



การศึกษาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE STUDY OF MATHEMATICAL FLUENCY AND FLEXIBILITY USING PROBLEM-
SOLVING APPROACH RELATED TO EQUATIONS OF MATHAYOMSUKSA II STUDENTS

สิทธิโชค บุญช่วยแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การศึกษาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ปฏิญานีพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE STUDY OF MATHEMATICAL FLUENCY AND FLEXIBILITY USING PROBLEM-
SOLVING APPROACH RELATED TO EQUATIONS OF MATHAYOMSUKSA II STUDENTS



SITTICHOKE BOONCHAULAEW

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Mathematics)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ

สิทธิโชค บุญช่วยแล้ว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์จักรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(อาจารย์ ดร. รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงชัย อักษรคิด)
..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรืองวรินทร์อินทรวงษ์ สราญรักษ์สกุล)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญานิน กองทิพย์)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย	สิทธิโชค บุญช่วยแล้ว
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรืองวรินทร์อินทรวงษ์ สราญรักษ์สกุล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ (1) เพื่อศึกษาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ (2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน โดยมีนักเรียน 4 คน เป็นนักเรียนเป้าหมาย เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่องเกี่ยวกับสมการ ที่ไม่เกิดความรู้อันชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนการสอนแบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนมีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ผ่านเกณฑ์ที่มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ (2) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการมากขึ้น นักเรียนแสดงพฤติกรรมการด้านความคิดคล่อง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด และด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน และนักเรียนแสดงพฤติกรรมการด้านความคิดยืดหยุ่น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และด้านการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจากการแก้ปัญหา

คำสำคัญ : การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, กิจกรรมการเรียนการสอน, ความคิดคล่อง, ความคิดยืดหยุ่น

Title	THE STUDY OF MATHEMATICAL FLUENCY AND FLEXIBILITY USING PROBLEM-SOLVING APPROACH RELATED TO EQUATIONS OF MATHAYOMSUKSA II STUDENTS
Author	SITTICHOKE BOONCHAULAEW
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Lecturer Dr. Rungfa Janjaruporn
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Ruangvarin Intarawong Saramrakskul

The purposes of this research were as follows: (1) to study the ability in fluency and flexibility using problem-solving related to the equations of Matthayomsuksa Two students; and (2) to study the performance in fluency and flexibility using problem-solving related to equations. The participants included 30 Matthayomsuksa Two students. Thus, four of participants were selected as target students for in-depth behaviors on fluency and flexibility. The research content consisted of topics related to equations at the Matthayomsuksa Two level. The research tools included lesson plans, aptitude tests, observation forms and interview forms. The results of the study were as follows: (1) students who had abilities in fluency and flexibility were more than 60% of the total number of students with a statistical significance of .05; and (2) when instructional activities were conducted, there was evidence that the students worked on more problems. In terms of fluency, students had the ability to solve problems with more than one solution, and more than one category of solutions. In terms of flexibility, students had the ability to select a solution or a group of solutions that they felt corresponded with the given situation or conditions, and provided appropriate rules for the categories of solutions.

Keyword : Flexibility, Fluency, Instructional activities, Mathematical problem-solving

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. รุ่งฟ้า จันท์จากรุภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรืองวรินทร์ อินทวงษ์ ทรายักษ์สกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ท่านทั้งสองได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้ และดร.ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำแนะนำและตรวจแก้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด ประธานสอบปากเปล่า และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์ กรรมการ ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย ทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาคณิตศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการเรียน และการทำปริญญาานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวิฑิตา บุญช่วยแล้ว และคุณแม่สาคร บุญช่วยแล้ว และครอบครัวที่ได้ให้ทั้งกำลังใจและกำลังทรัพย์สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ทุกคนที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยรู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่ง และหวังว่าผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้

สิทธิโชค บุญช่วยแล้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ	ฑ
บทที่ 1 บทนำ.....	16
ภูมิหลัง	16
ความมุ่งหมายของการวิจัย	20
ความสำคัญของการวิจัย	20
ขอบเขตของการวิจัย	21
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	21
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย.....	21
ระยะเวลาที่ใช้ในงานวิจัย.....	21
เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย.....	21
ตัวแปรที่ศึกษา	21
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	22
กรอบแนวคิดในการวิจัย	24
สมมติฐานของการวิจัย.....	25
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น	27

1.1 ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	27
1.2 ลักษณะของผู้ที่มีความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	29
1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	31
1.4 การวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	36
1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	41
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	42
2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	42
2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	45
2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	47
2.4 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา.....	52
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	57
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59
1. กำหนดประชากร และเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	60
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	60
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	60
2. กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิด คล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ.....	60
จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน.....	60
ขอบเขตของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	61
แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	62
3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ.....	69
4. เก็บรวบรวมข้อมูล.....	71

แบบแผนการวิจัย	71
การดำเนินการทดลอง	71
5. วิเคราะห์ข้อมูล	72
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	73
ตอนที่ 1 ความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	73
1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	73
1.2 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย	74
ตอนที่ 2 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	75
2.1 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ เกี่ยวข้องกับสมการ	76
2.1.1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด	77
2.1.2 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน	79
2.2 พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ เกี่ยวข้องกับสมการ	88
2.2.1 ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับ สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด	88
2.2.2 ด้านการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจากการแก้ปัญหา	89
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	94
ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการดำเนินการวิจัยโดยสังเขป	94
ความมุ่งหมายของการวิจัย	94
ความสำคัญของการวิจัย	94
สมมติฐานของการวิจัย	94

วิธีดำเนินการวิจัย	94
1. กำหนดประชากร และเลือกกลุ่มตัวอย่าง	94
2. กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถ ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับสมการ	95
3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	96
4. เก็บรวบรวมข้อมูล	96
5. วิเคราะห์ข้อมูล	97
สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย	97
1. ความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	97
2. พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	98
ข้อเสนอแนะ	99
1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน	99
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	99
บรรณานุกรม	100
ภาคผนวก	107
ภาคผนวก ก การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	108
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และทดสอบสมมติฐานของกาวิจัย	115
ภาคผนวก ค ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้อื่นๆ	119
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ..	132
ภาคผนวก จ รายนามผู้เชี่ยวชาญ	139
ประวัติผู้เขียน	141



