT ในระดับประถมศึกษาจำเป็นต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งหลักสูตร กิจกรรม สื่อ เทคโนโลยี ครู และชุมชน ผลการศึกษาเสนอแนวทางสำคัญ 5 แนวทาง ดังนี้ 1) การออกแบบหลักสูตรบูรณาการ CT เน้นการฝึก Decomposition, Pattern Recognition, Abstraction และ Algorithm Design ผ่านโครงการ STEM ที่เชื่อมโยงชีวิตจริง 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเชื่อมโยงชีวิตจริง ใช้ Project-Based Learning และ Problem-Based Learning ผ่านโจทย์จากชีวิตประจำวัน เช่น การจัดการขยะและการประหยัดพลังงาน 3) การใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัยและบริบท เช่น Scratch, micro:bit, หุ่นยนต์เพื่อการศึกษา รวมถึงการดัดแปลงสื่อจากท้องถิ่น 4) การพัฒนาครูและสร้าง Professional Learning Community (PLC) ครูที่ได้รับการอบรมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้สามารถปรับปรุงการสอน CT ให้มีคุณภาพและสอดคล้องกับความต้องการนักเรียนและ 5) การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชน สนับสนุนทรัพยากร ภูมิปัญญาท้องถิ่น และกิจกรรมจริง ทำให้นักเรียนฝึก CT ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายและใกล้ตัว

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ความสำเร็จในการพัฒนาทักษะ CT ไม่ได้เกิดขึ้นจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากการบูรณาการระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการทดลองและการแก้ปัญหา การสนับสนุนจากครู และผู้บริหาร รวมถึงเครือข่ายความร่วมมือทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ข้อค้นพบนี้สะท้อนว่าการพัฒนาทักษะ CT เป็นกระบวนการเชิงระบบที่ต้องอาศัยความร่วมมือและการปรับปรุงต่อเนื่อง

อภิปรายผล

การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) ของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรี สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างและครอบคลุมหลายมิติ มีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จของผู้เรียน โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสาน กิจกรรมเชิงทฤษฎีและปฏิบัติจริง สื่อดิจิทัลและสื่อท้องถิ่น ตลอดจนการมีส่วนร่วมของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Wing (2006) ที่เห็นว่า CT เป็นกระบวนการคิดที่ต้องอาศัยการลงมือปฏิบัติและการสะท้อนผลในเวลาเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาแนวคิดเชิงระบบและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ถือเป็นปัจจัยเชิงกลยุทธ์ที่สนับสนุนการพัฒนา CT ทั้ง ด้านกายภาพ เช่น ห้องเรียนแบบกลุ่มย่อย ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และ Maker Space ซึ่งเอื้อให้เกิดการเรียนรู้แบบลงมือทำ และ ด้านจิตวิทยา ที่เน้นความปลอดภัยและการสนับสนุนทางอารมณ์ การจัดสภาพแวดล้อมเช่นนี้สะท้อนแนวคิดของ Richardson et al. (2017) ว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทั้งสามด้าน — กายภาพ บรรยากาศ และการมีส่วนร่วมของนักเรียน — มีอิทธิพลต่อการพัฒนาทักษะ CT เพราะสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมการทดลอง แสดงให้เห็นว่า ความสำเร็จของ CT ไม่ได้เกิดขึ้นจากตัวกิจกรรมเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจาก ความสอดคล้องระหว่างสภาพแวดล้อมกับแนวทางการจัดการเรียนรู้

ในมิติของ เครือข่ายการเรียนรู้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความร่วมมือทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน รวมถึงการทำงานกลุ่มระหว่างนักเรียน มีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978) ที่เน้นบทบาทของสังคมและความร่วมมือในการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน งานวิจัยของ พรณภัส ใหญ่วงศ์ และอังคณา อ่อนธานี (2566) ยังสนับสนุนว่ากิจกรรม Unplugged Coding หรือการใช้เกมเพื่อเรียนรู้ CT ส่งเสริมการคิดเชิงระบบและการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างมีนัยสำคัญ

