การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Confirmatory Factor Analysis to Computational Thinking Competency of Grade 6 Students

วนิดา สารมะโน[1] สุวรรณา จุ้ยทอง[2] อรสา จรูญธรรม[3] นิติกร อ่อนโยน[4]

Wanida Sarnmano[1] Suwana Juithong[2] Orasa Charoontham[3] Nitikorn Onyon[4]

[1]นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Ph.D. Student, Department Curriculum and Instruction Faculty of Education, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

Corresponding author, E-mail: krucomka@gmail.com

[2]รองศาสตราจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Associate Professor Dr., Faculty of Education, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, E-mail: suwana@vru.ac.th

[3]รองศาสตราจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Associate Professor Dr., Faculty of Education, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, E-mail: orasa@vru.ac.th

[4]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Assistant Professor Dr., Faculty of Education, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, E-mail: on.nitikorn@gmail.com

Received: January 29, 2023; Revised: February 16, 2023; Accepted: May 22, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนรวมทั้งสิ้น 437 คน โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 20 เท่า ต่อตัวแปรที่สังเกตได้ 1 ตัวแปร โดยในงานวิจัยมีตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมด 21 ตัวแปร เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถาม โดยมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.86 และค่าความเชื่อมั่นโดยรวมเท่ากับ 0.95 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ด้านการแยกย่อย 2) ด้านการหารูปแบบ 3) ด้านการคิดเชิงนามธรรม 4) ด้านตรรกศาสตร์ 5) ด้านชิ้นงานสร้างสรรค์ ซึ่งพบว่าสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์เชิงบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) พบว่า โมเดลสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนประกอบด้วย ค่าสถิติไค-สแคว์ (Chi-Square) (χ^2) = 19.507, df = 11, p = 0.053, GFI = 0.996, AGFI = 0.911, RMSEA = 0.042 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาอธิบายสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้

คำสำคัญ: วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน, สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ, นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Abstract

The purposes was of this research were to analyze the confirmatory factor to computational thinking competency of grand 6 students. The sample was grand 6 students. Identify 437 samples by used identifying sample criteria whose 20 times of size of sample to one observed variable. This research had 21 observed variables. The instrument used to collected data was a questionnaire which discriminate value between 0.40 and 0.86, reliability was conducted by Cronbach's Alpha Coefficient at 0.95. The results of confirmatory factor to computational thinking competency of grand 6 students consisted five factors such as 1) Decomposition Competency 2) Pattern Recognition Competency 3) Abstraction Competency 4) Algorithm Competency 5) Creating Competency , all components had a positive relationship being significant at the 0.01 level. A Confirmatory factor analysis result of computational thinking competency of grand 6 students associated with empirical data with the Chi-Square (χ^2) = 19.507, df = 11, p = 0.053, GFI = 0.996, AGFI = 0.911, RMSEA = 0.042. It is shown that the developed model is appropriate and associated with empirical data, can be used to explain computational thinking competency of grand 6 students.

Key words: Confirmatory Factor Analysis, Computational Thinking Competency, Grade 6 Students

บทนำ

การจัดการสอนในศตวรรษที่ 21 มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดทักษะแห่งอนาคต (21st Century Skills) ถือเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกแห่งเทคโนโลยี เน้นการสร้างนวัตกรและยกระดับคุณภาพชีวิตให้อยู่ในสังคมได้อย่างมีคุณภาพและเหมาะสมกับท้องถิ่น ตามที่ วิจารณ์ พานิช (2556) กล่าวว่า ผู้เรียนจะต้องเรียนให้ได้ทักษะ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะต้องลงมือฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะชีวิต ทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยี และทักษะด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งการมุ่งหวังให้ผู้เรียนเป็นนวัตกรได้นั้นจำเป็นต้องให้ผู้เรียนคิดได้ ทำเป็น แก้ปัญหาได้ด้วยตนเองและครูควรพัฒนาทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2542) โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรฝึกฝนให้นักเรียนได้มีทักษะการคิดแก้ปัญหามากขึ้น ซึ่งถือเป็นทักษะที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบด้วยเหตุผลอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถนำไปปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาในสาขาวิชาต่าง ๆ รวมทั้งสามารถนำวิธีการคิดเชิงคำนวณไปปรับใช้แก้ปัญหาได้อย่างกว้างขวาง และเป็นประโยชน์ในการต่อยอดองค์ความรู้ต่าง ๆ (รุ่งทิพย์ ศรสิงห์, 2560)

และจากการทดสอบระดับนานาชาติ ด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณ (International Challenge on Computational Thinking) ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 สถิติของประเทศไทย ด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในอันดับที่ 41 ของโลกและเป็นอันดับที่ 2 ในกลุ่มประเทศอาเซียน รองจากประเทศอินโดนีเซีย (Bebras.org, 2020) ดังที่ อนุพร พวงมาลี (2549) และ ยุภารัตน์ พืชสิงห์ (2564) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับปัญหาของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณโดยสรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ มีรู้ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง ผู้สอนต้องพัฒนาทักษะความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการคิดเชิงนามธรรมและการออกแบบขั้นตอนวิธี เพราะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้นักเรียนสามารถ

นำไปใช้ประยุกต์ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเองได้ จากข้อความจึงชี้ให้เห็นว่า ปัญหาด้านการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้นักเรียนยังขาดทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ฉะนั้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ ครูควรมีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและเข้าในในกระบวนการสอนเป็นอย่างดี ดังที่ Leonard Jacqueline et al. (2016) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณควรส่งเสริมด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านการออกแบบ และสร้างชิ้นงานขึ้นมา