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1	เกณฑ์การให้ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตามแนวคิดของกิลฟอร์ด	38
ตาราง 2	เกณฑ์การให้ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตามแนวคิดของเซฟฟีลด์	39
ตาราง 3	เกณฑ์การให้ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตามแนวคิดของพัทธยากร บุสสยา	40
ตาราง 4	การวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	50
ตาราง 5	การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ด้านความคิดคล่องในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้าง ขึ้น.....	66
ตาราง 6	การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ด้านความคิดยืดหยุ่นในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น.....	68
ตาราง 7	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของใบกิจกรรมในชั้นเรียนรายบุคคลและ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง	74
ตาราง 8	ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย	75
ตาราง 9	จำนวนของผลเฉลี่ยที่นักเรียนหาได้ ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4, 8 และ 12.....	78
ตาราง 10	รูปแบบของผลเฉลี่ยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน”	80
ตาราง 11	ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้าน ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ..	110
ตาราง 12	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและ ความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ.....	112
ตาราง 13	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้าน ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น	113

ตาราง 14 คะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอน คณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ	116
---	-----



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	24
ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหาเป็นแนวเส้นตรง	51
ภาพประกอบ 3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต.....	52
ภาพประกอบ 4 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ที่ใช้ใน กิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ	61
ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาในแต่ละคาบเรียน	63
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน” ของ แก้วตา.....	81
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน” ของ ขวัญทิพย์	82
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน” ของ คอปเตอร์.....	82
ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน” ของ งาช้าง	83
ภาพประกอบ 10 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 “เกม Eighteen”	84
ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 “เกม Eighteen” ของ แก้วตา และคอปเตอร์.....	85
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 “เกม Eighteen” ของ ขวัญทิพย์ และงาช้าง	86
ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน” ของ แก้วตา.....	91

ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน” ของ
 ขวัญทิพย์91

ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน” ของ
 คอปเตอร์..... 92

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน” ของ งา
 ข้าว 92



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โลกในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ทั้งในด้านของนวัตกรรมและทักษะการใช้ชีวิต การดำรงอยู่ของมนุษย์เราในปัจจุบันนั้นแตกต่างกันออกไปจากสมัยก่อนเป็นอย่างมาก เห็นได้จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ช่วยอำนวยความสะดวกกับการใช้ชีวิตของมนุษย์ในทุกวันนี้ เมื่อแนวโน้มของสิ่งเหล่านั้นมีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่พบเจอยิ่งมีความซับซ้อนมากขึ้น บางปัญหาไม่สามารถแก้ได้ด้วยแนวทางแบบเดิมอีกต่อไป บุคคลที่จะแก้ปัญหาที่ทำพ่ายได้นั้นจำเป็นต้องมีทักษะทางความคิดที่ดีเป็นระบบ และคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ได้อยู่เสมอ ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงมีบทบาทสำคัญสำหรับคนยุคใหม่ เนื่องจากการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ นั้นล้วนเกิดจากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นความคิดขั้นสูงที่ทำให้มนุษย์สามารถคิดนอกกรอบออกจากความคิดแบบเดิมที่มีอยู่ ส่งผลให้เกิดแนวทางหรือสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน (อัมพร ม้าคนอง, 2553, น. 64)

ความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์เราเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการมีชีวิตอยู่อย่างมีความหมาย และมีความภาคภูมิใจในตัวตน เพราะความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นความสามารถที่บ่งบอกถึงคุณภาพของมนุษย์ แสดงให้เห็นถึงความเจริญงอกงามทางความคิดสติปัญญา และวุฒิภาวะของบุคคลว่ามีมากหรือน้อยเพียงไร และความคิดสร้างสรรค์ยังเป็นปัจจัยหลักในการส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าของมนุษย์ เห็นได้จากประเทศที่พัฒนาแล้วนั้นมีประชาชนที่ถูกพัฒนาให้มีความคิดอย่างเป็นระบบและมีความคิดสร้างสรรค์ จนสามารถสร้างผลงานที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์กับประเทศและสังคมโลกได้ (อารี พันธุ์ณี, 2557, น. 2) ทั้งนี้ ประชาชนในประเทศที่พัฒนาแล้วส่วนใหญ่มีความกล้าคิด กล้าทำ รวมถึงมีความคิดสร้างสรรค์สูง ส่งผลให้ในประเทศเหล่านั้นมีผลงานต่าง ๆ ที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อสังคมโลกมากมาย (มิ่งขวัญ ภาคสัจไชย, 2551, น. 2)

การคิดค้นองค์ความรู้ใหม่หรือประดิษฐ์นวัตกรรมจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ขั้นพื้นฐานในด้านต่าง ๆ รวมไปถึงการใช้วิจารณ์ญาณและจินตนาการผนวกเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดคุณค่าและประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม ระดับของความคิดสร้างสรรค์มีตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าความคิดทั่วไปไม่ยาก จนถึงเป็นความคิดที่อยู่ในระดับสูง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 70) โดยองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ความคิดคล่อง (fluency) (2)

ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) (3) ความคิดริเริ่ม (originality) และ (4) ความคิดละเอียดลออ (elaboration) ซึ่งองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น (Guilford, 1967, p. 61) โดยทั้งสององค์ประกอบมีความหมาย ดังนี้ (1) ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถทางความคิดเพื่อให้ได้คำตอบหรือวิธีการในปริมาณที่มากและแตกต่างกันในเวลาจำกัด และ (2) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถทางความคิด โดยสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไข คิดแล้วเลือกหรือนำไปใช้ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ต้องการ บุคคลที่จะมีความคิดสร้างสรรค์สูงนั้นต้องมีพื้นฐานความคิดที่ดีในด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นก่อน

