



การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางพัฒนาการคิดของฟร่ายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL THINKING AMONG FIFTH GRADE STUDENTS
USING LEARNING MANAGEMENT BASED ON THE GUIDELINES OF FRAIVILLIG FOR
ADVANCING THE THINKING OF CHILDREN IN REAL-WORLD CONTEXTS

นิสาชล อ่วมป่วน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2565

การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลดิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL THINKING AMONG FIFTH GRADE STUDENTS
USING LEARNING MANAGEMENT BASED ON THE GUIDELINES OF FRAIVILLIG FOR
ADVANCING THE THINKING OF CHILDREN IN REAL-WORLD CONTEXTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Educational Science & Learning Management)
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตาม

แนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

ของ

นิสาชล อ่วมป่วน

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี) (รองศาสตราจารย์ ดร.พิชิต ฤทธิจัญญ)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตนะ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิภา แยมรุ่ง)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง
ผู้วิจัย	นิสาชล อ่วมป่วน
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิรัตน์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง 2) เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดสาละ ตำบลสาละ อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 14 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ มีเอกสารประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ใบกิจกรรมและแบบบันทึกพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test for dependent samples และ t-test for one sample ผลการวิจัยพบว่า 1) การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การคิดเชิงคณิตศาสตร์, แนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก, บริบทโลกชีวิตจริง

Title	DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL THINKING AMONG FIFTH GRADE STUDENTS USING LEARNING MANAGEMENT BASED ON THE GUIDELINES OF FRAIVILLIG FOR ADVANCING THE THINKING OF CHILDREN IN REAL-WORLD CONTEXTS
Author	NISACHON UAMPUAN
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Chommanad Cheausuwantavee
Co Advisor	Dr. Sunisa Sumirattana

This is quasi-experimental research, with the following objectives: (1) to compare the mathematical thinking of fifth grade students before and after learning management based on the guidelines of Fraivillig and advancing the thinking of children in a real-world context; (2) to compare the mathematical thinking of fifth grade students after learning management based on the guidelines of Fraivillig for advancing the thinking of children with a criterion of 70%. The sample group in this research were 14 students in fifth grade at Watsali School, Suphanburi, in the second semester of the 2022 academic year, obtained by purposive sampling. The research tools included learning management plans, based on the guidelines of Fraivillig. There were supporting documents, including activity sheets and records of mathematical thinking development and a mathematical thinking test. The data were analyzed by the arithmetical mean, standard deviation, and test hypotheses using a t-test for dependent samples and a t-test for one sample statistics. The results of the research were as follows: (1) the mathematical thinking of fifth grade students after learning management based on the guidelines of Fraivillig for advancing the thinking of children in the real-world context was higher than before with a statistical significance of .05; (2) the mathematical thinking of fifth grade students after learning management based on the guidelines of Fraivillig for advancing the thinking of children in the real-world context was higher than 70% criteria with a statistical significance of .05.

Keyword : Mathematical thinking, Guidelines of Fraivillig, Advancing the thinking of children, Real-world context

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักปริญญาานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิตรณะ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปริญญาานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง ในการดำเนินการวิจัยและการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พิเชิต ฤทธิจัญญ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งทิวา แย้มรุ่ง คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญาานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวัญ เพี้ยซ้าย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกัญญา หะยิสาและ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ อาจารย์ ดร. ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ อาจารย์ ดร. วิวิศ กิตติวรากุล และนางสาวอารีรัตน์ แสงดาว ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวัดศาลี คณะครูและบุคลากรทางการศึกษาของโรงเรียนวัดศาลีทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการวิจัย ตลอดจนขอขอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนวัดศาลีทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้อย่างตั้งใจ

ขอขอบคุณพี่ เพื่อนและน้องนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำและเสริมสร้างกำลังใจให้กันตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่มีความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่านซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมด จึงขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวทุกท่านที่ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนทุกอย่างเสมอมา คุณค่าและประโยชน์ของปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชา บิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	5
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	5
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	5
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
สมมติฐานในการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์.....	10

2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก	32
3. แนวคิดเกี่ยวกับบริบทโลกชีวิตจริง	40
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	48
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	48
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	48
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	49
แบบแผนการทดลอง.....	49
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	50
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	51
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	63
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	64
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
1. ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง ...	66
2. ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการ จัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับ เกณฑ์ร้อยละ 70	67
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	74
สรุปผลการวิจัย	75
อภิปรายผลการวิจัย.....	76
ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม.....	81
ภาคผนวก.....	86
ภาคผนวก ก	87

ภาคผนวก ข.....	89
ภาคผนวก ค.....	93
ภาคผนวก ง.....	103
ประวัติผู้เขียน.....	127

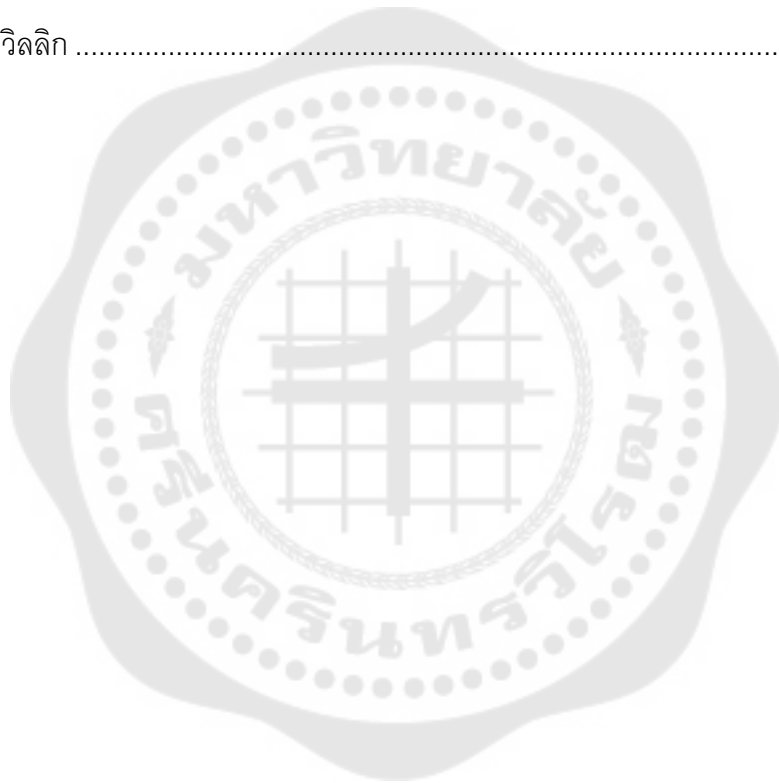


สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์	21
ตาราง 2 แสดงวิธีการหาคำตอบของวิธี (วิธี A และวิธี B) จากปัญหาเดียวกัน.....	23
ตาราง 3 แบบแผนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์.....	50
ตาราง 4 โครงสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์	55
ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายข้อคำถาม	59
ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและ หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง	66
ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการ จัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์ ร้อย ละ 70	67
ตาราง 8 แสดงผลการพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง พัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5.....	90
ตาราง 9 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามจากแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	94
ตาราง 10 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงจากแบบวัด การคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	97

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
ภาพประกอบ 2 กรอบความคิดในการพัฒนาการคิด (Framework for Advancing Children's Thinking: ACT)	32
ภาพประกอบ 3 กลวิธีการสอนและความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละขั้นตอนตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก	36



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นกระบวนการและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของผู้คนเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสังคม และบุคคลทุกเพศทุกวัย โดยจะต้องมีรูปแบบและวิธีการจัดการศึกษาที่อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ทั้งในและนอกระบบโรงเรียน ดังคำกล่าวการศึกษาตลอดชีวิตที่ติดปากในวงการการศึกษา และเป็นที่ยอมรับกันว่าสังคมในปัจจุบันเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ที่แสดงถึงการที่บุคคลจำเป็นต้องศึกษาหาความรู้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ และเทคโนโลยีสมัยใหม่ จะเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะเกื้อกูลกิจกรรมการศึกษาตลอดชีวิตจึงเป็นยุคของการผสมผสานระหว่างสังคมแห่งการเรียนรู้และสังคมแห่งเทคโนโลยีควบคู่กันไปให้ดำรงตนอยู่ในสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในปัจจุบันได้อย่างดี มีความสุข และประสบความสำเร็จ (วิจิตรศรีสอาน, 2529, น. 3-4) สืบเนื่องมาจนถึงปัจจุบันที่มีการให้ความสำคัญกับการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 ที่ย้ำให้เห็นถึงช่วงเวลาแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในสภาพแวดล้อมที่ประเทศต่าง ๆ มีความเชื่อมโยงกันมากขึ้นเรื่อย ๆ และระบบการศึกษาจำเป็นต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของเยาวชน สังคมและตลาดแรงงานทั้งในปัจจุบันและอนาคต หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จึงมุ่งเน้นการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ เตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากการให้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิด เพื่อพร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษาหรือเข้าศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น โดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ สามารถแข่งขันและอยู่ในสังคมโลกได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น. 2) รวมทั้งการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตและสอดคล้องกับสังคมในอนาคต (Delaney, 2019)

ทักษะการคิดเป็นทักษะหนึ่งที่มีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และได้มีการกำหนดความสามารถในการคิดเป็น ให้เป็นสมรรถนะหนึ่งที่ต้องพัฒนา และส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เกิดกระบวนการคิดในการพัฒนาตนเองและการเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 81-83) ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งที่ทำให้มนุษย์มีความแตกต่างจากสัตว์อื่น และมีผลโดยตรงต่อคุณภาพชีวิต แต่จากสภาพปัญหาในปัจจุบันพบว่า สังคมไทยอยู่ในสภาวะวิกฤติจากความอ่อนแอทางความคิด

แก้ปัญหาด้วยวิธีที่ผิด ขาดเหตุผล ขาดความมั่นใจในการตัดสินใจ และมีดัชนีความสุทธำ ซึ่งเป็นผลจากการคิดไม่เป็น การคิดผิดและการไม่คิด และอาจมีสาเหตุมาจากระบบการศึกษาที่เน้นการสอนแบบท่องจำ และขาดอิสระในการคิด (ชนาธิป พรกุล, 2554, น. 4-5) ทำให้การเรียนรู้ในห้องเรียนส่วนใหญ่เกิดจากการบ้อนความรู้พื้นฐานจากครูผู้เรียน และไม่ทำให้เกิดการคิดในระดับสูง และถึงแม้ว่าจะมีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่จะช่วยพัฒนาความคิด ให้มีความสร้างสรรค์ มีเหตุผล มีความเป็นระเบียบแบบแผน รู้จักวิเคราะห์ปัญหาอย่างถึถ้วน ช่วยวางแผน คาดการณ์การตัดสินใจ แก้ปัญหาและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการศึกษาศาสตร์ต่าง ๆ คณิตศาสตร์จึงเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิต การคิด การพัฒนาคุณภาพชีวิต และมีความสุขจากการอยู่ในสังคม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 56) อีกทั้งยังเป็นศาสตร์สำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนามนุษย์ไม่ใช่เพียงการคำนวณ แต่เป็นมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดด้วย และมีลักษณะเป็นสากล เป็นภาษาสัญลักษณ์ กำหนดสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ ช่วยสร้างสรรค์จิตใจมนุษย์ ฝึกการคิดอย่างมีระบบระเบียบ ฝึกการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ, 2561, น. 1) อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในรอบการประเมิน 2018 ยังพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้าน คณิตศาสตร์ 419 คะแนน และไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนในการประเมิน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562, น. 2) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณภาพในการจัดการศึกษาและการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ อันเป็นกระบวนการทางสมองที่เชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการทางความคิดและการจัดการกับปัญหาไว้ด้วยกัน (Isoda และ Katagiri, 2012, p. 48-49) อาจกล่าวได้ว่าการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์สำหรับการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และการดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาเป็นการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Manouchehri, 2005 อ้างถึงใน รุ่งทิวา นามำรุง, 2550, น. 17-18) ซึ่งนับเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ รู้จักการประยุกต์ใช้ความรู้ และการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างดี ดังนั้นจึงไม่ใช่มุ่งเน้นเพียงผลลัพธ์เท่านั้น แต่เป็นการเน้นที่การเรียนรู้มากกว่า และจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา ถ้าในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีการสนับสนุนจุดเน้นนี้ให้เกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลในตัวผู้เรียนด้วย (ตีรวิซซ์ ทินประภา, 2558, น. 4-36)

เมื่อพิจารณาผลการประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในระดับนานาชาติ จากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ที่ใช้โจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และนำความรู้แนวคิด รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้น ครูในฐานะผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน ควรจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ โดยใช้วิธีการสอนเพื่อส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนนำไปใช้และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพราะการไม่รู้คณิตศาสตร์ไม่ได้เป็นผลมาจากเนื้อหาแต่มาจากวิธีการของครูที่ใช้ในการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนควรมีวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งฟรายวิลลิค (Fraivillig, 2001, p. 454-459) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับพัฒนาความคิดของนักเรียน (Advancing Children's Thinking: ACT) ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เป็นลำดับต่อเนื่องกัน ได้แก่ ขั้นล้างความคิด ที่ครูจะทำท่ายให้นักเรียนได้อธิบายและวิเคราะห์วิธีการหาคำตอบด้วยตัวเองในขั้นตอนนี้ โดยเน้นเอาคำตอบหลาย ๆ คำตอบจากสถานการณ์ปัญหาหนึ่ง ๆ ขึ้นสนับสนุนความคิด เป็นขั้นตอนส่งเสริมและสนับสนุนการคิดของนักเรียนภายหลังที่ได้ครูล้างความคิดของนักเรียนแล้ว และขั้นขยายความคิด ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ เปรียบเทียบวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา และให้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่เหมาะสม จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยความกระตือรือร้น ทำท่าย สามารถคิดวิเคราะห์ สะท้อนความคิดได้อย่างมีเหตุผล นำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย

ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ควรกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมต่อกับชีวิตประจำวันที่ปัญหานั้นเกิดขึ้นและสามารถแก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์นั้น ๆ ได้ โดย สถานการณ์หรือบริบทที่ควรนำไปใช้ควรเป็นสถานการณ์หรือบริบทที่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งอยู่ และใกล้กับตัวนักเรียนมากที่สุด (สมบัติ ทำยเรือคำ, กาญจนนา จิตกังวัน, และ วัชรพงษ์ ราคาง, 2559, น. 13) ดังที่ OECD (2018, p. 10) ได้กล่าวถึงการกำหนดสถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริงในการทดสอบโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ทั้งในบริบทส่วนตัว บริบททางงานอาชีพ บริบททางสังคมและบริบททางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถกำหนดสถานการณ์ได้อย่างหลากหลาย

และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันได้ และทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สามารถส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการคิดของฟรายวัลลิกให้สอดคล้องกับบริบทสภาพจริงอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหา และมีความสนใจในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นระดับชั้นที่ควรจะได้รับ การวางรากฐานเป็นการเตรียมพื้นฐานความคิดเพื่อเข้ารับการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ ที่ได้กำหนดให้มีการทดสอบผลการเรียนรู้รายอัตรระดับชาติของกระบวนการ จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทั้งนี้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความสามารถด้าน คณิตศาสตร์ของนักเรียนตามหลักสูตร และเป็นแนวทางในการนำไปใช้สำหรับโรงเรียนประถมศึกษาในพื้นที่อื่น ๆ รวมถึงการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการศึกษาค้นคว้านี้ ทำให้ทราบถึงผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง ที่ส่งผลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และการพัฒนาการคิดเชิง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รวมทั้งเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยและการขยายไปสู่การคิดหรือแนวทางการพัฒนาอื่น ๆ ตลอดจนเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ในการนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้ และเป็นแนวทางในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กและขนาดอื่น ๆ

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในกลุ่มโรงเรียนอุดมธรรมคุณ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1 ประกอบด้วยโรงเรียนขนาดเล็กทั้งหมด 10 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดกระทุ่มทอง โรงเรียนวัดคลองโพง โรงเรียนวัดช่องลม โรงเรียนวัดทรงกระเทียม โรงเรียนวัดบึงคา โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง โรงเรียนวัดลาดน้ำขาว โรงเรียนวัดสาละวิน โรงเรียนวัดเสาชิงทอง และโรงเรียนวัดอ้อมครักษ์ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 มีนักเรียนจำนวน 95 คน ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดเล็กตามเกณฑ์การกำหนดขนาดห้องเรียนในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน ที่เปิดทำการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในครอบครัวที่มีฐานะปานกลางและยากจน ไม่มีการเรียนพิเศษเสริม มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับใกล้เคียงกัน และเป็นโรงเรียนเรียนรวมซึ่งในแต่ละชั้นเรียนจะมีนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษรวมอยู่ด้วย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดสาละวิน ตำบลสาละวิน อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 14 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากประชากรมีสภาพที่ใกล้เคียงกันในบริบทที่ตั้ง สังคม เศรษฐกิจ และคุณภาพการศึกษา ทั้งนี้ด้วยความเหมาะสมในด้านเวลาและความร่วมมือในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งใช้ระยะเวลา 15 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็นการดำเนินการทดลอง 12 ชั่วโมง การทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง 30 นาที และหลังเรียน 1 ชั่วโมง 30 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 12 ชั่วโมง 12 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ

จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้

ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 เรื่องกำไรขาดทุน และลดราคา

จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้

ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่องดอกเบี้ยเงินฝากเงินกู้

จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้

ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับ

บริบทโลกชีวิตจริง

ตัวแปรตาม คือ การคิดเชิงคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การคิดเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ไม่คุ้นเคยอย่างอิสระ โดยใช้ความรู้ ทักษะและวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ตลอดจนสามารถนำเสนอตัวแทนความคิดที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมต่าง ๆ อันเป็นผลจากการคิด ซึ่งวัดได้จากการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเขียนตอบ เพื่อสะท้อนการคิดร่วมกับแบบบันทึกการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และไปกิจกรรมตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.1 การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา โดยสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร สิ่งที่ยากกำหนดให้คืออะไร และสามารถเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งสรุปคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา

1.2 การให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยสามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ

1.3 การนำเสนอตัวแทนความคิด หมายถึง ความสามารถในการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา แสดงกระบวนการแก้ปัญหา และแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาโดยอาจเป็นการเขียนข้อความ วาดภาพ หรือสัญลักษณ์

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยเป็นลำดับขั้นตอนตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก ที่ครูผู้สอนสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ และใช้กลยุทธ์สำหรับพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นล้วงความคิด (Eliciting) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเอาคำตอบหลาย ๆ คำตอบจากปัญหาหนึ่ง รับฟังการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน ให้คำชี้แนะ รวมทั้งใช้คำอธิบายของนักเรียนเป็นพื้นฐานของเนื้อหาในบทเรียน ให้การยอมรับในข้อผิดพลาดและสนับสนุนนักเรียน ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างร่วมมือ และให้โอกาสนักเรียนที่ต้องการนำเสนอความคิดเห็น

2.2 ขั้นสนับสนุนความคิด (Supporting) เป็นขั้นตอนที่ครูทำให้นักเรียนระลึกถึงปัญหาที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ได้ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็น นำนักเรียนเรียนรู้ซ้ำอีกครั้งที่ละขั้นตอน และเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีบนกระดาน

2.3 ขั้นขยายความคิด (Extending) เป็นขั้นตอนที่ครูรักษามาตรฐานและความคาดหวังที่สูงสำหรับนักเรียนทุกคน เขียนวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดบนกระดานและร่วมกันสะท้อนคิดทางคณิตศาสตร์ ผลักดันให้นักเรียนหาวิธีการอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา ปลุกฝังให้นักเรียนรักความท้าทาย และส่งเสริมการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากกว่า

3. บริบทโลกชีวิตจริง หมายถึง บริบทของสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่หลากหลายได้แก่

3.1 บริบทส่วนตัว ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเลือกซื้อสินค้า การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล และการจัดการทางการเงินส่วนบุคคล

3.2 บริบททางการงานอาชีพ ประกอบด้วย บริบทเกี่ยวกับอาชีพที่เป็นการทำงานในโลกชีวิตจริง

3.3 บริบททางสังคม ประกอบด้วย ระบบการลงคะแนนเสียง และค่าสถิติของชาติ

3.4 บริบททางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศ และการแพทย์

4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกโดยใช้สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงประกอบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นล้างความคิด ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง แล้วกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก

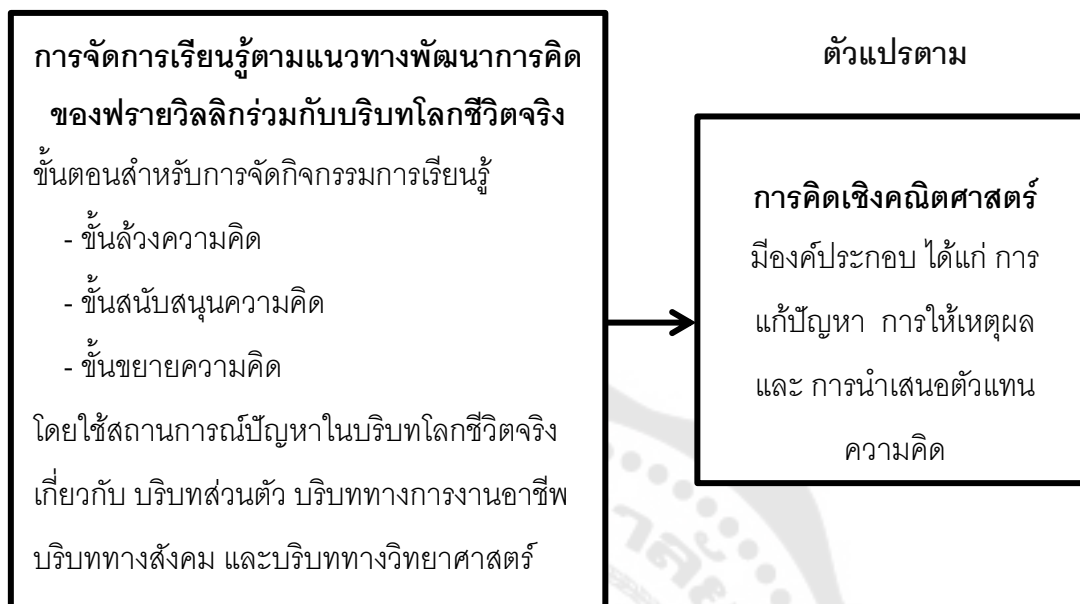
ขั้นที่ 2 ขั้นสนับสนุนความคิด ครูให้นักเรียนระลึกถึงปัญหาที่ใกล้เคียงกันในบริบทโลกชีวิตจริง ค้นคว้า ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็น นำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีบนกระดานแล้วให้นักเรียนเรียนรู้ซ้ำอีกครั้งที่ละขั้นตอน

ขั้นที่ 3 ขั้นขยายความคิด ครูให้นักเรียนทุกคนให้เรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้ เขียนวิธีการแก้ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงทั้งหมดบนกระดาน ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพอย่างมีเหตุผล

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก ในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เป็นลำดับต่อเนื่องกัน ได้แก่ ขั้นล้างความคิด ขั้นสนับสนุนความคิด สุดท้ายคือขั้นขยายความคิด เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ร่วมกับการใช้สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง เกี่ยวกับบริบทส่วนตัว บริบททางการงานอาชีพ บริบททางสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสอดคล้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด

ตัวแปรอิสระ



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของการคิดเชิงคณิตศาสตร์
 - 1.2 ความสำคัญของการคิดเชิงคณิตศาสตร์
 - 1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์
 - 1.4 วิธีการศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์
 - 1.5 แนวทางการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์
 - 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์
2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก
 - 2.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก
 - 2.2 กลวิธีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก
 - 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก
3. แนวคิดเกี่ยวกับบริบทโลกชีวิตจริง
 - 3.1 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง
 - 3.2 การนำสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้
 - 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบริบทโลกชีวิตจริง

1. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์

การคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการคิดที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมการคิดให้กับนักเรียน ทั้งการคิด

คำนวณ การแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล ตลอดจนการสื่อสารนำเสนอความคิดของตนเอง ในทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถพัฒนาได้โดยการเปิดโอกาสในการใช้ความรู้ ความสามารถ รวมถึงประสบการณ์เผชิญ กับ สถานการณ์ปัญหาเพื่อการฝึกการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และสามารถหาแนวทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

1.1 ความหมายของการคิดเชิงคณิตศาสตร์

การคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการคิดในทางคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อาจนับเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Hyde และ Hyde (1991, p. 29) ได้กล่าวถึงการคิดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเป็นการคิดในลักษณะของการคำนวณ การให้เหตุผล การคิดแก้ปัญหา การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้บุคคลอื่นรับรู้ได้ ในขณะที่ Manouchehri (2005 อ้างถึงใน แพร่ไหม สามารถ, 2555, น. 17-18) ได้กล่าวถึงการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ว่า “เป็นการใช้เครื่องมือ ทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว กระบวนการทำความเข้าใจนี้ไม่ใช่ คณิตศาสตร์แต่เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และการดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบเป็นการ ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ เป็นนามธรรม เป็นสัญลักษณ์ การ นำเสนอตัวแทนความคิด และการดำเนินการทางสัญลักษณ์ ซึ่งเครื่องมือทางการคิดเชิง คณิตศาสตร์ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิด และการให้เหตุผล” ซึ่ง สอดคล้องกับ อัจฉรา นรกิจ (2559, น. 7) ที่ได้กล่าวถึงการคิดเชิงคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นวิธีการคิดเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาโดยใช้ความรู้ ทักษะ และวิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล มีการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ในชีวิตจริงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้กลยุทธ์อย่างมีเหตุผล สามารถนำเสนอตัวแทนความคิดในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ในทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับที่ รุ่งทิวา นามารุง (2550, น. 6) ได้กล่าวถึงการคิดเชิงคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นวิธีการคิดในทางคณิตศาสตร์ เพื่อ

แก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย เกี่ยวกับปริมาณ หรือจำนวน การให้เหตุผล โดยใช้ทักษะ ความรู้ รวมถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย สำหรับการทำความเข้าใจและหาคำตอบ สามารถทำให้นักคนอื่นรับรู้ได้จากการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ Isoda และ Katagiri (2012, p. 32-35) ได้กล่าวถึงการคิดเชิงคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นความสามารถทางวิชาการที่สำคัญที่สุดซึ่งจำเป็นต้องปลูกฝังให้กับนักเรียน เพื่อให้ส่งเสริมความสามารถที่จะตัดสินใจ และการคิดอย่างเป็นอิสระ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้ ความรู้ และทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ความเข้าใจในการดำเนินการ การคิดเชิงเปรียบเทียบ การนำเสนอตัวแทนความคิดและการสื่อความหมาย ตลอดจนการพยายามหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a, น. 144) ยังได้กล่าวถึงอีกว่า กระบวนการคิดภายในที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่มองไม่เห็น แต่สามารถรับรู้ได้โดยการสังเกตกระบวนการการตอบสนองภายนอกที่เกิดขึ้น อันได้แก่ พฤติกรรมที่แสดงออกมาในรูปของภาษาพูดหรือลักษณะท่าทาง ซึ่งเป็นผลจากความคิดในตัวบุคคล โดยกระบวนการนี้จะช่วยให้นักบุคคลสามารถนำความรู้ด้านคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือการคิดเชิงคณิตศาสตร์

จากการให้ความหมายของนักวิชาการหลายท่าน สามารถสรุปได้ว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการคิดเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ไม่คุ้นเคยอย่างอิสระ โดยใช้ความรู้ ทักษะและวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ตลอดจนสามารถนำเสนอตัวแทนความคิดที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมต่าง ๆ อันเป็นผลจากการคิด

1.2 ความสำคัญของการคิดเชิงคณิตศาสตร์

Stacey (2006, p. 39-44) ได้อธิบายความสำคัญของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประเด็น ดังนี้

1.2.1 การคิดเชิงคณิตศาสตร์คือเป้าหมายสำคัญในการเรียนรู้ในโรงเรียน

การใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์นั้น เป็นเป้าหมายสำคัญในการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยการคิดเชิงคณิตศาสตร์จะ

สนับสนุน ให้ผู้เรียนมีความคิดในเชิงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเศรษฐกิจ หรือแม้กระทั่งพัฒนาทักษะการใช้ชีวิตซึ่งทางรัฐบาลได้ตระหนักถึงความเจริญทางด้านเหล่านี้ จึงสนับสนุนให้ประชากรมีความรู้ทางการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) ซึ่งเป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง ตลอดจนการใช้แนวคิดกระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้ และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) โดยมีการประเมินผลในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติหรือ PISA ซึ่งเป็นการนำความรู้เชิงคณิตศาสตร์มาใช้ในการดำรงชีวิตการทำงานและการศึกษาต่อในอนาคต และจากประเมินผลผู้เรียนในโครงการประเมินผล นักเรียนร่วมกับนานาชาติแสดงให้เห็นว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์รวมไปถึงการให้เหตุผลและการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความคิด

1.2.2 การคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นหนทางสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์นั้นมีความสำคัญในการพัฒนาการคิดและการให้เหตุผล ดังตัวอย่างห้องเรียนระดับประถมศึกษาในประเทศญี่ปุ่น ผู้สอนมักยกตัวอย่างเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด เช่น ให้ผู้เรียนยกตัวอย่างจำนวนสองหลักมา 1 จำนวนแล้วนำไปลบออกด้วยผลบวกของเลขโดดของจำนวนนั้นสมมุติจำนวนที่ยกตัวอย่างคือ 87 จะได้ว่าผลบวกเลขโดดของ 87 คือ $8 + 7 = 15$ ดังนั้น $87 - 15 = 72$ แล้วให้ผู้เรียนทดลองเขียนอย่างเป็นระบบซึ่งจะได้แบบรูปดังนี้

$$87 \qquad 8 + 7 = 15 \qquad 87 - 15 = 72$$

$$86 \qquad 8 + 6 = 14 \qquad 86 - 14 = 72$$

$$85 \qquad 8 + 5 = 13 \qquad 85 - 13 = 72$$

$$84 \qquad 8 + 4 = 12 \qquad 84 - 12 = 72$$

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นแบบรูป ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเป็น 72 ผู้สอนอาจใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน เช่น

- มีคำตอบอื่นที่ได้หรือไม่

- สามารถหารูปทั่วไปของคำตอบได้หรือไม่
- จะเป็นดังนี้ทุกจำนวนหรือไม่

ในกรณีดังกล่าวนั้นจะพบว่าผู้เรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดมาช่วยในการหาคำตอบที่เกิดขึ้น และพยายามหาคำตอบที่เป็นรูปทั่วไป ตลอดจนการทดลองใช้จำนวนอื่น เพื่อหาข้อสรุปต่อไป

1.2.3 การคิดเชิงคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการสอนคณิตศาสตร์

การคิดเชิงคณิตศาสตร์นั้นไม่ได้มีความสำคัญเฉพาะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังมีมีความสำคัญต่อการสอนคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนด้วย ดังตัวอย่างกิจกรรม ของ Stacey (2006, p. 44) ที่ได้เปิดประเด็นและสืบสวนย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยแจกกระดาษกริด 1 แผ่นที่มีช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1x1 ตารางเซนติเมตรให้นักเรียนทุกคน แล้วให้วาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นที่ 20 ตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นชิ้นงานที่เปิดกว้างในความหลากหลายของคำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบนั้นจะ “ย้อนกลับ” เมื่อมีความแตกต่างกับคำตอบทั่วไปในการกำหนดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และหาพื้นที่ คุณครูจะคอยชี้แนะให้นักเรียนคิดว่า สามารถหาพื้นที่นั้นได้จากจำนวนของตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสภายในรูปนั้น

ในแง่ของกระบวนการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของครูในขั้นตอนนี้ คือ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนแต่ละคนมีความเชี่ยวชาญ พวกเขาแต่ละคนกำลังกิจกรรมกรณีพิเศษ และจะได้รู้เรื่องนี้เป็นอย่างดี ซึ่งนี่จะเป็นจุดสำคัญที่จะต้องยึดถือในสนทนาต่อไปในชั้นเรียน โดยจะครูคอยเดินสังเกตไปรอบ ๆ ห้องอย่างถ่วงถ่วงเพื่อช่วยเหลือและตรวจสอบนักเรียน โดยถามนักเรียนคนหนึ่งว่าเขาวาดสี่เหลี่ยมจัตุรัสแทนสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ไหม ในบทสนทนาซึ่งตามมาซึ่งคำตอบของครูเน้นคำจำกัดความของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสนับสนุนให้นักเรียนทำกิจกรรมจากนิยามเพื่อดูว่าสี่เหลี่ยมจัตุรัสก็คือสี่เหลี่ยมผืนผ้า

การใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ จึงเป็นส่วนหนึ่งของการสอน และการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ในการวิเคราะห์เนื้อหาวางแผนการสอนให้ตรงกับจุดประสงค์ และคาดเดาการมีส่วนร่วมของผู้เรียนการคิดเชิงคณิตศาสตร์นั้น ไม่ได้มีประโยชน์เพียงแค่การวางแผนการสอนและการวางแผนหลักสูตรเท่านั้นแต่ยังช่วยให้การเรียนรู้อันแต่ละครั้งของผู้เรียนมีความแตกต่างกันด้วย

1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์

การคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิดภายในตัวบุคคลที่แสดงออกทางพฤติกรรม ทำให้ในการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ในหลายด้านสำหรับการศึกษาพฤติกรรมได้อย่างครบถ้วน และเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้ให้องค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000 อ้างถึงใน ปิยพร สีสันต์, 2554, น. 18-22) ได้กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนืองด้วยความเป็นความสามารถในการคิดที่เป็นระบบ สำหรับการตอบปัญหาของสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำ ซึ่งกระบวนการคิดดังกล่าวนี้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนต้องใช้ความรู้ของตนเอง ในขั้นตอนการหาคำตอบของงานมอบหมายที่ยังไม่รู้วิธีการหาคำตอบล่วงหน้า โดยนักเรียนจะต้องพัฒนาความเข้าใจในทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ อย่างสม่ำเสมอตลอดกระบวนการนี้ นอกจากการแก้ปัญหา จะเป็นเป้าหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แล้ว ยังให้ความสำคัญต่อการลงมือปฏิบัติจริงด้วย นักเรียนจึงควรได้รับโอกาสในการคิดวางแผนอยู่บ่อย ๆ เพื่อฝึกความอดทนกับปัญหาซับซ้อนต่าง ๆ ที่จะสามารถสื่อถึงความพยายามของนักเรียนได้ และควรสนับสนุนให้นักเรียนมีการสะท้อนคิดการเรียนรู้ โดยลักษณะสำคัญที่นักเรียนควรมีสำหรับการแก้ปัญหาในทางคณิตศาสตร์นั้น คือคุณลักษณะไม่ย่อท้อ มีความใฝ่รู้ ตลอดจนควรมีแนวทางของการคิดที่หลากหลาย อีกทั้งมีความมั่นใจแม้ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย ส่งเสริมให้เกิดเป็นประโยชน์แก่นักเรียนทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนคณิตศาสตร์ โดยปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะพบได้ในการทำงานหรือชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่แทรกอยู่ในส่วนต่าง ๆ ในการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น ทำให้ไม่ควรจับแยกอย่างโดด ๆ ออกมาจากวิชาคณิตศาสตร์ แต่ควรรวมอยู่ในเนื้อหาวิชา โดยใช้ประสบการณ์ที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือสถานการณ์ที่โรงเรียนในแต่ละวันมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความหลากหลาย อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับศาสตร์และในการทำงานด้วย โดยปัญหาที่ดีต้องมีการบูรณาการที่เหมาะสม ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสำคัญอย่างยิ่งของวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้การเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีสามารถนำไปสู่สถานภาพที่ดีได้

2) การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง สิ่งจำเป็นต่อเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยการพัฒนาแนวคิดในทางคณิตศาสตร์ การอธิบายข้อสรุปที่ค้นพบ การสำรวจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และการใช้ข้อความในการคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับบทเรียนแต่ละระดับชั้น จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลกับความรู้สึกรู้ โดยการใช้เหตุผลและการพิสูจน์ไม่สามารถสอนได้อย่างใดอย่างหนึ่งในการพิสูจน์ในเรขาคณิตหรือวิชาตรรกศาสตร์ แต่การให้เหตุผลควรจะสอดแทรก การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นเล็ก ๆ หรืออนุบาลจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์นั้นจึงเป็นนิสัยในการคิด และควรมีการนำไปประยุกต์สำหรับบริบทต่าง ๆ นอกจากนี้เพื่อการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ตามมาตรฐานของการพิสูจน์และให้เหตุผล จึงควรพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถดังกล่าวอย่างยิ่ง

3) การสื่อสารความคิดเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง การสื่อสารที่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ครู และอื่น ๆ ได้อย่างชัดเจน จากการรวบรวมแนวความคิดเชิงคณิตศาสตร์ ในการใช้คณิตศาสตร์เพื่อการสื่อสารสำหรับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์นั้น มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นสะพานเชื่อมโยงสาระ อีกทั้งความรู้ที่ไม่เป็นทางการ นำไปสู่ความเป็นนามธรรมและสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ในทางภาษา นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญที่ช่วยเหลือนักเรียนให้สามารถสร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ กราฟ รูปภาพ คำพูด สัญลักษณ์ต่าง ๆ และตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังเสริมสร้างให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวความคิด จนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน ผ่านการสื่อสารโดยใช้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้คำศัพท์ที่เป็นสัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวความคิด และความสามารถของตนเองเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้กิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์นั้น ควรเป็นกิจกรรมที่เสริมสร้างการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยให้นักเรียนได้สืบค้น สืบเสาะ พัฒนา และอธิบายแนวคิดในทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การพูด การอ่าน การแสดงแนวความคิด การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีโอกาสสร้างปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนบุคคลอื่นให้เห็นด้วยกับแนวคิดของตน โดยใช้การพูด การฟัง ซึ่งช่วยสร้างความรู้ ู้จักการรับฟังแนวความคิดต่าง ๆ และสร้างความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง

4) การเชื่อมโยงสาระหลักเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจว่าแนวความคิด มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการยอมรับการใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถทำให้เกิดเรื่องราวที่สอดคล้องกันอีกแบบหนึ่งได้สมบูรณ์ครบถ้วน ในการเชื่อมโยงรายวิชาเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนรู้ เช่น การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศิลปะ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับภาษาไทย และวิทยาศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสังคมศึกษา เป็นต้น ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต โดยไร้ข้อจำกัดในด้านความเกี่ยวข้องกับสาขาวิชาใด โดยเฉพาะ เช่น เมื่อเกิดอุทกภัยเหตุการณ์หนึ่งตามข่าวที่เราคุ้นชิน กลับทำให้เกิดผลกระทบตามมามากมายอย่าง เช่น เกิดการหยุดชะงักทางธุรกิจ บ้านเรือนหรือไร่นามีความเสียหาย ต้องปิดโรงเรียน และสถานที่ทำงานต่าง ๆ จนเกิดความเดือดร้อนตามมาอีกนานัปการ ทำให้ในการแก้ปัญหาทั้งหลายเหล่านี้ มีความจำเป็นต้องใช้ความรู้ และทักษะจากหลากหลายวิชามารวมกัน เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ ทั้งนี้การทำให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดของศาสตร์ต่าง ๆ ของการจัดการเรียนการสอน จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย จึงไม่มีความจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอดแยกจากความคิดรวบยอดในวิชาอื่น ๆ สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะป็นรายวิชาเกี่ยวกับภาษารายวิชาเกี่ยวกับสังคมหรือรายวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหา รวมทั้งกระบวนการเรียนการสอนในรายวิชาหนึ่ง จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิชาอื่น ๆ ได้ดีขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดจากการบูรณาการหลากหลายสาขาวิชาจึงมีประโยชน์หลายอย่าง โดยที่สำคัญที่สุดคือ ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการผสมเข้ากับชีวิตจริงได้

5) การนำเสนอตัวแทนความคิดเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างและใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดที่สร้างขึ้นหรือบันทึกการเชื่อมโยงแนวทางการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถประยุกต์ และกำหนดการนำเสนอตัวแทนความคิดได้ นอกจากนี้ยังใช้รูปแบบการสอนตัวแทนความคิดที่บรรยายในเรื่องของสังคม ฟิสิกส์ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ อีกทั้งยังเป็นขั้นตอนการกระทำเพื่อให้บรรลุเป้าประสงค์บางอย่าง และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการแสดงออกของมโนทัศน์หรือการกระทำหรือความสัมพันธ์ที่มากกว่านั้น ซึ่งอาจกล่าวถึงวิธีการ ขั้นตอน หรือผลลัพธ์ที่สามารถสังเกตได้จากภายนอก เช่นเดียวกันกับรูปแบบของการนำเสนอตัวแทนความคิดจากความคิดภายในส่วนบุคคล

ที่อาจอยู่ในรูปแบบของแผนภาพ กราฟเส้นหรือสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ เกิดมโนทัศน์ รวมถึงความสัมพันธ์ของนักเรียนทางคณิตศาสตร์

Kriegler (2022, p. 2-3) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบความคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

1) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills)

ในการแก้ปัญหาต้องมีเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาว่าควรทำอย่างไรเมื่อไม่รู้ ซึ่งนักเรียนที่มีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา เช่น คาดเดาและตรวจสอบ ทำรายการ ทำงานย้อนกลับ ใช้แบบจำลอง ฯลฯ สามารถเริ่มต้นกับปัญหา ตีโจทย์ และแก้ปัญหาได้ดีกว่า นอกจากนี้ในโลกชีวิตจริงไม่มีเฉลยของคำตอบที่แน่นอน การแก้ปัญหาหรือการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงมีหลากหลายวิธี และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่เป็นประโยชน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดี ดังนั้นทักษะการแก้ปัญหา จึงประกอบด้วย การใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2) ทักษะการให้เหตุผล (Reasoning Skills)

การให้เหตุผลเชิงปริมาณเป็นพื้นฐานของความสำเร็จในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และพีชคณิต เนื่องจากการประยุกต์ทางคณิตศาสตร์ แทบไม่ต้องการการคำนวณตัวเลข แต่เป็นการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อแยกข้อมูลและหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นทักษะการให้เหตุผลที่จำเป็น โดยการให้เหตุผลมี 2 ประเภทหลัก ได้แก่ การให้เหตุผลแบบนิรนัยที่เกี่ยวข้องกับการสรุปผลโดยการตรวจสอบโครงสร้างของปัญหา ซึ่งผู้ที่มีความรู้เชิงปริมาณจึงมักใช้เหตุผลประเภทนี้เป็นประจำ และการให้เหตุผลแบบอุปนัยเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบกรณี เฉพาะ การระบุรูปแบบและความสัมพันธ์ระหว่างกรณีเหล่านั้น และการขยายรูปแบบของความสัมพันธ์ ดังนั้นทักษะการให้เหตุผล จึงประกอบด้วย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และแบบอุปนัย

3) ทักษะการนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills)

ความสามารถในการเชื่อมโยงตัวแทนความคิดของข้อมูลทางคณิตศาสตร์จำนวนมากที่ให้เครื่องมือสื่อสารเชิงปริมาณแก่นักเรียน ซึ่งความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงออกมาในหลายรูปแบบ เช่น สิ่งที่สามารถมองเห็น (แผนภาพ รูปภาพ หรือกราฟ) เชิงตัวเลข (ตาราง รายการตัวเลขกับการคำนวณ) เชิงสัญลักษณ์ และภาษา ซึ่งคำอธิบายทางคณิตศาสตร์ที่ดีมักจะประกอบด้วยหลาย ๆ ตัวแทนในการนำเสนอความคิดเหล่านี้ เพราะจะมีส่วนทำให้เกิด

ความเข้าใจในแนวคิดที่ต้องการนำเสนอ ความสามารถในการสร้าง ตีความ และแปลความหมาย ตัวแทนความคิดที่เข้ามา ช่วยให้นักเรียนมีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ดังนั้น ทักษะการนำเสนอตัวแทนความคิด จึงประกอบด้วย การนำเสนอความสัมพันธ์ที่สามารถมองเห็น สัญลักษณ์ ตัวเลข ภาษา การแปลความระหว่างการนำเสนอตัวแทนความคิดที่แตกต่าง กัน และตีความข้อมูลจากการนำเสนอตัวแทนทางความคิด

แพรวไหม สามารถ (2555, น. 20) ได้กำหนดองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1) การแก้ปัญหา อันเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา เลือกใช้กลยุทธ์ และสรุปคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา

2) การให้เหตุผล อันเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และ ข้อมูลจากสถานการณ์ในการวิเคราะห์ปัญหา อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ

3) การนำเสนอตัวแทนความคิด อันเป็นความสามารถในการใช้ตัวแทนความคิด เพื่อทำความเข้าใจปัญหา แสดงกระบวนการแก้ปัญหา และใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงการสรุป ปัญหา โดยใช้การรูปภาพ ข้อความ ตัวแปร สัญลักษณ์ ตัวเลข

สุทธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ (2559, น. 7) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จากการแสดงออก ดังนี้

1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา การนำข้อมูลข้อเท็จจริง ทฤษฎี กฎ โครงสร้าง หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการดำเนินการทางการคิด

2) การดำเนินการทางการคิด หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด มีรายละเอียดดังนี้

2.1) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นกระบวนการ ขั้นตอน และกลวิธีในการหาคำตอบของปัญหา โดยการแก้ปัญหาในทางคณิตศาสตร์จะพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนสำหรับการประยุกต์ใช้ทั้งความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความรู้ต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยสามารถบอกได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการ และข้อมูลซึ่งได้กำหนดให้คืออะไร แล้วนำความรู้ที่มีมาเชื่อมโยงกับปัญหาแล้ว

พิจารณาเลือกยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา จากนั้นจึงปฏิบัติตามยุทธวิธีแก้ปัญหาและแผนที่ได้วางไว้ แล้วตรวจสอบคำตอบที่ได้

2.2) การให้เหตุผล หมายถึง กระบวนการคิดที่อาศัยการวิเคราะห์เพื่อรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการอธิบายหรือหาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหา เพื่อช่วยในการหาคำตอบของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล โดยการให้เหตุผลจะพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการอธิบายแนวคิดหรือการอ้างอิงเพื่อสนับสนุนคำตอบด้วยหลักการ ข้อความ หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวัดได้จากการให้นักเรียนทำข้อสอบอัตนัยแบบเขียนอธิบาย

2.3) การนำเสนอตัวแทนความคิด หมายถึง กระบวนการในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการรวบรวมความคิดเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดที่กะทัดรัด ชัดเจน และถ่ายทอดความเข้าใจ โดยการนำเสนอตัวแทนความคิดจะพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการใช้แผนภาพ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ รูปเรขาคณิต ตาราง กราฟ สมการ อสมการ หรือฟังก์ชัน ในการทำความเข้าใจปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหา รวมทั้งใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดในการเสนอแนวคิดให้ผู้อื่นได้เข้าใจ

3) อัจฉริยะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยที่มีมาจากการเชื่อของนักเรียนในการทำคณิตศาสตร์และความรู้สึกของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีผลต่อวิธีการในการเข้าถึงปัญหาและพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในลักษณะของความมุ่งมั่นในการทำคณิตศาสตร์ความยืดหยุ่นในการทำคณิตศาสตร์ และการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ตามที่นักวิชาการหลายท่านได้เสนอไว้ ดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000 อ้างถึงใน ปิยพร สีสันต์, 2554, น. 18-22) ได้กล่าวถึง 5 องค์ประกอบสำหรับองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ อันได้แก่ การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ การสื่อสารความคิดเชิงคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงสาระหลักเชิงคณิตศาสตร์ และการนำเสนอตัวแทนความคิดเชิงคณิตศาสตร์ ในขณะที่ Kriegler (2022, p. 2) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา,

ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการนำเสนอตัวแทนความคิด เช่นเดียวกับ แพร่ไหม สามารถ (2555, น. 20) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแก้ปัญหา, การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด

นอกจากนี้สุทธิพันธ์ บัญพัฒนาภรณ์ (2559, น. 7) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบใหญ่ ๆ ได้แก่ ความรู้ทางคณิตศาสตร์, การดำเนินการทางการคิด ซึ่งแบ่งออกเป็น การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การให้เหตุผล รวมถึงการนำเสนอตัวแทนความคิด และอักษณาสัยทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้มีนักวิชาการได้นำเสนอไว้ สามารถนำเสนอให้เห็นถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้ดังตาราง

ตาราง 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์	National Council of Teachers of Mathematics (2000)	Kriegler (2022)	แพร่ไหม สามารถ (2550)	สุทธิพันธ์ บัญพัฒนาภรณ์ (2559)	สรุป
การแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓
การให้เหตุผล	✓	✓	✓	✓	✓
การสื่อสารความคิด	✓				
การเชื่อมโยงสาระหลัก	✓				
การนำเสนอตัวแทนความคิด	✓	✓	✓	✓	✓
ความรู้ทางคณิตศาสตร์				✓	
อักษณาสัยทางคณิตศาสตร์				✓	

จากตารางแสดงองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามที่นักวิชาการได้นำเสนอไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ตามที่นักวิชาการได้นำเสนอไว้อย่าง สอดคล้องกัน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหา ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการ วิเคราะห์ปัญหา โดยสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร สิ่งที่ปัญหากำหนดให้คือ อะไร สามารถเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหารวมทั้งสรุปคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา การให้ เหตุผล ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ในการวิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหา โดยสามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และอธิบายความ สมเหตุสมผลของคำตอบ และการนำเสนอตัวแทนความคิด ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการใช้ ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา แสดงกระบวนการแก้ปัญหา และแสดงการสรุปคำตอบ ของปัญหาโดยใช้การเขียนข้อความ วาดภาพ หรือสัญลักษณ์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการ พัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียนต่อไป

1.4 วิธีการศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์

ในการศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น เป็นการศึกษากระบวนการ ในสมอง ซึ่งเป็นสิ่งที่ เป็นนามธรรม จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อศึกษาทำความเข้าใจ ในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ ที่นักเรียนเลือกนำมาใช้ในการ แก้ปัญหา ดังที่รุ่งทิภา นานำรุ่ง (2550, 19-20) ได้กล่าวว่า การประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์นั้น ทำได้ลำบาก เนื่องจากไม่ใช่เพียงพิจารณาจากการตอบคำถามได้เท่านั้น แต่ต้องรู้ที่นักเรียน สามารถคิดหรือแสดงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสละสลวยหรือไม่ ตามตัวอย่าง ต่อไปนี้

ถ้ามีผู้เข้าร่วมแข่งขันในรายการเทนนิสรายหนึ่งซึ่งจัดการแข่งขันแบบแพ้คัดออกทั้งหมด 1,024 คน จะต้องจัดการแข่งขันทั้งหมดกี่คู่จึงจะได้ผู้ชนะเลิศในรายการแข่งขันนี้สมมุติให้มีการให้ เหตุผล 2 อย่าง ดังตาราง

ตาราง 2 แสดงวิธีการหาคำตอบของวิธี (วิธี A และวิธี B) จากปัญหาเดียวกัน

	วิธี A	วิธี B
รอบที่ 1	มีจัดการแข่งขัน 512 คู่	มีผู้เล่นทั้งหมด 1,024 คน
รอบที่ 2	มีจัดการแข่งขัน 256 คู่	มีเพียงคนเดียวเท่านั้นที่ชนะเลิศ
รอบที่ 3	มีจัดการแข่งขัน 128 คู่	จึงมีผู้แพ้ทั้งหมด 1,023 คน
รอบที่ 4	มีจัดการแข่งขัน 64 คู่	ผู้แพ้แต่ละคนมาจากการจับคู่
รอบที่ 5	มีจัดการแข่งขัน 32 คู่	แข่งขัน 1 คู่
รอบที่ 6	มีจัดการแข่งขัน 16 คู่	
รอบที่ 7	มีจัดการแข่งขัน 8 คู่	ดังนั้น จำนวนคู่ทั้งหมดที่จัดการ
รอบที่ 8	มีจัดการแข่งขัน 4 คู่	แข่งขันเพื่อให้ได้ผู้ที่ชนะเลิศ คือ
รอบที่ 9	มีจัดการแข่งขัน 2 คู่	1,023 คู่
รอบที่ 10	มีจัดการแข่งขัน 1 คู่	
<p>ดังนั้น จำนวนคู่ทั้งหมดในการจัดการแข่งขัน เพื่อให้ได้ผู้ที่ชนะเลิศ คือ</p> $512+256+128+64+32+16+8+4+2+1 = 1,023 \text{ คู่}$		

ที่มา: Dreyfus, Tommy; & Eisenberg, Theodore. (1996). On Different Facts of Mathematical Thinking. In The Nature of Mathematical Thinking. Sternberg, Robert J.; & Ben-Zeev, Talia, editors. p. 254. (อ้างถึงใน รุ่งทิวา นานำรุง, 2550, น. 19)

จากตารางจะเห็นว่าทั้งสองวิธีได้คำตอบที่เหมือนกันคือ 1,023 คู่ แต่กลับมีวิธีคิดที่แตกต่างกัน โดยการให้เหตุผลสำหรับวิธี B นั้นจะสะดวกกว่าในวิธี A ซึ่งเป็นวิธีธรรมดา และวิธี B นั้นเป็นการคิดที่ง่าย แต่รู้สึกสัมผัสได้ถึงความยอดเยี่ยมในการคิด ซึ่งเป็นความสุนทรีย์นั่นเอง ดังนั้นในการวัดความสามารถทางการคิดเชิงคณิตศาสตร์ อาจทำได้โดยการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการตรวจสอบโดยมีเทคนิคการวัดที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น การวัดโดยใช้แบบทดสอบทั้งแบบเขียนตอบ และแบบปฏิบัติการหรือการลงมือ การสังเกตพฤติกรรม

โดยตรง การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล การบันทึกข้อมูลที่เป็นส่วนตัว และการตรวจผลงานจากแฟ้มสะสมผลงาน ทั้งนี้ Mason Burton และ Stacey (1985, p. 26-48, 131, 146-159 อ้างถึงใน รุ่งทิวา นานำรุ่ง, 2550, น. 23) มีความเชื่อว่าการบวนการที่อยู่เบื้องหลังการคิดเชิงคณิตศาสตร์ คือ การพิจารณากรณีเฉพาะ การสร้างกรณีทั่วไป การสร้างข้อความคาดการณ์ และการสร้างความเชื่อมั่น ซึ่งกระบวนการข้างต้น มีลักษณะของการดำเนินไปแบบเป็นพลวัต ซึ่งแบ่งได้ 3 ระยะ ได้แก่

1) ระยะเข้าสู่การคิด ซึ่งเป็นระยะในการหาข้อมูลสำหรับตอบคำถามต่าง ๆ เช่น ต้องการทราบอะไร รู้อะไรบ้าง และนำความรู้เรื่องใดมาใช้ได้บ้าง

2) ระยะดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการคิด ซึ่งเป็นระยะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างข้อความคาดการณ์ การคิดหาเหตุผล การตัดสินความถูกต้อง และการสร้างความเชื่อมั่น

3) ระยะทบทวนการคิด ซึ่งเป็นระยะที่ต้องตรวจสอบการแก้ปัญหา การสะท้อนผล และการขยายความรู้ รวมทั้งประสบการณ์จากการแก้ปัญหา

ในแต่ละระยะจะมีเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการประเมิน เช่น สิ่งที่ต้องการรู้ สิ่งที่อยู่แล้ว และความรู้ที่นำมาใช้ (แผนภาพ สัญลักษณ์ ตัวแทน หรืออื่น ๆ) สำหรับใช้เป็นแนวทางในการบันทึกผลการสังเกตการคิดที่เกิดขึ้น ซึ่งช่วยเสริมประสิทธิภาพในการคิด และได้มีนักวิชาการหลายท่านได้นำเสนอเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้อีก ดังนี้

Kriegler (2022, p. 2) ได้กล่าวว่า เครื่องมือที่ช่วยในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ รวมถึงการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน คือ

- 1) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills)
- 2) ทักษะการนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills)
- 3) ทักษะการให้เหตุผล (Reasoning Skills)

ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Manouchehri (2005 อ้างถึงในแพรวไหม สามารถ, 2555, น. 21) ที่กล่าวว่า ในการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว มีเครื่องมือที่ช่วย ได้แก่

- 1) การแก้ปัญหา
- 2) การนำเสนอตัวแทนความคิด ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่
 - 2.1) รูปที่มองเห็นได้ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ กราฟ
 - 2.2) รูปตัวเลข เช่น ตาราง การทำรายการ

2.3) รูปสัญลักษณ์

2.4) รูปคำพูด

3) การให้เหตุผล ได้แก่ การสร้างกรณีทั่วไป การสรุปที่สมเหตุสมผล วิธีการอุปนัย ซึ่งเป็นการตรวจสอบกรณีเฉพาะ การจำแนกแบบรูปและความสัมพันธ์ การขยายแบบรูปและความสัมพันธ์

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า วิธีการศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้อาศัยเครื่องมือ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนทางความคิด ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนโดยใช้ใบกิจกรรม การทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และวิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนทางความคิด นอกจากนี้ยังสังเกตจากการมีปฏิสัมพันธ์ภายนอกของนักเรียนด้วย

1.5 แนวทางการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 36) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ว่า การพัฒนาการคิดเป็นการสร้างกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจทำได้ง่าย ๆ โดยการแสดงถึงการสร้างประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ที่มีในการฝึกการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อที่จะหาข้อสรุปในการแก้ปัญหา หรือตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรฝึกให้ผู้เรียนรักการคิดโดยเริ่มจากสิ่งที่ทำได้ไม่ยากนัก นอกเหนือจากการสร้างประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อฝึกการคิดให้ผู้เรียนแล้ว ดังนี้

- 1) ให้ผู้เรียนได้คิดในสิ่งที่ไม่ยากเกินไปจนไม่สามารถคิดได้หรือพอคิดได้
- 2) ให้ผู้เรียนได้คิดในสิ่งต้องการคิดและสนใจ
- 3) ฝึกให้ผู้เรียนคุ้นเคย และพยายามในการคิด โดยฝึกให้คิดไว ๆ
- 4) ฝึกให้ผู้เรียนได้คิด โดยพยายามถามหาเหตุผลบ่อย ๆ จากผู้เรียน
- 5) ใช้คำถามที่น่าสนใจ และไม่ใช้คำถามปกติที่ผู้เรียนคุ้นเคย
- 6) ปรับเปลี่ยนสถานการณ์หรือเงื่อนไขของปัญหาให้มีความท้าทายการคิด
- 7) ฝึกให้คิดอย่างหลากหลาย เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด

นอกกรอบ การคิดเชื่อมโยง การคิดไตร่ตรอง การคิดเชิงตรรกะ

8) ค่อยๆ ฝึกจากการคิดระดับต่ำสู่การคิดระดับสูง ซึ่ง Isoda และ Katagiri (2012, p. 36) ได้กล่าวถึงระดับของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไว้ 6 ระดับ โดยไล่จากระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ขั้นต่ำสุด ไปสู่การคิดเชิงคณิตศาสตร์ขั้นสูงสุด ไว้ดังนี้

1) ความสามารถในการจดจำวิธีการของการคำนวณที่มีรูปแบบแน่นอน และความสามารถในการใช้วิธีการเหล่านี้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบ

2) ความสามารถในการทำความเข้าใจกฎของการคำนวณ และสามารถนำกฎดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบได้

3) ความสามารถในการทำความเข้าใจความหมายของการดำเนินการแต่ละการดำเนินการได้ รวมถึงความสามารถในการตัดสินใจได้ว่าการดำเนินการใดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ และสามารถใช้การดำเนินการดังกล่าวในการแก้ปัญหาเหล่านั้นได้

4) ความสามารถในการพิจารณาแนวทางต่าง ๆ ในการคำนวณหาคำตอบ เพื่อค้นหาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

5) ความสามารถในการสร้างปัญหาจากการเปลี่ยนเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่เป็นนามธรรมได้

6) ความสามารถในการสร้างและแก้ปัญหาของตนเองอย่างสร้างสรรค์

Mason Burton และ Stacey (1994: 47-159 อ้างถึงในปีทมา อนันต์, 2561, น. 25-29) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ภายใต้ความเชื่อที่ว่า การพิจารณากรณีเฉพาะ (Specializing) การสร้างกรณีทั่วไป (Generalizing) การสร้างข้อความคาดการณ์ (Conjecturing) และการสร้างความน่าเชื่อถือ (Convincing) เป็นกระบวนการสำคัญที่อยู่เบื้องหลังการคิดเชิงคณิตศาสตร์

1) การพิจารณากรณีเฉพาะ ในกรณีที่บุคคลสามารถหาหรือยกตัวอย่างของสิ่งของที่กล่าวถึงในคำถามได้ เมื่อเผชิญกับคำถามหรือสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ จะทำให้เกิดความเข้าใจ และอาจมองเห็นแนวทางในการหาคำตอบได้มากขึ้น การพิจารณากรณีเฉพาะ โดยการเลือกกรณีเฉพาะมาพิจารณา อาจเป็นการเลือกอย่างเป็นระบบหรือเลือกในลักษณะของผู้เชี่ยวชาญ การพิจารณาจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) การสร้างกรณีทั่วไป เป็นการขยายการยกตัวอย่างจากเพียงไม่กี่กรณีไปสู่วิธีทางครอบคลุมกรณีต่าง ๆ ที่กว้างขวางหรือในเชิงทั่วไปมากขึ้น เช่น การเลือกซื้อสินค้าขายส่ง

ในราคาถูก โดยหากพิจารณาราคาสินค้าอื่นๆ อีก 1 หรือ 2 ชนิด อาจเริ่มเห็นแบบรูปที่เกิดขึ้น คือ ลำดับในการคิดคำนวณภาษีหรือคำนวณส่วนลดก่อน แต่ไม่ส่งผลแตกต่าง การต่อราคาสินค้าที่ผู้ซื้อต้องการจ่ายจริง แบบรูปนี้เป็นตัวอย่างหนึ่งในการสรุปกรณีทั่วไปของสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

3) การสร้างข้อความคาดการณ์ เป็นการเสนอสิ่งที่คาดเดาว่าน่าจะมีความถูกต้อง แต่ยังไม่มีผู้ใดสรุปหรือแสดงผลจนเป็นที่ยอมรับ ข้อคาดการณ์ที่มีชื่อเสียงและมีความโดดเด่นในทางคณิตศาสตร์มีอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งหนึ่งในจำนวนนั้นคือข้อคาดการณ์ของโกลด์บาค (Goldbach's) ที่กล่าวว่า จำนวนคู่ทุกจำนวนที่มีค่ามากกว่า 2 สามารถเขียนอยู่ในรูปของผลบวกของจำนวนเฉพาะ ทำให้มีการสำรวจจำนวนคู่ที่มากกว่า 2 เป็นจำนวนนับล้าน ๆ จากข้อคาดการณ์นี้ และทุก ๆ จำนวนคู่ที่นำมาทดสอบสามารถเขียนอยู่ในรูปของผลบวกของจำนวนเฉพาะ 2 จำนวนได้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีใครสามารถพิสูจน์ได้ว่าทุก ๆ จำนวนคู่มีสมบัติตามข้อคาดการณ์ของโกลด์บาค จึงยังไม่มีใครกล้ายืนยันข้อคาดการณ์นั้นเป็นจริง ดังนั้น เราอาจเรียกคำกล่าวหรือประโยคหรือข้อความที่ยังไม่มีการตัดสินความถูกต้องที่น่าเชื่อถือแต่ค้นพบว่ามีความเป็นไปได้ ว่าเป็นข้อคาดการณ์ ซึ่งข้อคาดการณ์ส่วนใหญ่ก็มักไม่มีความสำคัญ โดยในความเป็นจริงส่วนใหญ่มักเป็นข้อคาดการณ์ที่ผิดหรืออาจสามารถนำไปปรับให้มีความเป็นไปได้สูงขึ้น แต่การสร้างข้อคาดการณ์นั้น ถือเป็นหัวใจสำคัญของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการเกี่ยวกับความรู้สึกหรือการคาดเดาว่าบางสิ่งน่าจะเป็นสิ่งที่ถูก แล้วสำรวจความถูกต้องของสิ่งนั้น ๆ ต่อไป

4) การสร้างความน่าเชื่อถือ ในกระบวนการค้นหาสิ่งที่ถูกต้อง ระหว่างการแก้ปัญหา เพื่อเติมเต็มข้อคาดการณ์แล้ว ยังมีอีกกระบวนการหนึ่งที่เกิดควบคู่ไปด้วย คือ การคิดว่าทำไมสิ่งเหล่านั้นจึงถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง เรียกว่า กระบวนการค้นหาเหตุผล ในบางกรณีสามารถช่วยสร้างความน่าเชื่อถือให้กับคำตอบหรือข้อค้นพบต่าง ๆ เช่น ข้อคาดการณ์ของโกลด์บาค ซึ่งจะเห็นว่ามีการพิจารณากรณีเฉพาะเป็นจำนวนมาก จนกระทั่งผู้คนจำนวนมากมีความเชื่อว่ามันเป็นข้อคาดการณ์ที่สมเหตุสมผล เพียงแต่ยังไม่มีใครตรวจสอบความถูกต้องที่จะทำให้เกิดการยอมรับอย่างไม่มีข้อโต้แย้ง ดังนั้นจึงมีขอบเขตความน่าเชื่อถือที่จำกัด ในการสร้างความเชื่อมั่นเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ จากคำถาม หรือปัญหา จึงไม่สามารถทำเพียงแค่การยกตัวอย่างแบบผิวเผินเท่านั้น แต่ควรเป็นเหตุผลที่เกี่ยวกับแบบรูปหรือโครงสร้างบางอย่างเพื่อทำให้เกิดความน่าเชื่อถือที่แท้จริง จากการอธิบายตามกรอบโครงสร้างนั้นมากกว่า

ดังนั้น แนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ แนวทางการฝึกการคิดพร้อมกับการสะท้อนการเรียนรู้จากการคิด รวมทั้งเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยตรง

Bruner Olver และ Greenfield (1996, p. 6-48 อ้างถึงในปัทมา อนันต์, 2561, น. 29-30) ได้ให้แนวคิดในการพัฒนาตามพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดของมนุษย์ 3 ระยะ

1) ระยะที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ นักเรียนจะใช้การกระทำในการแสดงออกทางความคิด เพื่อถ่ายทอดประสบการณ์ของตนเองออกมา โดยการกระทำนั้นเป็นการสัมผัสกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นวิธีการที่จะไม่หยุดในช่วงใดช่วงหนึ่งของชีวิต แต่จะดำเนินต่อไปตลอดชีวิต เช่น ในชีวิตประจำวันของคนเราใช้วิธีการแก้ปัญหาหรือถ่ายทอดประสบการณ์ด้วยการกระทำ การสอน ให้คนตีกอล์ฟหรือตีเทนนิส โดยใช้วิธีการที่เหมาะสมคือการแสดงท่าทางให้ดูเป็นตัวอย่าง ซึ่งได้ผลดีกว่าการอธิบายด้วยการใช้คำพูดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

2) ระยะการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น เป็นระยะที่ใช้การมองเห็น การนึกภาพในใจ รวมถึงการใช้ประสาทสัมผัส เพื่อให้เกิดพัฒนาการทางความคิด เช่น การใช้รูปภาพ ไดอะแกรม พิล์มที่เป็นสื่อทางการมองเห็น ซึ่งนักเรียนจะถ่ายทอดประสบการณ์ต่าง ๆ ของตนเองผ่าน ภาพในใจ ยิ่งมีอายุที่มากขึ้นจะสามารถสร้างภาพในใจของตนเองได้มากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความรู้ของคนเราจะเพิ่มขึ้นตามช่วงอายุ และช่วยให้เด็กโตหรือเด็กที่มีอายุมากกว่า รู้จักการถ่ายทอดประสบการณ์ออกมาในรูปสัญลักษณ์ได้ดียิ่งขึ้น อันมีผลมาจากพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นตามอายุ

3) ระยะการสร้างความสัมพันธ์และการใช้สัญลักษณ์ ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์หรือภาษา ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคิดของผู้เรียนที่สามารถคิดหาเหตุผลและเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม รวมทั้งสามารถแก้ปัญหาได้ ทั้งนี้ผู้เรียนสามารถใช้การเขียนสัญลักษณ์เพื่อแทนสิ่งที่เห็นระดับที่ 2 หรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่ 1 ได้ ทำให้ระยะนี้ถือเป็นระยะที่สูงที่สุดในพัฒนาการทางความรู้ และความเข้าใจ ของผู้เรียน

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์

แพรวไหม สามารถ (2555, น. 93-95) ได้ใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ในการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมี

วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดอนจานวิทยาคม จำนวน 37 คน และใช้ใบกิจกรรม แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ รวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการวิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Dunnett's T3 ทั้งนี้ในการศึกษาพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน นอกจากนี้ในการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียน มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงหลังเรียนดีกว่าระหว่างเรียนและก่อนเรียน และระหว่างเรียนสูง กว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปัทมา อนันต์ (2561, น. 196-201) ได้นำผลการวิเคราะห์และผสมผสานแนวคิดของพรายวิมลิกเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประยุกต์ใช้การวิจัยเชิงการออกแบบ มาใช้ในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 500 คน และกลุ่มที่ใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 68 คน และใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพ แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบชนิดตัวเลือกถูก – ผิด และเพื่อพัฒนากระบวนการ เรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้การวิจัยเชิงการออกแบบ พบว่ากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นล้างความคิด ขั้น

สนับสนุนความคิดและชั้นขยายความคิด มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ส่วนในการศึกษาพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่การเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ นั้น นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chapman (2013, p. 99-103) ได้มีการศึกษาวิจัยที่ไม่ได้มีความมุ่งหมายในการศึกษาถึงวิธีการที่หลากหลายสำหรับการพัฒนาของครูแต่ละคน แต่ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาความเป็นครูมืออาชีพ ด้วยตนเองที่เน้นการปฏิบัติ มุ่งให้ครูระดับประถมศึกษาพัฒนาทักษะในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อสนับสนุนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา แนวทางที่เป็นลักษณะเฉพาะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยศึกษาในหัวข้อที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครู ลักษณะธรรมชาติของข้อคำถามที่ครูสร้างขึ้นจากฐานความรู้ และผลการจัดการเรียนรู้ของครู โดยดำเนินการศึกษาจากการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลและแบบกลุ่ม รวมทั้งบันทึกจากการ อภิปรายด้วย ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาให้เป็นครูมืออาชีพด้วยตนเอง เป็นวิธีการที่ประสบความสำเร็จในการช่วยครูผู้สอนเปลี่ยนวิธีการสอนให้เป็นไปในแนวทางที่น่าพอใจมากขึ้น และแสดงให้เห็นถึงศักยภาพและปัจจัยสำคัญในการวางกรอบแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่จะอำนวยความสะดวกในการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่สามารถพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