ดังนั้นเพื่อเป็นการช่วยพัฒนาการจัดการการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ ผู้วิจัยจึงศึกษาสังเคราะห์และวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทักษะ และคุณลักษณะ มาใช้สร้างชิ้นงานสร้างสรรค์เป็นที่ประจักษ์ มีคุณภาพได้มาตรฐานและเกิดประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม ซึ่งสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณมี 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการแยกย่อย หมายถึง ความรู้และความเข้าใจในการใช้สติปัญญาแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการคิดวิเคราะห์แยกย่อยปัญหาขนาดใหญ่ให้เป็นขนาดเล็ก รู้วิธีการแก้ไขไปทีละส่วน เน้นให้ฝึกคิดโดยเริ่มคิดจากง่ายไปจนซับซ้อน จนเกิดทักษะที่สามารถแยกแยะส่วนต่างๆ ออกเป็นส่วนพื้นฐานหรือส่วนย่อยๆ เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ความเชื่อมโยงและความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ 2) ด้านการหารูปแบบ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการใช้สติปัญญาวิเคราะห์พิจารณารูปแบบและวิธีการแก้ปัญหา สร้างและกำหนดแบบแผนหรือรูปแบบการแก้ปัญหาจากส่วนย่อยต่างๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันนำมาจัดกลุ่มใหม่โดยให้ปัญหาที่คล้ายคลึงกันมาอยู่ด้วยกัน เพื่อช่วยให้แก้ปัญหาได้ตามแผนที่วางไว้ด้วยรูปแบบวิธีการเดียวกัน ดังนั้นผู้เรียนจะต้องรู้ถึงวิธีการออกแบบ การวางแผนวิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหา และรู้วิธีการพิจารณาเลือกรูปแบบ เป็นต้น 3) ด้านการคิดเชิงนามธรรม หมายถึง ความรู้และความเข้าใจในการใช้สติปัญญาแก้ปัญหาแบบรวมยอด โดยการพิจารณาส่วนที่มีสาระสำคัญก่อนและเลือกเฉพาะส่วนที่จำเป็นเท่านั้น การที่ผู้เรียนจะเลือกว่าปัญหาใดสำคัญและจำเป็นได้นั้น แสดงว่าผู้เรียนจะต้องมีทักษะการตัดสินใจ รู้วิธีการและเข้าใจปัญหานั้นๆ ได้เป็นอย่างดี และสามารถคาดการณ์ได้ว่าเมื่อเลือกแก้ปัญหาส่วนนี้แล้ว จะทำให้เกิดผลสำเร็จหรือบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้ 4) ด้านตรรกศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการใช้สติปัญญาว่าด้วยการให้เหตุผล การแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน จัดลำดับตามขั้นตอนวิธีการได้ และวิเคราะห์ภาพรวมและเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือปัญหาที่ต้องเผชิญอย่างเป็นระบบ เช่น ความรู้เรื่องการเขียนโปรแกรม ความรู้เรื่องอัลกอลิทึม การนำเทคโนโลยีมาเข้ามาช่วยและแก้ปัญาแบบลำดับขั้นตอน และ 5) ด้านชิ้นงานสร้างสรรค์ หมายถึง การนำความรู้ ความเข้าใจ ทักษะปฏิบัติและความสามารถในการใช้สติปัญญาว่าด้วยการนำเอาสมรรถนะด้านการคิดเชิงคำนวณด้านการแยกย่อย ด้านการหารูปแบบ ด้านการคิดเชิงนามธรรม และด้านตรรกศาสตร์มาเป็นฐานในการคิดค้นผลงานหรือสร้างชิ้นงานที่สร้างสรรค์มีคุณค่า ซึ่งผลงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นนั้นต้องเป็นที่ยอมรับ มีคุณประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

เนื่องจากพบการศึกษาองค์ประกอบเชิงยืนยันของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณน้อยมาก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ และนำผลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