คณิตศาสตร์ส่งผลต่อกระบวนการพัฒนาความคิดของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากคณิตศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล มีระเบียบและเป็นขั้นเป็นขั้นตอน สามารถที่จะวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน อีกทั้งยังทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้อีกด้วย สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้มนุษย์สามารถคาดการณ์ วางแผนก่อนตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนการศึกษาในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เรา เป็นประโยชน์ในการช่วยพัฒนาคุณภาพของการใช้ชีวิต ส่งผลให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในวิชาที่ต้องมีในการจัดการศึกษา โดยองค์กรสำคัญอย่างสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)) ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ได้อธิบายไว้ในหนังสือประจำปีคริสต์ศักราช 1999: การพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับอนุบาลถึงเกรด 12 (Developing Mathematics Reasoning in Grade K-12) ว่า “การสอนให้คิดต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน โดยเฉพาะการคิดแบบมีวิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์ ต้องเป็นจุดเน้นสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนด้วยเช่นกัน” (Krulik และ Rudnick, 1999, pp. 138–139) สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกให้ความสนใจในด้านการคิดที่รวมไปถึงด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับการศึกษา

การศึกษาเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนามนุษย์ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา โดยมุ่งเน้นการพัฒนาคนให้เต็มศักยภาพ สำหรับประเทศไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางความคิด

และการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยกำหนดไว้ในมาตรา 24 หมวดที่ 4 ว่าด้วย กระบวนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดประเภทหนึ่งในมาตรฐานผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 ที่ระบุว่า ผู้เรียนต้องมีความคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิด สร้างสรรค์คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพ การศึกษา, 2547, น. 92)

สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานประจำปี พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานที่จำเป็น สำหรับผู้เรียนไว้ 3 สาระ ได้แก่ (1) จำนวนและพีชคณิต (2) การวัดและเรขาคณิต และ (3) สถิติและความน่าจะเป็น โดยภาพรวมในทุกระดับชั้นจะมีจำนวนเนื้อหาที่เกี่ยวกับสาระจำนวน และพีชคณิตมากที่สุด และยังกำหนดให้มีวัดและประเมินผลความสามารถในด้านทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการวัดด้านเนื้อหาเช่นกัน โดยทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลและองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไป สร้างให้เกิดประโยชน์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ให้นักเรียนเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้น มี ความหมายและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น จึงเป็นสิ่งที่ไม่ควรแยกออกจากด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น สิ่งที่สำคัญในการสอนปัจจุบันคือครูควรสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ต้องใช้ศักยภาพอย่างมาก ในการแก้ปัญหา ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะเข้ามาช่วยพัฒนาการเรียน คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (วันดี เกษมสุขพิพัฒน์, 2554) ทั้งนี้ การจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่า ครูเน้นการท่องจำนิยาม ทฤษฎี กฎหรือหลักการ ต่าง ๆ แล้วเน้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดซึ่งคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่ครูสอน ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้อ การแก้ปัญหาจากการจดจำรูปแบบ และไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้อย่างแท้จริง กล่าวได้ ว่าการเรียนรู้เช่นนี้เป็นการมุ่งเน้นหาคำตอบมากกว่ากระบวนการเรียนรู้ สิ่งเหล่านี้เป็นการปิดกั้น โอกาสในการพัฒนาศักยภาพทางการคิดขั้นสูง ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะในการแก้ปัญหา และไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ดังเห็นได้จากผลการทดสอบของ หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความรู้และความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ตกต่ำอย่างต่อเนื่อง

ความคิดสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นความสามารถในการคิดของนักเรียนที่จะนำไปสู่วิธีการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ มีความยืดหยุ่นและมีความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ ปัญหาต่าง ๆ เป็นตัวดึงความสนใจนักเรียนให้อยากแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา แต่ปัญหา

ของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ส่วนหนึ่งมาจากการที่ครูผู้สอนคิดว่าเป็นทักษะที่เกิดขึ้นได้ยากและไม่สำคัญมากนักในวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ครูผู้สอนมักมองข้ามการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไป (Pehkonen, 1999, p. 45) ครูเน้นที่เนื้อหามากกว่าด้านทักษะกระบวนการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความคิดสร้างสรรค์ ส่งผลทำให้การประเมินมาตรฐานการศึกษาของประเทศไทยในรอบที่สอง ประจำปี 2557 พบว่า มาตรฐานที่ 4 นักเรียนมีความสามารถในการคิดด้านต่าง ๆ รวมไปถึงความคิดสร้างสรรค์ เป็นมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยจากการประเมินน้อยที่สุด (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2557) สอดคล้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ซึ่งได้ศึกษาและวิจัยโดยทอแรนซ์ และยามาโมโต (Torrance and Yamamoto) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และจะมีการพัฒนาการอย่างคงที่จนจบระดับมัธยมศึกษา (Torrance, 1962, pp. 97–98)

ความคิดสร้างสรรค์สามารถช่วยให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ จึงเป็นสิ่งที่ครูควรส่งเสริมให้กับนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน (Torrance, 1973, pp. 16–17) โดยความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้หากได้รับการส่งเสริมและพัฒนาอย่างเหมาะสมและต่อเนื่อง โดยมาจากการสอน และการปฏิบัติอย่างถูกวิธี (สิริพรรณ ทศนพานิษฐ์, 2558) การสร้างเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะช่วยทำให้นักเรียนมีแนวทางทางที่หลากหลาย มีขั้นตอนทางความคิดและมีจินตนาการ ประยุกต์ความรู้เพื่อนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่และมีคุณค่า ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น อยากสืบค้นและลองสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ โดยบรรยากาศที่จะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การเปิดให้คิดและนำเสนอแนวคิดของนักเรียนเองอย่างอิสระ ผ่านคำปรึกษาหรือคำแนะนำของผู้สอน การสอนเริ่มจากนำเสนอปัญหาที่มีความท้าทาย ดึงดูดความสนใจเหมาะสม และให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาแก้ปัญหาและได้อภิปรายร่วมกันถึงแนวคิดของตนเองเพื่อเป็นการเพิ่มเติมแนวคิดให้สมบูรณ์และหลากหลายยิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 70)

นอกจากนี้ โพลยา (Pólya, 1957, pp. 92-93) ได้เสนอแนวคิดว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ ซึ่งโพลยาถือว่าขั้นวางแผนแก้ปัญหาในกระบวนการแก้ปัญหาเป็นขั้นที่ฝึกให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี ขั้นตอนนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดสิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นพบและเรียนรู้สิ่งที่ต้องการ ดังนั้น การสอนควรเปิดโอกาสกับนักเรียนให้สามารถคิดวางแผนหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้