การพัฒนาครูและสร้าง Professional Learning Community (PLC) เป็นอีกปัจจัยที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้ CT มีคุณภาพสูง การสร้างพื้นที่แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูทำให้เกิด การปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสะท้อนแนวคิดของ Darling-Hammond et al. (2017) ที่ระบุว่าครูที่มีโอกาสพัฒนาวิชาชีพร่วมกัน จะสามารถปรับแนวทางการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนและบริบทโรงเรียน การวิจัยนี้ยังพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชน ช่วยเสริมแรงสนับสนุนด้านทรัพยากรและบริบทการเรียนรู้จริง ทำให้ผู้เรียนฝึก CT ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย สอดคล้องกับแนวคิดของ Bronfenbrenner (1979) ที่เน้นบทบาทของระบบนิเวศน์ทางสังคมต่อการพัฒนาการของผู้เรียน

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาชี้ให้เห็น ข้อจำกัดและอุปสรรคบางประการ เช่น การเข้าถึงทรัพยากรและเทคโนโลยีที่ไม่เท่ากันระหว่างโรงเรียน และความแตกต่างในประสบการณ์และความสามารถของครู ซึ่งเป็นประเด็นที่ท้าทายต่อการขยายผลและสร้างความต่อเนื่องของ CT การตีความเชิงวิเคราะห์พบว่า การพัฒนา CT ต้องอาศัย การบูรณาการหลายปัจจัยทั้งด้านสภาพแวดล้อม เครือข่ายการเรียนรู้ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม มิใช่ปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเพียงอย่างเดียว

สรุปได้ว่า ผลการศึกษาไม่เพียงสะท้อนแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะ CT เท่านั้น แต่ยังขยายความเข้าใจว่า ความสำเร็จของการเรียนรู้เชิงคำนวณเกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างบริบททางกายภาพ จิตวิทยา สังคม และแนวทางการสอน การอภิปรายนี้จึงชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนและเป็นระบบ มีแนวโน้มที่จะสร้าง CT ของนักเรียนได้อย่างยั่งยืน

องค์ความรู้ใหม่



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษานี้พบว่า การเรียนการสอนที่ประสบความสำเร็จเกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่เป็นระบบครบวงจร รวมถึงการกำหนดหลักสูตร กิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อ และการประเมินผล โดยมีกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและ

ปฏิบัติจริง ซึ่งช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะ CT อย่างยั่งยืน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการทดลองและสร้างสรรค์ รวมถึงการเข้าถึงสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้ นอกจากนี้ การสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนช่วยให้ผู้เรียนเห็นการประยุกต์ใช้ทักษะ CT ในหลายบริบทจริง ผลการวิจัยยังระบุแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ CT ได้แก่ การออกแบบหลักสูตรที่บูรณาการ CT การใช้ Project- และ Problem-Based Learning การพัฒนาครู และการส่งเสริมความร่วมมือกับผู้ปกครองและชุมชน โดยสรุป การพัฒนาทักษะ CT ของนักเรียนสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อมีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสมและเครือข่ายการเรียนรู้ที่สนับสนุน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิด วิเคราะห์ และประยุกต์ใช้ทักษะ CT ในชีวิตจริงได้อย่างเป็นระบบ

การศึกษานี้สามารถต่อยอดองค์ความรู้เดิม โดยยืนยันว่าแนวคิดการพัฒนาทักษะ CT ที่เน้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การสนับสนุนของครู และการสร้างเครือข่ายความร่วมมือ เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของผู้เรียน แต่เพิ่มเติมในบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาไทย โดยเฉพาะจังหวัดราชบุรี นอกจากนี้ ผลการวิจัยนี้ยังสามารถสร้างโมเดลใหม่ของการพัฒนาทักษะ CT ระดับประถมศึกษาที่รวมสภาพแวดล้อมเอื้อต่อการเรียนรู้ สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม และเครือข่ายการเรียนรู้ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน เป็นกรอบการปฏิบัติ (Practical Framework) ที่สามารถนำไปปรับใช้กับโรงเรียนอื่น ๆ ได้ ซึ่งเป็นการขยายความรู้เชิงทฤษฎีไปสู่การประยุกต์ใช้จริง

