

การพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

DEVELOPMENT OF A COMPUTATIONAL THINKING ASSESSMENT FOR UPPER ELEMENTARY STUDENTS

จุลศักดิ์ สุขสบาย

Junlasak Suksabay

โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

Srinakharinwirot University : Prasarnmit Demonstration School (Elementary)

Corresponding Author, E-mail: junlasak@g.swu.ac.th

Received: 24 Apr 2025

Revised: 19 Jun 2025

Accepted: 29 Jun 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 2) พัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และ 3) ศึกษาการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน จำนวน 246 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ มีลักษณะเป็นแบบสถานการณ์ ให้นักเรียนแสดงความคิดโดยการเขียนตอบ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลผลความหมาย ส่วนสถิติเชิงอนุมานการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test และ F-test (One-way ANOVA) กรณีที่พบความแตกต่างจะทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย พบว่า 1) องค์ประกอบการวัดการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสมกับบริบทไทย 4 องค์ประกอบ คือ แนวคิดเชิงนามธรรม การแก้ปัญหา การพิจารณารูปแบบ และการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา หรืออัลกอริทึม 2) แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.76 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.848 และ 3) ระดับการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี และผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณ ตามตัวแปรคุณลักษณะส่วนบุคคล พบว่า เพศที่ต่างกัน โดยรวม มีระดับการคิดเชิงคำนวณ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนระดับชั้นต่างกัน โดยรวม มีระดับการคิดเชิงคำนวณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การคิดเชิงคำนวณ, การพัฒนาแบบวัด

Abstract

This research aimed to: (1) study the components and indicators of computational thinking in upper elementary students; (2) develop a computational thinking assessment for upper primary school students; and (3) investigate their level of computational thinking. The sample consisted of 246 students in Grades 4–6, selected using a multi-stage sampling method during the first semester of the 2022 academic year. The research instrument was a situational computational thinking test requiring students to express their thoughts through written responses. Descriptive statistics such as mean and standard deviation were used to analyze the data and compared with predetermined interpretation criteria. Inferential statistics, including t-tests and one-way ANOVA, were used for hypothesis testing. When significant differences were found, pairwise comparisons were conducted using the LSD method at the 95% confidence level.

The results revealed that: (1) four components of computational thinking were appropriate for the Thai context—abstraction, problem decomposition, pattern recognition, and algorithmic design; (2) the developed assessment had item discrimination indices ranging from 0.30 to 0.76, with an overall reliability coefficient of 0.848; and (3) the computational thinking level of upper primary school students was generally good. No statistically significant differences were found based on gender, while significant differences were observed among students at different grade levels at the .05 level.

Keywords: Computational Thinking, Assessment Development

บทนำ

ในปัจจุบันโลกกำลังก้าวเข้าสู่สังคมเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital economy society) เทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นเครื่องมือสำคัญในการดำรงชีวิต ธุรกิจทั้งหลายต้องพึ่งพาเทคโนโลยีดิจิทัล รวมถึงเครือข่ายสื่อสารดิจิทัล คอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ที่เชื่อมโยงการใช้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างสะดวก แพร่หลายและรวดเร็ว (แววตา เดชาพิววรรณ และอัจฉรา ประเสริฐสิน, 2559) ผู้ที่สามารถปรับตัวและเตรียมความพร้อมเพื่อให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลกอนาคตได้เร็วเท่าไรย่อมมีความได้เปรียบมากเท่านั้น การมีพื้นฐานการศึกษาและนวัตกรรมการศึกษาที่ดี ถือเป็นกุญแจสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้กับเด็กและบุคลากรของประเทศในยุคดิจิทัลนี้ (Howard Youngs, 2020 ; อ้างอิงจาก บางกอกทูเดย์, 2563) เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เทคโนโลยีจึงไม่ใช่เพียงแค่อุปกรณ์ประกอบการจัดการเรียนการสอน แต่จะต้องสร้างองค์ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะชีวิต มีทักษะคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะกระบวนการคิดและแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในยุคการศึกษา 4.0 (วิระพงษ์ จันทร์เสนา, 2563) ในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนต้องมีทักษะสำคัญที่จำเป็นในการใช้ชีวิต แม้หลายทักษะจะเป็นทักษะเดิมจึงต้องเพิ่มความเข้มข้นและความสามารถในการนำไปใช้ในสถานการณ์ที่ซับซ้อน อีกส่วนหนึ่งเป็นทักษะใหม่ที่ต้องบ่มเพาะและพัฒนาให้เกิดแก่ผู้เรียน ครูผู้สอน หลักสูตร การเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันที่สนับสนุน เอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ และเกิดสมรรถนะสำคัญที่สามารถใช้ได้ในชีวิตจริง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562: 8)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 6 มาตรา 7 และมาตรา 24 ที่ระบุให้รัฐต้องจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคอนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