Tohir (2020, p. 1,735) ศึกษาความคาดหวังของครูที่คาดหวังสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาสำหรับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายความคาดหวังของครูสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาในการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้โมเดล Polya แบบจำลองนี้ โดยทฤษฎีกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เสนอโดยเมสัน การวิจัยนี้ใช้ วิธีการ

พรรณนาด้วยวิธีเชิงคุณภาพ วิชาวิจัยเป็นนักศึกษา 25 คนจากสาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยอิมราฮิม การทดสอบนี้จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคิดทางคณิตศาสตร์ กระบวนการที่ครูในอนาคตคาดหวังให้กับนักเรียน ข้อมูลที่รวบรวมรวมถึงการสังเกต การทดสอบและการสัมภาษณ์ได้รับการทดสอบในแง่ของความถูกต้อง การพรรณนาเชิงคุณภาพใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า เกรดเฉลี่ยของครูที่คาดหวังกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำคือ 93.25 89.89 และ 83.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.754 1.054 และ 5.370 ตามลำดับ โดยครูที่คาดหวังคาดหวังว่ากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สามารถดำเนินการตามกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 กระบวนการตามทฤษฎีเมสัน 3) ครูคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถใช้ทฤษฎีเมสันในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหาแบบจำลองโพลยา และ 4) ความคาดหวังของครูที่คาดหวังมีความเชี่ยวชาญ (89%) การพูดทั่วไป (75%) การคาดเดา (62%) และความน่าเชื่อถือ (59%)

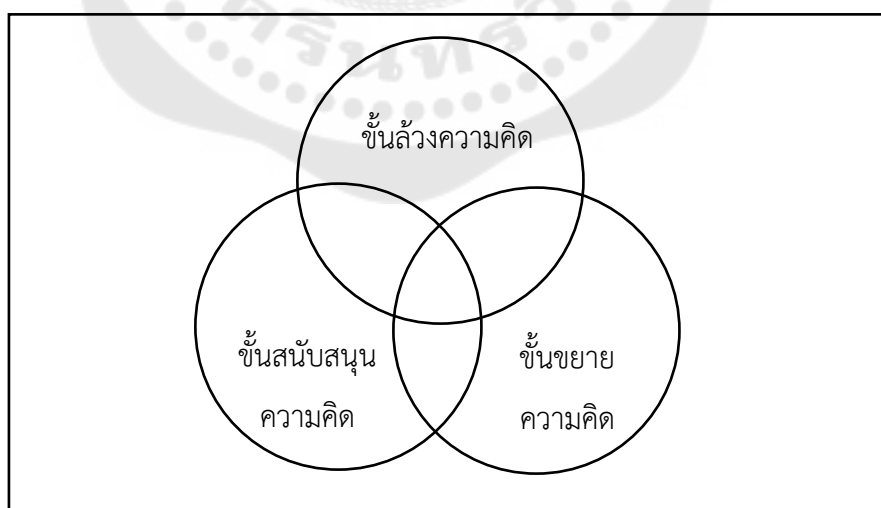
Zetriuslita และ Ariawan (2021, p. 31) ศึกษาทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากค่าความแปรปรวนผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แคลคูลัสเชิงปริพันธ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาพัฒนาการการคิดคณิตศาสตร์ที่สำคัญของนักเรียน จากความอยากรู้อยากเห็น ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่าง 75 คนแบ่งออกเป็นสองชั้นเรียนงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบทดสอบทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์และความอยากรู้อยากเห็น แบบสอบถาม เทคนิคการรวบรวมข้อมูลดำเนินการด้วยการทดสอบและเทคนิคที่ไม่ใช่การทดสอบ ข้อมูลถูกวิเคราะห์ผ่านการทดสอบ Anova สองทาง จากการวิเคราะห์และตีความผลการวิจัยพบว่า มีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากความอยากรู้อยากเห็นสูง โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 1) มีการพัฒนาจากความอยากรู้อยากเห็นโดยเฉลี่ยผ่านการเรียนรู้ ด้วยสื่อการสอนแคลคูลัสเชิงปริพันธ์ 2) มีการพัฒนาจากที่มีความอยากรู้อยากเห็นต่ำ 3) ระดับความอยากรู้อยากเห็นไม่มีการพัฒนาขึ้น (สูง, ปานกลาง, ต่ำ) จากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 4) ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างระดับความอยากรู้อยากเห็น และการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน และศึกษาเชิงลึกเพิ่มเติมโดยการสัมภาษณ์เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และการทบทวนในแง่มุมอื่นๆ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีแนวทางในการพัฒนาการคิดเชิง
 คณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย ซึ่งอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาพัฒนาการคิดเชิง
 คณิตศาสตร์ของนักเรียนคือแนวทาง พัฒนาการคิดของฟรายวิลลิก (Advancing Children's
 Thinking: ACT) ที่ได้กำหนดแนวทางรวมถึงกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้สำหรับพัฒนาการคิดเชิง
 คณิตศาสตร์ของนักเรียน ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิก

2.1 กรอบความคิดในการพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิก

Fraivillig (2001, p. 454-459) อาจารย์ผู้สอนในมหาวิทยาลัยที่มุ่งเน้นในการทำความเข้าใจกระบวนการวางแผนและกลยุทธ์ของครูผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ และได้เสนอ
 แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นกระบวนการคิดของนักเรียน โดยมีเป้าหมายในการช่วย
 ให้นักเรียนได้สร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเองอย่างมีความหมาย
 ซึ่งเป็นการสนับสนุนการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ให้โอกาสนักเรียนได้พัฒนาความคิด
 และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยความกระตือรือร้น
 ทำทหาย คิดวิเคราะห์ สะท้อนการคิดอย่างมีเหตุผล และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง
 โดยมี กรอบความคิดในการพัฒนาการคิดของนักเรียน ดังนี้



ภาพประกอบ 2 กรอบความคิดในการพัฒนาการคิด
 (Framework for Advancing Children's Thinking: ACT)

(Fraivillig, 2001, p. 455)

โดยจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิดในการพัฒนาการคิด (Framework for Advancing Children's Thinking: ACT) เป็นการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน 3 ขั้นตอน ได้แก่ ล้วงความคิด (Eliciting) สนับสนุนความคิด (Supporting) และขยายความคิด (Extending) ซึ่งจากการนำกรอบความคิดไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และสังเกตการณ์ในชั้นเรียน เพื่อศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทำให้ได้กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Strategies for Advancing Children's Mathematical Thinking) ทั้งนี้เป็นการเสนอกลวิธีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิด เพื่อเป็นแนวทาง ให้ครูผู้สอนออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความหมาย สำหรับนักเรียนอย่างเหมาะสมต่อไป

2.2 กลวิธีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิก

Fraivillig (2001, p. 454-459) ได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิด (Advancing Children's Thinking: ACT) ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนและกลวิธีในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ล้วงความคิด (Eliciting) เป็นการที่ครูได้ชี้แนะ อำนวยความสะดวก ในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยทำท่ายให้นักเรียนได้อธิบายและวิเคราะห์ วิธีในการหาคำตอบด้วยตัวนักเรียนเอง กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดด้วยการใช้คำถามโดยใช้ การพูด การอธิบาย ในขั้นนี้จึงเน้นการเอาคำตอบหลาย ๆ คำตอบจากนักเรียนในปัญหาหนึ่ง ๆ นอกจากนี้ยังใช้คำอธิบายของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการกำหนดบทเรียนด้วย โดยใช้กลวิธี ดังนี้

- 1.1) ครูใช้คำถามในการกระตุ้นและล้วงเอาคำตอบจากนักเรียนหลาย ๆ คำตอบจากปัญหาหนึ่ง ๆ
- 1.2) นักเรียนได้คิดและฟังคำอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนในห้อง โดยใช้เวลาที่ครูมอบหมาย
- 1.3) ปลุกฝังให้นักเรียนได้ฝึกคิด และปฏิบัติด้วยความละเอียดรอบคอบ
- 1.4) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้อธิบายเนื้อหาในบทเรียนที่ง่าย ๆ
- 1.5) มีการสื่อสารให้นักเรียนรับรู้ว่า ครูยอมรับในคำอธิบายแนวคิดไม่ว่า ถูก หรือผิดของนักเรียน แล้วแสดงให้นักเรียนได้เห็นว่าคุณเห็นถึงความพยายามของนักเรียน
- 1.6) ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างร่วมมือ

1.7) สนับสนุนให้นักเรียนได้มีโอกาสในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน และแสดงความคิด เพื่อเป็นตัวเลือกประกอบการตัดสินใจ

2) สนับสนุนความคิด (Supporting) หลังจากครูดำเนินการล้วงความคิดของนักเรียนและได้คำตอบหลาย ๆ คำตอบแล้ว ต่อไปครูควรส่งเสริม สนับสนุนความคิดของนักเรียน ทั้งคนที่ออกมาแนะนำเสนอหน้าชั้นเรียนหรือแสดงความคิดเห็น และคนที่ไม่ได้ออกมาแนะนำเสนอหน้าชั้นเรียนหรือแสดงความคิดเห็น นักเรียนทั้งชั้น และนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ โดยใช้กลวิธี ดังนี้

2.1) นักเรียนได้ระลึกลงถึงสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยครูเป็นผู้กระตุ้น

2.2) ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา

2.3) ครูอธิบาย และทบทวนวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนคนอื่น ๆ ที่มีความแตกต่างจากนักเรียนที่มานำเสนอหน้าชั้นเรียนอย่างช้า ๆ ตามลำดับขั้นตอน

2.4) ครูเขียนตัวนำเสนอความคิดแทนวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีของนักเรียนโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์บนกระดาน

2.5) นักเรียนที่คิดไม่ทันเพื่อน และนักเรียนที่คิดได้ลึกซึ้งกว่าเพื่อนในชั้นเรียน ได้รับการสนับสนุน ช่วยเหลือจากครู

3) ขยายความคิด (Extending) เป็นการที่ครูดูแลควบคุมมาตรฐานการเรียนรู้และสิ่งที่คาดหวังต่อนักเรียนทุกคน โดยการปรับปัญหาเดิม การขยายหรือการเปลี่ยนปัญหาใหม่พร้อม ทั้งกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดทางคณิตศาสตร์และหาวิธีการอื่น ๆ ในการขยายความคิดของนักเรียน โดยใช้กลวิธี ดังนี้

3.1) รักษามาตรฐานการเรียนรู้และสิ่งที่คาดหวังสำหรับนักเรียนทุกคน โดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนพยายามแก้ปัญหาที่ทำหาย จากการปรับ ขยายเงื่อนไขปัญหาเดิมหรือ เปลี่ยนปัญหาใหม่ให้มีความยากขึ้น

3.2) ส่งเสริมให้นักเรียนเขียนนิยามทั่วไปของเรื่องที่ได้เรียนได้

3.3) มีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทุกวิธีเพื่อสะท้อนแนวความคิดบนกระดาน

3.4) ส่งเสริมและท้าทายให้นักเรียนแต่ละคน ใช้ความพยายามในการหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา

3.5) ส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.6) ส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนรักในความท้าทาย

ขั้นตอนของกิจกรรมตามขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอน ดังกล่าวข้างต้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน ดังนี้

1. ขั้นตอนของการล้างความคิดและสนับสนุนความคิด มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันในส่วนของภารกิจจะต้องให้การสนับสนุนให้นักเรียน ให้เวลานักเรียนในการคิด มีโอกาสบอกเล่าแนวคิดของตนเอง และช่วยให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของตนเองได้ดีขึ้นจากการใช้คำถาม

2. ขั้นตอนของการล้างความคิดและขยายความคิด มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน ในการที่ครูจะต้องเพิ่มทางเลือกในการแก้ปัญหาให้นักเรียนผ่านการซักถามนักเรียนทั้งชั้นอย่างทั่วถึง โดยการใช้คำถามที่ท้าทายอย่างต่อเนื่อง อธิบายถึงข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในบางประเด็น และช่วยเน้นย้ำในประเด็นที่สำคัญ

3. ขั้นตอนของการขยายความคิดและสนับสนุนความคิด มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันในการที่ครูจะต้องมีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับระดับพัฒนาการของนักเรียน

4. ขั้นตอนของการล้างความคิด สนับสนุนความคิด และขยายความคิด มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันในการที่ครูจะต้องมีการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมสอดคล้องกับช่วงวัยของนักเรียน มีการประเมินการคิดของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งปรับการอภิปรายในชั้นเรียนให้เหมาะสม กับระดับพัฒนาการของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

โดยกระบวนการทั้งหมดนี้จะต้องดำเนินการ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย ซึ่งลักษณะของความสัมพันธ์มีความเกี่ยวเนื่องกันไป ทั้งสามขั้นตอนนี้แสดงได้ ดังภาพ



ภาพประกอบ 3 กลวิธีการสอนและความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละขั้นตอนตามแนวทางพัฒนาการคิด
ของฟรายวิลลิก

(Fraivillig, Murphy, และ Fuson, 1999, p. 154)

จากแนวทางในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิค ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายด้วยตัวของนักเรียนเอง เนื่องจากเป็นแนวทางที่มีเป้าหมายในการมุ่งพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีการเสนอแนวทาง รวมถึงกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด สนับสนุนการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และช่วยให้อารมณ์ ความคิดเกิดความท้าทาย โดยมีแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นลำดับ ขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นล้วงความคิด (Eliciting) ขั้นสนับสนุนความคิด (Supporting) และขั้นขยายความคิด (Extending) ทั้งนี้เพื่อให้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์นี้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับบริบทของนักเรียนไทยในศตวรรษที่ 21 จึงนำการจัดการเรียนรู้อิงตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิคมาใช้ร่วมกันกับบริบทโลกชีวิตจริง เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิค

Matheson (2009, p. 2-3) ได้ศึกษากลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ที่โดดเด่นในห้องเรียนคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการประสบความสำเร็จ และการมีส่วนร่วมในการเลื่อนขั้นสำหรับรายวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ กลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอน โดยกลยุทธ์ในการสอนที่กำหนดในงานวิจัยนี้ เป็นกลยุทธ์ที่ระบุโดยการพูดของครู รูปแบบกิจกรรมและการใช้อุปกรณ์ เช่น กลยุทธ์ในการสอนของฟรายวิลลิคที่ค้นหาความเหมือนหรือความแตกต่างในกลยุทธ์การสอนที่ใช้ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 พบว่า กลยุทธ์ในการสอนของฟรายวิลลิค ได้เปลี่ยนห้องเรียนในแบบเดิมโดยการเน้นให้นักเรียนเกิดความชำนาญในการสร้างวิธีแก้ปัญหาซ้ำ ๆ ในห้องเรียนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองอย่างมีความหมาย โดยมีข้อค้นพบเพิ่มเติมว่า ในการเลื่อนขั้นของนักเรียนควรมีการปรับกลยุทธ์ในการสอนให้มีความสอดคล้องกัน และมีความจำเป็นในการใช้กลยุทธ์ในการสอนที่เป็นแนวปฏิบัติที่ดีใน

ทุกโรงเรียน รวมทั้งการทำงานร่วมกันของโรงเรียนเพื่อพัฒนาหลักสูตรที่สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถบูรณาการให้สอดคล้องกับโรงเรียนมัธยมศึกษาให้มากขึ้น

Lim (2020, p.201-217) ได้ตรวจสอบการสะท้อนกลับข้อมูลของครูต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในโลกชีวิตจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนแบบออนไลน์ โดยใช้กรณีศึกษา พบว่าการแสดงความคิดเห็นของครูมีบทบาทสำคัญในความสำเร็จของนักเรียนในการทำงานออนไลน์ เมื่อนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและร่วมอภิปรายในรูปแบบออนไลน์ ครูจึงสามารถค้นพบช่องว่างในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ชัดเจนและแม่นยำมากขึ้น โดยครูใช้กรอบความคิดขั้นสูง (The Advancing Children's Thinking) ของฟรายวิลลิก ในการให้นักเรียนได้ปรับปรุงวิธีแก้ปัญหา ทำให้สังเกตได้ว่านักเรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ด้วยตนเองเมื่อมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาในภาระงานออนไลน์

เบญจมาศ ฉิมมาลี (2550, น. 159-163) ได้ศึกษาการใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกเพื่อให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยจรงวิทยา จังหวัดสุรินทร์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถาม ระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิก จำนวน 36 คน และ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปกติ จำนวน 36 คน โดยศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิก และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง ประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิก และใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิก แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที (t-test) ทำให้พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกมีความสามารถในการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 50

พิทักษ์ รักษาชาติ (2557: 179) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์จากผลการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของฟรายนิลลิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พาราโบลา โดยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวทางของฟรายนิลลิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพาราโบลา จนมีประสิทธิภาพ 65.57/44.95 ซึ่งในการหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวทางของฟรายนิลลิก เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวทางของฟรายนิลลิก ก่อนเรียนและหลังเรียนนั้นพบว่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.24 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความรู้ที่เพิ่มขึ้นเป็นอย่างดีทำให้เห็นถึงการพัฒนาซึ่งคิดเป็นร้อยละ 24 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งในการศึกษาเปรียบเทียบผลการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางของฟรายนิลลิก เรื่องพาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนตามแนวทางของฟรายนิลลิก วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา มีการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่การศึกษาคความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางของฟรายนิลลิก สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทางของฟรายนิลลิก เรื่อง พาราโบลา โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling) ด้วยวิธีการสุ่ม แบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 38 คน ใช้เวลาในการทดลอง 20 ชั่วโมง 10 สัปดาห์ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางของฟรายนิลลิก เรื่องพาราโบลา แบบวัดความคิดทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จึงเห็นได้ว่าแนวทางการพัฒนาความคิดของฟรายนิลลิกส่งผลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเชิงบวก

ปิยะวัฒน์ ศรีสังวาลย์ (2563, น. 112-124) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามขั้นการปฏิบัติ 5 ขั้น ของสไตน์ที่เน้นการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามขั้นการปฏิบัติ 5 ขั้นของสไตน์ที่เน้นการอภิปรายทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีพัฒนาการในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทุกองค์ประกอบที่ดีขึ้นตามลำดับ โดยจากผลการศึกษาไปกิจกรรมที่ 3 รายกลุ่มซึ่งเป็นใบกิจกรรมสุดท้าย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์สูงกว่าผลจากแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายบุคคล

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเลือกใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ที่มีใบกิจกรรมและแบบบันทึกพัฒนาการคิดเป็นเอกสารประกอบแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน และใช้แบบวัดคณิตศาสตร์ในการวัดประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แล้วเปรียบเทียบผลการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. แนวคิดเกี่ยวกับบริบทโลกชีวิตจริง

3.1 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง

โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4) ได้ให้ความหมายของ สถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงในทำนองว่า เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้มีการจัดเป็นหมวดหมู่หรือแยกเนื้อหาสาระ และไม่สามารถใช้ความรู้จากเนื้อหาสาระเดียว มาแก้สถานการณ์ปัญหานั้น ๆ ได้ จำเป็นต้องใช้พื้นฐานของความรู้ที่กว้างขวาง มีความสอดคล้อง ครอบคลุมหลายด้านกว่าในห้องเรียน โดย OECD (2018, p. 10) ได้กล่าวถึงการกำหนดสถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริงในการทดสอบโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียน มาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ทั้งในบริบท ส่วนตัว บริบททางการงานอาชีพ บริบททางสังคมและบริบททางวิทยาศาสตร์

จากการกำหนดแนวทางดังกล่าว ทำให้โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561, น. 223-230) ได้ให้ความสำคัญกับบริบทของสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่หลากหลาย ซึ่งแบ่งออกได้ 4 กลุ่มตามบริบท ดังนี้

1. บริบทส่วนตัว (Personal Context) ซึ่งลักษณะข้อคำถามในบริบทนี้ จะเน้นที่กิจกรรมของบุคคล ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อน โดยอาจเป็นเรื่องส่วนตัวหรือส่วนบุคคล ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำอาหาร การเล่นเกม การเลือกซื้อสินค้า การท่องเที่ยว สุขภาพส่วนตัว การเดินทาง กีฬา การจัดการทางการเงินส่วนบุคคล และการจัดตารางเวลาที่เป็นส่วนตัว

2. บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context) ซึ่งลักษณะข้อคำถามในบริบทนี้จะเน้นที่การทำงานในชีวิตจริง เช่น การคิดรายรับรายจ่าย การวัดขนาด และการสั่งซื้อวัสดุการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดรายการ/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรมและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ บริบทเกี่ยวกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องในงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง หรืองานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะใด ๆ

3. บริบททางสังคม (Societal Context) ซึ่งลักษณะข้อคำถามในบริบทนี้ จะเน้นที่ชุมชนหนึ่ง ๆ ในเชิงระดับ ไม่ว่าจะเป็นระดับชาติ ระดับท้องถิ่น หรือระดับโลก เช่น ระบบขนส่งสาธารณะ ระบบการลงคะแนนเสียง นโยบายรัฐบาล การเมืองการปกครอง ข้อมูลประชากร เศรษฐกิจ และค่าสถิติแห่งชาติ แม้ว่าบริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่ถือว่ามีผลต่อสังคมในภาพรวม

4. บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) ซึ่งลักษณะข้อคำถามในบริบทนี้ มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น ระบบนิเวศวิทยา สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศ อวกาศ การแพทย์ ลักษณะทางพันธุกรรม และเรื่องที่อยู่ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์แต่มีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งต่างเป็นการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกชีวิตจริงทั้งสิ้น

โดยกระบวนการออกแบบสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ การที่บุคคลสามารถพิจารณา สถานการณ์ปัญหาว่าส่วนใดที่สามารถดึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความจำเป็นไปใช้ประกอบการคิดวิเคราะห์ สร้างเสริมแนวทาง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยการแปลงปัญหาจากสถานการณ์ชีวิตจริงให้ อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การแสดงแทนโดยใช้สัญลักษณ์ และความจำเพาะให้กับปัญหาในโลกชีวิตจริง ซึ่งสามารถสร้างสมมติฐาน รวมถึงให้เหตุผล โดยพิจารณาข้อจำกัดต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล กระบวนการนี้ประกอบด้วยการดำเนินการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การระบุตัวแปรที่สำคัญ และการระบุประเด็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งอยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง
2. การรู้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหาหรือสถานการณ์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป)
3. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยทำให้อยู่ในรูปอย่างง่าย
4. การระบุข้อจำกัดและสมมติฐานที่อยู่เบื้องหลังแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการรวบรวมข้อมูลตามบริบทให้อยู่ในรูปอย่างง่าย
5. การใช้ตัวแปร แผนภาพ สัญลักษณ์ และแบบจำลองทั่วไป ในการนำเสนอสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ อย่างเหมาะสมสอดคล้อง
6. การสร้างสมมติฐานอันเหมาะสม ในการจัดการกับปัญหา และการนำเสนอปัญหาอย่างหลากหลาย โดยมีความสอดคล้องตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์
7. การรู้ และเข้าใจ รวมถึงการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาที่เฉพาะเจาะจงตามบริบทของปัญหา กับภาษาทางการและภาษาที่เป็นสัญลักษณ์ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการแสดงเชิงคณิตศาสตร์
8. การแปลงปัญหา โดยใช้ตัวแสดงแทนหรือเขียนให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์
9. การรู้ทุกมุมมองของปัญหา ที่มีความสอดคล้องกับแนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ปัญหาที่รู้ วิธีดำเนินการหรือข้อเท็จจริง
10. การปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ภายใน ซึ่งอยู่ในสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคโนโลยี (เช่น รายการที่มีให้บนเครื่องคำนวณเชิงกราฟ หรือตารางโปรแกรมทำงาน)

