

การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*

THE DEVELOPMENT OF THE FACTORS AND INDICATORS OF ALGEBRAIC THINKING FOR PRATHOMSUKSA 6 STUDENTS

พนิตตา วงษ์พานิช*, รุ่งทิวา แยมรุ่ง, และกิตติชัย สุธาสิโนบล

Panitta Wongphanich*, Rungtiwa Yamrung, Kittichai Suthasinobon

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Faculty of Education, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author E-mail: panittamail@gmail.com

บทคัดย่อ

จากการประเมินระดับชาติและนานาชาติ พบว่า นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของการคิดเชิงพีชคณิต ที่เป็นการคิดวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นพื้นฐาน สร้างความสัมพันธ์ เชื่อมโยง ประยุกต์ใช้กระบวนการเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี และใช้ตัวแทนที่หลากหลายได้เหมาะสม และให้เหตุผลได้ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง 2) แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ฯ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และวิเคราะห์ความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ด้วยค่าความสอดคล้อง (The index of item - objective congruence) ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1.1) การแก้ปัญห 1.2) การใช้ตัวแทนและการนำเสนอ 1.3) การให้เหตุผล 2) องค์ประกอบของการคิดเชิงพีชคณิตและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้อง โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 - 1.00 หมายความว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตมีความสอดคล้องกันและผ่านเกณฑ์เป็นที่ยอมรับ

คำสำคัญ: การพัฒนาองค์ประกอบ, ตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต, การคิดเชิงพีชคณิต

Abstract

According to the results of the national and international assessments, it was found that grade 6 students' results in mathematics tests were lower than the standards especially problem solving and giving reasons in mathematics which corresponds to the nature of algebraic thinking. Algebraic thinking is a process of analyzing problem situations that use the information received

as a basis. Students are able to build relationships, connect, and apply processes to solve problem situations in many ways in order to use a variety of representation to the problem situation and give reason appropriately. The objectives of this research were to 1) develop the factors and indicators of algebraic thinking 2) examine the quality of factors and indicators of algebraic thinking. A sample group included 5 expert lecturers in field of mathematics or teaching mathematics who were chosen by purposive sampling. The research instruments used to collect data were a semi - structured interview and the effective of factors and algebraic thinking evaluation. The research data were analyzed by content analysis, IOC, mean and standard deviation. The results revealed that 1) factors and indicators of algebraic thinking of sixth grade students consisted of three main factors; 1) solving problem 2) using representative and presentation 3) giving reasons, eight sub main factors and 8 indicators of algebraic thinking 2) the experts rated the overall quality of the factors and indicators of algebraic thinking of sixth grade students had an IOC value of 0.80 - 1.00, indicating that the factors and indicators of algebraic thinking were consistent and met the standards.

Keywords: Development of Factors and Indicators, Factor and Indicator of Algebraic Thinking, Algebraic Thinking

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในความสำคัญต่อพื้นฐานการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทุกคน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน และช่วยให้นักเรียนได้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ตลอดจนสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กล่าวถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ได้แก่ 1) การแก้ปัญหา 2) การสื่อสาร 3) การเชื่อมโยง 4) การให้เหตุผล และ 5) การคิดสร้างสรรค์ ส่งผลให้การศึกษาทุกระดับให้ความสำคัญและวางแผนการพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะและกระบวนการตามหลักสูตรที่ได้กำหนดไว้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า คณิตศาสตร์เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของนักเรียนเป็นอย่างมาก นักเรียนได้รู้เห็นข้อมูลที่เป็นจริง มีหลักการและวิธีการต่าง ๆ ในการเพิ่มพูนทักษะการคิด การวิเคราะห์ การประยุกต์ การเชื่อมโยงใช้ความรู้ ซึ่งถือเป็นการแสดงศักยภาพของนักเรียน แต่เมื่อพิจารณาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษาในรอบหลายปีที่ผ่านมา พบว่านักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินจากการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - NET) ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.45, 31.67, 26.90, 29.99 34.48 และ 28.06 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2565) ซึ่งสะท้อนให้เห็นคุณภาพของนักเรียนในด้านคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก และเมื่อมองความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับ



มัธยมศึกษาจากผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Program for International Student Assessment หรือ PISA) ในรอบหลายปีที่ผ่านมา พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลการประเมินปี 2018 ด้านคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีคะแนนเท่ากับ 419/500 คะแนน ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD และเมื่อเปรียบเทียบระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีระดับต่ำกว่า 2 ซึ่งในความหมายของทาง PISA ระดับ 2 ถือว่ามีความสามารถเพียงขั้นพื้นฐานเท่านั้น เมื่อวิเคราะห์สภาพปัญหาจากผลการประเมินจาก PISA พบว่า นักเรียนสามารถตีความ แปลความ และรับรู้โดยไม่ต้องใช้คำสั่งแบบตรงไปตรงมาและไม่ซับซ้อน ซึ่งการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของ PISA มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการวัดความสามารถของนักเรียนในการคิด การนำไปใช้ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ดังนั้นการที่นักเรียนจะประสบความสำเร็จในการสอบ PISA นักเรียนจะต้องสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และใช้หลักการ กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) จากสภาพปัญหาดังกล่าวการทดสอบการศึกษา ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - NET) การทดสอบความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของ PISA จะเน้นในเรื่องการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหาคณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของการคิดเชิงพีชคณิต

การคิดเชิงพีชคณิต เป็นกระบวนการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นพื้นฐาน เพื่อการสร้างความสัมพันธ์ เชื่อมโยง ประยุกต์ใช้กระบวนการในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี รวมถึงสามารถใช้ตัวแทนที่หลากหลายของนักเรียนเองได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ ตลอดจนให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ (NCTM, 2000) สมัยก่อนเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องของพีชคณิต จะมีการเรียนการสอนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเท่านั้น ภายหลังนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้ปรับเปลี่ยนและเล็งเห็นถึงความสำคัญของพีชคณิตว่าไม่ควรจำกัดการเรียนการสอนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเท่านั้น ควรมีการจัดการเรียนรู้เรื่องพีชคณิตในระดับเริ่มต้น คือ ระดับอนุบาลและประถมศึกษาไปด้วย เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจหลักการ การคิดอย่างเป็นระบบ การให้เหตุผล และสามารถเชื่อมโยง ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อีกทั้งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตด้วยรูปแบบวิธีการที่เหมาะสม ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (Greenes, C. & Findell, C., 1999); (NCTM, 2000); (วิชญ์ นภาพันธุ์, 2551) ในอีกมุมหนึ่งมีผู้นิยามการคิดเชิงพีชคณิต คือ ความสามารถในการระบุ และอธิบายแบบรูปในสถานการณ์ที่หลากหลายและสร้างกรณีทั่วไป นักเรียนสามารถนำเสนอและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันผ่านตาราง กราฟ และนิพจน์ทางพีชคณิต ซึ่งให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลในนิพจน์เชิงพีชคณิต และใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางพีชคณิตให้มีวิธีการที่มีประสิทธิภาพ (Matos, A. S. & Ponte, J. P., 2009) ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายและเสริมสร้างการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในระยะยาว (Cai, J., 2004); (Booker, G. & Windsor, W., 2010) จากการสังเคราะห์เอกสารทั้งในและต่างประเทศ พบว่า การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตในระดับประถมศึกษายังมีไม่มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตให้กับนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



2. เพื่อประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) กลุ่มเป้าหมาย 2) เครื่องมือดำเนินการวิจัย ได้แก่ 2.1) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และ 2.2) แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และ 4) การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. **กลุ่มเป้าหมาย** คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. **เครื่องมือดำเนินการวิจัย** ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง 2) แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นข้อคำถาม เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน พิจารณาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่

3. **วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล** ผู้วิจัยมีกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักการแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อสังเคราะห์กรอบองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต

3.2 สัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และระดับอุดมศึกษา จำนวน 5 คน และสรุปข้อค้นพบ

3.3 วิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย ตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

3.4 พัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

4.1 ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากข้อ 3.4 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ด้วยแบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต มีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต มีความสอดคล้องกัน

- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต มีความสอดคล้องกัน

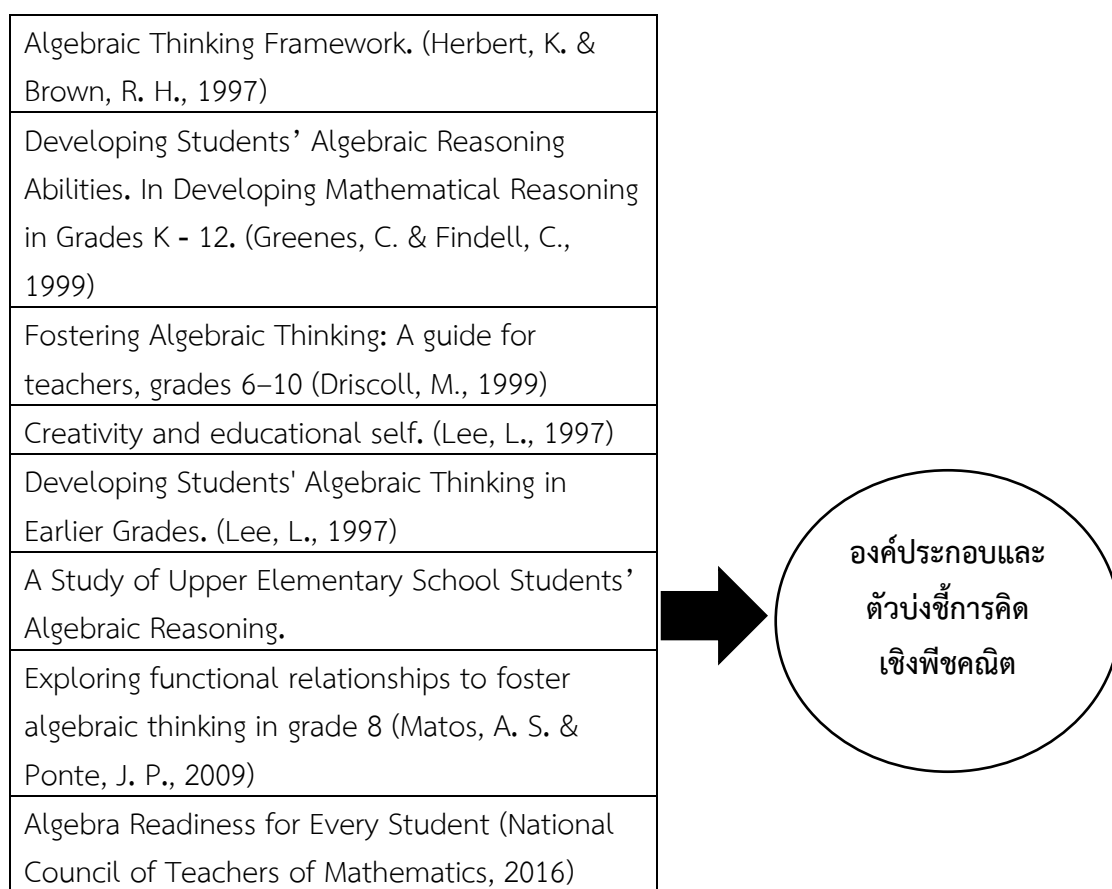
จากนั้นนำผลการมาพิจารณาประเมินค่าความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence, IOC) ขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต จะต้องมีการประเมินตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ($IOC \geq 0.50$) ซึ่งหมายถึงองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต มีความสอดคล้องกันและผ่านเกณฑ์เป็นที่ยอมรับ



4.2 สรุปลองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปเป็นกรอบในการร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการนิกภาพเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิต ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการดำเนินการวิจัยต่อไป

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การนำเสนอวิจัยนี้ผู้วิจัยมุ่งวิเคราะห์เนื้อหา หลักการและแนวคิดที่สอดคล้องกับการคิดเชิงพีชคณิตจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ดังนี้

1. การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1 ผลการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการศึกษาและสังเคราะห์หลักการ แนวคิดและทฤษฎี จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก 8 องค์ประกอบย่อย และ 8 ตัวบ่งชี้ ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางดังต่อไปนี้