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) ของนักเรียนประถมศึกษาจังหวัดราชบุรี ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า การเรียนการสอนที่ประสบความสำเร็จเป็นผลจากการจัดการเรียนรู้ที่เป็นระบบครบวงจร ครอบคลุมตั้งแต่การกำหนดหลักสูตร จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อ การวัดผล และประเมินผล ตลอดจนบทบาทของครูและการมีส่วนร่วมของนักเรียน การผสมผสานระหว่างกิจกรรมเชิงทฤษฎีและปฏิบัติจริง สื่อดิจิทัลและสื่อท้องถิ่น ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะ CT ได้อย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพชี้ให้เห็นว่า เจาะลึกสำคัญที่เอื้อต่อความสำเร็จของการพัฒนาทักษะ CT แบ่งออกเป็นสองด้านหลัก ด้านแรกคือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น ห้องเรียนที่ปรับให้เหมาะกับการทำงานกลุ่ม กิจกรรม Unplugged ห้องคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรม Scratch, Code.org, Tinkercad และ Maker Space ที่มีอุปกรณ์ STEM เช่น Micro:bit, LEGO Education และ Arduino เพื่อสนับสนุนการทดลองและสร้างโครงงาน ขณะเดียวกัน สภาพแวดล้อมด้านจิตวิทยาที่ปลอดภัย เปิดโอกาสให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น ทดลองทำ และแก้ปัญหา ครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะ (Facilitator) ใช้คำถามปลายเปิด และสนับสนุนการทำงานกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ช่วยสร้างแรงจูงใจและความมั่นใจในการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ การเข้าถึงสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โปรแกรม Coding และแพลตฟอร์มออนไลน์ ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงทฤษฎีเข้ากับการประยุกต์ใช้จริง เพิ่มความสนุกและความมีส่วนร่วม

ด้านเครือข่ายการเรียนรู้ ซึ่งมีทั้งเครือข่ายภายในโรงเรียน เครือข่ายภายนอก และเครือข่ายระหว่างนักเรียน เครือข่ายภายในโรงเรียนเกิดจากความร่วมมือระหว่างครูข้ามกลุ่มสาระและการบูรณาการโครงงาน STEM ทำให้นักเรียนเห็นการประยุกต์ใช้ทักษะ CT ในหลายวิชาและบริบทชีวิตจริง เครือข่ายภายนอกโรงเรียนเกิดจากความร่วมมือกับผู้ปกครอง ชุมชน และหน่วยงานภายนอก ที่สนับสนุนทรัพยากร กำลังใจ และโอกาสในการเรียนรู้นอกห้องเรียน ขณะที่เครือข่ายระหว่างนักเรียนเกิดจากการทำงานกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการให้ข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการสื่อสารอย่างเป็นระบบ จากการศึกษา ยังพบแนวทางสำคัญในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ CT ของนักเรียนประถมศึกษา 5 ประการ ได้แก่ การออกแบบหลักสูตรที่บูรณาการ CT ในทุกกลุ่มสาระ โดยเน้นฝึก Decomposition, Pattern Recognition, Abstraction และ Algorithm Design ผ่านโครงงาน STEM การจัดกิจกรรมหลากหลายและเชื่อมโยงชีวิตจริงโดยใช้ Project- และ Problem-Based Learning การใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัยและบริบท การพัฒนาครูและสร้าง Professional Learning Community (PLC) เพื่อปรับปรุงการสอน CT อย่างต่อเนื่อง และการส่งเสริมความร่วมมือกับผู้ปกครองและชุมชนเพื่อให้ทรัพยากรและแหล่งเรียนรู้จริง

โดยสรุป การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาสามารถเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน เมื่อมีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการทดลองและสร้างสรรค์ สื่อและเทคโนโลยีที่สนับสนุน และเครือข่ายการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ทักษะ CT ในชีวิตจริงได้อย่างเป็นระบบ ผลการวิจัยนี้ต่อยอดองค์ความรู้เดิมโดยสร้างโมเดลบริบทเฉพาะสำหรับโรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดราชบุรี ที่สะท้อนให้เห็นว่าการรวมสภาพแวดล้อม สื่อเทคโนโลยี และเครือข่ายการเรียนรู้ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ทักษะ CT พัฒนาขึ้นได้จริง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1.1 สำหรับนักเรียน จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนเป็นนักเรียนที่มีความแตกต่างและหลากหลายทางทักษะ โรงเรียนจึงจัดกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับช่วงวัย ให้โอกาสนักเรียนฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกับผู้อื่น และความคิดสร้างสรรค์ อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ โดยเน้นทั้งการลงมือทำ การทดลอง และการสะท้อนผลเพื่อพัฒนาทักษะอย่างครบถ้วน ดังนั้น ควรสนับสนุนให้นักเรียนทำงานกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะระหว่างกัน เพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิเคราะห์ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 สำหรับโรงเรียนและครูผู้สอน