อย่างอิสระ สิ่งนี้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้นได้ ส่วน เพชโคเนน (Pehkonen, 1997, p. 65) ได้กล่าวสนับสนุนแนวคิดของโพลยาข้างต้นว่า ความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ นักเรียนที่ ความคิดสร้างสรรค์สูงจะสามารถแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี และนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดีจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงด้วย และโบนอตโตและซานโต (Bonotto และ Santo, 2015, p. 121) ยังกล่าวว่า การแก้ปัญหานั้นมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับความคิดสร้างสรรค์ โดยการแก้ปัญหาจะช่วยเสริมสร้างและพัฒนาในด้านความรู้และด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนไปในคราวเดียวกันได้

จากที่มาและความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เนื้อหาเรื่องเกี่ยวกับ สมการ เพื่อศึกษาความสามารถและพฤติกรรม ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และเป็นแนวทางในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ในอนาคตต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ
2. เป็นข้อมูลสำหรับครูในการพัฒนาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ
3. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้สนใจในการสร้างกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ไม่น้อยกว่า 3.0 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ไม่น้อยกว่า 3.0 ในกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยแบ่งนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ แล้วเลือกนักเรียนกลุ่มสูง 1 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) ในการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรม ซึ่งได้นักเรียนเป้าหมายทั้งหมด 4 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในงานวิจัย

เวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 14 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยเป็นเวลาดอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ซึ่งแบ่งเป็นเวลาสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ จำนวน 12 คาบเรียน และเวลาสำหรับการทดสอบความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ จำนวน 2 คาบเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาในการวิจัยเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ที่ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

2.2 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่ และต้องการคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีหรือขั้นตอนการหาคำตอบในทันที

2. **การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิธีการในการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ มาประยุกต์และปรับใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. **กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา และขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล

4. **ความคิดคล่อง** หมายถึง ความสามารถทางการคิดหาผลเฉลยให้ได้จำนวนมาก และมีความแตกต่างกันในเวลาจำกัด ซึ่งในที่นี้พิจารณาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาจำกัด

4.2 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

5. **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง ความสามารถทางการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์โดยเลือกผลเฉลยที่ได้ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด และจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยที่ได้ให้มีความแตกต่างและไม่ทับซ้อนกัน ซึ่งในที่นี้พิจารณาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

5.2 ด้านการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจากการแก้ปัญหา

6. **ความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง คะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยพิจารณาจาก

6.1 คะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคลระหว่างเรียน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ โดยแต่ละระยะมีคะแนน 20 คะแนน (ใบกิจกรรมระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม)

6.2 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น (แบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนเต็ม)

7. พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยพิจารณาจาก

7.1 ผลงานเขียนจากการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

7.2 ผลการสังเกตนักเรียนเป้าหมายของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ขณะที่นักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหา โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

8. กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา (problem-solving approach) ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

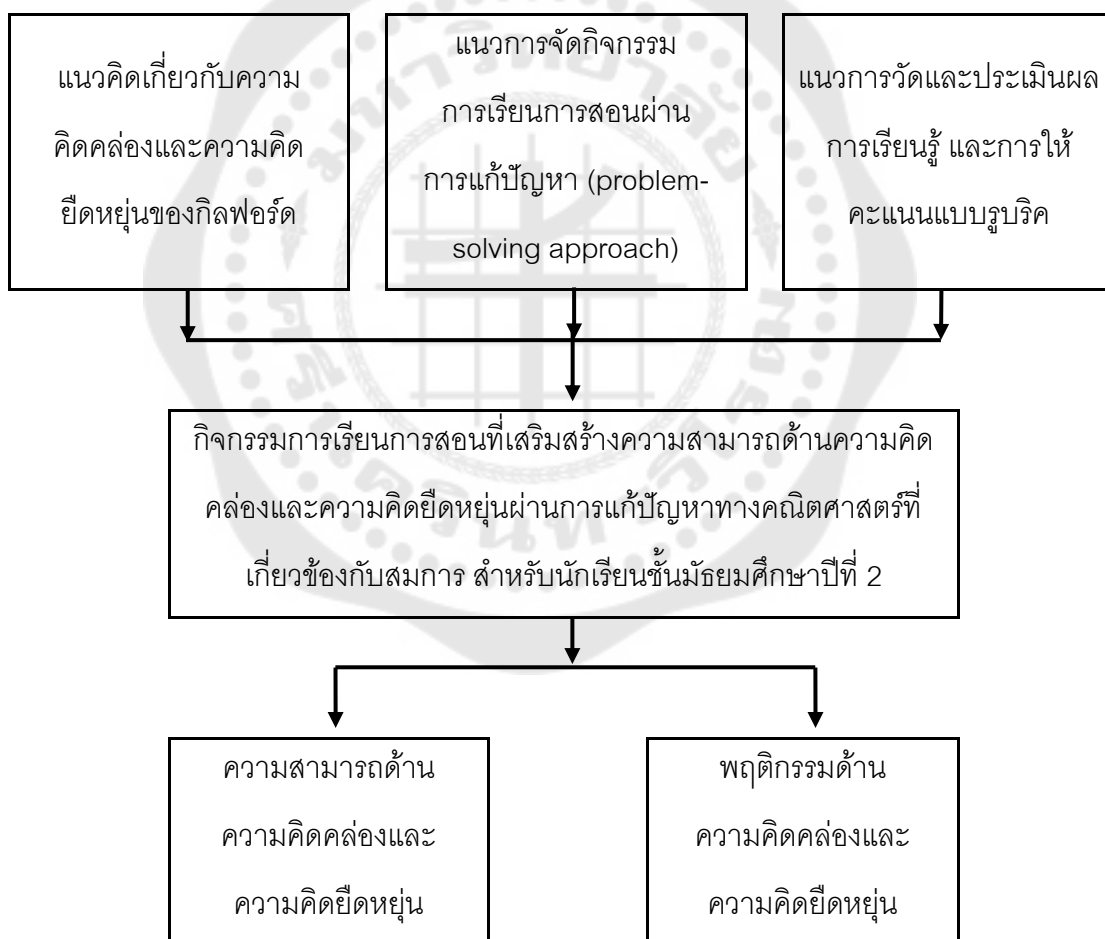
สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยจำนวนมาก โดยใช้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสมการ ที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการแก้ปัญหา ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาให้ได้จำนวนมากและมีความแตกต่างกันในเวลาที่กำหนด เลือกผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด และกำหนดเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ภายหลังจากการแก้ปัญหาคครูและนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหานั้นหน้าชั้นเรียน

9. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น หมายถึง แบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการตรวจสอบความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยปัญหาที่ไม่คุ้นเคย จำนวน 2 ข้อ แต่ละข้อเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีผลเฉลยจำนวนมาก และใช้เนื้อหา เรื่อง สมการ ในการแก้ปัญหา โดยแต่ละข้อมีการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (analytic scoring)

10. แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น หมายถึง แบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้บันทึกพฤติกรรมของนักเรียนขณะที่ลงมือแก้ปัญหาในด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ (check list) แบบบันทึกภาคสนาม (field note) และแบบสัมภาษณ์ (interview form)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาความสามารถและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ สมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ที่มีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามรายละเอียดในแต่ละหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

- 1.1 ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.2 ลักษณะของผู้ที่มีความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.4 การวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ตอนที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 แนวการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

1.1 ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของมนุษย์ในการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ ที่แตกต่างหรือแปลกใหม่ โดยความคิดนั้นต้องมีคุณค่าและเกิดประโยชน์นี้ ทุกคนล้วนมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในตนเองมากหรือน้อยแตกต่างกันตามความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ และการฝึกฝน นักการศึกษาหลายท่านได้ตระหนักถึงคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์ และให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ในหลากหลายแง่มุม เช่น ทอเรนซ์ (Torrance, 1962, p. 16) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า “เป็นกระบวนการของความรู้สึกรวดเร็วต่อปัญหา สิ่งที่ยาก หายไป หรือสิ่งที่ยังไม่ประสานกัน แล้วเกิดความพยายามในการสร้างแนวคิด ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และเผยแพร่ผลที่ได้ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ อันเป็นแนวทางการค้นพบสิ่งใหม่ๆ ต่อไป” ในขณะที่ วอลลาซ และโคแกน (Wallach และ Kogan, 1965, p. 34) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า “เป็นความสามารถของบุคคลที่สามารถคิดในสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันหรือเชื่อมโยงกันได้ดี เรียกว่า ความคิดโยงสัมพันธ์ (associated thinking) กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็จะใช้เป็นแนวทางในการระลึกถึงสิ่งอื่นที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ โดยยิ่งคิดได้มากเท่าไรก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ออกมามากเท่านั้น”

สำหรับ กิลฟอร์ด (Guilford, 1967, p. 61) ซึ่งทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับความมีเหตุผล การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่า 20 ปี ได้กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดพื้นฐานทั่วไป เป็นการคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่ไม่มีใครเคยนึกมาก่อนและเป็นความคิดที่เป็นผลประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น” ความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นความคิดแบบอบเนกนัย (divergent thinking) กล่าวคือ “เป็นความคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จ” โดยองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดประกอบด้วย 4 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexible) ความคิดริเริ่ม (originality) และความคิดละเอียดละออ (elaboration) โดยกิลฟอร์ดได้เสนอแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญและเป็นพื้นฐานไว้ 2 ข้อ ได้แก่ 1) ความคิดคล่องเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการแสดงถึงความพร้อมที่จะคิดในแนวทางใหม่ๆ ทำให้ค้นพบคำตอบที่ต้องการ และ 2) ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดที่ยืดหยุ่น นั่นคือ มีความพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงแนวทางของการรับรู้หรือการคิดได้เสมอ โดยกิลฟอร์ดได้ให้ความหมาย 2 องค์ประกอบ ที่เป็นพื้นฐาน ไว้ดังนี้

ความคิดคล่อง เป็นความสามารถที่ต้องคิดหาคำตอบที่ไม่ซ้ำกันและมีปริมาณมากอย่างรวดเร็วในเวลาจำกัด ความคิดคล่องเป็นองค์ประกอบหลักที่ใช้แก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะด้วยเวลาที่น้อยและต้องหาวิธีแก้ได้หลายวิธี

ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถที่ต้องคิดหาคำตอบได้หลายประเภทหลายทิศทาง เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด

ฮอลสัน. โรเบิร์ต ดับบลิว (2535, น. 15) ได้กล่าวว่าสนับสนุนแนวคิดของกิลฟอร์ดเกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ว่า “ความคิดสร้างสรรค์นั้นมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 อย่าง ได้แก่ ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยความคิดคล่อง หมายถึงความสามารถในการสร้างความคิดเห็นออกมาในปริมาณมาก เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและราบรื่น และความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาความแตกต่างที่ผิดไปจากแนวทางการแก้ไขเดิมโดยไม่เคยใช้วิธีนั้นมาก่อน” นอกจากนี้ เบิร์น (Bruns, 1995, pp. 25–39) ได้อธิบายว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มี 4 องค์ประกอบเช่นเดียวกับกิลฟอร์ด โดยด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเบิร์นได้ให้ความหมายไว้ว่า “ความคิดคล่อง เป็นการแสดงความคิดได้จำนวนมากอย่างรวดเร็ว ในเวลาที่เหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ และความคิดยืดหยุ่นเป็นการแสดงความคิดที่แตกต่างกัน หลายทิศทาง หรือหลายประเภท ซึ่งกิจกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นอาจจัดเป็นกิจกรรมแบบตัวต่อตัวหรือแบบกลุ่มก็ได้”

สำหรับนักการศึกษาไทย ทิศนา แคมมณี (2544, p. 143) และพัทธยากร บุษสยา (2559, น. 9–10) ให้ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นไปในทำนองเดียวกัน ซึ่งสนับสนุนแนวคิดของกิลฟอร์ด ฮอลสัน โรเบิร์ต ดับบลิว และเบิร์น กล่าวโดยสรุปได้ว่า ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาผลเฉลยหรือวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และต่อเนื่อง ได้ผลเฉลยในปริมาณมากในเวลาจำกัด และความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการแสดงกลุ่มแนวคิดหรือคำตอบในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย สามารถคิดหาผลเฉลยหรือแก้ปัญหาได้หลายวิธี หลายรูปแบบ และเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้แบบฉับพลัน เมื่อจำเป็น นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 116–120) ได้เสริมว่า “ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี การคิดให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือวิธีที่หลากหลายเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองที่จะนำเอาคำตอบของปัญหาออกมา ในขณะที่ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือกนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวส่งเสริมให้ความคิดคล่องมี