ตารางที่ 1 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ
หลัก 8 องค์ประกอบย่อย และ 8 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้
1. การแก้สถานการณ์ปัญหา	1.1 เข้าใจปัญหา	พิจารณาสถานการณ์ แล้วสามารถบอก รายละเอียดที่โจทย์ต้องการจะถามได้
	1.2 วางแผนแก้ปัญหา	วางแผนการแก้โจทย์ปัญหาด้วย กระบวนการที่หลากหลาย และ สามารถบอกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการเขียนออกมาเป็นรูปแบบ สัญลักษณ์
	1.3 ปฏิบัติตามแผน	ลงมือแก้โจทย์ปัญหาโดยคำนวณหา คำตอบและแสดงวิธีทำได้ถูกต้องและ เหมาะสม
	1.4 สะท้อนคิดเพื่อตรวจสอบ	ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของ คำตอบ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของ วิธีการอื่น ๆ
2. การใช้ตัวแทนและการนำเสนอ	2.1 ใช้ตัวแทน	เลือกใช้ตัวแทนหรือสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์นำเสนอการแก้ปัญหา เช่น ตัวเลข เครื่องหมายต่าง ๆ ได้อย่าง ถูกต้องและเหมาะสม
	2.2 นำเสนอตัวแทนความคิด	นำเสนอกระบวนการคิด การแก้ปัญหาผ่านตัวแทนต่าง ๆ เพื่อ สรุปความคิดได้อย่างถูกต้องและ เหมาะสม
3. การให้เหตุผล	3.1 ให้เหตุผลที่เกิดจากการวิเคราะห์ สถานการณ์	อธิบายและให้เหตุผลจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้ถูกต้องและเหมาะสม
	3.2 สร้างข้อสรุป	สร้างข้อสรุปเป็นความคิดของตนเองใน รูปแบบภาษาหรือสัญลักษณ์จากการ วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ถูกต้องและเหมาะสม

การคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก 8
องค์ประกอบย่อย และ 8 ตัวบ่งชี้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่นักเรียนหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา นักเรียน
จะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่มาผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่
กำหนดในปัญหา เพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางพีชคณิตเกี่ยวกับ การบวก การลบ การคูณ และการ
หาร ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1.1 เข้าใจปัญหา หมายถึง การที่นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ แล้วสามารถบอก
รายละเอียดที่โจทย์ต้องการจะถามได้

1.2 วางแผนแก้ปัญหา หมายถึง การที่นักเรียนสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาด้วย
กระบวนการที่หลากหลาย และสามารถบอกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการเขียนออกมาเป็นรูปแบบสัญลักษณ์

1.3 ปฏิบัติตามแผน หมายถึง การที่นักเรียนลงมือแก้โจทย์ปัญหาโดยคำนวณหาคำตอบ และแสดงวิธีทำได้ถูกต้องและเหมาะสม

1.4 สะท้อนคิดเพื่อตรวจสอบ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของวิธีการอื่น ๆ

2. การใช้ตัวแทนและการนำเสนอ เป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้องค์ความรู้ด้านพีชคณิตนำเสนอโดยผ่านรูปแบบที่หลากหลาย ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ที่สำคัญ 2 ประการ ดังนี้

2.1 ใช้ตัวแทน หมายถึง การที่นักเรียนสามารถเลือกใช้ตัวแทนหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์นำเสนอการแก้ปัญหา เช่น ตัวเลข เครื่องหมายต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2.2 นำเสนอตัวแทนความคิด หมายถึง การที่นักเรียนสามารถนำเสนอกระบวนการคิดการแก้ปัญหาผ่านตัวแทนต่าง ๆ เพื่อสรุปความคิดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. การให้เหตุผล เป็นกระบวนการที่นักเรียนอธิบายหรือแสดงหลักฐานในการหาข้อสรุปของโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นจากความคิดและถ่ายทอดออกมาในรูปแบบของภาษาของนักเรียนหรือสัญลักษณ์ทางพีชคณิตได้ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ที่สำคัญ 2 ประการ ดังนี้

3.1 ให้เหตุผลที่เกิดจากการวิเคราะห์สถานการณ์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถสามารถอธิบายและให้เหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3.2 สร้างข้อสรุป หมายถึง การที่นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปเป็นความคิดของตนเองในรูปแบบภาษาหรือสัญลักษณ์จากการวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องและเหมาะสม

2. การประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1 ผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ปรากฏผลดังตาราง 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					ผลการประเมิน		
	1	2	3	4	5	รวม	ค่า IOC	การแปลผล
องค์ประกอบหลักที่ 1 การแก้ปัญหา								
1.1 เข้าใจปัญหา								
การที่นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ แล้วสามารถบอกรายละเอียดที่โจทย์ต้องการจะถามได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	มีความสอดคล้อง
1.2 วางแผนแก้ปัญหา								
การที่นักเรียนสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการที่หลากหลาย และสามารถบอกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการเขียนออกมาเป็นรูปแบบสัญลักษณ์	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	มีความสอดคล้อง
1.3 ปฏิบัติตามแผน								
การที่นักเรียนลงมือแก้โจทย์ปัญหาโดยคำนวณหาคำตอบและแสดงวิธีทำได้ถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	มีความสอดคล้อง

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					ผลการประเมิน			
	1	2	3	4	5	รวม	ค่า IOC	การแปลผล	
1.4 สะท้อนคิดเพื่อตรวจสอบ									
การที่นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของวิธีการอื่น ๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	มีความสอดคล้อง	
องค์ประกอบหลักที่ 2 การใช้ตัวแทนและการนำเสนอ									
2.1 ใช้ตัวแทน									
การที่นักเรียนสามารถเลือกใช้ตัวแทนหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์นำเสนอการแก้ปัญหา เช่น ตัวเลข เครื่องหมายต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	มีความสอดคล้อง	
2.2 นำเสนอตัวแทนความคิด									
การที่นักเรียนสามารถนำเสนอกระบวนการคิดการแก้ปัญหาผ่านตัวแทนต่าง ๆ เพื่อสรุปความคิดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	มีความสอดคล้อง	
องค์ประกอบหลักที่ 3 การให้เหตุผล									
3.1 ให้เหตุผลที่เกิดจากการวิเคราะห์สถานการณ์									
การที่นักเรียนสามารถสามารถอธิบายและให้เหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	มีความสอดคล้อง	
3.2 สร้างข้อสรุป									
การที่นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปเป็นความคิดของตนเองในรูปแบบภาษาหรือสัญลักษณ์จากการวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	มีความสอดคล้อง	

จากตารางที่ 2 พบว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 - 1.00 โดยพบว่า องค์ประกอบที่ 1 การแก้ปัญหา มีค่าความสอดคล้องมากที่สุด คือ มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1 ถึง 3 ใน 4 ข้อ

สามารถสรุปผลการวิจัยเป็นรายข้อ ได้ดังนี้

1. การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการศึกษาและสังเคราะห์หลักการ แนวคิดและทฤษฎี จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า การคิดเชิงพีชคณิต ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก 8 องค์ประกอบย่อย และ 8 ตัวบ่งชี้

2. ผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 - 1.00 ซึ่งหมายความว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตที่สังเคราะห์มีความสอดคล้องกัน



อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ดังนี้

1. การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการศึกษาและสังเคราะห์หลักการ แนวคิดและทฤษฎี จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก 8 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1. การแก้ปัญหา มี 4 องค์ประกอบย่อย คือ 1) เข้าใจปัญหา 2) วางแผนแก้ปัญหา 3) ปฏิบัติตามแผน 4) สะท้อนคิดเพื่อตรวจสอบ 2. การใช้ตัวแทนและการนำเสนอ มี 2 องค์ประกอบย่อย คือ 1) ใช้ตัวแทน 2) นำเสนอตัวแทนความคิด 3. การให้เหตุผล มี 2 องค์ประกอบย่อย คือ ดังนี้ 1) ให้เหตุผลที่เกิดจากการวิเคราะห์สถานการณ์ 2) สร้างข้อสรุป ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยศึกษาหลักการ แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงสัมภาษณ์และยืนยันจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และระดับอุดมศึกษา มีแนวคิดที่สอดคล้องกันว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมี 3 องค์ประกอบหลัก 8 องค์ประกอบย่อย 8 ตัวชี้วัด ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำเป็นต้องมี เพื่อที่นักเรียนจะได้เกิดการคิดเชิงพีชคณิต เพื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิด National Council of Teachers of Mathematics ได้กล่าวถึงการคิดพีชคณิตของนักเรียนอายุระหว่าง 9 - 11 ปี ไว้ 4 ประการ ได้แก่ 1) เข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์และหน้าที่ (Understand Pattern, Relation and Function) คือ นักเรียนสามารถอธิบายขยาย และสร้างภาพเกี่ยวกับรูปแบบเรขาคณิต และตัวเลข สามารถนำเสนอวิเคราะห์รูปแบบโดยใช้คำพูด ตาราง และกราฟ 2) แสดงและวิเคราะห์สถานการณ์ หรือโครงสร้างทางคณิตโดยพีชคณิต (Representing and Analyze Mathematical Situation or Structures Using Algebraic Symbol) คือ ระบุคุณสมบัติ เช่น การสลับสับเปลี่ยน การเชื่อมโยงและการกระจาย สามารถนำข้อมูลที่ได้ในรูปแบบของนามธรรม แสดงความคิด ออกมาเป็นคำพูด หรือสัญลักษณ์ได้และนำเสนอความสัมพันธ์ออกมาโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3) ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและทำความเข้าใจความสัมพันธ์เชิงปริมาณ (Use Mathematical Models to Represent and Understand Quantitative Relationship) คือ สามารถจำลองการแก้ไขปัญหาด้วย กราฟ ตาราง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 4) เข้าใจสถานการณ์ ปัจจัยหรือบริบทต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงยังคงสามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้พีชคณิตได้ในบริบทที่หลากหลาย (Analyze Change in Various Contexts) คือ ตรวจสอบ และอธิบายขั้นตอนแรกไปยังขั้นตอนต่อไปได้ และระบุ อธิบาย รวมให้เหตุผลถึงการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปได้ (National Council of Teachers of Mathematics, 2016) อีกทั้งงานวิจัยของ วิษณุ นภาพันท์ ที่ได้ศึกษาลักษณะการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า องค์ประกอบของการคิดเชิงพีชคณิต ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การสร้างข้อสรุป และการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อสรุป (วิษณุ นภาพันท์, 2551) ทำนองเดียวกันกับวันวิสา พุทธิระ ที่ระบุว่าความคิดเชิงพีชคณิตประกอบไปด้วย การแก้ไขปัญหา การสื่อสาร และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต จากแนวคิดและทฤษฎี เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การคิดเชิงพีชคณิตประกอบไปด้วยองค์ประกอบ การแก้ไขปัญหา การใช้ตัวแทนและการนำเสนอ การให้เหตุผล (วันวิสา พุทธิระ, 2559)

2. ผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี

ความสอดคล้องกัน โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 - 1.00 นั้นหมายถึงองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต ที่สังเคราะห์มีความสอดคล้องกันและผ่านเกณฑ์เป็นที่ยอมรับ เนื่องมาจากกระบวนการสังเคราะห์ที่มาขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการคิดเชิงพีชคณิตมีกระบวนการขั้นตอนอย่างเป็นระบบมีความเชื่อมโยงและสอดคล้องกันตามลำดับด้วยรูปแบบการวิจัยและพัฒนา ประกอบไปด้วย ระยะที่ 1 (Research 1: R1) ศึกษาหลักการแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดย Herbert & Brown, Greenes & Findell, Driscoll กล่าวโดยสรุปในเรื่อง การจัดระเบียบข้อมูล การแสดงข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีต่าง ๆ การใช้สัญลักษณ์ เป็นต้น (Herbert, K. & Brown, R. H., 1997); (Greenes, C. & Findell, C., 1999); (Driscoll, M., 1999) ซึ่งยังมีผู้ที่กล่าวถึงการคิดเชิงพีชคณิตเพิ่มเติมที่มีความคล้ายคลึงและสอดคล้องกัน Lee, Lew, Matos & Pontec กล่าวโดยสรุปว่า โดยให้ความสำคัญเรื่องการให้เหตุผล ความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Lee, L., 1997); (Lew, H. C., 2004); (Matos, A. S. & Ponte, J. P., 2009) ทั้งนี้องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตยังอยู่ในเนื้อหาขององค์การทางการศึกษาที่ได้กล่าวถึงเรื่องนี้โดย NCTM และ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กล่าวในภาพรวมโดยสังเขปเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตดังนี้ เป็นการทำความเข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์ การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้ตัวแทนในการนำเสนอ (National Council of Teachers of Mathematics, 2016); (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต ให้สอดคล้องกับบริบทนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำการสังเคราะห์เอกสาร และสรุปข้อค้นพบต่าง ๆ ระยะที่ 2 (Development 1: D 1) พัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสังเคราะห์หนังสือ เอกสาร และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ สังเคราะห์เป็นกรอบองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต ระยะที่ 3 (Research 2 : R 2) นำกรอบองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตประกอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรือด้านการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระยะที่ 4 (Development 2: D 2) นำเสนอผลการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตจากผลการประเมินและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญจากการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขอย่างเป็นระบบ จึงทำให้องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสมบูรณ์และนำไปเป็นกรอบในการส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชุน นาพันธ์ ที่ได้ศึกษาลักษณะการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า องค์ประกอบของการคิดเชิงพีชคณิต ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การสร้างข้อสรุป และการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อสรุป (วิชุน นาพันธ์, 2551) ทำนองเดียวกันกับการศึกษาของวันวิสา พุทธิระ ประกอบไปด้วย การแก้ไขปัญหา การสื่อสาร และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (วันวิสา พุทธิระ, 2559)

สรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการศึกษาและสังเคราะห์หลักการ แนวคิดและทฤษฎี จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า การคิดเชิงพีชคณิตประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก 8 องค์ประกอบย่อย และ 8 ตัวบ่งชี้ และผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิต ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียน



ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 - 1.00 ซึ่งหมายความว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การคิดเชิงพีชคณิตที่สังเคราะห์มีความสอดคล้องกัน ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 1) ควรมีการศึกษาตัวองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในด้านอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหา การให้เหตุผล เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนานักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมในระดับชั้นที่สูงขึ้น 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ การคิดเชิงพีชคณิต กับแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตให้กับนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกล. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- วันวิสา พุทธิระ. (2559). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Model Method เพื่อพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 8 (1) , 328 – 343.
- วิชญ์ นภาพันธุ์. (2551). การศึกษาลักษณะการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018 :บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กรุงเทพมหานคร.
- Booker, G. & Windsor, W. (2010). Developing algebraic thinking: Using problem - solving to build from number and geometry in the primary school to the ideas that underpin algebra high school and beyond. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2010(8), 411-419.
- Cai, J. (2004). Why do US and Chinese students think differently in mathematical problemSolving? : Impact of early algebra learning and teachers' beliefs. *The Journal of mathematical behavior*, 23(2), 135-167.
- Driscoll, M. (1999). *Fostering algebraic thinking: A guide for teachers, grades 6 - 10*. London: Heinemann.
- Greenes, C. & Findell, C. (1999). Developing Students' Algebraic Reasoning Abilities. In *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Edited by Lee V. Stiff and Frances R. Curcio (pp. pp.127-137). Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Herbert, K. & Brown, R. H. (1997). Patterns as tools for algebraic reasoning. *Teaching Children Mathematics*, 3(6), 340-344.
- Lee, L. (1997). Algebraic understanding: the search for a model in the mathematics education community=Lacomprehension algebrique: la recherche d'un modele dans la communauté d'education mathematique. Montréal: Universit  du Québec   Montréal.
- Lew, H. C. (2004). Developing algebraic thinking in early grades: Case study of Korean elementary school mathematics. *The Mathematics Educator*, 8(1), 88-106.

- Matos, A. S. & Ponte, J. P. (2009). Exploring functional relationships to foster algebraic thinking in grade 8. *Quaderni di Ricerca in Didattica, (Matematica 2(19)*, 1-9.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2016). Background Paper and Brief for the development of a new Primary Mathematics Curriculum. Nonthaburi: NCCA.
- NCTM. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston: Virginia: NCTM.