ประกอบกับกระทรวงศึกษาธิการได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ และเป็นผู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม และคำนึงในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมีเป้าหมายพัฒนาผู้เรียนให้ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ สามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ สามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา ประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงและทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ เป้าหมายของสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เน้นการพัฒนาทักษะ กระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา ซึ่งการพัฒนาทักษะเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนก็ได้ ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอน เช่น การสอนอัลกอริทึมโดยใช้กิจกรรมที่ผู้สอนสร้างขึ้น การให้ผู้เรียนแสดงบทบาทสมมติตามเรื่องราวที่เขียนอย่างสร้างสรรค์ การเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาลงในกระดาษ นอกจากนี้ยังสามารถใช้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2561: 34) รวมทั้งการสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน หรือช่วยแก้ปัญหาตามที่เรากำลังต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การคิดเชิงคำนวณหรือแนวคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นหนึ่งในทักษะย่อยของ “การรู้ดิจิทัล” และเป็นทักษะที่สำคัญทักษะหนึ่งที่ทุกคนจำเป็นต้องพัฒนาขึ้น เพราะเป็นทักษะ ที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะเสริมศักยภาพอื่น ๆ ในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับตรรกะ (การคิดอย่างมีเหตุผล) การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาที่มีวิธีแก้ไขเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งการคิดเชิงคำนวณนั้นเป็นแนวคิดหลักสำคัญในการพัฒนาโปรแกรม โดยใช้การเขียนโปรแกรมเป็นหลัก เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาตรรกะ และทักษะในการแก้ปัญหาของผู้เรียน (บัญญัติ พูลสวัสดิ์ และพนมพร ดอกประโคน, 2559 ; สายพิน กุลกนกวรรณ ฮัมดानी, 2560 ; ภาสกร เรืองรอง และคณะ, 2561) อาจเป็นการเขียนโปรแกรม หรือเป็นกระบวนการจัดการ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญที่ทุกคนจะต้องมี (Wing, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ยืน ภู่วรรณ (2561) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นวิธีการคิดและแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์ สามารถใช้จินตนาการมองปัญหา ด้วยความคิดเชิงนามธรรม ซึ่งจะทำให้เราสามารถเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและมีลำดับวิธีคิดได้ โดยวิธีคิดแบบวิทยาการคำนวณนี้ ไม่ใช่เพียงแค่การเขียนโปรแกรม เพราะภาษาโปรแกรมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่จุดประสงค์ที่สำคัญกว่าคือการสอนให้เด็กคิดและเชื่อมโยงปัญหาต่าง ๆ เป็น จนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ Wing (2006, 2008, 2011) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นกระบวนการคิดอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับทักษะแนวคิด และเทคนิค เป็นทักษะการออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะ ซึ่งสามารถพัฒนาได้ตลอดเวลา ทั้งนี้ความคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ คือ วิธีการคิด การคิดเชิงคำนวณ กระบวนการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ขั้นตอน พฤติกรรม ปฏิสัมพันธ์และการออกแบบ รวมถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่ช่วยทำให้ปัญหาที่ซับซ้อนเข้าใจได้ง่ายขึ้น เป็นทักษะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อทุก ๆ สาขาวิชาและทุกเรื่อง เพื่อนำวิธีคิดแก้ปัญหาที่เป็นประโยชน์ ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ พบว่า การกำหนดองค์ประกอบพื้นฐานของการคิดเชิงคำนวณ นักวิจัยหลายท่าน ได้กำหนดองค์ประกอบไว้แตกต่างกัน อาทิ Barr & Stephenson (2011) ได้กำหนดองค์ประกอบไว้ดังนี้ นามธรรม (Abstraction) อัลกอริทึม (Algorithms) ระบบอัตโนมัติ (Automation) ปัญหาการสลายตัว (Problem Decomposition) การขนาน (Parallelization) และการจำลองสถานการณ์ (Simulation) Lee et al. (2011) ได้กำหนดองค์ประกอบไว้ดังนี้ นามธรรม (Abstraction) ระบบอัตโนมัติ (Automation) และการวิเคราะห์ (Analysis) Selby & Woollard (2013) ได้กำหนดองค์ประกอบไว้ดังนี้ นามธรรม (Abstraction) การคิดอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) การสลายตัว (Decomposition) การประเมินผล (Evaluation) และลักษณะทั่วไป (Generalization) Angeli et al. (2016) ได้กำหนดองค์ประกอบไว้ดังนี้ นามธรรม (Abstraction) อัลกอริทึม (Algorithms) การสลายตัว (Decomposition) การแก้จุดบกพร่อง (Debugging) และลักษณะทั่วไป (Generalization) Wing (2006, 2008) ได้กำหนดองค์ประกอบไว้ดังนี้ นามธรรม (Abstraction)