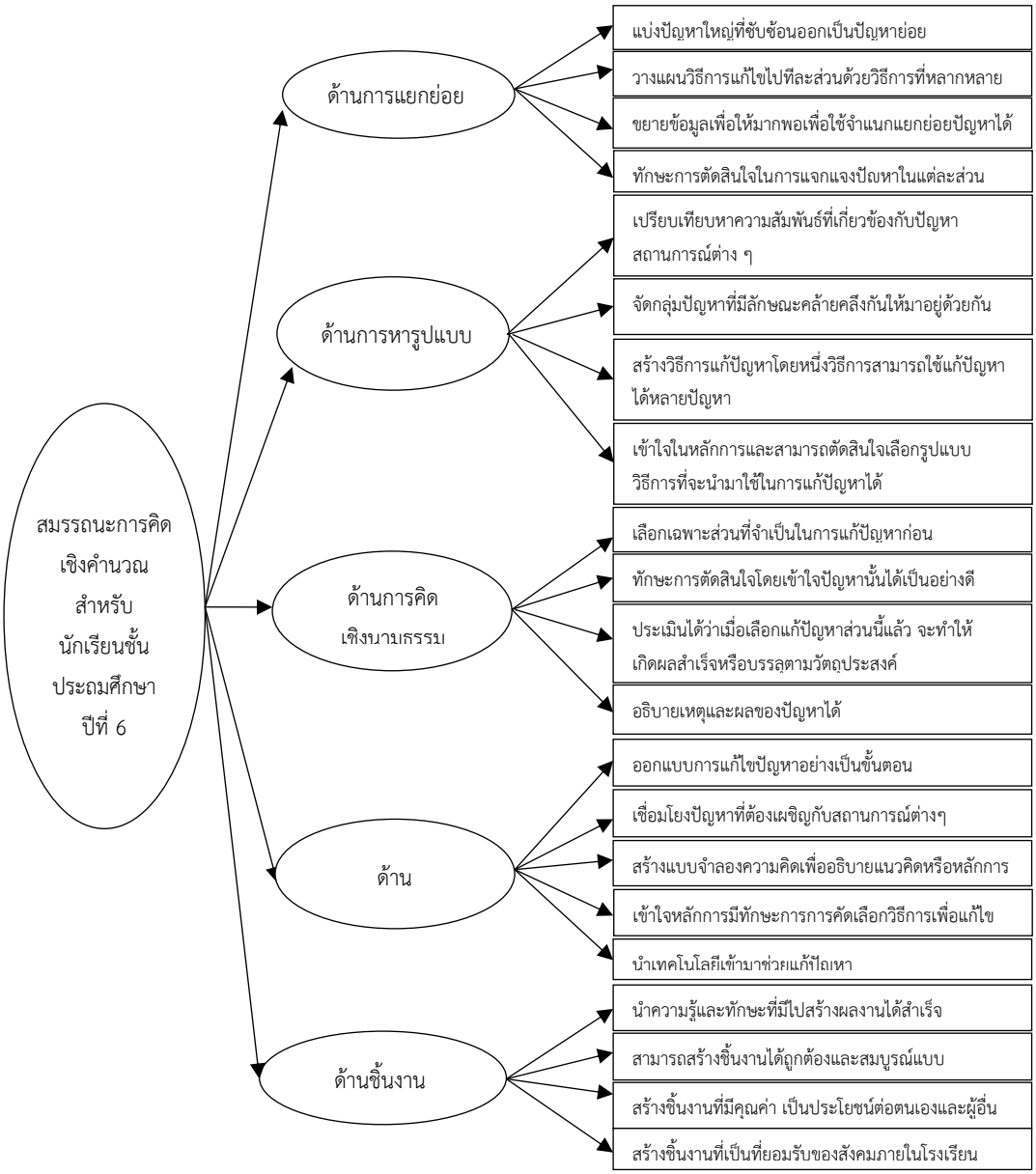
กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและองค์ประกอบของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากแนวคิดของศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2564), สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562), ชฎารัตน์ พิพัฒนนันท์ (2563) ซึ่งได้ทำการสังเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สังเคราะห์องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2564)	**สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562)**	**ชฎารัตน์ พิพัฒนนันท์ (2563)**	**หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้น ฐาน ฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2560**	**ผู้วิจัย**
การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย (decomposition)	แนวคิดการแยกย่อย (Decomposition)	แนวคิดการแยกย่อย (Decomposition)		การแยกย่อย (Decomposition)
การพิจารณารูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหา (pattern recognition)	แนวคิดการหารูปแบบ (Pattern Recognition)	แนวคิดการหารูปแบบ (Pattern Recognition		การหารูปแบบ (Pattern Recognition
การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (abstraction)	แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)		แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
การออกแบบอัลกอริทึม (algorithms) / (algorithms design)	แนวคิดการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm Design)	แนวคิดการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm Design)	คิดขั้นตอนแก้ปัญหา	แนวคิดเชิงตรรกศาสตร์ (Algorithm)
		ความคิดสร้างสรรค์ (Creating)		การสร้างสรรค์ (Creating)

จากตารางที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ พบว่า องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณมี 5 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการแยกย่อย 2) ด้านการหารูปแบบ 3) ด้านการคิดเชิงนามธรรม 4) ด้านตรรกศาสตร์ 5) ด้านชิ้นงานสร้างสรรค์ และสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดองค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จำนวน 29,054 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างให้เหมาะสมกับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามกฎที่ว่า อัตราส่วนระหว่างหน่วยตัวอย่างต่อจำนวนตัวแปรสังเกตได้ควรจะเป็นอย่างน้อย 20 ตัวอย่าง ต่อ 1 ตัวแปรสังเกตได้ Hair et al. (2006) ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA)

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้มีตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 21 ตัวแปร จึงต้องใช้ตัวอย่างในการวิจัยตามข้อกำหนดนี้ จำนวนอย่างน้อย 420 คน และผู้วิจัยเก็บข้อมูล 437 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามเพื่อการวิจัยวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับทฤษฎีทักษะปฏิบัติ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ เพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ แล้วนำมาสร้างแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยและครอบคลุมตามนิยามศัพท์เฉพาะที่กำหนดจำนวน 21 ตัวบ่งชี้ โดยให้เลือกตอบตามความคิดเห็น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2552) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงตรง ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Indexes of Item Objective Congruence) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตามเกณฑ์ในการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 จากนั้นนำแบบสอบถามเพื่อการวิจัยไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 51 คน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Discrimination) โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างคะแนนรายข้อ และคะแนนรวมทั้งฉบับ (Item Total Correlation) และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.86 จากนั้นวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้เกณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาไม่ต่ำกว่า 0.50 (ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2547) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาโดยรวมทั้งฉบับเท่ากับ 0.95 ซึ่งถือว่าแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการขอให้บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จัดทำหนังสือแล้วขอความอนุเคราะห์ผู้ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสอบถาม โดยจัดส่งแบบสอบถามเพื่อการวิจัยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้กับต้นสังกัดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมทั้งสิ้น 437 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอมอส (AMOS) เพื่อดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงหรือความสอดคล้องของโมเดลองค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้ง 5 ด้าน มีตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 21 ตัวแปร พบว่า ด้านที่ 1