ความแตกต่างกันออกไป ซึ่งในความคิดคล่องที่มีคำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันนั้น ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นยังต้องจัดหมวดหมู่ของคำตอบให้มีความแปลกแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน จากนั้นจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาเปรียบเทียบกันว่า ความคิดใดเป็นความคิดที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา”

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายไว้ว่า **ความคิดคล่อง** หมายถึง ความสามารถทางความคิดในการหาคำตอบหรือผลเฉลยให้ได้ปริมาณมากและมีความแตกต่างกันในเวลาที่กำหนด และ **ความยืดหยุ่น** หมายถึง ความสามารถทางความคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ โดยเลือกผลเฉลยที่ได้ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด และจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยที่ได้ให้มีความแตกต่างและไม่ทับซ้อนกัน

1.2 ลักษณะของผู้ที่มีความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ในการศึกษาการแสดงออกด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน ครูผู้สอนต้องสังเกตพฤติกรรมในการทำงานของนักเรียนระหว่างจัดกิจกรรม ทั้งสองความคิดต่างก็เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ทำให้ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้นมีลักษณะในทำนองเดียวกันกับลักษณะของพฤติกรรมด้านความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนักการศึกษาได้นำเสนอแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะของพฤติกรรมด้านความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

ทอเรนซ์ (Torrance, 1962, p. 63) ผู้ซึ่งได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ได้กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

- 1) มีความอยากรู้อยากเห็น ชอบเสาะแสวงหาความรู้ สืบรวจ ค้นคว้า และทดลอง
- 2) ช่างสงสัย ชอบซักถาม มีความพยายามในการหาคำตอบ
- 3) ช่างสังเกต มองเห็นสิ่งที่แปลกแตกต่างได้อย่างรวดเร็ว
- 4) ชอบแสดงออก มีความมั่นใจในตนเอง
- 5) พอใจและสนุกสนานในการใช้ความคิด มีอารมณ์ขัน
- 6) มีสมาธิในสิ่งที่ตนเองสนใจ มีความคิดเป็นของตนเอง
- 7) มีจินตนาการ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น. 115) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ในทำนองเดียวกับทอเรนซ์ ซึ่งสรุปได้ว่า “นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีลักษณะเป็นบุคคลที่ตื่นตัวอยู่เสมอ มีความรู้สึกไวต่อปัญหา มีความจดจ่อ ช่างคิดพินิจพิเคราะห์ เปิดรับประสบการณ์ต่าง ๆ จากผู้อื่น คิดแตกต่างจากผู้อื่น มีความคล่องในการคิด มีความยืดหยุ่นในการคิด และมีแรงจูงใจ มีความเป็นผู้นำ ช่างสังเกต ชอบสำรวจค้นคว้าทดลอง ชอบซักถามโดยใช้คำถาม

แปลก ๆ มีความเป็นอิสระ มีความเชื่อมั่นในตัวเองสูง มีผลงานที่ไม่ซ้ำแบบใคร” ในทำนองเดียวกัน อารี พันธุ์มณี (2557, น. 19–20) ได้กล่าวสนับสนุนเกี่ยวกับลักษณะของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า “เป็นบุคคลที่มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ผ่านไปได้อย่างดี มีจิตใจจดจ่อและมีความอดทน เป็นผู้ที่ไม่ยอมเลิกล้มอะไรง่าย ๆ มีความคิดคำนึงหรือจินตนาการสูง มีลักษณะความเป็นผู้นำ มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง ชอบรับประสบการณ์ใหม่ ๆ นับถือตนเองและเชื่อมั่นในตนเองสูง มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น ยอมรับและสนใจสิ่งที่แปลก ๆ กล้าเผชิญความจริง ไม่ค่อยเคร่งครัดกับระเบียบแบบแผน ไม่ยึดมั่นในสิ่งหนึ่งจนเกินไป ชอบทำงานเพื่อความสนุกและพอใจของตนเอง และมีอารมณ์ขัน”

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 130–131) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็น คิดแปลกแตกต่าง ชอบทำสิ่งที่ท้าทายความคิด และมีอารมณ์ขัน

ในส่วน of นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้นจะมีลักษณะในการแสดงออกของพฤติกรรมในลักษณะคล้ายกันกับที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น แต่นักเรียนจะมีการใช้ความคิดและให้เหตุผลมากขึ้น โดยพฤติกรรมเหล่านั้นสามารถสังเกตได้ในขณะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ทั้งนี้ เมนโดซา (Mendoza, 2009, p. 53) ได้กล่าวถึง ลักษณะของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 1) ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ ถ้ามีเหตุผลที่อธิบายได้
- 2) ชอบซักถาม เมื่อเกิดข้อสงสัย
- 3) ชอบพูดเกี่ยวกับวิธีการคิดแบบใหม่ในการแก้ปัญหา
- 4) มีความคิดยืดหยุ่น สามารถได้หลายทาง
- 5) กล้าทดลองทำเพื่อพิสูจน์ความคิดของตนเอง ถึงแม้จะไม่แน่ใจผลที่เกิดขึ้น
- 6) ชอบมีคำถามหรือปัญหาแปลกใหม่ท้าทายให้คิด
- 7) มีความสนใจอย่างกว้างขวางในเรื่องต่าง ๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับ

คณิตศาสตร์

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยความหมายของพฤติกรรมดังกล่าว หมายถึง การแสดงออกของนักเรียน ในด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยพิจารณาจาก ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตนักเรียนเป้าหมายของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ขณะที่นักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรม และกล้องบันทึกวิดีโอ ช่วยในการเก็บข้อมูลและรายละเอียดเหล่านั้น