อัลกอริทึม (Algorithms) ระบบอัตโนมัติ (Automation) ปัญหา (Problem) การสลายตัว (Decomposition) และลักษณะทั่วไป (Generalization) McNicholl (2018) ได้กำหนดองค์ประกอบไว้ดังนี้ นามธรรม (Abstraction) อัลกอริทึม (Algorithms) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการสลายตัว (Decomposition) Grover & Pea (2013) ได้กำหนดองค์ประกอบไว้ดังนี้ นามธรรมและรูปแบบทั่วไป (Abstractions and pattern generalizations) แนวคิดอัลกอริทึมของการไหลของการควบคุม (Algorithmic notions of flow of control) ตรรกะเงื่อนไข (Conditional logic) การสลายตัวของปัญหาที่มีโครงสร้าง (Structured problem decomposition (modularizing)) การแก้จุดบกพร่องและการตรวจจับข้อผิดพลาดอย่างเป็นระบบ (Debugging and systematic error detection) ข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพและประสิทธิภาพ (Efficiency and performance constraints) ซ้ำ (Iterative), เรียกซ้ำ (recursive) การคิดแบบคู่ขนาน (parallel thinking) ระบบสัญลักษณ์และการแสดง (Symbol systems and representations) และการประมวลผลข้อมูลอย่างเป็นระบบ (Systematic processing of information) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2561: 29) ได้กำหนดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณไว้ดังนี้ การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหา/งานย่อย (decomposition) การพิจารณาารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (pattern recognition) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (algorithms) Ugur Kale & Other (2018) ได้กำหนดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณไว้ดังนี้ การเผชิญหน้ากับปัญหาที่พบเจอ (Confrontation), การแยกย่อยปัญหาเป็นส่วนย่อยแบบมีเหตุผล (Decomposition) การจับรูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) การคัดประเด็นปัญหาที่สำคัญ (Abstraction) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm/Automation) และการวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การทดสอบ การแก้ไข (Analysis) ส่วนนักวิจัยหลายท่าน ได้กำหนดองค์ประกอบตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) อาทิ ภาสกร เรืองรอง และคณะ (2561) ได้สรุปองค์ประกอบแนวคิดเชิงคำนวณไว้ ดังนี้ การแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) การจัดรูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) การกำหนดสาระสำคัญ (Abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm/Automation) พิษยานิน ศรีหล้า (2561) ได้สรุปองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ไว้ดังนี้ การแบ่งแยกส่วนของปัญหา การจัดรูปแบบของปัญหา การกำหนดสาระสำคัญ และการออกแบบอัลกอริทึม ลักษณะแบบวัดเป็นแบบเลือกตอบ รัชนิ ลิทธิศักดิ์ (2564) ได้สรุปองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ไว้ดังนี้ ด้านการออกแบบขั้นตอนวิธี ด้านการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา ด้านการหารูปแบบของปัญหา และด้านการคิดเชิงนามธรรม จะเห็นได้ว่าแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายนั้น มีจำนวนน้อยหรือมีพัฒนาขึ้นเพื่อวัดความรู้แนวคิดเชิงคำนวณ

จากที่กล่าวมาข้างต้น การเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี และกำลังเข้าสู่ยุคดิจิทัล แนวทางการจัดการศึกษาที่ดีหลักผู้เรียนที่สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาดนให้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการนำพาประเทศไปสู่ความเจริญก้าวหน้า ผู้เรียนจึงต้องมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะที่มุ่งเน้นเชิงตรรกะ การวิเคราะห์ และทักษะการแก้ปัญหา และปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้จะต้องฝึกทักษะการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นทักษะที่ผู้เรียนทุกคนจำเป็นต้องพัฒนาขึ้น เพราะเป็นทักษะที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะเสริมศักยภาพอื่น ๆ ในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่มุ่งเน้นเชิงตรรกะ (การคิดอย่างมีเหตุผล) แก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน อย่างเป็นระบบจนได้วิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม โดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ อาจเป็นการเขียนโปรแกรม หรืออาจไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนก็ได้ เพราะภาษาโปรแกรมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่จุดประสงค์ที่สำคัญกว่าคือการสอนให้เด็กคิดและเชื่อมโยงปัญหาต่าง ๆ เป็น จนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ที่สามารถกำหนดเป้าหมายในการตรวจสอบและประเมินผลได้ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยผลที่ได้ทำให้ทราบจุดอ่อนจุดแข็งของการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดิจิทัล และสถานศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะสำหรับการเรียนรู้ และกระบวนการแก้ปัญหา ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อศึกษาการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
 - 3.1 เพื่อศึกษาระดับการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
 - 3.2 เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามตัวแปรคุณลักษณะส่วนบุคคล

วิธีดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ และเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
- 2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ประกอบด้วยข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับความหมาย ความสำคัญ องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ
- 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล นัดหมายวันเวลาที่สัมภาษณ์และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้วยตนเอง แบบเผชิญหน้าโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างใช้เวลาสัมภาษณ์รายละเอียดประมาณ 1-2 ชั่วโมง
- 4) การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากเอกสารและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และนำเสนอในรูปแบบของการสังเคราะห์สรุปความ โดยดำเนินการ ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อนิยามและระบุตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงตามความเป็นจริงในสังคมไทย
- 2) การยืนยันตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ และตัวชี้วัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งข้อมูลที่ได้นำไปสร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ระยะที่ 2 การพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ใช้วิธีวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อสร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาตอนปลาย ที่ได้จากระยะที่ 1 มาออกแบบและสร้างข้อคำถามแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จะนำไปใช้ในเชิงปริมาณ มีรายละเอียดดังนี้

1) กลุ่มทดสอบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ป.4-6) ปีการศึกษา 2565 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มทดสอบแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) โดยขั้นตอนแรกสุ่มแบบกลุ่มห้องเรียนในแต่ละชั้นปี ได้ชั้นปีละ 1 ห้อง ทำการสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มีกลุ่มทดสอบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 คน และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน รวมจำนวน 30 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีลักษณะเป็นแบบสถานการณ์ การตอบให้นักเรียนแสดงความคิดโดยการเขียนตอบ โดยให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงอัลกอริทึม ในการทำงานหรือแก้ปัญหาอย่างง่าย ด้วยการเขียนบอกเล่า วาดภาพ ใช้สัญลักษณ์ หรือข้อความ

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล นัดหมายวันเวลาที่จะทดสอบนักเรียนด้วยตนเอง ดำเนินการทดสอบใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

4) การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient : r_{xy}) และค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient-Alpha : α) ของครอนบัค (Cronbach) (บุญเจ็ด ภิญญอนันตพงษ์, 2547: 165-220)

โดยดำเนินการ ดังนี้

1) กำหนดนิยาม และพฤติกรรมบ่งชี้ รูปแบบข้อคำถาม จำนวนข้อ เกณฑ์การให้คะแนนรายข้อ และจัดทำ Test Blue Print โดยรูปแบบของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ มีลักษณะเป็นแบบสถานการณ์ ให้นักเรียนแสดงความคิดโดยการเขียนตอบ โดยให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงอัลกอริทึมในการทำงานหรือแก้ปัญหาอย่างง่าย ด้วยการเขียนบอกเล่า วาดภาพ ใช้สัญลักษณ์ หรือข้อความ

2) สร้างข้อคำถามของแบบวัดตาม Test Blue Print ที่กำหนดไว้

3) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) เชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการวัดผลและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 คน และ

4) นำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

5) นำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด ได้แก่ การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ด้วยการหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัด (Discrimination power) เป็นการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อและคะแนนรวมจากข้ออื่น ๆ ที่เหลือทั้งหมด (item-total correlation) โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r_{xy}) และการวิเคราะห์คุณภาพทั้งฉบับ ด้วยการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ของครอนบัค (Cronbach)

ระยะที่ 3 การศึกษาและเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ใช้วิธีการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อวัดระดับการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามตัวแปรคุณลักษณะส่วนบุคคล มีรายละเอียดดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ป.4-6) ปีการศึกษา 2565 จำนวน 246 คน

โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จากขนาดของความคลาดเคลื่อน (Limit of Error) และระดับความเชื่อมั่น (Level of Confidence : $1 - \alpha$) ที่ .95 ในการประมาณค่าสัดส่วนของประชากร โดยการใช้สูตรการคำนวณ Cochran (1997)

และผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) ดำเนินการสุ่มจากประชากรนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีจำนวนนักเรียนในแต่ละชั้นปี 240 คน รวมจำนวน 720 คน ขั้นตอนแรกสุ่มแบบกลุ่มห้องเรียนในแต่ละชั้นปี ได้ชั้นปีละ 3 ห้อง มีกลุ่มตัวอย่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 81 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 81 คน และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 84 คน รวมจำนวน 246 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีลักษณะเป็นแบบสถานการณ์ การตอบให้นักเรียนแสดงความคิดโดยการเขียนตอบ

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล นัดหมายวันเวลาที่ทดสอบนักเรียนด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์ประจำชั้นและอาจารย์ผู้ช่วยประจำชั้นช่วยดำเนินการทดสอบใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

4) การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลผลความหมาย และสถิติเชิงอนุมานการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test และ F-test (One-way ANOVA) กรณีที่พบความแตกต่างจะทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

โดยดำเนินการ ดังนี้

1) การศึกษาการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยนำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ไปดำเนินการวัดกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 246 คน

2) ตรวจสอบคะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับเครื่องมือการวิจัยแต่ละชุด แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: S.D.) ทั้งภาพรวม และจำแนกตามคุณลักษณะส่วนบุคคล เพื่อแสดงให้เห็นระดับการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมและองค์ประกอบต่าง ๆ

3) การเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามตัวแปรคุณลักษณะส่วนบุคคล สถิติเชิงอนุมานการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test และ F-test (One-way ANOVA) กรณีที่พบความแตกต่างจะทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1) จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ด้วยการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อยืนยันและระบุตัวบ่งชี้การคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงตามความเป็นจริงในสังคมไทย สรุปได้ดังนี้ การคิดเชิงคำนวณ หมายถึง กระบวนการคิดแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์ สามารถใช้จินตนาการมองปัญหาด้วยความคิดเชิงนามธรรม เป็นการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและมีลำดับวิธีคิด โดยวิธีคิดเชิงคำนวณไม่ใช่เพียงแค่การเขียนโปรแกรม แต่เป็นการคิดและการเชื่อมโยงปัญหาต่าง ๆ เป็น สามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเป็นระบบ โดยต้องรู้จักแยกแยะปัญหา เข้าใจความสำคัญของปัญหา รู้จักวิเคราะห์รูปแบบของปัญหา และออกแบบ แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ สามารถสรุปองค์ประกอบดังนี้ (1) แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ การตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้และละเว้นข้อมูลที่ไม่สำคัญ (2) ลักษณะทั่วไป (Generalization) คือ การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบทั่วไปเพื่อให้สามารถนำไปใช้กับปัญหาต่าง ๆ (3) การแบ่งปัญหา (Decomposition) คือ การแบ่งปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อย ๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น (4) การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหาที่คล้ายกัน สามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณา รูปแบบปัญหาย่อยซึ่งอยู่ภายในปัญหาเดียวกัน ว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ (5) อัลกอริทึม (Algorithms) คือ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาไปทีละขั้นตอน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และ (6) การแก้ไขจุดบกพร่อง (Debugging) คือ การเรียนรู้ที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เมื่อเจอจุดที่ผิดพลาดต้องวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล และ

2) จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เป็นการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความหมาย ความสำคัญ องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ได้นำไปสร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะองค์ประกอบที่เหมาะสมกับบริบทไทย รวมถึงสามารถวัดพฤติกรรมการคิดคำนวณของนักเรียนผ่านกระบวนการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับแนวคิดหลักสำคัญในการพัฒนาโปรแกรม โดยการใช้การเขียนโปรแกรมเป็นหลัก เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาตรรกะ และทักษะในการแก้ปัญหาของผู้เรียน 4 องค์ประกอบ คือ แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การแบ่งปัญหา (Decomposition) การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา หรืออัลกอริทึม (Algorithm Design)

2. การสร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามองค์ประกอบที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และผ่านกระบวนการหาคุณภาพเครื่องมือแล้ว โดยแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ มีลักษณะเป็นแบบสถานการณ์ ให้นักเรียนแสดงความคิดโดยการเขียนตอบ โดยให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงอัลกอริทึม ในการทำงานหรือแก้ปัญหาอย่างง่าย ด้วยการเขียนบอกเล่า วาดภาพ ใช้สัญลักษณ์ หรือข้อความ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) 2) การแบ่งปัญหา (Decomposition) 3) การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) และ 4) การออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา หรืออัลกอริทึม (Algorithm Design) ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการวัดผลและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 คน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 แล้วนำผลที่ได้มาทำการแก้ไข ปรับปรุงคำถาม และจัดพิมพ์เป็นแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ และนำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน นำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด ด้วยการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ และคุณภาพทั้งฉบับ โดยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.76 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (α) มีค่าเท่ากับ 0.848 แล้วทำการคัดเลือกข้อคำถามจัดพิมพ์แบบวัดฉบับสมบูรณ์

3. การศึกษาระดับการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ไปดำเนินการวัดกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 246 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน แบ่งตามด้านของแบบวัด และนำผลการตรวจให้คะแนนมาวิเคราะห์ ดังนี้

ผลการวิจัย

ตาราง 1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยรวม ($n=246$)

การคิดเชิงคำนวณ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการคิดเชิงคำนวณ
แนวคิดเชิงนามธรรม	36	22.44	9.18	ดี
การแบ่งปัญหา	18	8.45	4.84	ดี
การพิจารณารูปแบบ	18	6.95	3.93	พอใช้
การออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา	20	14.09	3.46	ดีมาก
การคิดเชิงคำนวณโดยรวม	92	51.93	17.64	ดี

จากตาราง 1 พบว่า คะแนนการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน จากคะแนนเต็ม 91 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.64 มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การออกแบบขั้นตอน

การแก้ปัญหา มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดีมาก รองลงมาด้าน แนวคิดเชิงนามธรรม การแบ่งปัญหา มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี ส่วนการพิจารณารูปแบบ มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับพอใช้

ตาราง 2 การเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนเพศต่างกัน (n=246)

การคิดเชิงคำนวณ	เพศ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
แนวคิดเชิงนามธรรม	หญิง	123	23.22	10.01	1.335	0.183
	ชาย	123	21.66	8.24		
การแบ่งปัญหา	หญิง	123	9.41	4.71	3.180**	0.002
	ชาย	123	7.49	4.79		
การพิจารณารูปแบบ	หญิง	123	7.17	3.82	0.875	0.382
	ชาย	123	6.73	4.04		

ตาราง 2 (ต่อ)

การคิดเชิงคำนวณ	เพศ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
การออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา	หญิง	123	14.02	3.42	0.276	0.783
	ชาย	123	14.15	3.52		
การคิดเชิงคำนวณ โดยรวม	หญิง	123	53.83	19.23	1.698	0.091
	ชาย	123	50.02	15.74		

**p < 0.01

จากตาราง 2 พบว่า ระดับการคิดเชิงคำนวณ โดยรวม เพศหญิงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเพศชาย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เพศต่างกันมีระดับการคิดเชิงคำนวณต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการแบ่งปัญหา เพศชายและเพศหญิง มีคะแนนการคิดเชิงคำนวณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านแนวคิดเชิงนามธรรม การพิจารณารูปแบบ และการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ จำแนกตามระดับชั้น (n=246)

การคิดเชิงคำนวณ	ระดับชั้น	n	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการคิดเชิงคำนวณ
แนวคิดเชิงนามธรรม	ป.4	81	18.26	8.84	ดี
	ป.5	81	23.67	8.10	ดี
	ป.6	84	25.29	9.14	ดีมาก
	รวม	246	22.44	9.18	ดี

ตาราง 3 (ต่อ)

การคิดเชิงคำนวณ	ระดับชั้น	n	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการคิดเชิงคำนวณ
การแบ่งปัญหา	ป.4	81	7.67	4.21	ดี
	ป.5	81	8.41	4.55	ดี
	ป.6	84	9.25	5.55	ดี
	รวม	246	8.45	4.84	ดี
การพิจารณารูปแบบ	ป.4	81	6.44	4.24	พอใช้
	ป.5	81	6.67	3.78	พอใช้
	ป.6	84	7.71	3.69	ดี
	รวม	246	6.95	3.93	พอใช้
การออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา	ป.4	81	12.85	3.19	ดี
	ป.5	81	14.22	3.30	ดีมาก
	ป.6	84	15.14	3.53	ดีมาก
	รวม	246	14.09	3.46	ดีมาก
การคิดเชิงคำนวณ โดยรวม	ป.4	81	45.22	16.51	ดี
	ป.5	81	52.96	15.81	ดี
	ป.6	84	57.39	18.42	ดี
	รวม	246	51.93	17.64	ดี