อัมพร ม้าคนอง (2557, น. 4-5) ยังได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีความจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับการดำรงชีพตนเอง และการพัฒนาความเจริญก้าวหน้า ที่มีมาตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้ ด้วยความที่คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการใช้งานในชีวิตจริง ตลอดจนการพัฒนาการศึกษาให้กับคนในสังคม ซึ่งคณิตศาสตร์ยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้น เมื่อมองในแง่มุมมองของศาสตร์แห่งการพัฒนาความคิด การมีส่วนร่วมในการพัฒนาทักษะชีวิต และความเป็นเหตุเป็นผล ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีส่วนช่วยในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์มีการใช้การคิดที่หลากหลายในกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การ

คิดเชิงระบบ การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณการคิดวางแผนอย่างรอบคอบ ลักษณะการคิดเหล่านี้ส่งเสริมทำให้เกิดความคิดเชิงคณิตศาสตร์ ตลอดจนช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดของมนุษย์ให้ดีขึ้น ตามไปด้วย

2. คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาการทำงานอย่างเป็นระบบ ในส่วนของกระบวนการทำงานทางคณิตศาสตร์นั้นมีขั้นตอนที่ชัดเจน เช่น ในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลในการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานอย่างมีแบบแผนให้กับนักเรียน นอกจากนี้ยังวางแผน และดำเนินงานที่เป็นขั้นตอน อีกทั้งสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของการทำงานหรือความถูกต้องได้อย่างสมเหตุสมผล

3. คณิตศาสตร์ทำให้มนุษย์มีเหตุมีผล เนื่องจากการเรียนรู้ทฤษฎีบท สูตร กฎ หรือนิยามทำให้เกิดการพัฒนาความรู้ที่เป็นไปได้ อย่างมีหลักการและมีเหตุมีผล จนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และเนื้อหาในคณิตศาสตร์บางอย่าง ยังสามารถช่วยพัฒนาทักษะในการให้เหตุผลได้โดยตรง เช่น การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ เป็นต้น

4. คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์แก้ปัญหาทางสังคมได้ มนุษย์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็น ปัญหาการจราจร ปัญหาน้ำท่วมและการจัดการน้ำ และปัญหาการจัดระบบขนส่งมวลชน เนื่องจากการทำความเข้าใจปัญหาการโดยใช้การศึกษา และวางแผนการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้รวมทั้งหลักการทางคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมกัน

5. คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการคิด และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาศาสตร์อื่น ทั้งการทำงาน และการสร้างองค์ความรู้ เช่น เศรษฐศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ แพทยศาสตร์ สถิติศาสตร์ และสังคมศาสตร์ เป็นต้น

6. คณิตศาสตร์ช่วยให้โลกมีความเจริญ เนื่องจากช่วยให้มนุษย์สามารถคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ สร้างสรรค์ผลงานหรือนวัตกรรม ที่ช่วยให้เกิดความสะดวกรบาย และความปลอดภัยมากขึ้น ในขณะที่งานหนักน้อยลง และใช้เวลาในการทำงานน้อยลงด้วยเช่นเดียวกัน เช่น การผลิตหุ่นยนต์ กู้ระเบิด การสร้างโปรแกรมประมวลผลข้อมูลแทนการคำนวณด้วยมือ

7. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ช่วยในการทำนายหรือคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ของมนุษย์ รวมทั้งช่วยอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่มองเห็น และมองไม่เห็น เนื่องจากความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นเครื่องมือในการพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ และมีความเป็นจริง เช่น การอธิบายเกี่ยวกับความเร็วของแสง และเสียงการทำนายเศรษฐกิจโลก

8. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของทักษะชีวิตหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็น ทักษะการสื่อสาร การแก้ปัญหา การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และอื่น ๆ ทำให้มนุษย์พัฒนาทักษะชีวิตควบคู่เพิ่มไปด้วย จากการทำงานและการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า บริบทโลกชีวิตจริง เป็นบริบทของสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันอย่างหลากหลาย และช่วยในการพัฒนานักเรียนให้สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากคณิตศาสตร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ โดยในครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่ง ออกเป็น 4 บริบทให้สอดคล้องกับเนื้อหา และการดำเนินการวิจัย ได้แก่ บริบทส่วนตัว ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเลือกซื้อสินค้า การเล่นเกมส์ สุขภาพส่วนบุคคล และการจัดการทางการเงินส่วนบุคคล บริบททางงานอาชีพ ประกอบด้วย บริบทเกี่ยวกับอาชีพที่ เป็นการทำงานในโลกชีวิตจริง บริบททางสังคม ประกอบด้วย ระบบการลงคะแนนเสียง และ ค่าสถิติ ของชาติ บริบททางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย สภาพภูมิอากาศหรือ ภูมิประเทศ และการแพทย์

3.2 การนำสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b, น. 162-166) กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนของทุกประเทศทั่วโลก มุ่งเน้นเพื่อนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มักเป็นสถานการณ์จำลองที่หลากหลาย และเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ทำให้จุดเน้นที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนของทุกประเทศทั่วโลกเป็นการให้นักเรียนฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การที่นักเรียนได้ฝึกฝนและเรียนรู้ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างหลากหลาย จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ดังตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 มาลินีวางแผนว่าจะไปเที่ยวภูเก็ต ซึ่งในช่วงนั้นค่าโดยสารเครื่องบินไปกลับจากกรุงเทพถึงภูเก็ต คือ 5,700 บาท ค่าที่พักรวมอาหารเช้าคืนละ 1,200 บาท ค่าอาหารเฉลี่ยวันละ 200 บาท ค่าใช้จ่ายในการไปเที่ยวตามแหล่งท่องเที่ยว 4 รายการ ราคา 750, 1250, 450 และ 800 บาท โดยบางรายการ รวมอาหารกลางวัน บางรายการรวมอาหารเช้า ถ้า

มาลินีมีเงิน 16,000 บาท มาลินีจะลงงานเพื่อไปเที่ยวครั้งนี้ได้มากที่สุดกี่วัน และจะมีเงินเหลือหรือไม่ ถ้ามีเงินเหลือ จะเหลืออยู่เท่าไร

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ทวีปแอนตาร์กติกอยู่ทางขั้วโลกใต้ นักวิทยาศาสตร์ประมาณว่า 97.6% ของพื้นทวีปอันกว้างใหญ่ไพศาลประมาณ 3 ล้านตารางกิโลเมตร ปกคลุมด้วยน้ำแข็ง ซึ่งมีความหนาเฉลี่ย 5 กิโลเมตร ตลอดทั้งปี นักธรณีวิทยาประมาณว่า หากน้ำแข็งที่ปกคลุมทวีปนี้ละลายหมด ระดับน้ำทั่วโลกจะสูงขึ้น ประมาณ 60 เมตร นั้นหมายถึงว่าบรรดาเมืองต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ริมฝั่งทะเลจะจมน้ำหมด

จงหา (1) ปริมาตรของน้ำแข็งทั้งหมดของทวีปแอนตาร์กติกา

(2) ถ้าน้ำแข็งทั้งหมดที่หาได้ในข้อ (1) ละลายหมดปริมาตรของน้ำที่ได้จะเป็นเท่าไร

สถานการณ์ปัญหาที่ 3 ค่าโทรศัพท์มือถือถือประกอบด้วยส่วนที่จ่ายคงที่เดือนละ 100 บาท และส่วนที่คิดตามเวลาที่ใช้ โทรศัพท์เป็นอัตราคงที่ต่อนาที เดือนนี้ใช้โทรศัพท์ไป 2 ชั่วโมง มียอดชำระ 460 บาท ถ้าเดือนหน้ามีธุระที่ต้องใช้โทรศัพท์ประมาณ 3 ชั่วโมง จะวางแผนรับมือกับสถานการณ์อย่างไร

สถานการณ์ปัญหาที่ 4 จากข่าวเศรษฐกิจของหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ฉบับเช้าวันเสาร์ที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2553 ได้ตีพิมพ์เกี่ยวกับการรื้อสูตรพยากรณ์ไฟฟ้าใหม่ดังนี้

“นายวีระ จิระประดิษฐ์กุล ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กล่าวในงานสัมมนาเรื่อง การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในอนาคต ว่า สนพ. ได้มีการปรับปรุงสูตรการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคตใหม่ให้เป็นแบบผสมผสาน โดยมีการนำปัจจัยด้านการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (ดีเอสเอ็ม) คุณภูมิของประเทศ ผลกระทบค่าไฟฟ้าผันแปรอัตโนมัติ (เอฟที) รวมทั้งการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองเข้ามาศึกษาด้วย จากเดิมที่ใช้ข้อมูลความต้องการใช้ไฟฟ้าในอดีตและตัวเลขการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างเดียวและตั้งเป้าหมายภายใน 3 ปีข้างหน้า การคำนวณพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะมีความสมบูรณ์มากขึ้น การพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าจำเป็นที่จะต้องมีความแม่นยำที่สุด เพราะจะทำให้การวางแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า (พีดีพี) แม่นยำด้วย ซึ่งจะส่งผลให้ทั้ง 3 การไฟฟ้า นำไปวางแผนในการผลิตไฟฟ้าได้ถูกต้องและเหมาะสมและไม่เป็นภาระในการลงทุน แต่ในทางกลับกันหากคำนวณต่ำไปจะทำให้เกิดปัญหาไฟฟ้าดับได้ จึงต้องมีการปรับปรุงการพยากรณ์ความ

ต้องการใช้ไฟฟ้าใหม่ให้สะท้อนตามความเป็นจริงมากที่สุด ขณะนี้อยู่ระหว่างการศึกษา คาดว่าภายใน 3 - 5 ปีข้างหน้า แบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะเสร็จสมบูรณ์และเป็นที่ยอมรับได้”

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่นำสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดประสบการณ์จากการได้ลงมือคิดและปฏิบัติด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง เมื่อนักเรียนได้พบเจอกับปัญหาจะสามารถนำประสบการณ์ชีวิตจริงที่มนุษย์ทุกคนล้วนเกิดปัญหาในชีวิตประจำวันได้ มาเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างเป็นแบบแผน โดยนำกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์หรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ มาใช้สำหรับการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากการคิดเชิงคณิตศาสตร์นั้นนับเป็นการแก้ไขปัญหอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งมีความเหมาะสมอย่างมากที่จะนำสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงไปใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่อไปได้

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบริบทโลกชีวิตจริง

สิทธิกร เรื่องศรี (2559, น. 99-100) ได้ศึกษาการส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผล และการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ของอนุพันธ์ โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 39 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นสถานการณ์ ปัญหาในชีวิตจริง เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ของอนุพันธ์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ของอนุพันธ์ และแบบวัดการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย โดยในการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง เรื่อง อนุพันธ์ และการประยุกต์ของอนุพันธ์ และเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้น สถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงนี้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในส่วนของการเปรียบเทียบการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง พบว่า นักเรียนเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับค่อนข้างมากทั้งก่อนและ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง

รัท ติบแปง (2561, น. 44-150) ได้ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบริบทเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้สถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริง มีใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนสำหรับการศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้สถานการณ์ตามบริบทอันมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยระบุในทัศนที่เกี่ยวกับชิ้นงานหรือกระบวนการแก้ปัญหาผ่านการแสดงวิธีแก้ปัญหาสถานการณ์ บริบทในชีวิตจริงได้ถูกต้อง ในรูปแบบที่แตกต่างกัน สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาสถานการณ์ บริบทในชีวิตจริงโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ภาษา และตัวเลขได้ถูกต้อง ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อรายวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก โดยตระหนักถึงในคุณค่าหรือประโยชน์ของ คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ในสังคมหรือวัฒนธรรมของตนเอง และการนำไปใช้ในเรื่องอื่น ๆ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนหาคำตอบของปัญหาต่าง ๆ ได้ และเป็นสิ่งสำคัญที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนา ความคิดและเกิดความเข้าใจแนวคิดคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายต่อชีวิตในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งควรนำสถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริงให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองตั้งแต่ในห้องเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง ผู้วิจัยเลือกใช้การวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) ในการศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดศาลี ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในกลุ่มโรงเรียนอุดมธรรมคุณ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1 ประกอบด้วยโรงเรียนขนาดเล็กทั้งหมด 10 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดกระทุ่มทอง โรงเรียนวัดคลองโพง โรงเรียนวัดช่องลม โรงเรียนวัดทรงกระเทียม โรงเรียนวัดบึงคา โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง โรงเรียนวัดลาดน้ำขาว โรงเรียนวัดศาลี โรงเรียนวัดเสารงทอง และโรงเรียนวัดอศรัภักดิ์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 มีนักเรียนจำนวน 95 คน ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดเล็กตามเกณฑ์การกำหนดขนาดห้องเรียนในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน ที่เปิดทำการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในครอบครัวที่มีฐานะปานกลางและยากจน ไม่มีการเรียนพิเศษเสริม มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับใกล้เคียงกัน และเป็นโรงเรียนเรียนรวมซึ่งในแต่ละชั้นเรียนจะมีนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษรวมอยู่ด้วย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์อำนาจการทดสอบ (Power Analysis) สำหรับการใช้ t-test dependent กำหนดสมมติฐานเป็นทางเดียว (One-tailed test) สถิติทดสอบ (Statistical test) คือ Mean : Difference between two dependent means (Matched pair) ในการกำหนดขนาดอิทธิพล (Effect size) ผู้วิจัยได้ศึกษาจากงานวิจัยของปัทมา อนันต์ (2561) ที่ศึกษางานเรื่องพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประยุกต์ใช้การวิจัยเชิงการออกแบบ พบว่ามีค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) 5.11 ความคลาดเคลื่อน 0.05 และค่าอำนาจการทดสอบ .95 ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power 3.1.9.4 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ จำนวน 3 คน ดังนั้นเพื่อป้องกันการสูญหายหรือการหยุดเข้าร่วมกิจกรรมของตัวอย่าง จึงได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 14 คน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดศาลี ตำบลศาลี อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากประชากรมีสภาพที่ใกล้เคียงกันในบริบทที่ตั้งสังคม เศรษฐกิจ และคุณภาพการศึกษา ทั้งนี้ด้วยความเหมาะสมในด้านเวลาและความร่วมมือในการดำเนินการวิจัย

แบบแผนการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi Experiment Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design กลุ่มเดียว ทดสอบก่อนหลัง (มาเรียม นิลพันธ์, 2558, น. 144) เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

แบบแผนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

ตาราง 3 แบบแผนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์

สอบ	ทดลอง	สอบ
T_1	X	T_2

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของพรายวิลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริง

T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของพรายวิลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริง (Pre-test)

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของพรายวิลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริง (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของพรายวิลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริง เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 4 ชั่วโมง

4 แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 เรื่อง กำไรขาดทุน และลดราคา จำนวน 4 ชั่วโมง

4 แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง ดอกเบี้ยเงินฝากเงินกู้ จำนวน 4 ชั่วโมง

4 แผนการจัดการเรียนรู้

โดยมีเอกสารประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่

1) ใบกิจกรรมที่ประกอบด้วย สถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริง และคำถามในการวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์มาแล้ว และนักเรียนได้ใช้วิธีการคิดของตนเอง เพื่อศึกษาพัฒนาการในการคิดเชิงคณิตศาสตร์

2) แบบบันทึกพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ที่ใช้บันทึกผลจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การนำเสนอตัวแทนความคิด ระหว่างการเรียนการสอน สำหรับแต่ละบุคคล โดยใช้การเขียนบรรยาย

2. แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ในรูปแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน โดยกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนในการวัดและประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลคะแนนไปทำการวิเคราะห์เทียบก่อนเรียนกับหลังเรียน และกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง มีขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดสาละ อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้ และคู่มือการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

1.2.1 สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1.2.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1.2.3 สาระการเรียนรู้

1.2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.2.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.2.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.2.7 กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทชีวิต ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นล้างความคิด ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง แล้วกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก

ขั้นที่ 2 ขั้นสนับสนุนความคิด ครูให้นักเรียนระลึกถึงปัญหาที่ใกล้เคียงกันในบริบทโลกชีวิตจริง ค้นคว้า ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็น นำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีบนกระดานแล้วให้นักเรียนเรียนรู้ซ้ำอีกครั้งที่ละขั้นตอน

ขั้นที่ 3 ขั้นขยายความคิด ครูให้นักเรียนทุกคนให้เรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้ เขียนวิธีการแก้ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงทั้งหมดบนกระดาน ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพอย่างมีเหตุผล

1.2.8 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ ประกอบด้วยใบกิจกรรมเป็นหลัก

1.2.9 การวัดและประเมินผล

1.2.10 บันทึกหลังสอน และบันทึกพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์

1.3 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้รวม 12 ชั่วโมง พร้อมเอกสารประกอบ ได้แก่ ใบกิจกรรมและแบบบันทึกพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การสอนเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ เป็นครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา

เพื่อพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน คือด้าน จุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล รวมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมของสถานการณ์ปัญหาของใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และแบบบันทึกพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ในการประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคอร์ท์ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2538, น. 163-166) ดังนี้

- | | | |
|---|---------|--|
| 5 | หมายถึง | รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมมาก |
| 3 | หมายถึง | รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมน้อย |
| 1 | หมายถึง | รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

แล้วนำผลจากการประเมินมาหาค่าเฉลี่ย แล้วเทียบกับเกณฑ์เพื่อแปลความหมาย ดังนี้

- | | | |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51 – 5.00 | หมายถึง | เหมาะสมมากที่สุด |
| คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 4.50 | หมายถึง | เหมาะสมมาก |
| คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51 – 3.50 | หมายถึง | เหมาะสมปานกลาง |
| คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51 – 2.50 | หมายถึง | เหมาะสมน้อย |
| คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.50 | หมายถึง | เหมาะสมน้อยที่สุด |

ผลการพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุด โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ซึ่งสถานการณ์ปัญหาในแต่ละใบกิจกรรมอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ในขณะที่แบบบันทึกการพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุด โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 (รายละเอียดตามภาคผนวก ข) นอกจากนี้ยังได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในการปรับแก้การใช้ภาษาในการบรรยายกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และการเขียนอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อตรวจสอบ หาข้อบกพร่อง และเวลาที่เหมาะสมของขั้นตอน รวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนใช้เวลาค่อนข้างมากในการทำกิจกรรม ควรปรับให้มีการทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้นักเรียนร่วมกันคิดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มย่อยก่อน โดยครูควรดูแลอย่างใกล้ชิด โดยเฉพาะในขั้นสนับสนุนความคิด และขั้นขยายความคิด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และการคิดของนักเรียน ทำให้ครูสามารถชี้แนะนักเรียนได้อย่างเหมาะสม

1.5 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู้นักเรียนต่อไป

2. แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ ที่ใช้วัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของพรายวิไลกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 3 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ วิเคราะห์เนื้อหา ตัวชี้วัดให้ครอบคลุม

2.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบแบบเขียนตอบ และแบบตรวจสอบรายการประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์

2.3 กำหนดกรอบการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ โดยสอดคล้องกับเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ย่อยทั้ง 3 หน่วย มีลักษณะข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน ตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยยึดตามแนวทางของ Kriegler (2004 อ้างถึงใน แพร่ไหม สามารถ, 2555, 41-44)

ตาราง 4 โครงสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

เนื้อหา	จำนวนข้อ	องค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์		
		การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การนำเสนอตัวแทนความคิด
โจทย์ปัญหา ร้อยละ	1	✓	✓	✓
กำไรขาดทุน และลดราคา	1	✓	✓	✓
ดอก เบี้ย เงิน ฝากเงินกู้	1	✓	✓	✓

2.4 สร้างแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 6 ข้อ โดยสอดคล้องกับเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ย่อยทั้ง 3 หน่วย หน่วยการเรียนรู้ย่อยละ 2 ข้อ ได้แก่ เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ เรื่องกำไรขาดทุน และลดราคา และเรื่องดอกเบี้ยเงินฝากเงินกู้ โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ในบริบทโลกชีวิตจริง และข้อคำถามย่อยตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์การให้คะแนน

2.5 นำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำ เกี่ยวกับการแยกคำถามย่อยให้มีความละเอียด ชัดเจน สอดคล้องตามการวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เช่น

คำถามย่อยเดิม 2. นักเรียนหาคำตอบของปัญหานี้ได้อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กลยุทธ์นี้

- แก้ไขเป็น
- 2.1) หาคำตอบของปัญหานี้โดยใช้กลยุทธ์ใด
 - 2.2) เลือกใช้กลยุทธ์นี้เพราะเหตุใด
 - 2.3) จงแสดงวิธีทำ

2.6 นำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 1 คน และอาจารย์โรงเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 คน ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและประสบการณ์การวัดประเมินผลด้านคณิตศาสตร์

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การสอนเกี่ยวกับการสอนและการวัดประเมินผลด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ เป็นอาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 คน และครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จำนวน 1 คน

เพื่อพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับความสอดคล้องของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา ความเหมาะสมของข้อคำถามที่ใช้ในแต่ละข้อและสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item - Objective Congruence) แบ่งเป็น 2 ตอน และกำหนดระดับคะแนนไว้ ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสอดคล้องของข้อคำถามจากแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยกำหนดระดับคะแนนสำหรับข้อคำถามในแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

คะแนน + 1 แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับนิยาม
การคิดเชิงคณิตศาสตร์

คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับนิยาม
การคิดเชิงคณิตศาสตร์

คะแนน - 1 แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับนิยาม
การคิดเชิงคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ความสอดคล้องของสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง จากแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยกำหนดระดับคะแนนสำหรับสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง ในแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

คะแนน + 1 แน่ใจว่าสถานการณ์ปัญหา มีความสอดคล้องกับ
เนื้อหา

คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าสถานการณ์ปัญหา มีความสอดคล้องกับ
เนื้อหา

คะแนน - 1 แน่ใจว่าสถานการณ์ปัญหา ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

2.7 นำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินเรียบร้อยแล้ว หาค่า IOC และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยผลการพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญ เป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ความสอดคล้องของข้อคำถามจากแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00 (รายละเอียดตามภาคผนวก ค) โดยผู้เชี่ยวชาญได้มีการให้ข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

1) ข้อคำถามย่อยควรสื่อความหมายได้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ครอบคลุมตามเกณฑ์ เช่น

คำถามย่อยเดิม 1.4) แสดงให้เห็นถึงร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหา ในช่องว่างด้านล่าง หรือในโจทย์ปัญหา

แก้ไขเป็น 1.4) จงแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหา ในช่องว่างด้านล่าง หรือในโจทย์ปัญหา (นักเรียนอาจใช้รอยขีด การวาดแผนภาพ ตาราง บาร์โมเดล ฯลฯ)

2) การปรับคำที่ใช้ให้เหมาะสม สอดคล้องไปในแนวทางเดียวกัน เช่น

คำถามย่อยเดิม 2.1) หาคำตอบของปัญหานี้โดยใช้กลยุทธ์ใด

แก้ไขเป็น 2.1) หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้โดยใช้วิธีการใด

คำถามย่อยเดิม 2.2) เลือกใช้กลยุทธ์นี้เพราะเหตุใด

แก้ไขเป็น 2.2) เลือกใช้วิธีการนี้เพราะเหตุใด

3) ข้อคำถามย่อยมีลักษณะคล้ายคลึงกัน สามารถพิจารณารวมกันได้
ข้อเดียวกัน เช่น

คำถามย่อยเดิม 3.1) คำตอบของปัญหา

3.3) สรุปคำตอบของปัญหา

แก้ไขเป็น 3.1) สรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างไร

ตอนที่ 2 ความสอดคล้องของสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง จากแบบ
วัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

พิจารณาความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงกับ
เนื้อหา ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00 (รายละเอียดตามภาคผนวก ค) โดยผู้เชี่ยวชาญได้มีการให้
ข้อเสนอแนะ ไว้ ดังนี้

1) ปรับแก้การใช้ภาษาในการบรรยายสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้สื่อ
ความหมายได้ชัดเจน มีความสละสลวยมากขึ้น เช่น

สถานการณ์เดิม ปลาหมึกเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง และมีชื่อเสียงมากของจังหวัด
สุพรรณบุรี ซึ่งเป็นที่มาของชื่ออำเภอบางปลาหมึก เพราะความที่ในอดีตเคยชุกชุม มีรสชาติอร่อย
เป็นที่นิยมมาก และมีราคาขายที่สูง วินัยเป็นพ่อค้าขายปลารายใหญ่ที่ตลาดแห่งหนึ่ง เขาได้ซื้อ
ปลาหมึกมาจากชาวบ้านในราคา กิโลกรัมละ 280 บาท จำนวน 20 กิโลกรัม ถ้าเขาต้องการขายแบบ
เหมาให้ได้กำไร 30% เขาจะต้องตั้งราคาขายไว้กี่บาท

แก้ไขเป็น ปลาหมึกเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง และมีชื่อเสียงมากของจังหวัด
สุพรรณบุรี ซึ่งเป็นที่มาของชื่ออำเภอบางปลาหมึก เพราะความที่ในอดีตเคยมีปลาชุกชุมในบริเวณนี้
มีรสชาติอร่อย เป็นที่นิยมมาก และมีราคาขายที่สูง วินัยเป็นพ่อค้าขายปลารายใหญ่ที่ตลาดแห่ง
หนึ่ง เขาได้ซื้อปลาหมึกมาจากชาวบ้านในราคา กิโลกรัมละ 280 บาท จำนวน 20 กิโลกรัม ถ้าเขา
ต้องการขายแบบเหมาให้ได้กำไร 30% เขาจะต้องตั้งราคาขายไว้กี่บาท

สถานการณ์เดิม ธนาคารแห่งหนึ่งจัดกิจกรรม ออมปันสุข โดยให้ดอกเบี้ยร้อยละ
3 ต่อปีสำหรับผู้ฝาก แต่จะหักเงินร้อยละ 0.1 ต่อเดือน เพื่อนำไปซื้อหนังสือให้กับห้องสมุดโรงเรียน
ในถิ่นทุรกันดาร ถ้าดาวเข้าร่วมกิจกรรมนี้และฝากเงินเข้าบัญชี 100,000 บาท เมื่อครบ 1 ปี ดาว
จะมีเงินในบัญชีทั้งหมดกี่บาท

แก้ไขเป็น ธนาคารแห่งหนึ่งจัดกิจกรรม ออมบันสุข โดยให้ดอกเบี้ยร้อยละ 3 ต่อปีสำหรับผู้ฝาก แต่จะหักเงินร้อยละ 1.2 ต่อปีจากยอดเงินฝาก เพื่อนำไปซื้อหนังสือให้กับห้องสมุดโรงเรียนในถิ่นทุรกันดาร ถ้าดาวเข้าร่วมกิจกรรมนี้และฝากเงินเข้าบัญชี 100,000 บาท เมื่อครบ 1 ปี ดาวจะมีเงินในบัญชีทั้งหมดกี่บาท

2) ใส่รูปภาพประกอบในแต่ละข้อ

2.8 คัดเลือกข้อสอบ มาสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องตามหน่วยการเรียนรู้ย่อยละ 1 ข้อ รวมจำนวน 3 ข้อ ที่มีค่า IOC 1.00 และข้อคำถามที่ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ต่อไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่แก้ไขให้สอดคล้องกับแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายข้อคำถาม

องค์ประกอบ			
การคิดเชิงคณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนน	เกณฑ์
1. การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา			
1.1 สิ่งสถานการณ์ปัญหาต้องการทราบคืออะไร			
การแก้ปัญหา	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ	1	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบได้ถูกต้องและครบถ้วน
		0.5	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน
		0	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุ

ตาราง 5 (ต่อ)

องค์ประกอบ			
การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนน	เกณฑ์
1.2 สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้คืออะไร			
การ แก้ปัญหา	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหากำหนดให้	1	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้องและ ครบถ้วน
		0.5	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้อง บางส่วน
		0	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ไม่ถูกต้องหรือไม่ ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้
1.3 จงแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหา ในช่องว่างด้านล่าง หรือในใจท่ ปัญหา (นักเรียนอาจใช้รอยขีด การวาดแผนภาพ ตาราง บาร์โมเดล ฯลฯ)			
การนำเสนอ ตัวแทน ความคิด	ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อ ทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหา	2	ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
		1	ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหาได้บางส่วน
		0	ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจ เข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือไม่แสดง ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหา
1.4 ในการแก้ปัญหาใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง			
การให้ เหตุผล	ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหา	2	ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง
		1	ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
		0	ไม่ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาหรือไม่เขียน

ตาราง 5 (ต่อ)

องค์ประกอบ			
การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนน	เกณฑ์
2. การแก้สถานการณ์ปัญหา			
2.1 หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้โดยใช้วิธีการใด			
การ แก้ปัญหา	เลือกใช้กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา	2	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้ เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ทำให้ แก้ปัญหาได้รวดเร็ว
		1	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาไม่ เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ทำให้ แก้ปัญหายากเกินความจำเป็น
		0	ไม่มีการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
2.2 เลือกใช้วิธีการนี้เพราะเหตุใด			
การให้ เหตุผล	อธิบายเหตุผลของการ เลือกใช้กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา	2	อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์ใน การแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหา
		1	อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์ใน การแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาได้บางส่วนหรือไม่ชัดเจน
		0	ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่เขียน อธิบายเหตุผล
2.3 จงแสดงวิธีทำ			
การนำเสนอ ตัวแทน ความคิด	แสดงกระบวนการ แก้ปัญหาโดยใช้การ เขียนข้อความ วาด ภาพ หรือสัญลักษณ์	2	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการ แก้ปัญหาได้เหมาะสมและสื่อความหมาย

ตาราง 5 (ต่อ)

องค์ประกอบ			
การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนน	เกณฑ์
		1	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ไม่สื่อความหมาย หรือ ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมาย
		0	ไม่ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาหรือไม่เขียน
3.1 สรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ได้อย่างไร			
การ แก้ปัญหา	สรุปคำตอบได้	2	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วนและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
	สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหา	1	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนหรือไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
		0	สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่สรุปคำตอบ
การนำเสนอ ตัวแทน ความคิด	สรุปคำตอบของ สถานการณ์ปัญหาโดย ใช้การเขียนข้อความ	2	ใช้ตัวแทนความคิดในการสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้เหมาะสมและสื่อความหมาย
	วาดภาพ หรือ สัญลักษณ์	1	ใช้ตัวแทนความคิดในการสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้เหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ใช้ตัวแทนความคิดในการสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมาย
		0	ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหาหรือไม่มีการสรุปคำตอบ

ตาราง 5 (ต่อ)

องค์ประกอบ			
การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนน	เกณฑ์
3.2 อธิบายความสัมพันธ์ของคำตอบ ได้อย่างไร			
การให้ เหตุผล	อธิบายความ สัมพันธ์ของ คำตอบ	2	อธิบายความสัมพันธ์ของคำตอบได้ ถูกต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
		1	อธิบายความสัมพันธ์ของคำตอบได้ ถูกต้อง แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหา
		0	ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของ คำตอบได้หรือไม่ให้เหตุผล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม

ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยชี้แจงวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจ

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทชีวิตโลกจริง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้จำนวน 12 แผน เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นล้างความคิด ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริง แล้วกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก

ขั้นที่ 2 ขั้นสนับสนุนความคิด ครูให้นักเรียนระลึกถึงปัญหาที่ใกล้เคียงกันในบริบทโลกชีวิตจริง ค้นคว้า ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็น นำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีบนกระดานแล้วให้นักเรียนเรียนรู้ซ้ำอีกครั้งที่ละขั้นตอน

ขั้นที่ 3 ขั้นขยายความคิด ครูให้นักเรียนทุกคนให้เรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้ เขียนวิธีการแก้ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงทั้งหมดบนกระดาน ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพอย่างมีเหตุผล

โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริงด้วยตนเอง ทั้งนี้สามารถปรึกษากับเพื่อนในชั้นเรียน รวมทั้งสอบถามครูผู้สอนเมื่อมีข้อสงสัยได้ และบันทึกพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายบุคคล จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การนำเสนอตัวแทนความคิด เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.3 ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post - test) โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ฉบับเดิม ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ แล้วนำข้อมูลที่ได้อภิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติ ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1.1 การตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item - Objective Congruence)

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณจากแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าสถิติ
ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อน
และหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง
โดยใช้ค่าสถิติ t-test for dependent samples (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, น.151)

2.2 เปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลัง
การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์
ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าสถิติ t-test for one sample (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, น. 134)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง ผู้วิจัยสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง
2. ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

1. ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง โดยใช้ค่าสถิติ t-test for dependent samples ผลปรากฏ ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

การทดสอบ	\bar{x}	S.D.	t	p-value
ก่อนเรียน	11.11	3.78	17.053*	<.001
หลังเรียน	42.86	10.40		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 พบว่าการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริง มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 11.11 และ 42.86 คะแนน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ย ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริงสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าสถิติ t-test for one sample ผลปรากฏ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	คะแนนเกณฑ์	\bar{x}	S.D.	t	p-value
หลังเรียน	37.80	42.86	10.40	1.820*	.046

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่าการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกพร้อมกับบริบทโลกชีวิตจริง เท่ากับ 42.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 10.40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.37 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตาม

แนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากการศึกษาตามความมุ่งหมายของการวิจัยทั้งสองข้อแล้ว ผู้วิจัยยังได้เก็บข้อมูลการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้เอกสารประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ใบกิจกรรมที่ประกอบด้วย สถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริง และข้อคำถามในการวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และแบบบันทึกพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนทำหน่วยการเรียนรู้ ทำให้สามารถสรุปผลพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้เป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 (ทำหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ)

จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในชั้นล่วงหน้าความคิด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ มีความสนใจในสถานการณ์ปัญหาและร่วมพูดคุยแสดงความคิดเห็น เมื่อเริ่มวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกันจากการระลึกความรู้ ลักษณะการนำเสนอตัวแทนความคิดเพื่อเข้าใจสถานการณ์ปัญหาจะใช้เป็นการชี้ให้เห็นได้ข้อความ แต่ยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็นในกลุ่มย่อยมากนัก ในชั้นสนับสนุนความคิดนักเรียนยังไม่สามารถนึกถึงปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงที่กำหนดให้หรือนึกถึงได้น้อย และใช้เวลาในการทบทวนความรู้เดิมค่อนข้างมาก ในการใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีบนกระดาน จะเป็นการเขียนในลักษณะการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่มีการบรรยาย และในชั้นขยายความคิดนักเรียนยังไม่สามารถสื่อสารเพื่อนำเสนอแนวคิดที่นักเรียนได้เขียนแสดงการแก้ปัญหาไว้ได้ รวมทั้งเหตุผลที่ใช้ในการตัดสินใจยังไม่ค่อยสมเหตุสมผลมากนัก และมักสรุปคำตอบเป็นจำนวนที่ได้จากการคำนวณโดยไม่มีการอ้างอิงสถานการณ์

ในการทำใบกิจกรรม นักเรียนมักจะนั่งทำเป็นกลุ่ม และแสดงออกถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) การแก้ปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแยกสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ได้ โดยจะเขียนในลักษณะการคัดลอกข้อความจากสถานการณ์ปัญหา ทำให้ระบุได้ไม่ครบถ้วนเนื่องจากสถานการณ์ปัญหามีการบรรยายบริบทในโลกชีวิตจริงจึงค่อนข้างยาว แต่นักเรียนเขียนตามจำนวนบรรทัดที่ได้มีการกำหนดให้เท่านั้น และเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย ไม่มีการปรับประยุกต์ให้เกิดความรวดเร็วในการแก้ปัญหา ส่วนใหญ่สามารถเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาจากการเขียนอ้างอิงตามสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ

2) การให้เหตุผล

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความรู้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้ โดยทราบว่าควรใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้างในการแก้สถานการณ์ปัญหา แต่ยังไม่มีการอธิบายเหตุผลในการเลือกวิธีการนั้น ๆ ในการแก้สถานการณ์ปัญหา และมีการอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา บางส่วนไม่ให้เหตุผล

3) การนำเสนอตัวแทนความคิด

นักเรียนส่วนใหญ่ใช้การขีดเส้นใต้ข้อความแสดงการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา บางส่วนขีดคำบรรยายสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด บางส่วนมีการวงกลมในคำสำคัญสำหรับการเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่จะใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแทนความคิด แต่ไม่เชื่อมโยงให้เห็นถึงความสอดคล้องของสถานการณ์ปัญหา บางส่วนไม่มีการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงการแก้ปัญหา และส่วนใหญ่ใช้ข้อความในการสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

ระยะที่ 2 (ทำยหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 เรื่องกำไรขาดทุน และลดราคา)

จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในชั้นล้งความคิด พบว่านักเรียนทุกคนมีความสนใจในสถานการณ์ปัญหาและร่วมพูดคุยแสดงความคิดเห็นโดยเล่าประสบการณ์ของตนเอง ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลายมากขึ้น ลักษณะการนำเสนอตัวแทนความคิดเพื่อเข้าใจสถานการณ์ปัญหาจะใช้เป็นการขีดเส้นใต้ข้อความ บางส่วนเริ่มมีการวาดภาพหรือแผนภาพแสดงการ

เปรียบเทียบหรือสรุปความเข้าใจคร่าว ๆ โดยอาศัยความร่วมมือและการร่วมแสดงความคิดเห็นในกลุ่มย่อยที่ดีขึ้น ในชั้นสนับสนุนความคิดนักเรียนเริ่มนึกถึงปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงที่กำหนดให้ มีการพูดคุยกันมากขึ้น และใช้เวลาในการทบทวนความรู้เดิมน้อยลง ในการใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีบนกระดาน จะเป็นการเขียนในลักษณะการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เริ่มมีการบรรยายข้อความที่สอดคล้องกับสถานการณ์ และในชั้นขยายความคิดนักเรียนบางคนเริ่มมีการสื่อสารเพื่อนำเสนอแนวคิดที่นักเรียนได้เขียนแสดงการแก้ปัญหาไว้ได้ รวมทั้งสามารถบอกเหตุผลที่ใช้ในการตัดสินใจ และสรุปคำตอบโดยการอ้างอิงสถานการณ์ในลักษณะการบรรยายจากสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ

ในการทำใบกิจกรรม นักเรียนมักจะนั่งทำเป็นกลุ่มที่มีขนาดเล็กลง โดยใช้การเดินดู หรือเดินไปพูดคุย แลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นเรียนเป็นช่วงระยะ ๆ และแสดงออกถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) การแก้ปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแยกสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ได้ โดยบางส่วนจะเขียนในลักษณะการคัดลอกข้อความจากสถานการณ์ปัญหาเช่นเดิม และบางส่วนเริ่มมีการสรุปเป็นข้อความที่กระชับมากขึ้นให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ เริ่มมีการเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย บางส่วนจะเลือกที่ตนเองคุ้นเคย บางส่วนเลือกที่สามารถแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น แต่ส่วนใหญ่สามารถเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้อง มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาจากการเขียนอ้างอิงตามสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ บางส่วนที่ไม่ถูกต้องคือมีการคำนวณผิดพลาด

2) การให้เหตุผล

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความรู้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้ โดยทราบว่าควรใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้างในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ละเอียดขึ้น เริ่มมีการให้เหตุผลในการเลือกวิธีการในการแก้สถานการณ์ปัญหา เช่น “เป็นวิธีการที่รวดเร็ว” หรือ “สามารถหาคำตอบได้” นักเรียนบางคนมีความพยายามในการเขียนให้เหตุผลเชิงเปรียบเทียบจำนวน และบางส่วนมีการอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา บางส่วนไม่ให้เหตุผล

3) การนำเสนอตัวแทนความคิด

นักเรียนส่วนใหญ่ใช้การขีดเส้นใต้ข้อความเช่นเดิม ในการแสดงการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา แต่เริ่มเป็นการขีดข้อความสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องในการแก้สถานการณ์ปัญหา บางส่วนมีการวงกลมในคำสำคัญ บางส่วนเริ่มใช้การวาดภาพหรือแผนภาพแสดงการเปรียบเทียบหรือสรุปความเข้าใจคร่าว ๆ ในระยะนี้ นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มมีการเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อความที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาร่วมกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการเสนอตัวแทนความคิด และเห็นถึงความเชื่อมโยง สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น บางส่วนไม่มีการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามนักเรียนที่สามารถหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้จะเขียนตอบด้วยจำนวนและข้อความที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่สื่อความหมายได้ชัดเจนมากขึ้น

ระยะที่ 3 (ทำห่วยการเรียนรู้อยู่ที่ 3 เรื่องดอกเบี๋ยเงินฝากเงินกู้)

จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในชั้นลั้งความคิด พบว่านักเรียนทุกคนมีความสนใจในสถานการณ์ปัญหาและร่วมพูดคุยแสดงความคิดเห็นโดยเล่าประสบการณ์ของตนเองโดยครูไม่จำเป็นต้องชี้แนะหรือใช้คำถามนำ ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย จากการร่วมคิดภายในกลุ่มย่อย ไปสู่ชั้นเรียนได้อย่างรวดเร็ว และมั่นใจในการพูดแสดงความคิด ลักษณะการนำเสนอตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาจะใช้เป็นการขีดเส้นใต้ข้อความที่จำเป็น บางส่วนเริ่มมีใช้แผนภาพและบาร์โมเดล ในชั้นสนับสนุนความคิดนักเรียนส่วนใหญ่ก็ถึงปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงที่กำหนดให้อย่างหลากหลายตามประสบการณ์ของตนเอง และแลกเปลี่ยนความคิดในชั้นเรียน และใช้เวลาในการทบทวนความรู้บ้างเล็กน้อย เช่น ภาษาและความหมายของคำที่ใช้ในบริบทเนื้อหา นี้ในการใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีบนกระดาน จะเป็นการเขียนในลักษณะการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการบรรยายข้อความที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่สื่อความหมายชัดเจนมากขึ้น และในชั้นขยายความคิดนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสื่อสารเพื่อนำเสนอแนวคิดที่นักเรียนใช้การแก้ปัญหาได้ รวมทั้งสามารถบอกเหตุผลที่ใช้ในการตัดสินใจ และสรุปคำตอบโดยการอ้างอิงสถานการณ์ในลักษณะการบรรยายจากสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ

ในการทำใบกิจกรรม นักเรียนเริ่มนั่งทำใบงานด้วยตนเอง โดยมีการปรึกษากันในบางครั้งเกี่ยวกับวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา และพูดคุยเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกใช้วิธีการนั้น ๆ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาแล้วเปรียบเทียบกับเพื่อน และแสดงออกถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) การแก้ปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแยกสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ได้ โดยเขียนในลักษณะการคัดลอกข้อความจากสถานการณ์ปัญหาเฉพาะในส่วนที่จำเป็น บางส่วนใช้เป็นการเขียนสรุปสิ่งที่สำคัญตามความเข้าใจ มีการเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ส่วนใหญ่นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม บางส่วนยังใช้วิธีที่ตนเองคุ้นเคย แต่หาคำตอบได้รวดเร็วขึ้น ส่วนใหญ่สามารถเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วนและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

2) การให้เหตุผล

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความรู้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้ใกล้เคียงกับในระยะที่ 2 ในส่วนของการให้เหตุผลที่ใช้ในการเลือกวิธีการในการแก้สถานการณ์ปัญหา นอกจากเป็นการพูดถึงความยากง่ายของวิธีการนั้น ๆ ที่ยังสื่อถึงการให้เหตุผลไม่ชัดเจน เริ่มมีการเขียนอธิบายอ้างถึงสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ เช่น “โจทย์กำหนดข้อมูลดอกเบี๊ยะเป็นร้อยละของเงินกู้ และกำหนดเงินกู้มาให้ จึงหาร้อยละของจำนวนนับเป็นดอกเบี๊ยะที่ต้องจ่ายได้” และในการสรุปคำตอบ นักเรียนบางคนมีความพยายามในการเขียนให้เหตุผลเชิงเปรียบเทียบจำนวน และบางส่วนมีการอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา บางส่วนไม่ให้เหตุผลเช่นเดิม

3) การนำเสนอตัวแทนความคิด

นักเรียนส่วนใหญ่ใช้การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องในการแก้สถานการณ์ปัญหา ยังมีการวงกลมในคำสำคัญ โดยบางส่วนเริ่มมีการใช้แผนภาพและบาร์โมเดลในการเขียนนำเสนอตัวแทนความคิดแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาระยะนี้ นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มมีการเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อความที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาร่วมกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้สื่อความหมายชัดเจนมากขึ้น สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง มีการเขียนตอบด้วยจำนวนและข้อความที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน

จากข้อมูลพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง พบว่านักเรียนมีการมีพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิดดีขึ้นตามลำดับทุกองค์ประกอบ



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) โดยมีความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในกลุ่มโรงเรียนอุดมธรรมคุณ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดเล็กตามเกณฑ์การกำหนดขนาดห้องเรียนในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน ที่เปิดทำการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในครอบครัวที่มีฐานะปานกลางและยากจน ไม่มีการเรียนพิเศษเสริม มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับใกล้เคียงกัน และเป็นโรงเรียนเรียนรวมซึ่งในแต่ละชั้นเรียนจะมีนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษรวมอยู่ด้วย โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดศาลี ตำบลศาลี อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 14 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากประชากรมีสภาพที่ใกล้เคียงกันในบริบทที่ตั้ง สังคม เศรษฐกิจ และคุณภาพการศึกษา ทั้งนี้ด้วยความเหมาะสมในด้านเวลาและความร่วมมือในการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก ร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง มีเอกสารประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ใบกิจกรรมที่ประกอบด้วย สถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริง และคำถามในการวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน และแบบบันทึกพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ที่ใช้บันทึกผลจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การนำเสนอตัวแทนความคิด ระหว่างการเรียนการสอน สำหรับแต่ละบุคคล โดยใช้การเขียนบรรยาย

2. แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก ร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ในรูปแบบเขียนตอบ โดยใช้เวลาในการทดสอบครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที

สรุปผลการวิจัย

1. การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก ร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก ร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง มีประเด็นในการอภิปรายตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. การเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

จากผลการวิจัยพบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการนำแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงสามารถช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายด้วยตัวของนักเรียนเอง หรือเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เป็นลำดับต่อเนื่องกัน ตั้งแต่ขั้นลึวงความคิด ที่นักเรียนได้อธิบายและวิเคราะห์วิธีการหาคำตอบด้วยตัวเอง อย่างหลากหลายจากสถานการณ์ปัญหาหนึ่ง ๆ ขั้นสนับสนุนความคิด ซึ่งนักเรียนได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนการคิด และขั้นขยายความคิด ที่นักเรียนได้วิเคราะห์ เปรียบเทียบวิธีในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และให้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่เหมาะสม โดยเน้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยความกระตือรือร้น ทำทหาย คิดวิเคราะห์ สะท้อนการคิดอย่างมีเหตุผล จนเกิดการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Perkins (1986, p. 62) ที่ว่าความสามารถทางการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ โดยผ่านการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยมีสถานการณ์ปัญหาซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิด ทั้งการปรับเงื่อนไขปัญหาเดิม หรือการเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาใหม่ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Greenwood (1993, p. 144-148) ที่สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาได้จากการฝึกตัดสินใจ การปรับเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาด้วยการเพิ่มเงื่อนไขเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนปัญหาใหม่ โดยสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างหลากหลายสามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้และเกิดความเข้าใจได้ เนื่องจากมีประโยชน์และสามารถนำไปปรับใช้ได้จริง สอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับการเลือก

สถานการณ์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Thiessen, Wild, Paige, และ Baum (1993, p. 38) ที่ควรเป็นสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนรู้สึกสนใจ รู้สึกว่าเกิดประโยชน์ มีความท้าทาย หลากหลาย มีคุณค่าในเชิงนั้นทนทานการและนักเรียนรู้สึกสนุกกับการหาคำตอบ โดยสามารถนำมาปรับใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บัทมาอนันต์ (2561, น. 177-180) ที่พัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์จากการประยุกต์ใช้แนวทางพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิก ร้อยละ 100 ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์มีพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยมีช่วงคะแนนพัฒนาการตั้งแต่ 25.000 ถึง 59.459 และค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการการสอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ทำให้พบข้อสังเกตว่าในชั้นสนับสนุนความคิดเป็นขั้นตอนที่สามารถระบอเวลาเพื่อนำไปพัฒนาในส่วนอื่นได้จากการจัดสรรเวลาในการจัดการเรียนรู้ใหม่ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้ของนักเรียน

2. การเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

จากผลการวิจัยพบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงสามารถพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยส่งเสริมการเน้นการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา การให้เหตุผล การนำเสนอตัวแทนความคิดตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการอภิปรายหรือการนำเสนอในชั้นเรียนที่ทำให้นักเรียนได้เติมเต็มซึ่งกันและกัน และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยครูเป็นผู้อำนวยการการเรียนรู้ สอดคล้องกับ พรชัย ภาพันธ์ (2547, น. 45) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียน ควรพัฒนาให้เต็มศักยภาพของของนักเรียน โดยครูควร

เปลี่ยนความคิดในการให้นักเรียนนั่งฟังครูอธิบายเป็นการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ โดยครูเป็นผู้สังเกตการเรียนรู้ของนักเรียนจากพฤติกรรมที่แสดงออก ทั้งนี้ในการวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไม่ใช่เพียงการวัดความรู้ในเนื้อหาวิชาตามสาระการเรียนรู้ของนักเรียนเพียงเท่านั้นแต่ ยังเป็นการวัดกระบวนการคิดของนักเรียนจากกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a, น. 3) ที่ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการคิดว่าควรเน้นที่กระบวนการคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหา มากกว่าการวัดความรู้ในเนื้อหาวิชา และเน้นเนื้อหาทั่วไปที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยหลีกเลี่ยงการวัดความรู้ความจำ ซึ่งสอดคล้องกับแบบทดสอบ ในรูปแบบการเขียนตอบที่ใช้ในการวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างเหมาะสม นอกจากนี้แนวทางพัฒนาการคิดของ ฟรายวิลลิก ยังส่งผลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ตามผลการวิจัยของ พิทักษ์ รักษาชาติ (2557, น. 179) ซึ่งศึกษาผลการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของฟรายวิลลิกในการพัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวทางของฟรายวิลลิก เรื่องพาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวทางของฟรายวิลลิก เรื่องพาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 24 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการพัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการพัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวทางของฟรายวิลลิก โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก อย่างไรก็ตามจากการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 นับว่านักเรียนมีระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่โดยรวมทั้งมีการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปิยะวัฒน์ ศรีสังวาลย์ (2563, น. 112-124) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการปฏิบัติ 5 ขั้น ของสไตน์ที่เน้นการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการปฏิบัติ 5 ขั้นของสไตน์ที่เน้นการอภิปรายทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน และนักเรียนมีพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทุก

องค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น และยังคงสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชูติมา ฉุนอิม และ วรินทร์ สุภาพ (2558, น. 104) ที่นอกจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของบาดแฮม (Badham) จะมีการคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แล้ว ยังมีคิดเชิงคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกด้วย

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง สามารถพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ นับว่าเป็นการวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งครูสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยการปรับสถานการณ์ปัญหาตามบริบทโลกชีวิตจริงที่สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมของโรงเรียน ทั้งนี้จะเกิดผลดีเมื่อผู้บริหารได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและให้การสนับสนุนในการนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาการคิดของนักเรียนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงไปใช้ในห้องเรียนได้โดยนอกจากการล้างความคิดของนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงแล้ว ยังควรมีใบกิจกรรมซึ่งมีสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงให้นักเรียนทำในชั้นเรียนด้วยเพื่อฝึกฝน
2. สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงที่ครูควรนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน แปลกใหม่และท้าทาย เพื่อกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มประสบการณ์ความรู้ให้นักเรียนอีกด้วย
3. ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริงกับนักเรียนชั้นประถมศึกษา อาจไม่คุ้นเคยกับการพูดแสดงความคิด การเขียนตัวแทนความคิด หรือการเขียนตอบ และการให้เหตุผล ครูจึงควรเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงออก กล้านำเสนอหรือพูดแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้และไม่ถูกทอดทิ้งในชั้นเรียน

4. ในขั้นสนับสนุนความคิดเป็นขั้นที่ครูสามารถยืดหยุ่นโดยใช้เวลาน้อยลงได้ ถ้านักเรียนในห้องเรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนเรื่องนั้น ๆ แล้ว และนำเวลาไปใช้ในขั้นขยายความคิด เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล รวมถึงการฝึกฝนจากการทำใบกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้เจอสถานการณ์ที่หลากหลายมากขึ้น

5. ในตอนเริ่มนำการจัดการเรียนรู้ไปใช้ นักเรียนอาจมีคำถามหรือข้อสงสัยในการตอบคำถามในชั้นเรียน หรือการทำใบกิจกรรม โดยเฉพาะการให้เหตุผล สิ่งที่คุณควรทำคือการให้คำแนะนำ เพื่อให้นักเรียนสามารถตอบได้ด้วยความคิดของตนเอง ไม่ใช่การบอกคำตอบที่ไม่ทำให้นักเรียนเกิดการคิด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง ในระดับชั้นหรือเนื้อหาอื่น

2. ควรศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง ในการพัฒนาการคิดอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ เนื่องจากเมื่อพบกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนหลาย ๆ คน สามารถคิดวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และมีความสุขสนุกสนานในการหาวิธีการแก้ปัญหาวีธีอื่น ๆ ที่ไม่เหมือนเพื่อนในชั้นเรียน

3. จากการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง พบว่า ขั้นสนับสนุนความคิดเป็นขั้นตอนที่เป็นการทบทวนพื้นฐานซึ่งใช้เวลามากน้อยขึ้นอยู่กับพื้นฐานของนักเรียน รวมถึงความสามารถในการอ่านและการเขียนของนักเรียนด้วย ดังนั้น ความรู้พื้นฐานและความสามารถด้านการอ่านเขียนอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพราะฉะนั้นควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

- Chapman, O. (2013). *A Self-Directed Professional Development Approach to Transforming Teachers' Practice to Support Mathematical Thinking*. Paper presented at the First Meeting between the National Pedagogic University and the Faculty of Education of the University of Calgary, Calgary, Canada.
- Delaney, H. (2019). Education for the 21st Century. Retrieved from <https://www.unicef.org/thailand/stories/education-21st-century>
- Fraivillig, J. L. (2001, April). Strategies For Advancing Children's Mathematical Thinking. *Teaching Children Mathematics*, 8(7), 454-459.
- Fraivillig, J. L., Murphy, L. A., และ Fuson, K. C. (1999, March). Advancing Children's Mathematical Thinking in Everyday Mathematics Classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 148-170.
- Greenwood, J. J. (1993). On the Nature of Teaching and Assessing Mathematical Power and Mathematical Thinking. *The Arithmetic Teacher*, 41(3), 144-152.
- Hyde, A. A., และ Hyde, P. R. (1991). *Mathwise: Teaching Mathematical Thinking and Problem Solving*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Isoda, M., และ Katagiri, S. (2012). *Mathematical thinking : how to develop it in the classroom*. Singapore: WorldScientific.
- Kriegler, S. (2022). Just What is Algebraic Thinking. Retrieved from https://www.shastacoe.org/uploaded/SCMP2/Fall_Content_Day_2013/Fall_Content_Day_2013_6-9/SCMP2_Winter_Content_Day_2014/SCMP2_Summer_Institute_2014/M-Algebraic_Thinking_Article_by_Kreigler.pdf
- Lim, G. W. (2020). Scaffolding Children's Thinking in Solving an Online Real-World Mathematics Task Ngan Hoe Lee, Cynthia Seto, Ridzuan Abdul Rahim, และ L. S. Tan *Mathematics Teaching in Singapore* (13, p.201-217). Singapore: World Scientific.
- Matheson, K. J. (2009). *The predominant teaching strategies in Year 8 and Year 9*

- Mathematics classrooms* (Masters). Victoria University of Wellington, New Zealand.
- OECD. (2018). PISA 2021 Mathematics Framework(Draft). Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2021-mathematics-framework.pdf>
- Perkins, D. N. (1986). *Knowledge As Design*. New York: Routledge.
- Stacey, K. (2006). WHAT IS MATHEMATICAL THINKING AND WHY IS IT IMPORTANT? Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/254408829_WHAT_IS_MATHEMATICAL_THINKING_AND_WHY_IS_IT_IMPORTANT
- Thiessen, D., Wild, M., Paige, D. D., และ Baum, D. L. (1993). *Elementary Mathematical Methods*. New York: Mocomillan.
- Tohir, M., & et al. (2020). Prospective Teachers' Expectations of Students' Mathematical Thinking Processes in Solving Problems. *European Journal of Educational Research*, 9(4), 1735-1748.
- Zetriuslita, Z., และ Ariawan, R. (2021). Students' mathematical thinking skill viewed from curiosity through problem-based learning model on integral calculus. *Infinity*, 10(1), 31-40. Retrieved from <http://www.e-journal.stkipsiliwangi.ac.id/index.php/infinity/article/viewFile/1697/1128>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ PISA 2012. กรุงเทพฯ: วี.เจ.พรินติ้ง.
- โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ชัดชัดพับลิเคชั่น.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2561). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชุติมา ฉุนอิม, และ วรินทร์ สุภาพ. (2558). การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

- มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด(CGI) ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของบาดแฮม(Badham). วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน, 8(3), 104-115.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ตีรวิทย์ ทินประภา. (2558). เอกสารประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (*Thinking Mathematically*). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- เบญจมาศ ฉิมมาลี. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของพรายวิลลิกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ปัทมา อนันต์. (2561). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประยุกต์ใช้การวิจัยอิงการออกแบบ. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุุษฎีบัณฑิต). (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก <http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/419/1/g561150023.pdf>
- ปิยพร สีสันต์. (2554). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 4 (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก https://ir.swu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/993694/2/Piyaporn_S.pdf
- ปิยะวัฒน์ ศรีสงวาลย์. (2563). การจัดการเรียนรู้ตามขั้นการปฏิบัติ 5 ขั้น ของสไตน์ที่เน้นการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- พรชัย ภาพันธ์. (2547). เมื่อโรงเรียนเป็นนิติบุคคลทุกคนต้องพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลง □ . วารสารวิชาการ, 7(1), 39-45.
- พิทักษ์ รักษาชาติ. (2557, ธันวาคม). ผลการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของพรายวิลลิกในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 20(2), 179-190. <https://so02.tc-i-thaijo.org/index.php/jemmsu/article/download/155732/113055/>
- แพรวไหม สามารถ. (2555). การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้

- กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- มาเรียม นิลพันธ์. (2558). วิจัยทางการศึกษา. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รหัท ดิบบง. (2561). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- รุ่งทิภา นามำรุ่ง. (2550). วิถีธรรมชาติแห่งการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณและการหารของเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิจิตร ศรีสอาน. (2529). การศึกษาทางไกล. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555a). การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555b). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3 – คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/mathematical-literacy/#>
- สมบัติ ท้ายเรือคำ, กาญจนา จิตกั้งวัน, และ วัชรพงษ์ ราคาแพง. (2559, สิงหาคม-ธันวาคม). การพัฒนาการรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบบูรณาการ. วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมและชุมชน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 3(7), 11-20.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสมรรถนะการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- สิทธิกร เรืองศรี. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงเรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ของอนุพันธ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ).
- สุทธินันท์ บุญพัฒนามารณ์. (2559). การพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุขฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- อััจฉรา นรภิจ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- อัมพร ม้าคอง. (2557). คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

**รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิก
ร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง**

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวัญ เพ็ชร์ชัย
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ ดร. วีรศ กิตติวรากุล
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. นางสาวอารีรัตน์ แสงดาว
ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนวัดวังน้ำเย็น

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกัญญา หะยี่สาและ
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทินันท์ บุญพัฒนาภรณ์
อาจารย์สาขาคณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
3. อาจารย์ ดร. ธีรเชษฐ เรืองสุขอนันต์
อาจารย์สาขาคณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
4. อาจารย์ ดร. วีรศ กิตติวรากุล
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. นางสาวอารีรัตน์ แสงดาว
ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนวัดวังน้ำเย็น



ภาคผนวก ข

ผลการพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
ตามแนวทางพัฒนาการคิดของพรายวิสัยกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

ตาราง 8 แสดงผลการพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
พัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58	มาก
1.2 มีความสอดคล้องทั้งด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย				4.67	0.52	มากที่สุด
2. ด้านสาระสำคัญ						
2.1 มีความสอดคล้องกับเรื่องที่สอน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย				4.83	0.41	มากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ชั้นลึ่วงความคิด มีความเหมาะสมที่จะให้ นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และได้ นำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ชี้แนะและ อำนวยความสะดวก	4	4	5	4.33	0.58	มาก
3.3 ชั้นสนับสนุนความคิด มีความเหมาะสมที่จะ ให้นักเรียนระลึถึงปัญหาที่ใกล้เคียงกันในบริบท โลกชีวิตจริง ค้นคว้า ทบทวนความรู้พื้นฐานที่ จำเป็น นำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แสดง วิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีบนกระดานแล้วนำ นักเรียนเรียนรู้ซ้ำอีกครั้งที่ละชั้นตอน	4	4	5	4.33	0.58	มาก

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.4 ขันขยายความคิด มีความเหมาะสมที่จะให้นักเรียนเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้ เขียนวิธีการแก้ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงทั้งหมดบนกระดาน ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพอย่างมีเหตุผล	4	4	4	4.00	0.00	มาก
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงคณิตศาสตร์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
3.7 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4.33	0.58	มาก
3.8 สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงมีความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย				4.46	0.51	มาก
4. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้						
4.1 มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
4.2 สถานการณ์ปัญหาของใบกิจกรรม “โจทย์ปัญหาหรือยลละ” มีความเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 สถานการณ์ปัญหาของใบกิจกรรม “กำไรขาดทุน และลดราคา” มีความเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4.4 สถานการณ์ปัญหาของใบกิจกรรม “ดอกเบียเงินฝากเงินกู้” มีความเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.5 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4.33	0.58	มาก
ค่าเฉลี่ย				4.33	0.49	มาก
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
5.2 มีการกำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่มีความเหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	มาก
5.3 ความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5.4 ความเหมาะสมแบบบันทึกการพัฒนาคิดเชิงคณิตศาสตร์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย				4.50	0.52	มาก
เฉลี่ยรวม				4.52	0.50	มากที่สุด



ภาคผนวก ค

ผลการพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

ตาราง 9 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามจากแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ที่	องค์ ประกอบ การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
				ผู้เชี่ยวชาญ							
				1	2	3	4	5			
1	การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา										
1.1	การแก้ปัญหา ระบุสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหาต้องการทราบ อะไร	สิ่งที่ต้องการทราบคือ อะไร	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	อาจใช้ “สิ่งที่สถานการณ์ ปัญหาต้องการทราบคืออะไร”	
1.2	การแก้ปัญหา ระบุสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหากำหนดให้	สิ่งที่กำหนดให้คืออะไร	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	อาจใช้ “สิ่งที่สถานการณ์ ปัญหากำหนดให้คืออะไร”	
1.3	การให้เหตุผล ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหา	ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เรื่องใดบ้าง	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้	ควรเป็นข้อ 1.4 เนื่องจากให้ นักเรียนนำเสนอความคิดก่อน สรุปความรู้ที่ใช้	
1.4	การนำเสนอ ตัวแทนความคิด เพื่อทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหา	แสดงให้เห็นถึงร่องรอย การทำความเข้าใจปัญหา ในช่องว่างด้านล่าง หรือ ในโจทย์ปัญหา	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้	นักเรียนอาจไม่เข้าใจการ แสดงร่องรอย ควรยกตัวอย่าง วิธีดวยเพื่อให้ตอบคำถามได้ ครบคลุมตามเกณฑ์ และ สลับเป็นข้อ 1.3	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ ที่	ประกอบ การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
				ผู้เชี่ยวชาญ							
				1	2	3	4	5			
2	การแก้สถานการณ์ปัญหา										
2.1	การแก้ปัญหา การแก้ปัญหา	เลือกใช้กลยุทธ์ใน การแก้ปัญหา	หาคำตอบของปัญหานี้ โดยใช้กลยุทธ์ใด	1	1	1	0	1	0.8	นักเรียนอาจไม่เข้าใจคำว่า กลยุทธ์ หรือตอบไม่ตรง อาจใช้คำอื่น เช่น วิธี และปรับ คำให้สอดคล้องกับข้างต้น (สถานการณ์ปัญหา)	
2.2	การให้เหตุผล	อธิบายเหตุผลของ การเลือกใช้กลยุทธ์ ในการแก้ปัญหา	เลือกใช้กลยุทธ์นี้เพราะ เหตุใด	1	1	1	1	1	1	นักเรียนอาจไม่เข้าใจคำว่า กลยุทธ์ หรือตอบไม่ตรง อาจใช้คำอื่น เช่น วิธี	
2.3	การนำเสนอ ตัวแทนความคิด	แสดงกระบวนการ แก้ปัญหาโดยใช้การ เขียนข้อความ วาด ภาพ หรือสัญลักษณ์	จงแสดงวิธีทำ	1	1	1	1	1	1	อาจใช้ “จงแสดงวิธีทำอย่าง ละเอียด”	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ ที่	ประกอบ การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
				ผู้เชี่ยวชาญ							
				1	2	3	4	5			
3	การสรุปคำตอบ										
3.1	การแก้ปัญหา สรุปคำตอบได้ สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหา		คำตอบของปัญหา	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้ ควรปรับให้เป็นข้อคำถาม และปรับค่าให้สอดคล้อง ข้างต้น(สถานการณ์ปัญหา)	
3.2	การให้เหตุผล อธิบายความ สมเหตุสมผลของ คำตอบ		อธิบายความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้ ควรปรับให้เป็นข้อคำถาม	
3.3	การนำเสนอ ตัวแทนความคิด โดยใช้การเขียน ข้อความ วาดภาพ หรือสัญลักษณ์		สรุปคำตอบของ สถานการณ์ปัญหา	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้ ข้อคำถามย่อยมีลักษณะ คล้ายคลึงกับข้อ 3.1 นักเรียน สามารถตอบในลักษณะ เดียวกัน สามารถพิจารณา รวมกันได้	

ตาราง 10 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกที่วัดจริงจากแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ที่	เรื่อง	สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกที่วัดจริง	ระดับความคิดเห็น					IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
			1	2	3	4	5			
1	โจทย์ปัญหา ร้อยละ	ช่วงต้นปี 2562 ประเทศไทยเกิดปรากฏการณ์ฝุ่น ปกคลุมอย่างหนาแน่น ที่เรียกว่า ฝุ่น PM2.5 ซึ่งเป็นฝุ่นละออง ขนาดเล็กที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยแหล่งกำเนิด PM2.5 ใน กรุงเทพมหานคร ร้อยละ 54 มาจากไอเสียของรถยนต์ประเภท ต่าง ๆ และร้อยละ 35 เกิดจากการเผาในที่แจ้ง ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 11 นั้นเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม และการก่อสร้าง ถ้าวันนี้มีการตรวจคุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร พบว่า มี PM2.5 65 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นักเรียนคิดว่า น่าจะมาจากไอเสียของรถยนต์ที่ไม่โครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	1	1	1	1	0	0.8	ใช้ได้	หน่วย ไมโครกรัม นักเรียนชั้นนี้ อาจยังไม่ เข้าใจ ควรมี ข้อมูลอธิบาย เพิ่มเติมและ ภาพประกอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ ที่	เรื่อง	สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกที่วิจิตร	ระดับความคิดเห็น					IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
			ผู้เชี่ยวชาญ							
			1	2	3	4	5			
2	โจทย์ปัญหา ร้อยละ	<p>อาหารมีที่ดินทั้งหมด 150 ไร่ และมีกรวางแผนเพื่อจัดการที่ดินตามเกษตรทฤษฎีใหม่ในพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9 ที่เน้นการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน โดยในขั้นต้นมีการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 พื้นที่ 30% ให้ชุดสระเก็บกักน้ำเพื่อใช้เก็บกักน้ำในฤดูฝนและใช้เสริมการปลูกพืชในฤดูแล้ง ตลอดจนการเลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำต่าง ๆ ส่วนที่ 2 พื้นที่ 30% ให้ปลูกข้าวในฤดูฝน เพื่อใช้เป็นอาหารประจำวัน สำหรับครอบครัวให้เพียงพอตลอดปี เพื่อตัดค่าใช้จ่ายและสามารถพึ่งตนเองได้ ส่วนที่ 3 พื้นที่ 30% ให้นำไปปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชผัก พืชไร่ พืชสมุนไพร ฯลฯ เพื่อเป็นอาหารประจำวัน หากเหลือบริโภคก็นำไปจำหน่าย ส่วนที่ 4 พื้นที่ 10% เป็นที่อยู่อาศัย เลี้ยงสัตว์และโรงเรือนอื่น ๆ</p> <p>ถ้านักเรียนต้องการล้อมรั้วที่ดินในส่วนที่เป็นที่อยู่อาศัยและไม่ผลัดต่าง ๆ ไปด้วยกัน ต้องล้อมรั้วให้ที่ดินส่วนนี้มีพื้นที่กี่ไร่</p>	1	1	1	1	1	ใช้ได้	<p>ปรับคำตรงส่วนคำถาม “เป็นพื้นที่ที่อยู่อาศัยและพื้นที่ปลูกไม้ผลต่าง ๆ และควรมีภาพประกอบ</p>	

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ ที่	เรื่อง	สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกที่วิจิตร	ระดับความคิดเห็น					IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
			ผู้เชี่ยวชาญ	1	2	3	4			
3	กำไรขาดทุน และลดราคา	<p>ขนมสาลีนับว่าเป็นของฝากขึ้นชื่อของจังหวัดสุพรรณบุรี</p> <p>นักศึกษาจึงต้องการติดต่อขอซื้อขนมสาลีนร้านขายของฝากของตนเอง</p> <p>โดยถ้าติดต่อผ่านบริษัทโดยตรงจะได้ส่วนลด 20% นิด้าจึง</p> <p>ตัดสินใจติดต่อทันทีและจ่ายเงินให้บริษัทไป 20,000 บาท โดย</p> <p>วางขายสูงกว่าราคาปกติ 5% เมื่อผ่านไป 3 วัน สินค้าจึงขายหมด</p> <p>นิด้าควรจะได้อะไรทั้งหมดกี่บาท</p>	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้	ความเป็นจริง ถ้าขายของ แพงอาจไม่มี คนซื้อ อาจ เปลี่ยนให้ ราคาถูกกว่า ราคาป้าย และควรมี ภาพประกอบ

ตาราง 10 (ต่อ)