1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นต่างก็เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ดังนั้น แนวทางการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จะมีผลต่อการส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นได้เช่นกัน ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่พัฒนาเพิ่มมากขึ้นจากเดิมได้โดยผ่านการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น ครูจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทที่สุดในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน นักการศึกษาจึงได้เสนอแนวทางทางการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

ทอเรนซ์ (Torrance, 1962) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายประการ โดยเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ดังนี้

1) ส่งเสริมให้นักเรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถาม และไม่มุ่งเน้นเพียงแต่คำตอบเพียงอย่างเดียว

2) ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดที่แปลกใหม่ของนักเรียน

3) กระตุ้นหรือรับต่อคำถามแปลก ๆ และตอบคำถามของนักเรียนอย่างมีชีวิตชีวา

4) แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่า โดยไม่ใช้วิธีการชักจูงใจด้วย

คะแนน

5) กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

6) เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ใช้วิธีการชักจูงใจด้วย

คะแนน

7) ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกใหม่และมีคุณค่า

โพลยา (Pólya, 1957, pp. 92–93) ได้นำเสนอความคิดเห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถทำให้นักคิดเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งโพลยาแบ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

3) ขั้นดำเนินการตามแผน

4) ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ

ซึ่งในขั้นวางแผนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญ กล่าวคือ เป็นขั้นที่เน้นการฝึกให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่ และเกิดการหยั่งรู้ถึงสิ่งที่ต้องการ

ได้ นอกจากนี้ วิลสัน (D. B. Wilson, 1978, p. 425) ยังได้กล่าวว่ากระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยานั้นเป็นไปในลักษณะเดียวกับกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดย วิลสันได้แบ่งกระบวนการนั้นเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นเข้าใจปัญหา (understanding the problem phases) ประกอบด้วย สถานการณ์ปัญหา การทดสอบปัญหานั้นเข้าใจ และการรับรู้ปัญหา
- 2) ขั้นวางแผน (devising a plan phases) ประกอบด้วย การทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และการเข้าใจปัญหา
- 3) ขั้นดำเนินการตามแผน (carry out the plan phases) ประกอบด้วย การตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา และการแสดงวิธีการแก้ปัญหา
- 4) ขั้นทบทวน (looking back phases) ประกอบด้วย การทดสอบและยอมรับวิธีการแก้ปัญหา การตรวจสอบการแก้ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ

โดยรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาคงกล่าวถึงในตอนที่ 2 หัวข้อ 2.3 ต่อไป

ในส่วนของตัวงานในการจัดกิจกรรม เชฟฟิลด์ (L. J. Sheffield, 2000, pp. 5-6) ได้กล่าวว่า ควรมอบหมายงานให้นักเรียนโดยมีลักษณะ ดังนี้

- 1) ควรใช้คำถามให้นักเรียนได้คิด ไม่ใช่คำถามที่ให้เดาสิ่งที่ครูต้องการหรือเดาคำตอบในจิตใจครู
- 2) ควรมอบหมายงานให้นักเรียนทำได้โดยใช้ความรู้ที่เคยศึกษามาก่อนในอดีตจนค้นพบหลักการหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างที่ไม่เคยคิดมาก่อน
- 3) ควรมีงานในลักษณะที่เปิดโอกาสให้สำรวจ สะท้อนผล และขยายผลความคิดที่ตกผลึกไปสู่ความสัมพันธ์ของเนื้อหาใหม่ ๆ
- 4) ควรมอบงานที่เปิดโอกาสให้แสดงความสามารถได้หลากหลายทั้งระดับและวิธี โดยพยายามใช้คำถามเป็นหลัก
- 5) ควรอนุญาตให้ใช้ความรู้รวมไปถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ในการตอบคำถาม
- 6) ควรให้เวลาที่เพียงพอและเหมาะสมในการแก้ปัญหากับนักเรียน
- 7) ควรให้งานที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำงาน
- 8) ใช้คำถามที่เปิดกว้าง โดยเป็นคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือมีวิธีคิดในการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธี

ในส่วนของการตั้งคำถาม เชฟฟิลด์ (Sheffield และ Cruikshank, 2003, pp. 7–10) ได้ยกตัวอย่างแนวทางในการใช้คำถามของคุณเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ไว้ดังนี้

1) ใคร?

- ใครมีคำตอบที่แตกต่างนอกเหนือจากนี้บ้าง
- ใครมีวิธีคิดที่แตกต่างจากนี้บ้าง
- ใครมีคำถามหรือข้อสังเกตใดบ้างจากโจทย์นี้

2) อะไร?

- อะไรคือสิ่งสำคัญของปัญหานี้
- นักเรียนเข้าใจปัญหานี้อย่างไร
- จะเป็นอย่างไรถ้าเปลี่ยนแปลงบางส่วนของปัญหา

3) อย่างไร?

- ปัญหานี้แตกต่างจากปัญหานั้นอย่างไร
- มีวิธีการคิดที่เป็นไปได้กี่วิธี
- จะเป็นอย่างไรถ้าเปลี่ยนแปลงบางส่วนของปัญหา

สำหรับนักการศึกษาไทย ศศิธร แม่นสงวน (2555, น. 199–201) ได้นำเสนอแนวทางในการสอนให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนี้

1) เพิ่มจุดมุ่งหมายของการสอนพฤติกรรมสร้างสรรค์ลงในการสอนทุกครั้งและจัดหา กิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

2) กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์แบบต่าง ๆ ในการฝึก โดยใช้หลายรูปแบบวิธี

3) การทำงานหรือการถามคำถาม ไม่ควรจำกัดความคิด เช่น มีเพียงหนึ่งคำตอบ ที่ถูกต้อง และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงงาน คำตอบ หรือความคิดของนักเรียนด้วย

4) อาจเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันตั้งเกณฑ์การประเมินชิ้นงานซึ่งเป็นผลผลิตจาก ความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมา แทนที่จะใช้เกณฑ์ของคุณเพียงฝ่ายเดียว

ในขณะที่ สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555, น. 68) ได้กล่าวว่า “การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำได้หลายวิธีทั้งทางตรงและทางอ้อม” โดยวิธีการส่งเสริม มีดังนี้