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนระดับการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียน โดยภาพรวม อยู่ในระดับดีทุกระดับชั้น เมื่อพิจารณาเป็นระดับชั้น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนค่าเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ

ตาราง 4 การเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณ โดยรวม จำแนกตามระดับชั้น (n=246)

การคิดเชิงคำนวณ	แหล่งความแปรปรวน (Source of variation)	องศาอิสระ (df)	ผลรวมกำลังสอง (SS)	ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย (MS)	ค่าตัวสถิติ (F)	p
แนวคิดเชิงนามธรรม	ระหว่างกลุ่ม	2	2217.89	1108.94	14.613**	p < .001
	ภายในกลุ่ม	243	18440.70	75.89		
	รวม	245	20658.59			
การแบ่งปัญหา	ระหว่างกลุ่ม	2	103.61	51.80	2.235	p = .109
	ภายในกลุ่ม	243	5633.31	23.18		
	รวม	245	5736.91			

ตาราง 4 (ต่อ)

การคิดเชิงคำนวณ	แหล่งความแปรปรวน (Source of variation)	องศาอิสระ (df)	ผลรวมกำลังสอง (SS)	ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย (MS)	ค่าตัวสถิติ (F)	p
การพิจารณารูปแบบ	ระหว่างกลุ่ม	2	76.27	38.14	2.498	p = .084
	ภายในกลุ่ม	243	3709.14	15.26		
	รวม	245	3785.41			
การออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา	ระหว่างกลุ่ม	2	218.70	109.35	9.760**	p < .001
	ภายในกลุ่ม	243	2722.51	11.20		
	รวม	245	2941.21			
การคิดเชิงคำนวณ โดยรวม	ระหว่างกลุ่ม	2	6237.76	3118.88	10.828**	p < .001
	ภายในกลุ่ม	243	69990.92	288.03		
	รวม	245	76228.68			

**p < .01

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนระดับชั้นต่างกัน โดยรวม มีระดับการคิดเชิงคำนวณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า แนวคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา มีระดับการคิดเชิงคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ ด้วยวิธีของ LSD (Post Hoc) ต่อได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 5 – 7 ส่วนด้านการแบ่งปัญหา และการพิจารณารูปแบบ มีระดับการคิดเชิงคำนวณ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยระดับการคิดเชิงคำนวณโดยรวม จำแนกตามระดับชั้น

ระดับชั้น	$\bar{X}$	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
		45.22	52.96	57.39
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	45.22	-	7.741**	12.171**
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	53.96		-	4.430
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	57.39			-

**p < .01

จากตาราง 5 พบว่า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีระดับการคิดเชิงคำนวณโดยรวม ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยระดับการคิดเชิงคำนวณ ด้านแนวคิดเชิงนามธรรม จำแนกตามระดับชั้น

ระดับชั้น	$\bar{X}$	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
		18.26	23.67	25.29
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	18.26	-	5.407**	7.026**
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	23.67		-	1.619
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	25.29			-

**p < .01

จากตาราง 6 พบว่า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีระดับการคิดเชิงคำนวณ ด้านแนวคิดเชิงนามธรรม ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยระดับการคิดเชิงคำนวณ ด้านการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับชั้น

ระดับชั้น	$\bar{X}$	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
		12.85	14.22	15.14
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	12.85	-	1.370**	2.291**
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	14.22		-	0.921
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	15.14			-

**p < .01

จากตาราง 7 พบว่า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีระดับการคิดเชิงคำนวณ ด้านการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. องค์ประกอบที่เหมาะสมกับบริบทไทย 4 องค์ประกอบ คือ แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การแบ่งปัญหา (Decomposition) การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา หรืออัลกอริทึม (Algorithm Design) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า องค์ประกอบด้านอื่น ๆ ที่ถูกตัดออก เหมาะสำหรับนักเรียนช่วงอายุที่สูงกว่านี้ สอดคล้องกับ McNicholl (2018) ได้กำหนดองค์ประกอบไว้ดังนี้ นามธรรม (Abstraction) อัลกอริทึม (Algorithms) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการสลายตัว (Decomposition) สอดคล้อง Ugur Kale & Other (2018) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณว่ามีองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ การเผชิญหน้ากับปัญหาที่พบเจอ (Confrontation) การแยกย่อยปัญหาออกเป็นส่วนย่อยแบบมีเหตุผล (Decomposition) การจับรูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) การคิดประเด็นปัญหาที่สำคัญ (Abstraction) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm/Automation) และการวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การทดสอบการแก้ไข (Analysis) สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2561: 29) กล่าวถึง การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะนี้มีความสำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ และปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วย การคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบดังนี้ การแบ่ง

ปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหา/งานย่อย (Decomposition) การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (Pattern Recognition) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms) และสอดคล้องกับ ภาสกร เรืองรอง และคณะ (2561) ได้สรุปองค์ประกอบแนวคิดเชิงคำนวณไว้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) การจัดรูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) การกำหนดสาระสำคัญ (Abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm/Automation)