การแยกย่อย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.363 - 0.614 ด้านที่ 2 การหารูปแบบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.586 - 0.803 ด้านที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.335 - 0.725 ด้านที่ 4 ด้านตรรกศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.661 - 0.814 และด้านที่ 5 ด้านชิ้นงานสร้างสรรค์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.589 - 0.815 ซึ่งพบว่าองค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณในทุก ๆ ด้านมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวก

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (A Confirmatory Factor Analysis: The First Order) เพื่อดูความเหมาะสมและกลมกลืนกันกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความน่าเชื่อถือในระดับที่ยอมรับได้ ปรากฏด้วยค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ

องค์ประกอบ (ตัวแปรแฝง)	**ตัวบ่งชี้ (ตัวแปรที่สังเกตได้)**	**น้ำหนักองค์ประกอบ**		t	R^2
		b(SE)	B		
สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านการแยกย่อย (DEC) *Chi-Square = 0.25* *P = 0.614*	แบ่งปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อย (DEC1)	0.371 (0.039)	0.519	9.576	0.269
	วางแผนวิธีการแก้ไขปัญหาส่วนย่อยนั้น ไปทีละส่วนด้วยวิธีการที่หลากหลาย (DEC2)	0.661 (0.053)	0.684	12.365	0.468
	ขยายข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลมากพอสำหรับใช้ในการจำแนกแยกย่อยปัญหาได้ (DEC3)	0.667 (0.053)	0.678	12.469	0.460
	ทักษะการตัดสินใจในการแจกแจงปัญหาในแต่ละส่วน (DEC4)	1.000 (-)	0.896	-	0.802
สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านการหารูปแบบ (PAT) *Chi-Square = 1.16* *P = 0.281*	เปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสถานการณ์ต่างๆ (PAT1)	0.519(0.033)	0.657	15.556	0.432
	จัดกลุ่มปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันให้มาอยู่ด้วยกัน (PAT2)	0.944(0.039)	0.873	24.435	0.763
	สร้างวิธีการแก้ปัญหาโดยหนึ่งวิธีการสามารถใช้แก้ปัญหาได้หลายปัญหา (PAT3)	1(-)	0.919	-	0.845
	เข้าใจในหลักการและสามารถตัดสินใจเลือกรูปแบบวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ (PAT4)	0.764(0.035)	0.817	22.114	0.667

องค์ประกอบ (ตัวแปรแฝง)	ตัวบ่งชี้ (ตัวแปรที่สังเกตได้)	น้ำหนักองค์ประกอบ		t	R^2
		b(SE)	B		
สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านการคิดเชิงนามธรรม (ABS)	เลือกเฉพาะส่วนที่จำเป็นในการแก้ปัญหาก่อน (ABS1)	0.600(0.060)	0.476	9.950	0.226
	ทักษะการตัดสินใจโดยเข้าใจปัญหานั้นได้เป็นอย่างดี (ABS2)	0.795(0.051)	0.735	15.716	0.541
Chi-Square = 0.00 *P = 0.998*	ประเมินได้ว่าเมื่อเลือกแก้ปัญหาส่วนนี้แล้ว จะทำให้เกิดผลสำเร็จหรือบรรลุตามวัตถุประสงค์ (ABS3)	1.000(-)	0.986	-	0.972
	อธิบายเหตุและผลของปัญหาได้ (ABS4)	0.799(0.053)	0.705	15.049	0.496
สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านตรรกศาสตร์ (ALG)	ออกแบบการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน (ALG1)	1(-)	0.875	-	0.765
	เชื่อมโยงปัญหาที่ต้องเผชิญกับสถานการณ์ต่างๆ อย่างมีระบบลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน (ALG2)	0.77(0.033)	0.877	23.631	0.769
Chi-Square = 0.06 *P = 0.937*	สร้างแบบจำลองความคิดเพื่ออธิบายแนวคิดหรือหลักการที่ใช้ในการออกแบบอย่างเป็นระบบ (ALG3)	0.734(0.039)	0.780	18.746	0.608
	เข้าใจในหลักการมีทักษะการตัดสินใจในการคัดเลือกวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาในแต่ละส่วนตามลำดับอย่างเป็นระบบ (ALG4)	0.819(0.036)	0.865	22.811	0.747
	นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน (ALG5)	1.001(0.038)	0.846	26.557	0.716
สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านชิ้นงานสร้างสรรค์ (CRE)	นำความรู้และทักษะที่มีไปสร้างผลงานหรือชิ้นงานได้สำเร็จ (CRE1)	0.801(0.043)	0.837	18.542	0.701
	สามารถสร้างชิ้นงานได้ถูกต้องและสมบูรณ์แบบ (CRE2)	0.752(0.028)	0.883	26.435	0.779
Chi-Square = 1.276 *P = 0.259*	สามารถสร้างชิ้นงานที่มีคุณค่า เป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น (CRE3)	1.000(-)	0.929	-	0.864
	สามารถสร้างชิ้นงานที่เป็นที่ยอมรับของสังคมภายในโรงเรียน (CRE4)	0.905 (0.040)	0.809	22.416	0.654

** มีระดับนัยสาคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (t-value>2.58)

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ พบว่าองค์ประกอบของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ มี 5 องค์ประกอบ 21 ตัวบ่งชี้ และเมื่อพิจารณาค่าความน่าจะเป็น (P) ของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 5 ด้าน อยู่ระหว่าง 0.476 - 0.986 แสดงให้เห็นว่าโมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทุกตัวบ่งชี้ และค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (B) ของตัวชี้วัดในองค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ พบว่า อยู่ระหว่าง 0.476 - 0.986 โดยตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดคือ ประเมินได้ว่าเมื่อเลือกแก้ปัญหาส่วนนี้แล้ว จะทำให้เกิดผลสำเร็จหรือบรรลุตามวัตถุประสงค์ (ABS3) รองลงมาคือ สามารถสร้างชิ้นงานที่มีคุณค่า เป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น (CRE3) และสร้างวิธีการแก้ปัญหาโดยหนึ่งวิธีการสามารถใช้แก้ปัญหาได้หลายปัญหา (PAT3) ตามลำดับ มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 97.2 , 86.4 และ 84.5 ตามลำดับ

3. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (Confirmatory Factor Analysis: The Second Order) มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความน่าเชื่อถือในระดับที่ยอมรับได้ ปรากฏด้วยค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน ตามตารางที่ 2 ดังนี้

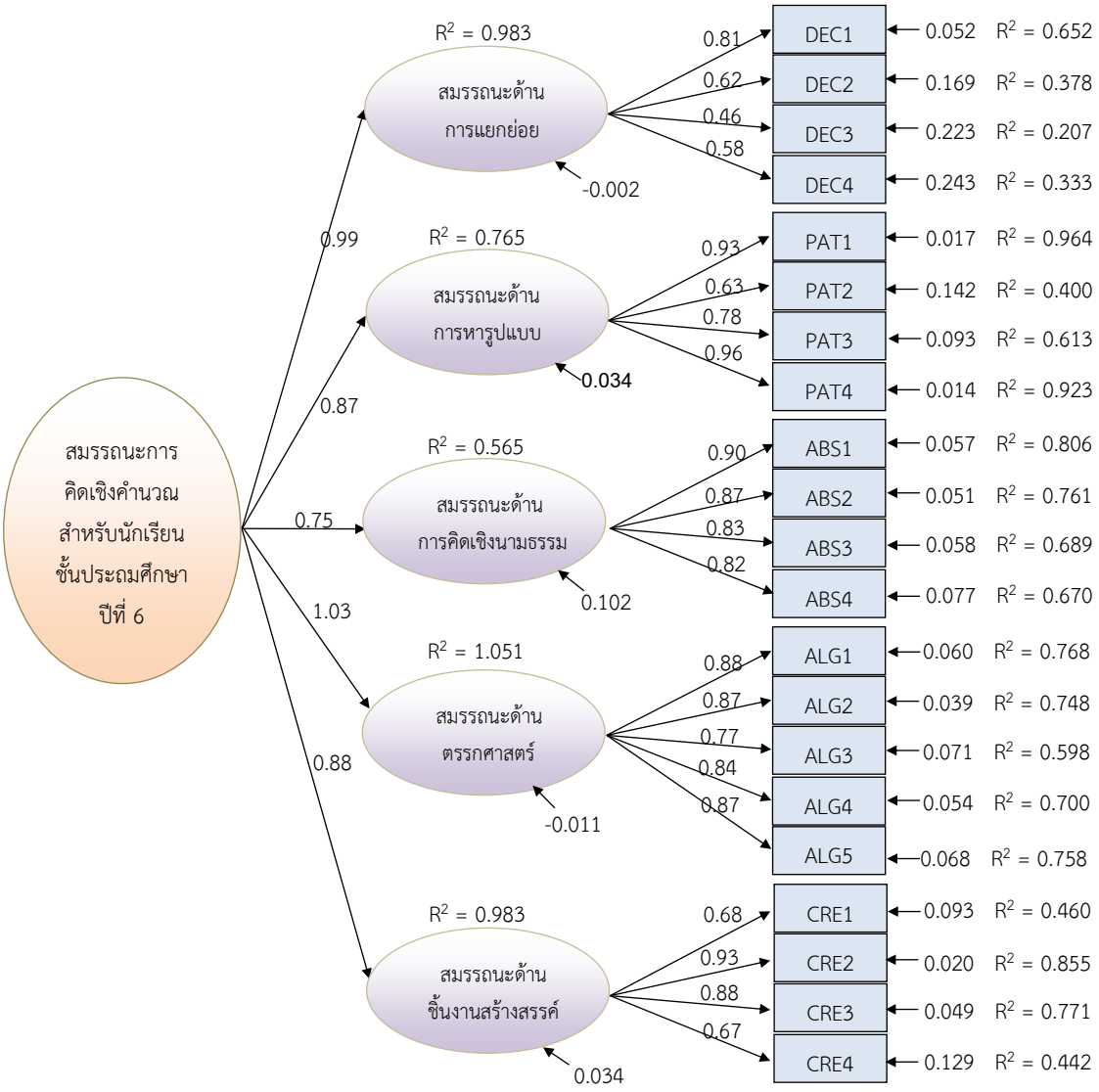
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของโมเดลองค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ

องค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ	น้ำหนักองค์ประกอบ		T	R^2
	b(SE)	B		
สมรรถนะการแยกย่อย (DEC)	0.733(0.065)	0.991	11.246	0.983
สมรรถนะการหารูปแบบ (PAT)	0.711(0.053)	0.875	13.382	0.765
สมรรถนะการคิดเชิงนามธรรม (ABS)	0.774(0.062)	0.752	12.489	0.565
สมรรถนะตรรกศาสตร์ (ALG)	1(-)	1.025	-	1.051
สมรรถนะชิ้นงานสร้างสรรค์ (CRE)	0.760(0.048)	0.881	15.994	0.776
Chi-Square = 19.507 *df* = 11 *P* = 0.053				
GFI = 0.996 AGFI = 0.911 RMR = 0.002 RMSEA = 0.042				

** มีระดับนัยสาคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (t-value>2.58)

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ พบว่า มีค่าไค-สแควร์ (Chi-Square) เท่ากับ 19.507 ค่าองศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 11 ความน่าจะเป็น (P) เท่ากับ 0.053 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.042 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) เท่ากับ 0.002 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.996 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.911 จากค่าสถิติแสดงให้เห็นว่าโมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

พิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (B) ของตัวชี้วัดในองค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณแต่ละองค์ประกอบ พบว่า อยู่ระหว่าง 0.752 ถึง 1.025 โดยตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดคือ สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านตรรกศาสตร์ (ALG) รองลงมาคือ สมรรถนะการแยกย่อย (DEC) สมรรถนะการหารูปแบบ (PAT) สมรรถนะชิ้นงานสร้างสรรค์ (CRE) และสมรรถนะการคิดเชิงนามธรรม (ABS) มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบด้านการแยกย่อยร้อยละ 105.10, 98.30, 77.60, 76.50 และ 56.50 ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดแผนภาพโมเดลองค์ประกอบของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ ดังภาพที่ 2



Chi-Square=19.507, df=11, P-value=0.053, RMSEA=0.042

ภาพ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของโมเดลองค์ประกอบของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยสมรรถนะ 5 ด้าน ได้แก่ สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ ด้านการแยกย่อย ด้านการหารูปแบบ ด้านการคิดเชิงนามธรรม ด้านตรรกศาสตร์ และด้านชิ้นงานสร้างสรรค์ โดยองค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณในทุกๆ ด้านมีความสัมพันธ์กันเชิงบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณในทุกๆ ด้านล้วนต่างมีความสำคัญ และเมื่อนักเรียนมีสมรรถนะด้านใดด้านหนึ่งสูงขึ้นก็จะส่งผลให้ด้านอื่นๆ สูงขึ้นด้วย กล่าวคือ หากนักเรียนมีความรู้ ทักษะความสามารถ และคุณลักษณะตามที่ตั้งไว้ จะส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างผลงานได้สำเร็จเป็นที่

ประจักษ์และสร้างสรรค์ หรือกล่าวคือเปลี่ยนนักเรียนเป็น นวัตกรได้นั้นเอง ดังเช่น อุบลรัตน์ หริณวรรณ (2563) ได้กล่าวถึงการคิดเชิงประมวลผล เป็นทักษะที่มีความสำคัญที่ช่วยเสริมทักษะในศตรวรรษที่ 21 เพื่อเพิ่มศักยภาพของคนที่จะเข้าสู่โลกยุคดิจิทัล และมุ่งเน้นให้เกิดทักษะการคิดที่เป็นระบบในการแก้ปัญหาซับซ้อน และสอดคล้องกับ จิตตินันท์ บุญสถิรกุล (2565) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ตั้งแต่ปี 2554 -2563 พบว่า ผู้สอนต้องเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนที่มีความสอดคล้องไปกับกระบวนกา แก้ปัญหา เพราะว่าในอีก 5 ปีข้างหน้า ทักษะที่หลายประเทศต้องการมากที่สุดคือทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Complex Problem-solving) และผู้เรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละองค์ประกอบจะสามารถอภิปรายผลการวิเคราะห์องค์ประกอบในแต่ละสมรรถนะ ได้ดังนี้

1. สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านการแยกย่อย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญองค์ประกอบหนึ่งที่ผู้เรียนจะต้องมี เนื่องจากสมรรถนะด้านการแยกย่อยนี้จะทำให้ผู้เรียนรู้วิธีการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆ และจัดการปัญหานั้นๆ ทีละส่วนด้วยวิธีการที่หลากหลายและง่ายต่อการแก้ปัญหามากขึ้น สอดคล้องกับ วิรุฬห์ สิทธิเขตรกรณ์ (2564) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es โดยพบว่า ในการพิจารณารูปแบบของปัญหานั้นนักเรียนจะต้องเข้าใจทิศทางแนวโน้มของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น เพื่อจะนำไปสู่การหาแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย การที่ครูส่งเสริมนักเรียนให้แสดงออกถึงความเข้าใจในรูปแบบของปัญหาออกมาได้มากเท่าไหร่ ก็จะทำให้ได้แนวทางที่สะท้อนถึงความเป็นจริงตามหลักการมากเท่านั้น และยังช่วยควบคุมให้นักเรียนสามารถสร้างแผ่นงานหรือผลงานของตนได้สำเร็จ

2. สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านการหารูปแบบ เป็นการสร้างและกำหนดแบบแผนหรือรูปแบบการแก้ปัญหาจากส่วนย่อยต่างๆ ที่คล้ายกันมาอยู่ด้วยกันเพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ ไม่ว่าจะเป็นการใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกัน กล่าวคือหนึ่งวิธีการสามารถแก้ได้หลายปัญหา ดังนั้นผู้เรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจและความ สามารถในการใช้สติปัญญาวิเคราะห์พิจารณารูปแบบและวางแผนวิธีการได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ วิภาดา สุขเขียว (2563) และ อภิญญา ไทยลาว (2565) ที่กล่าวถึง ความสามารถตามหลักการหารูปแบบ คือ การค้นหาความเหมือนหรือความคล้ายกันของของปัญหาเล็กๆ ที่ถูกย่อยออกมาก สอดคล้องกับอุบลรัตน์ หริณวรรณ (2563) และศิรินภา คุ้มจั่น (2563) ได้กล่าวถึง การหารูปแบบการแก้ปัญหามาประยุกค์ใช้กับปัญหาที่คล้ายกัน ผู้เรียนต้องใช้การสังเกต การเปรียบเทียบความเหมือนความต่างแล้วนำมาเชื่อมโยงกับรูปแบบการแก้ปัญหาเดิมเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองต่อไป

3. สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านการคิดเชิงนามธรรม จากผลการวิจัยพบว่าสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านการคิดเชิงนามธรรมเป็นองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบน้อยสุด เป็นสมรรถนะว่าด้วย การใช้สติปัญญาแก้ปัญหาแบบรวมยอด กล่าวคือผู้เรียนจะต้องเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาว่าควรแก้จุดใดก่อนหลัง และต้องคิดคาดการ์ได้ว่าเมื่อแก้ตรงจุดนี้แล้วจะเกิดผลอย่างไรในจุดอื่น และจะเกิดอะไรต่อไปได้ ซึงถือว่าเป็ฯประเด็นท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากลงมือปฏิบัติและเรียนรู้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับอุบลรัตน์ หริณวรรณ (2563) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการคิดเชิงประมวลผล ไว้ว่า การวิเคราะหาส่วนที่สำคัญที่เป็นนามธรรมนั้นเป็นกระบวนการตัดรายละเอียดที่ไม่จำเป็นออกจากปัญหาให้เหลือแค่ที่จำเป็นเท่านั้น ดังนั้น ผู้เรียนต้องสามารถเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาได้ รู้บริบทรวมเป็นอย่างไร วัตถุประสงค์คืออะไร ทำอย่างไรงานจึงจะสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พันทิพา เย็นญา (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ในการจัดกิจกรรมการพัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์ควรจัดกิจกรรมในแบบรูปธรรม นักเรียนสามารถจับต้องได้โดยใช้ประสาทสัมผัสผ่านกิจกรรม สื่อ วัสดุอุปกรณ์ และท้ายสุดหลังการจัดกิจกรรมผู้วิจัยมีแบบ ข้อคำถามใช้ความคิดเชิง

นามธรรมและมีการเสริมแรงทางบวกเพื่อกระตุ้นการคิดวิเคราะห์เพื่อให้นักเรียน ได้พัฒนาการคิดเชิงวิเคราะห์เชิงนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น

4. สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านตรรกศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านด้านตรรกศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงที่สุด เนื่องด้วยสมรรถนะนี้จะใช้สติปัญญาแก้ปัญหาด้วยการให้เหตุผล เข้าใจการแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ลงมือจัดการปัญหาได้อย่างเป็นระบบและให้ความสำคัญอะไรก่อนหลังได้ สอดคล้องกับอุบลรัตน์ หริณวรรณ (2563) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการคิดเชิงประมวลผลด้วยการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ ไว้ว่า เป็นการอธิบายการทำงานและคาดการณ์ผลลัพธ์โดยใช้เหตุและผลในการพิจารณา ดังนั้นผู้เรียนต้องมีข้อมูลมากเพียงพอซึ่งอาจจะได้จากการเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์เดิมก็ได้ ดังที่ พิชญานิน ศิริหล้า (2561) กล่าวไว้ว่า เพื่อให้ได้ผลลัพท์ที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับเหตุการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจาวันได้ ผู้เรียนจะต้องมีลำดับการคิดอย่างเป็นขั้นตอน จากนั้นเขียนอธิบายด้วยการบอกเล่า ภาพสัญลีกษณ์ เพื่ออธิบายแนวทางกระบวนการทำงาน และให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้ พร้อมทั้งตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงลำดับขั้นตอนการทำงาน (Futschek, 2006)

5. สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านชิ้นงานสร้างสรรค์ เป็นการผลงานหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างสรรค์มีคุณค่า โดยการอาศัยสมรรถนะด้านการคิดเชิงคำนวณด้านการแยกย่อย ด้านการหารูปแบบ ด้านการคิดเชิงนามธรรมและด้านตรรกศาสตร์เป็นพื้นฐานเพื่อสร้างผลงานให้สำเร็จ ดังนั้นครูผ็สอนควรต้องส่งเสริมและสนับให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และดึงทักษะความรู้ความสามารถที่นักเรียนมีอยู่นั้นออกมาใช้ให้มากที่สุด จนกระทั่งนักเรียนเกิดความชำนาญและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และนำเอาไปสมรรถนะเหล่านี้ไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวันได้ ดังที่ จารุกิตติ์ ชินนะราช (2563) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กล่าวไว้ว่า นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานโดยนำความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ มีความร็ความสามารถด้านกระบวนการคิด แก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อก่อให้เกิดงานใหม่หรือเกิดกระบวนการที่ดีขึ้น ซึ่งผู้เรียนจะมีความสามารถในการคิดเชิงนวัตกรรม และความสามารถในการสร้างผลงานนวัตกรรม พร้อมกับนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมโยงกับความรู้สาระอื่นๆ อย่างเหมาะสม