ข้อ ที่	เรื่อง	สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกที่วิจิตร	ระดับความคิดเห็น					IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
			ผู้เชี่ยวชาญ	1	2	3	4			
4	กำไรขาดทุน และลดราคา	ปดมาเป็นปดนำจัดชนิดหนึ่ง และมีชื่อเสียงมากของ จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นที่มาของชื่ออำเภอบางปลาม้า เพราะ ความที่ในอดีตเคยชุกชุม มีรสชาดีอร่อย เป็นที่นิยมมาก และมี ราคาขายที่สูง วินัยเป็นพ่อค้าขายปลาขายใหญ่ที่ตลาดแห่งหนึ่ง เขาได้ ซื้อปลาม้ามาจากชาวบ้านในราคา กิโลกรัมละ 280 บาท จำนวน 20 กิโลกรัม ถ้าเขาต้องการขายแบบเหมาให้ได้กำไร 30% เขา จะต้องตั้งราคาขายไว้กี่บาท	1	1	1	1	1	ใช้ได้	ควรมี ภาพประกอบ	

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ ที่	เรื่อง	สถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกที่วิจิตร	ระดับความคิดเห็น					IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
			ผู้เชี่ยวชาญ	1	2	3	4			
5	ดอกเบี้ยเงินฝากเงินกู้	ธนาคารแห่งหนึ่งจัดกิจกรรม ออมเป็นสุข โดยให้ดอกเบี้ยร้อยละ 3 ต่อปีสำหรับผู้ฝาก แต่จะหักเงินร้อยละ 0.1 ต่อเดือน เพื่อนำไปซื้อหนังสือให้กับห้องสมุดโรงเรียนในถิ่นทุรกันดาร ถ้าดาวเข้าร่วมกิจกรรมนี้และฝากเงินเข้าบัญชี 100,000 บาท เมื่อครบ 1 ปี ดาวจะมีเงินในบัญชีทั้งหมดกี่บาท	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	อาจใช้หักร้อยละ 1.2 ต่อปี ไปเลย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน และควรมีภาพประกอบ
6	ดอกเบี้ยเงินฝากเงินกู้	พี่ต้องการกู้เงินเพื่อปลูกบ้านให้กับพ่อและแม่ที่ต่างจังหวัดเป็นจำนวนเงิน 500,000 บาท โดยธนาคาร ก คิดดอกเบี้ยร้อยละ 3 ต่อปี และธนาคาร ข คิดดอกเบี้ยร้อยละ 0.4 ต่อเดือน เขาควรจะกู้เงินธนาคารใด และต้องคืนเงินต้นพร้อมดอกเบี้ยเท่าใด เมื่อกู้ครบ 1 ปี	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้	ควรมีภาพประกอบ

พิจารณาคุณค่าด้านความสอดคล้องของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาห่วยละ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยในการพิจารณาความ
สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามการคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00 และการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์ปัญหาใน
บริบทโลกจริงกับเนื้อหา ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00





ภาคผนวก ง
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง
- แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาคณิตศาสตร์ (ค15101) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 โจทย์ปัญหาร้อยละ

เวลา 12 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 1 โจทย์ปัญหาร้อยละ(1)

เวลา 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวนิสาชล อ่วมป่วน

1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1.1 การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา

ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ

1.2 คำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ อาจหาได้โดยเขียนร้อยละในรูปเศษส่วน หรือใช้
บัญญัติไตรยางศ์

2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.5/9 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละไม่เกิน 2 ขั้นตอน

3. สาระการเรียนรู้

การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1) นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละไม่เกิน 2 ขั้นตอนได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

2) นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้

3) นักเรียนสามารถนำเสนอตัวแทนความคิดในการแก้ปัญหาได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1) นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียน

2) นักเรียนมีความตรงต่อเวลาและรับผิดชอบในการส่งงาน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของฟรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง)

7.1 ขั้นล้างความคิด (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที)

7.1.1 นักเรียนและครูร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับโรคซึมเศร้าที่พบเห็นในข่าวเป็นจำนวนมาก

7.1.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน เพื่อทำกิจกรรมในชั้นเรียนตามความสนใจโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เป็นผู้เลือก แล้วครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาในบริบทชีวิตจริงที่ต้องใช้ความรู้เรื่อง ร้อยละ ในการแก้ปัญหา ดังนี้

โรคซึมเศร้าเกิดจากความผิดปกติของสมองในส่วนที่มีผลกระทบต่อความคิด อารมณ์ ความรู้สึก พฤติกรรม รวมถึงสุขภาพทางกาย แต่ที่คนส่วนใหญ่รู้เกี่ยวกับโรคซึมเศร้ามักจะนึกถึงเพียงอาการหรือสภาพจิตใจที่เปลี่ยนไป จึงคิดว่าโรคซึมเศร้าเกิดจากความผิดหวัง หรือการได้รับความกระทบกระเทือนทางจิตใจ และจะสามารถรักษาหรือแก้ไขได้ด้วยการให้กำลังใจ ซึ่งในความจริงแล้ว โรคซึมเศร้าเป็นโรคที่เกิดจากความไม่สมดุลของสารสื่อประสาท จึงจำเป็นที่ต้องได้รับการรักษาจากจิตแพทย์ เพราะนอกจากจะต้องบำบัดอย่างถูกวิธีแล้ว ยังอาจจะต้องใช้ยาในการรักษาร่วมด้วย (สุนิดา โสภณนรินทร์. 2563: ออนไลน์)

จากรายงานการเข้าถึงบริการของผู้ป่วยโรคซึมเศร้าจากฐานข้อมูล HDC พบว่า จังหวัดสุพรรณบุรีมีประชากรที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป ประมาณ 706,000 คน และในเดือนตุลาคม 2564 มียอดประชากรสะสมที่เข้ารับการรักษาในจังหวัด ประมาณ ร้อยละ 2 ของประชากรที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป

นักเรียนคิดว่าจากรายงานข้อมูลข้างต้นมีผู้ป่วยโรคซึมเศร้าประมาณกี่คน

7.1.3 ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยใช้คำถามนำ หรือการชี้แนะให้นักเรียนสามารถคิดหาวิธีการและระลึกถึงความรู้ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

7.1.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนองานหน้าชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก

7.2 **ขั้นสนับสนุนความคิด** (ใช้เวลาประมาณ 20 นาที)

7.2.1 นักเรียนระลึกถึงปัญหาที่ใกล้เคียงกันในบริบทโลกชีวิตจริง โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ ให้นักเรียนมองเห็นสถานการณ์ที่ง่าย และเคยพบเจอในชีวิตประจำวัน

7.2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันค้นคว้า เรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหา ร้อยละ โดยเชื่อมโยงต่อยอดจากความรู้เรื่องร้อยละ และการใช้บัญญัติไตรยางศ์ ที่นักเรียนได้เรียนไปแล้ว แล้วร่วมกันสรุปว่า การแก้โจทย์ปัญหา ร้อยละ เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ โดยคำตอบของโจทย์ปัญหา อาจหาได้จากการเขียนร้อยละ และเปอร์เซ็นต์ในรูปเศษส่วน หรือใช้บัญญัติไตรยางศ์

7.2.3 นักเรียนใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีบนกระดาน

7.2.4 ครูและนักเรียนร่วมกันเรียนรู้วิธีการหาร้อยละของจำนวนนับอีกครั้งที่ละขั้นตอน

7.3 ขั้้นขยายความคิด (ใช้เวลาประมาณ 25 นาที)

7.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาทั้งหมดบนกระดาน แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็น

7.3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพจนกระทั่งนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องโดยนักเรียนมีการให้เหตุผลประกอบอย่างสมเหตุสมผล

7.3.3 ครูนำนักเรียนทุกคนให้เรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้ โดยการให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในใบกิจกรรม “ค่าป้องกันพื้นฐาน สราญใจ”

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

8.2 ใบกิจกรรม “ค่าป้องกันพื้นฐาน สราญใจ”

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน	การประเมินผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
ด้านความรู้ (K)				
1) นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละไม่เกิน 2 ขั้นตอนได้	พิจารณาการเขียนแสดงวิธีทำและคำตอบของโจทย์ปัญหา	- กิจกรรมในชั้นเรียน - ใบกิจกรรม “ค่าป้องกันพื้นฐาน สราญใจ”	- การตอบคำถามในชั้นเรียน - การเขียนได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์	- นักเรียนตอบได้คำถามในชั้นเรียนได้คะแนน 1 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่าน - นักเรียนเขียนได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน	การประเมินผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
				ถือว่าผ่าน
ด้านทักษะกระบวนการ (P)				
1) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 2) นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ 3) นักเรียนสามารถนำเสนอตัวแทนความคิดในการแก้ปัญหาได้	พิจารณาจาก การเขียนตอบ คำถาม	ใบกิจกรรม “คำป้องกันพื้นฐาน สราญใจ”	ตามเกณฑ์การประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์	นักเรียนได้คะแนน 70% ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
ด้านคุณลักษณะ (A)				
1) นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียน 2) นักเรียนมีความตรงต่อเวลาและรับผิดชอบในการส่งงาน	สังเกต พฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกต พฤติกรรมของนักเรียน	นักเรียนปฏิบัติได้มากกว่าร้อยละ 80 จะได้ 5 คะแนน ร้อยละ 71 - 80 จะได้ 4	นักเรียนได้คะแนน 3 คะแนน ขึ้นไป ถือว่าผ่าน

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน	การประเมินผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
			คะแนน ร้อย ละ 61 - 70 จะได้ 3 คะแนน ร้อย ละ 50 - 60 จะได้ 2 คะแนน น้อย กว่าร้อยละ 50 จะได้ 1 คะแนน	

เกณฑ์การประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนน	เกณฑ์
1. การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา			
1.1 สิ่งสถานการณ์ปัญหาต้องการทราบคืออะไร			
การ แก้ปัญหา	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหาต้องการทราบ	1	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ ทราบได้ถูกต้องและครบถ้วน
		0.5	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ ทราบได้ถูกต้องบางส่วน
		0	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ ทราบไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุ
1.2 สิ่งสถานการณ์ปัญหากำหนดให้คืออะไร			
การ แก้ปัญหา	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหากำหนดให้	1	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้องและ ครบถ้วน
		0.5	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้อง บางส่วน
		0	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้
1.3 จงแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหา ในช่องว่างด้านล่าง หรือในโจทย์ ปัญหา (นักเรียนอาจใช้รอยขีด การวาดแผนภาพ ตาราง บาร์โมเดล ฯลฯ)			
การนำเสนอ ตัวแทน ความคิด	ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อ ทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหา	2	ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
		1	ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหาได้บางส่วน

องค์ประกอบ การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนน	เกณฑ์
		0	ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำ ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ แสดงตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหา
1.4 ในการแก้ปัญหาใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง			
การให้ เหตุผล	ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหา	2	ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง
		1	ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
		0	ไม่ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาหรือไม่เขียน
2. การแก้สถานการณ์ปัญหา			
2.1 หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้โดยใช้วิธีการใด			
การ แก้ปัญหา	เลือกใช้กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา	2	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้ เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ทำให้ แก้ปัญหาได้รวดเร็ว
		1	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาไม่ เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ทำให้ แก้ปัญหายากเกินความจำเป็น
		0	ไม่มีการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
2.2 เลือกใช้วิธีการนี้เพราะเหตุใด			
การให้ เหตุผล	อธิบายเหตุผลของการ เลือกใช้กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา	2	อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์ใน การแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

องค์ประกอบ การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนน	เกณฑ์
		1	อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้บางส่วนหรือไม่ชัดเจน
		0	ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่เขียนอธิบายเหตุผล
2.3 จงแสดงวิธีทำ			
การนำเสนอ ตัวแทน ความคิด	แสดงกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้การเขียนข้อความ วาดภาพ หรือสัญลักษณ์	2	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและสื่อความหมาย
		1	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ไม่สื่อความหมาย หรือ ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมาย
		0	ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาและไม่สื่อความหมายหรือไม่มีการใช้ตัวแทนความคิด
3. การสรุปคำตอบ			
3.1 สรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ได้อย่างไร			
การ แก้ปัญหา	สรุปคำตอบได้ สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหา	2	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วนและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

องค์ประกอบ การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนน	เกณฑ์
		1	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรือไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
		0	สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่สรุปคำตอบ
การนำเสนอ ตัวแทน ความคิด	สรุปคำตอบของ สถานการณ์ปัญหาโดย ใช้การเขียนข้อความ วาดภาพ หรือ สัญลักษณ์	2	ใช้ตัวแทนความคิดในการสรุปคำตอบ ของสถานการณ์ปัญหาได้เหมาะสมและ สื่อความหมาย
		1	ใช้ตัวแทนความคิดในการสรุปคำตอบ ของสถานการณ์ปัญหาได้เหมาะสม แต่ สื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ใช้ตัวแทน ความคิดในการสรุปคำตอบของ สถานการณ์ปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อ ความหมาย
		0	ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการสรุป คำตอบของสถานการณ์ปัญหาหรือไม่มี การสรุปคำตอบ
3.2 อธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ ได้อย่างไร			
การให้ เหตุผล	อธิบายความ สมเหตุสมผลของ คำตอบ	2	อธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ ถูกต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
		1	อธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ ถูกต้อง แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหา
		0	ไม่สามารถอธิบายความสมเหตุสมผล ของคำตอบได้หรือไม่ให้เหตุผล

เลข ที่	พฤติกรรมที่ ต้องการ วัดประเมินผล ชื่อ - สกุล	นักเรียน สามารถ แสดงวิธี หา คำตอบฯ (K)			ผลการประเมิน	นักเรียนมีความ ตั้งใจในการเรียน (A)					นักเรียนมีความ ตรงต่อเวลาและ รับผิดชอบในการ ส่งงาน (A)					ผลการประเมิน	
		2	1	0		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวนิสาชล อ่วมป่วน)

ใบกิจกรรม

"ค่าป้องกันพื้นฐาน สราณใจ"

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำอธิบาย ให้นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ปัญหาในบริษัทโลกชีวิตจริงที่กำหนดให้

ในการเล่นเกมออนไลน์เกมหนึ่ง นักเรียนได้สังเกตเห็นค่าสถานะเวลาที่ตอนเริ่มเล่นว่ามีค่าป้องกันพื้นฐาน 500 แต่หลังจากที่นักเรียนเล่นเกมนี้ได้ 2 วัน ปรากฏว่าได้รับกล่องสุ่มของขวัญ ทำให้ค่าป้องกันเพิ่มขึ้นอีก 30% ของค่าป้องกันพื้นฐาน แสดงว่าค่าป้องกันของนักเรียนเพิ่มขึ้นมาเท่าใด

1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

1.1) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบคืออะไร

.....

1.2) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้คืออะไร

.....

1.3) จงแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหา ในช่องว่างด้านล่าง หรือในโครงข่ายปัญหา (นักเรียนอาจใช้รอยขีด การวาดแผนภาพ ตาราง บาร์โมเดล ฯลฯ)

.....

1.4) ในการแก้ปัญหาใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง

.....

.....

2) การแก้สถานการณ์ปัญหา

2.1) หากำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้โดยใช้วิธีการใด

.....

2.2) เลือกลงวิธีการนี้เพราะเหตุใด

.....

2.3) จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) การสรุปคำตอบ

3.1) สรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

.....

.....

3.2) อธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ ได้อย่างไร

.....

.....



แบบบันทึกการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามทางพัฒนาการคิดของฟรายวัลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง

คนที่.....

ชั่วโมงที่..... เรื่อง

องค์ประกอบ การคิดเชิง คณิตศาสตร์	พฤติกรรม	หมายเหตุ
การแก้ปัญหา	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
การให้เหตุผล	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
การนำเสนอ ตัวแทนความคิด	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

บันทึกหลังสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

...../...../.....

แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ

คำชี้แจง 1. แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางพัฒนาการคิดของพรายวิลลิกร่วมกับบริบทโลกชีวิตจริง เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ

2. แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 18 คะแนน โดยให้นักเรียนเขียนเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่กำหนด

3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ฉบับนี้ 1 ชั่วโมง 30 นาที

1. ธารามีที่ดินทั้งหมด 150 ไร่ และมีการวางแผนเพื่อจัดการที่ดินตามเกษตรทฤษฎีใหม่ในพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9 ที่เน้นการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน โดยในขั้นต้นมีการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้



ส่วนที่ 1 พื้นที่ 30% ให้ขุดสระเก็บกักน้ำ เพื่อใช้เก็บกักน้ำฝนในฤดูฝนและใช้เสริมการปลูกพืชในฤดูแล้ง ตลอดจนการเลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำต่าง ๆ

ส่วนที่ 2 พื้นที่ 30% ให้ปลูกข้าวในฤดูฝน เพื่อใช้เป็นอาหารประจำวัน สำหรับครอบครัวให้เพียงพอตลอดปี เพื่อตัดค่าใช้จ่ายและสามารถพึ่งตนเองได้

ส่วนที่ 3 พื้นที่ 30% ให้ปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชผัก พืชไร่ พืชสมุนไพร ฯลฯ เพื่อใช้
เป็นอาหารประจำวัน หากเหลือบริโภคก็นำไปจำหน่าย

ส่วนที่ 4 พื้นที่ 10% เป็นที่อยู่อาศัย เลี้ยงสัตว์และโรงเรือนอื่น ๆ
ถ้านักเรียนต้องการล้อมรั้วที่ดินในส่วนที่เป็นพื้นที่ที่อยู่อาศัยและพื้นที่ไม้ผลต่าง ๆ ไปด้วยกัน ต้อง
ล้อมรั้วให้ที่ดินส่วนนี้มีพื้นที่กี่ไร่

1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

1.1) สิ่งสถานการณ์ปัญหาต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

1.2) สิ่งสถานการณ์ปัญหากำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.3) จงแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหา ในช่องว่างด้านล่าง หรือในโจทย์
ปัญหา (นักเรียนอาจใช้รอยขีด การวาดแผนภาพ ตาราง บาร์โมเดล ฯลฯ)

.....

.....

1.4) ในการแก้ปัญหาใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง

.....

.....

2) การแก้สถานการณ์ปัญหา

2.1) หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้โดยใช้วิธีการใด

.....

.....

2.2) เลือกใช้วิธีการนี้เพราะเหตุใด

.....

.....

2.3 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) การสรุปคำตอบ

3.1) สรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ได้อย่างไร

.....

.....

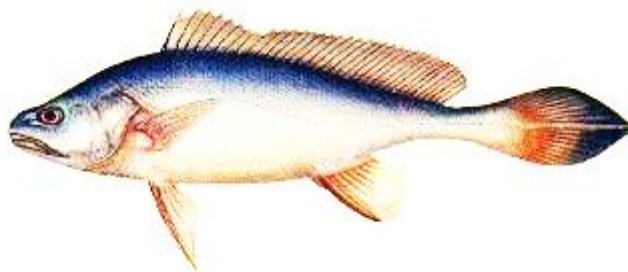
3.2) อธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ ได้อย่างไร

.....

.....



2. ปลาม้าเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง และมีชื่อเสียงมากของจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นที่มาของชื่ออำเภอบางปลาม้า เพราะความที่ในอดีตเคยมีปลาชุกชุมในบริเวณนี้ มีรสชาติอร่อย เป็นที่นิยมมาก และมีราคาขายที่สูง



วินัยเป็นพ่อค้าขายปลารายใหญ่ที่ตลาดแห่งหนึ่ง เขาได้ซื้อปลาม้ามาจากชาวบ้านในราคา กิโลกรัมละ 280 บาท จำนวน 20 กิโลกรัม ถ้าเขาต้องการขายแบบเหมาให้ได้กำไร 30% เขาจะต้องตั้งราคาขายไว้กี่บาท

1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

1.1) สิ่งสถานการณ์ปัญหาต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

1.2) สิ่งสถานการณ์ปัญหากำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.3) จงแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหา ในช่องว่างด้านล่าง หรือในโจทย์ปัญหา (นักเรียนอาจใช้รอยขีด การวาดแผนภาพ ตาราง บาร์โมเดล ฯลฯ)

.....

.....

1.4) ในการแก้ปัญหาใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง

.....

.....

2) การแก้สถานการณ์ปัญหา

2.1 หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้โดยใช้วิธีการใด

.....

2.2 เลือกใช้วิธีการนี้เพราะเหตุใด

.....

2.3 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) การสรุปคำตอบ

3.1 สรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ได้อย่างไร

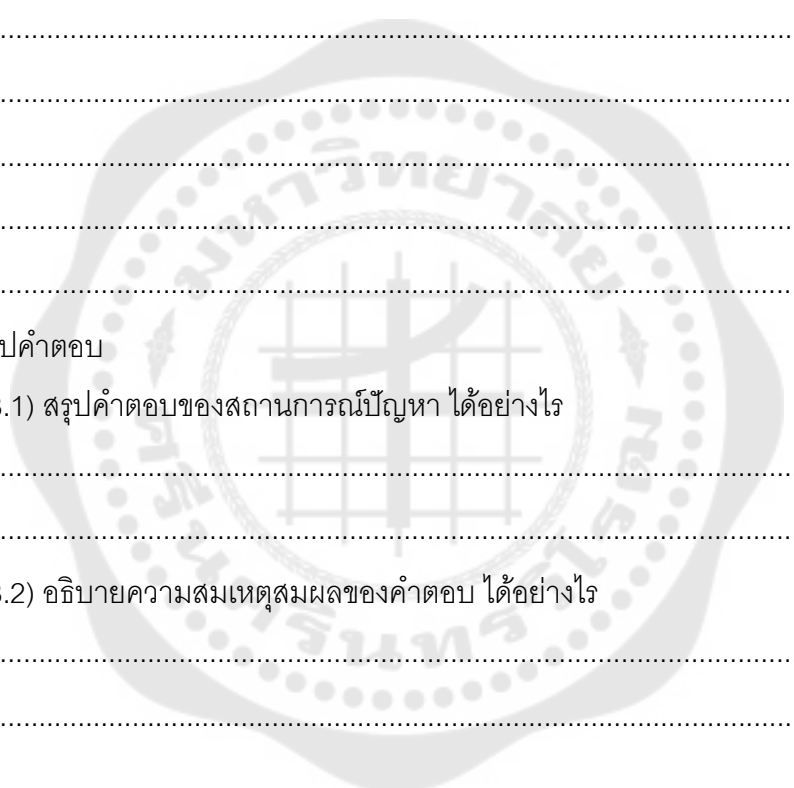
.....

.....

3.2 อธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ ได้อย่างไร

.....

.....



3. ธนาคารแห่งหนึ่งจัดกิจกรรม ออมปันสุข โดยให้ดอกเบียร้อยละ 3 ต่อปีสำหรับผู้ฝาก แต่จะหักเงินร้อยละ 0.1 ต่อเดือนจากยอดเงินฝาก เพื่อนำไปซื้อหนังสือให้กับห้องสมุดโรงเรียนในถิ่นทุรกันดาร



ถ้าดาวเข้าร่วมกิจกรรมนี้และฝากเงินเข้าบัญชี 100,000 บาท เมื่อครบ 1 ปี ดาวจะมีเงินในบัญชีทั้งหมดกี่บาท

1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

1.1) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหามองเห็นความต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

1.2) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.3) จงแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหา ในช่องว่างด้านล่าง หรือในโจทย์ปัญหา (นักเรียนอาจใช้รอยขีด การวาดแผนภาพ ตาราง บาร์โมเดล ฯลฯ)

.....

.....

1.4) ในการแก้ปัญหาใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง

.....

.....

2) การแก้สถานการณ์ปัญหา

2.1 หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้โดยใช้วิธีการใด

.....

2.2 เลือกใช้วิธีการนี้เพราะเหตุใด

.....

2.3 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) การสรุปคำตอบ

3.1 สรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ได้อย่างไร

.....

.....

3.2 อธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ ได้อย่างไร

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นิสาชล อ่วมป่วน
วัน เดือน ปี เกิด	13 พฤศจิกายน 2537
สถานที่เกิด	สุพรรณบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี พ.ศ. 2561 กศ.บ.(คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	30/1 หมู่ 1 ตำบลสนามชัย อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี 72000