2. การวิเคราะห์หาค่าคุณภาพของแบบวัด ด้วยการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ และคุณภาพทั้งฉบับ โดยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.76 ทั้งนี้เนื่องมาจากแบบวัดการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ถูกสร้างตามหลักวิชาการ สามารถวัดได้ตรงตามความเป็นจริง ค่าอำนาจจำแนกเป็นตัวแสดงความสัมพันธ์ของคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ ทำให้แบบวัดมีค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ ประกอบกับการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการวัดผล ที่ว่า ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกใช้ได้จะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .20 และถ้าข้อสอบนั้นมีค่าอำนาจจำแนกเข้าใกล้ +1 ก็แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกได้ถูกต้องสูง (Ebel, Robert. 1951 : 204) สอดคล้องกับ บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2547: 161-166) ที่กล่าวว่า เครื่องมือวัดทุกชนิดทั้งแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ หรือวัดทางสติปัญญา ตลอดจนเครื่องมือวัดอื่น ๆ ที่ไม่ได้วัดทางสติปัญญา จำเป็นต้องคัดเลือกข้อคำถามที่ดีมีค่าอำนาจจำแนก ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง +1.0 และ 0.0 ถึง -1.0 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าเป็นบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ในการคัดเลือกข้อสอบไว้ใช้ควรคัดเลือกข้อที่ r มีค่าสูง ๆ สอดคล้องกับ ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 225-244) ได้กล่าวว่า อำนาจจำแนกของข้อสอบ จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าเป็นบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ส่วนค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.848 ถือว่ามีความเชื่อมั่นสูง ซึ่งสอดคล้องกับ บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2547: 202) ที่กล่าวว่า ถ้าเป็นข้อสอบที่ครูสร้างเพื่อใช้ในห้องเรียน ค่าความเชื่อมั่น .50 อาจจะถือว่ามีความเชื่อมั่นสูง แต่ถ้าเป็นเครื่องมือวัดที่เป็นมาตรฐานและไม่มีอิทธิพลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่ผิดปกติแล้วในทางทฤษฎีต้องการค่าความเชื่อมั่น .70 ขึ้นไปจึงถือว่ามีความเชื่อมั่นสูง อย่างไรก็ตามค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดเป็นเพียงค่าเชิงสัมพัทธ์ หรือค่าเปรียบเทียบกับค่าความเชื่อมั่นจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับเครื่องมือชนิดนั้นที่มีใช้อยู่แล้วมีค่าความเชื่อมั่นเป็นเท่าไร และสอดคล้องกับ ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 97) ที่กล่าวว่า ค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้สูงเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับความสำคัญของการตัดสินใจที่จะมีขึ้น และโอกาสของการติดตามตรวจสอบในเรื่องที่ได้ตัดสินใจไปแล้ว ถ้าการตัดสินใจมีความสำคัญและไม่มีโอกาสติดตามเรื่องที่ตัดสินใจไปแล้วอีก เช่น การสอบแข่งขันเพื่อศึกษาต่อ การสอบประมวลผลความรู้เพื่อสำเร็จการศึกษา แบบทดสอบที่ใช้ต้องมีความเชื่อมั่นสูงเป็นพิเศษ ถ้าการตัดสินใจไม่มีความสำคัญมากนักและมีโอกาสติดตามตรวจสอบเพื่อพัฒนาความก้าวหน้าของสิ่งนั้น ๆ ในโอกาสต่อไปได้อีก ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ร้ายแรงมากนัก จึงพอยอมรับแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นต่ำลงมาได้ แต่อย่างน้อยที่สุดค่าไม่ต่ำกว่า .50

3. การศึกษาระดับการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยรวม มีการคิดเชิงคำนวณ อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดีมาก รองลงมาด้าน แนวคิดเชิงนามธรรม การแบ่งปัญหา มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี ส่วนการพิจารณารูปแบบ มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับพอใช้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าข้อคำถามเป็นสถานการณ์ให้นักเรียนเขียนตอบ สอดคล้องกับผลการศึกษา พิชญ์ อำนวยพร (2562: 76) พบว่า นักเรียนมีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมาก และทวิช มณีพนา (2563: 121) พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้การที่ระดับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนอยู่ในระดับดี อาจเกิดมาจากการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนเป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตร

ส่วนการเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามตัวแปรคุณลักษณะส่วนบุคคล พบว่า เพศที่ต่างกัน โดยรวม มีระดับการคิดเชิงคำนวณไม่ต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า เนื้อหาในการออกแบบวัดไม่เน้นเนื้อหา รายวิชา เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับทักษะชีวิต และสถานการณ์ทั่ว ๆ ไปในชีวิตประจำวัน และนักเรียนระดับชั้นต่างกัน โดยรวม มีระดับการคิดเชิงคำนวณ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า แนวคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา มีระดับการคิดเชิงคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านการ

แบ่งปัญหา และการพิจารณารูปแบบ มีระดับการคิดเชิงคำนวณ แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ กำหนดเนื้อหาในการนำมาสร้างสถานการณ์ ไม่อิงเนื้อหาในหลักสูตร แต่เน้นทักษะชีวิต และสถานการณ์แวดล้อม ในชีวิตประจำวัน และกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นเรียนมีการละความสามารถ ประกอบกับอายุที่ต่างกัน จึงทำให้ระดับชั้นที่ต่างกัน มีการคิดเชิงคำนวณแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะทั่วไป