จากการค้นพบในงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้พัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในลำดับต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีค่าสูงสุด คือ สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านการคิดเชิงนามธรรม ดังนั้น ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในการใช้สติปัญญาแก้ปัญหาแบบรวมยอด ผู้เรียนจะต้องคาดการณ์ได้ว่าเมื่อเลือกแก้ปัญหาส่วนนี้แล้วจะทำให้เกิดผลสำเร็จหรือบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้

2. จากผลการวิจัยพบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีค่าน้อยสุด คือ สมรรถนะการคิดเชิงคำนวณด้านการแยกย่อย ดังนั้น ควรพัฒนาและเน้นให้ผู้เรียนฝึกคิดและทดลองแก้ปัญหาไปทีละส่วน เริ่มจากง่ายไปยาก โดยใช้สถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงจะทำให้เข้าใจง่ายและพัฒนาตัวเองต่อไปได้ง่ายยิ่งขึ้น

3. จากผลการวิจัยโมเดลองค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่ามีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนั้น ผู้สอนควรศึกษาพฤติกรรมบ่งชี้และออกแบบกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องและครอบคลุมองค์ประกอบสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณทั้งหมดแต่ละองค์ประกอบ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังผู้เรียนในระดับชั้นอื่นต่อไป เพื่อจะได้เปรียบเทียบผลการวิจัยว่าระหว่างนักเรียนต่างระดับชั้นกันมีองค์ประกอบของสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ ต่างกันหรือไม่

2. ควรทำการวิจัยเชิงทดลอง โดยการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณเพื่อให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบ และสร้างความต่อเนื่องให้กับกระบวนการเรียนการสอนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จารุกิตติ์ ชินนะราช. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* [ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

จิตตินันท์ บุญสถิรกุล. (2565). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ตั้งแต่ปี 2554 -2563. *วารสารวัดผลการศึกษา, 39*(105), 227-238.

ชาญวิทย์ ศรีอุดม. (2562). *แนวคิดเชิงคำนวณ.* http://charnwit.in.th/?p=1302#.XX8Q4dUzblU.

ชฎารัตน์ พิพัฒนนันท์.(2563). *CS Unplugged เรียน Coding โดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์.* https://cs.bru.ac.th/การคิดเชิงคำนวณ-cs-unplugged-เรียน-codin/

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2552). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย ฉบับปรับปรุง* (พิมพ์ครั้งที่ 7). ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง. (2547). การพัฒนาคลังข้อสอบวิชา 12702303 การวัดและประเมินผลทางการศึกษาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย,* 17(2).

พันทิพา เย็นญา. (2562) . ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวัดผลการศึกษา, 36*(99), 28-40.

พิชญานิน ศิริหล้า (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวฉันทศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) และการทำงานเป็นทีม ในวิชาฉันทศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)* [ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

ยุภารัตน์ พืชสิงห์. (2564). *การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].

รุ่งทิพย์ ศรสิงห์. (2560). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยใช้เกมการศึกษา. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, *11*(1), 92-104.

วิจารณ์ พานิช. (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21.* มูลนิธิสยามกัมมาจล.

วิภาดา สุขเขียว. (2563). *การพัฒนาแนวคิดเชิงคำนวณโดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับ Edmodo และ Quizizz สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ].

วิรุฬห์ สิทธิเขตรกรณ์. (2564). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.*วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *23*(3), 286-300.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2564). *การจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง การคิดเชิงคำนวณในชีวิตประจำวัน.* http://educa2020.educathai.com/learnings/25

ศิรินภา คุ้มจั่น. (2563). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะเชิงผลิตภาพสาระเศรษฐศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์].

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ).* จุฬาลงกรณ์.

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแหงชาติ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.* บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

อนุพร พวงมาลี. (2549). *การเปรียบเทียบความสามารถการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามตามแนวคิดแบบหมวกหกใบ ของเอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน [Edward De Bono] กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี].

อภิญญา ไทยลาว. (2565). *ผลการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพผ่านเว็บไซต์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณและชิ้นงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์].

อุบลรัตน์ หริณวรรณ. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการคิดเชิงประมวลผล เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะด้านความรู้และทักษะทางปัญญาในการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาของนักศึกษา. *วารสารวิจัยสถาบันมหาวิทยาลัยขอนแก่น* (ฉบับออนไลน์). *1*(2), 182-193. https://irj.kku.ac.th/images/journal/a915deb42379e8051958cedd300b79fe999.pdf

Bebras.org. (2020). *Statistics.* https://www.bebras.org/statistics.html.

Futschek, G. (2006). *Algorithmic Thinking: The key for Understanding Computer Science. In Lecture Notes in Computer Science 4226*, Springer, pp. 159-168.

Hair, J. F. Jr. Black, W. C., Babin, B. J. Anderson, R. E. and Tatham, R. L. (2006). Multivariate data analysis (6th ed.). Prentice Hall.

Leonard Jacqueline et al. (2016). Using robotics and game design to enhance children's self-efficacy, STEM attitudes, and computational thinking skills. *Science educationtechnology. 25*, 860-876.