1.2.1 จากผลการวิจัย พบว่า การออกแบบหลักสูตรมุ่งบูรณาการทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ในทุกกลุ่มสาระ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ครูวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดเพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงหลายวิชา ออกแบบกิจกรรมที่ฝึก Decomposition, Pattern Recognition, Abstraction และ Algorithm Design ใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ เช่น Active Learning, Project-Based Learning และ Problem-Based Learning กิจกรรมเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เช่น โครงการสิ่งแวดล้อม โครงการเกษตร หรือกิจกรรม STEM การประเมินเน้นทั้งกระบวนการและผลงาน (Rubric) เพื่อวัดการคิดเป็นระบบ ความคิดสร้างสรรค์ และการทำงานร่วมกัน ครูได้รับคู่มือและสื่อการสอนสนับสนุนการนำ CT ไปประยุกต์ในทุกวิชา ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ พร้อมตัวอย่างจริงจากการเรียนการสอน ดังนั้น ควรจัดหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการทักษะการคิดเชิงคำนวณในทุกกลุ่มสาระ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและออกแบบอัลกอริทึมอย่างเป็นระบบ

1.2.2 จากผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เน้นให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณ (CT) ผ่าน Project-Based Learning และ Problem-Based Learning โดยใช้โจทย์จากชีวิตประจำวันและชุมชน เช่น การออกแบบระบบจัดการน้ำฝน การวิเคราะห์ข้อมูลตลาด หรือการลดขยะในโรงเรียน นักเรียนทำงานเป็นทีม ลงมือปฏิบัติจริง และนำเสนอผลงานต่อเพื่อน ครู และผู้ปกครอง ประเมินทั้งกระบวนการและผลงานจริง เพื่อสร้างแรงจูงใจ ความเข้าใจ และความภาคภูมิใจในทักษะที่ได้เรียนรู้ ดังนั้น ควรการจัดกิจกรรมควรหลากหลายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เช่น Project-Based Learning และ Problem-Based Learning ที่ใช้โจทย์จากบริบทท้องถิ่นเพื่อสร้างแรงจูงใจและความเข้าใจในการคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นรูปธรรม

1.2.3 จากผลการวิจัย พบว่า การใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับบริบท เน้นเลือกเครื่องมือและสื่อที่ง่ายต่อการใช้งาน ปลอดภัย และสอดคล้องกับระดับวัยของนักเรียน เช่น Scratch, Code.org, micro: bit และหุ่นยนต์ เพื่อการศึกษา จัดหาอุปกรณ์และสื่อให้เพียงพอ พร้อมปรับโจทย์และกิจกรรมให้เชื่อมโยงชีวิตประจำวันและบริบทท้องถิ่น สนับสนุนครูด้วยการอบรมและชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ เพื่อให้การเรียนรู้ CT มีประสิทธิภาพสูงสุด และนักเรียนสามารถฝึกคิดเป็นขั้นตอน วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ดังนั้น ควรส่งเสริมการใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัยและบริบท เช่น Scratch, micro: bit, หุ่นยนต์เพื่อการศึกษา รวมถึงการดัดแปลงสื่อจากท้องถิ่น เพื่อให้การเรียนรู้มีความยืดหยุ่นและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

1.2.4 จากผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาครูและสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) เน้นการยกระดับความรู้และทักษะด้านการคิดเชิงคำนวณของครู ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการสร้างเครือข่าย PLC ทั้งภายในและระหว่างโรงเรียน PLC ช่วยให้ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้เหมาะสม ลงมือปฏิบัติจริง แลกเปลี่ยนเทคนิค และปรับปรุงการสอนอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะ CT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ร่วมกันในโรงเรียนอย่างยั่งยืน ดังนั้น ควรพัฒนาครูอย่างต่อเนื่องและสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community) เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และปรับปรุงกระบวนการสอน การคิดเชิงคำนวณให้มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

1.2.5 จากผลการวิจัย พบว่า บทบาทผู้ปกครองและชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน โดยสร้างความเข้าใจร่วมกับ CT ใช้ทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นแหล่งเรียนรู้ สนับสนุนอุปกรณ์และโอกาสการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในกิจกรรมและโครงการของนักเรียน และสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างโรงเรียนกับชุมชน การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ CT ในบริบทจริง มีแรงสนับสนุน และสร้างความภาคภูมิใจในการเรียนรู้ ดังนั้น ควรเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างโรงเรียน ชุมชน และผู้ปกครอง โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและทรัพยากรในชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้จริง