การคิดเชิงคำนวณ เป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์ สามารถใช้จินตนาการมองปัญหาด้วยความคิดเชิงนามธรรม เป็นการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและมีลำดับวิธีคิด โดยวิธีคิดเชิงคำนวณไม่ใช่เพียงแค่การเขียนโปรแกรม แต่เป็นการคิดและการเชื่อมโยงปัญหาต่าง ๆ เป็น สามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเป็นระบบ โดยต้องรู้จักแยกแยะปัญหา เข้าใจความสำคัญของปัญหา รู้จักวิเคราะห์รูปแบบของปัญหา และออกแบบและแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ องค์ประกอบที่เหมาะสมกับบริบทไทย 4 องค์ประกอบ คือ แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การแบ่งปัญหา (Decomposition) การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา หรืออัลกอริทึม (Algorithm Design) ทั้งนี้องค์ประกอบจากการสังเคราะห์ข้อมูล องค์ประกอบด้านการแก้ไขจุดบกพร่อง (Debugging) คือ การเรียนรู้ที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เมื่อเจอจุดที่ผิดพลาดต้องวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล เหมาะกับโรงเรียนที่เน้นการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมให้กับนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ระดับการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายโดยรวม มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี โดยเฉพาะการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดีมาก ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระดับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในสังกัดที่ต่างกัน ส่วนการเขียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา มีคะแนนต่ำ ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการเขียนอธิบายเหตุผล กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเฉพาะ และควรศึกษาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเขียนบอกเล่า การวาดภาพ และการใช้สัญลักษณ์ (Flowchart) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

เอกสารอ้างอิง

- ทวิช มณีพนา. (2563). การพัฒนาชุดการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และ การคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.[ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต], มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บัญญัติ พูลสวัสดิ์ และ พนมพร ดอกประโคน. (2559). เกมบนโปรแกรมเชิงจินตภาพ และแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ. *Journal Of Information Science and Technology*. 6(2), 9-16.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2547). การวัดประเมินการเรียนรู้ (การวัดประเมินแนวใหม่). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชญ์ อำนวยพร. (2562). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ประเภทเกม โดยใช้กลยุทธ์เกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ รายวิชา พื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 20(2), 68-78.
- พิชญานิธิ ศรีหล้า (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวฉันทศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และการทำงานเป็นทีม ในวิชา ฉันทศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. [ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต], มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ภาสกร เรืองรอง และคณะ. (2561). Computational Thinking กับการศึกษาไทย. *วารสารปัญญาวัฒน์*.10(3),322-330.

<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pimjournal/article/view/162582>.

เย็น ภู่วรรณ (2561). *วิทยาการคำนวณ คืออะไร*. <https://school.dek-d.com/blog/?p=656>

รัชณี สิทธิศักดิ์ (2564). การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา ด้วยโปรแกรม Scratch. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*.9(1):140-158.

วีระพงษ์ จันทระเสนา. (2563). ผลการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้โปรแกรมเชิงจินตภาพที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วารสารการบริหารนิเทศศาสตร์และนวัตกรรมท้องถิ่น*,6(2),1-13.

แววตา เตชาพิววรรณ และอัจฉรา ประเสริฐสิน. (2559). *การพัฒนาแบบวัดการรู้ดิจิทัลสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี*.

กรุงเทพฯ: ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม CLASSICAL TEST THEORY*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตร สารเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)*

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กระทรวงศึกษาธิการ. <http://www.scimath.org/e-books/8376/8376.pdf>

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562). *รายงานผลการวิจัยและพัฒนากรอบสมรรถนะผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา.

https://www.thaiedreform.org/wp-content/uploads/2019/08/Core_competency_01.pdf

สายพิน กุลกนกวรรณ อัมมานี. (2560). *Coding จำเป็นแค่ไหนสำหรับเด็ก*. เข้าถึงจาก <https://themomentum.co/coding-for-kids/>

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework- Implications for Teacher Knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). *Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community?* *ACM Inroads*, 2(1), 48-54

Cochran, W. G. (1997). *Sampling techniques*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Ebel, Robert. (1951). *Estimation of the Reliability of Rating*. New York: Hlot,Rinehart and Winston.

Grover, S., & Pea, R. (2013). *Computational Thinking in K-12 A Review of the State of the Field*. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.

Howard Young (2563). *การศึกษายุคดิจิทัล เรียนรู้ไม่สิ้นสุด กลยุทธ์ ก้าวทันโลกอนาคต*. <https://bangkok-today.com/web/การศึกษายุคดิจิทัล-เรีย />

Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., ... Werner, L. (2011). *Computational thinking for youth in practice*. *ACM Inroads*, 2(1), 32-37.

McNicholl (2018). *COMPUTATIONAL THINKING USING CODE.ORG*. issue 4 Spring Term 2018 helloworld.cc. <https://helloworld.raspberrypi.org/issues/4>

Ugur Kale & Mete Akcaoglu & Theresa Cullen & Debbie Goh & Leah Devine & Nathan Calvert & Kara Grise. (2018). *Computational What? Relating Computational Thinking to Teaching*. Association for Educational Communications & Technology 2018. From <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0290-9>

- Selby, C. C., & Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The Developing Definition*. University of Southampton (E-prints).
- Wing, J. M. (2006). *Computational thinking*. Communications of the ACM, 49(3), 33-35
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences, 366 (1881), 3717-3725.
- Wing, J.M. (2011). *Research Notebook: Computational thinking -what and why?* *The Link Magazine*, 20-23.
<https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>