1.3 สำหรับผู้บริหารสถานศึกษา

1.3.1 จากผลการวิจัย พบว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมทางจิตวิทยา เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เพราะนักเรียนจะกล้าเรียนรู้ ทดลอง และคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งสร้างแรงจูงใจและพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ดังนั้น ควรจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้งทางกายภาพ เช่น ห้องเรียนแบบกลุ่มย่อย ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ Maker Space และอุปกรณ์ STEM เพียงพอและสภาพแวดล้อมทางจิตวิทยา เช่น สภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย เป็นมิตรและส่งเสริมความกล้าแสดงความคิดเห็น

1.3.2 จากผลการวิจัย พบว่า ครูผู้สอนเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน มีคุณลักษณะสำคัญ ได้แก่ มีความรู้ทั้งด้านวิชาการและเทคโนโลยี, ทำหน้าที่เป็น ผู้ชี้แนะ (Facilitator) สนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ, ออกแบบกิจกรรมที่เชื่อมโยงชีวิตจริงและใช้เทคโนโลยี, และสามารถประเมินพร้อมให้ข้อเสนอแนะแบบต่อเนื่อง ด้วยคุณลักษณะเหล่านี้ ครูสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเป็นขั้นตอน การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ ดังนั้น ควรสนับสนุนครูด้านงบประมาณ การฝึกอบรมและการติดตามประเมินผล เพื่อให้การจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณเป็นไปอย่างยั่งยืน

2. ข้อเสนอแนะด้านการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) ให้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่สามารถพึ่งพาเพียงบทบาทของโรงเรียนและครูเท่านั้น แต่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมจากผู้ปกครองและชุมชน ในการเป็นแหล่งเรียนรู้ สนับสนุน และเสริมสร้างแรงบันดาลใจให้กับนักเรียน ดังนั้น ควรศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในระยะยาว เพื่อตรวจสอบความต่อเนื่องและความยั่งยืนของการเรียนรู้

2.2 จากผลการวิจัย พบว่า เครือข่ายภายนอกโรงเรียนช่วยเสริมการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน ทำให้นักเรียนมี แรงจูงใจสูงขึ้น และโรงเรียนสามารถเข้าถึง ทรัพยากรและความร่วมมือ จากชุมชนและหน่วยงานต่าง ๆ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณมี ประสิทธิภาพและยั่งยืน ดังนั้น ควรทำการวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนในเขตเมืองและเขตชนบท เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของบริบทและความพร้อมด้านเทคโนโลยีต่อความสำเร็จในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2.3 จากผลการวิจัย พบว่า การเลือกใช้สื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับวัย ความพร้อมและบริบทของนักเรียน เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) เกิดประสิทธิผลสูงสุด ครูควรคำนึงถึงความง่ายต่อการใช้งาน ความปลอดภัย และความสอดคล้องกับเนื้อหาและเป้าหมาย

การเรียนรู้ ดังนั้น ควรพัฒนาสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณแบบ Unplugged และ Plugged เพิ่มเติม โดยเน้นการปรับใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้น และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2.4 จากผลการวิจัย พบว่า บทบาทผู้ปกครองและชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียน โดยสร้างความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับ CT ใช้ทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นแหล่งเรียนรู้ สนับสนุนอุปกรณ์ และโอกาสการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในกิจกรรมและโครงการของนักเรียน และสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างโรงเรียนกับ ชุมชน การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ CT ในบริบทจริง มีแรงสนับสนุน และสร้างความภาคภูมิใจในการเรียนรู้ ดังนั้น ควรศึกษาผลของการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ระหว่างครูและโรงเรียน รวมถึง ความร่วมมือของผู้ปกครองและชุมชนต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในด้านการคิดเชิงคำนวณ

2.5 จากผลการวิจัย พบว่า คัดเลือกเครื่องมือเขียนโปรแกรมที่เหมาะสมกับระดับประถมศึกษา ใช้แพลตฟอร์ม การเขียนโปรแกรมแบบบล็อก (Block-based Programming) เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดพื้นฐานโดยไม่ซับซ้อน เรื่องไวยากรณ์ ส่งเสริมการใช้สื่อที่มีสีสันและองค์ประกอบเชิงเกม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ดังนั้น ควรทำการวิจัย เปรียบเทียบโดยใช้กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของวิธีการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ และสื่อเทคโนโลยีที่หลากหลายอย่างเป็นระบบ

2.6 จากผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษาประสบความสำเร็จ เมื่อมีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการทดลองและสร้างสรรค์ สื่อและเทคโนโลยีสนับสนุน และเครือข่ายการเรียนรู้ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน อย่างไรก็ตาม โมเดลเงื่อนไขความสำเร็จที่น่าสนใจอยู่ในบริบทของโรงเรียนประถมศึกษา ในจังหวัดราชบุรี ควรมีการศึกษาวิจัยในอนาคตเพื่อ ตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของโมเดลเงื่อนไขความสำเร็จ ที่นำเสนอ โดยสามารถใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสม (Mixed Methods) เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณควบคู่ กัน ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเที่ยงตรงและความครอบคลุมของผลการวิจัย ตลอดจนสามารถประเมินความสอดคล้องของโมเดล ในบริบทที่แตกต่างกัน เช่น โรงเรียนในพื้นที่เมืองและชนบท และการวิจัยในอนาคตอาจขยายการทดลองสื่อและเทคโนโลยี ใหม่ ๆ เช่น หุ่นยนต์เพื่อการศึกษา แพลตฟอร์มออนไลน์ หรือชุดเกม Unplugged Coding เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสม กับบริบทและวัยของผู้เรียนอย่างมีระบบ

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กุลิสรา จิตรชญาณิช. (2562). *แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาการคำนวณสำหรับนักเรียนประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ บุญขาว. (2556). *สภาพแวดล้อมทางการเรียนและแนวทางการพัฒนาของนักเรียนวิทยาลัยสารพัดช่างชลบุรี*. (การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- ชยการ ศิริรัตน์. (2562). การใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา. *Journal of Education Studies, Chulalongkorn University*, 47(2), 31–47.
- ชินวงศ์ วิเศษ. (2562). การพัฒนารูปแบบเครือข่ายการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อพัฒนาครูวิชาชีพ จังหวัด สุรินทร์ ประเทศไทย. *Journal of Education Studies, Chulalongkorn University*, 45(4), 164–176.
- ณิรดา เวชญาลักษณ์. (2561). *การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เด่นชัย วงษ์ช่าง. (2556). *สภาพแวดล้อมทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนมาตาบุดพันพิทยาคาร เขตนิคมอุตสาหกรรม มาตาบุด อำเภอมือง จังหวัดระยอง*. (การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- พรณัฏ ใหญ่วงศ์ และ อังคณา อ่อนธานี. (2566). การพัฒนาชุดเกม Unplugged Coding เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิง คำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยี*, 3(1), 25–34.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข. (2557). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุ่งทิพย์ ศรีสิงห์, พรชัย ทองเจือ และ ผ่องลักขณ์ จิตต์การุญ. (2560). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยใช้เกมการศึกษา. *Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University*, 11(1), 92–104.
- วิจารณ์ พานิชย์. (2555). *Teach Less, Learn More: การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสด-ศรีสฤษดิ์วงศ์.
- วิจารณ์ พานิชย์. (2556). *ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21: 3Rs + 8Cs + 2Ls*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- ชนอนงค์ ชูรา. (2566). รูปแบบการบริหารเครือข่ายความร่วมมือเพื่อส่งเสริมทักษะชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (การศึกษาชุมชนบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2564). *แนวทางการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณ Coding เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี.
- สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (2562). *การพัฒนาทักษะดิจิทัลสำหรับเด็กไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2559). *การเข้าใจวิทยาศาสตร์ที่ครบถ้วน เป้าหมายสูงสุดของสะเต็มศึกษา*. สงขลา: นาซิลป์โฆษณา.
- อเนก นาคะบุตร. (2561). *ทุนทางสังคมและประชาสังคมในเมืองไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานสนับสนุนการวิจัย.
- อาภรณ์ ใจเพียง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge: Harvard university press.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2008). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage
- Darling-Hammond, L., Burns, D., Campbell, C., Goodwin, A. L., Hammerness, K., Low, E. L., & Zeichner, K. M. (2017). *Empowered Educators: How High-Performing Systems Shape Teaching Quality around the World*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Richardson, C., Henriksen, D., Mishra, P., & Deep-Play Research Group. (2017). The courage to be creative: An interview with Dr. Yong Zhao. *TechTrends*, 61(6), 515–519.
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational thinking: The developing definition*. Retrieved from https://eprints.soton.ac.uk/356481/1/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.