1) เตรียมบรรยากาศในการเรียนให้นักเรียนรู้สึกไม่กลัวและถูกควบคุมด้วยกฎเกณฑ์ นักเรียนแสดงความคิดที่แตกต่างได้ เมื่อนักเรียนมีอิสระทางคิด การตัดสินใจจะมีศักยภาพพอที่จะทำให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2) ส่งเสริมให้นักเรียนมีการถามตอบ และมอบความสนใจให้กับคำถามแปลก ๆ โดยการตอบกลับอย่างเป็นมิตร ครูไม่ควรเน้นเพียงคำตอบหรือสิ่งที่ถูกต้องสิ่งที่ถูกต้องเพียงเท่านั้น แต่ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ค้นหาและยืนยันคำตอบของตนเอง โดยแนะนำให้หาคำตอบจากแหล่งข้อมูลหลากหลายที่ เพื่อนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์

3) ส่งเสริมการใช้คำถามปลายเปิดที่มีคำตอบไม่ตายตัว เพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดไตร่ตรองในการหาคำตอบ คำถามลักษณะนี้ นักเรียนจึงต้องค้นหาข้อมูลจากอื่นเพิ่มเติม

4) สนับสนุนเกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น โดยให้แนวคิดเพื่อชักจูงนักเรียนให้มีความสนใจเรียนรู้ด้วยตนเอง ชื่นชมนักเรียนที่พยายามเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการมอบกำลังใจและผลักดันให้ริเริ่มการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ และคิดค้นวิธีการใหม่ ๆ ที่จะทำให้งานบรรลุผล

5) ส่งเสริมให้ใช้จินตนาการตนเองและชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกออกไปจากคนอื่น ๆ ซึ่งเป็นการแสดงออกถึงการมีความคิดริเริ่ม หรือกล่าวชื่นชมกับสิ่งที่นักเรียนทำผลงานออกมา

6) ส่งเสริมกระบวนการทางความคิดที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ โดยกระตุ้นนักเรียนได้คิดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างจากเดิม และส่งเสริมให้คิดแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ ๆ

ในส่วนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อรรถพรณ พรสีมา (2543, น. 43-44) ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมที่จำเป็นต่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยสรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องไว้ ดังนี้

1) ฝึกเสนอแนะความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุและแนวทางแก้ปัญหาหลายแนวทาง
2) ฝึกเสนอความคิดเห็นเพิ่มเติมและให้มีความแตกต่างจากความคิดเห็นของคนอื่น

3) ฝึกมองหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หลาย ๆ เหตุการณ์

4) ฝึกถามคำถามหลาย ๆ คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด

5) ฝึกคิดหาทางเลือก/แนวทางที่เป็นไปได้ เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 25) ได้นำเสนอแนวคิดสนับสนุนเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยกล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นการสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่ หาวิธีการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่สะดวก ง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากกว่า” ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อให้คิดได้อย่างอิสระ อาจทำได้หลายรูปแบบหรือหลายวิธี หรือใช้คำถามที่เป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งจะมีคำตอบปลายเปิดหรือกระบวนการปลายเปิดก็ได้

ในขณะที่ ศศิธร แม้นสงวน (2555, น. 199–201) ได้กล่าวว่า “การช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูควรจัดกิจกรรมหรือใช้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้ โดยคำตอบที่หาได้ควรจะมากกว่าหนึ่งคำตอบ ครูไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น เมื่อนักเรียนได้คำตอบครูควรกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบหรือแนวคิดอื่น ๆ ครูต้องแสดงให้นักเรียนตระหนักถึงการให้ความสำคัญกับแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบนั้น ด้วยการส่งเสริมและยอมรับแนวคิดหรือวิธีการอย่างหลากหลายของนักเรียน การให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ อย่าง เป็นสิ่งที่มีคุณค่ามากกว่าการที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์การแก้ปัญหาหลาย ๆ ปัญหาโดยใช้แนวคิดหรือวิธีการเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นเองโดยอาศัยประสบการณ์ของนักเรียนที่ได้จากการแก้ปัญหาที่คล้ายกัน เป็นการช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาอย่างแท้จริง”

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 132–134) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คิดกำหนดปัญหาให้ชัดเจน เป็นขั้นตอนเริ่มต้นซึ่งสำคัญที่สุด โดยนักเรียนต้องคิดเกี่ยวกับทิศทางในการแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในขั้นตอนต่อไปได้อย่างมีเป้าหมาย

ขั้นที่ 2 คิดหาคำตอบที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนการคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ให้ได้มากที่สุด โดยคิดให้ได้หลากหลายแนวทาง ทั้งนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดในแนวทางของตนเอง เพราะอาจจะมีคำตอบของนักเรียนบางคนที่เป็นสิ่งแปลกใหม่และมีคุณค่า ครูไม่ควรสกัดกั้นความคิดของนักเรียน แม้ว่าคำตอบของนักเรียนจะดูไม่สมเหตุสมผล นอกจากนี้ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองอย่างเต็มที่ ซึ่งกระบวนการในขั้นตอนนี้เป็นการฝึกให้มีความคิดริเริ่มได้อย่างดี

ขั้นที่ 3 คิดพิจารณา ไตร่ตรอง วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ และสมเหตุสมผล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องนำสิ่งที่รู้หรือประสบการณ์มาผนวกกันให้เกิดการคิดพิจารณา จนไปถึงวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของคำตอบจากขั้นที่ 2 การคิดในขั้นตอนนี้เรียกว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นที่ 4 ตัดสินใจ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องตัดสินใจเลือกใช้คำตอบหรือแนวทางต่าง ๆ ถ้าคำตอบหรือแนวทางนั้นดำเนินการแก้ปัญหาต่อไม่ได้ ให้นักเรียนย้อนกลับไปดูคำตอบที่ได้จากขั้นตอนก่อน แล้วค่อยตัดสินใจเลือกคำตอบอีกครั้ง

สำหรับการใช้คำถามของครูเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b, น. 151) ยกตัวอย่างการใช้คำถาม เช่น

- นักเรียนจะสร้างรูปแบบ แบบแผน หรือแบบจำลอง เพื่อแสดงสิ่งที่สรุปหรือสิ่งที่ เป็นคำตอบได้อย่างไร

- นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้น ถ้า ... หรือคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้น ถ้าไม่
- นักเรียนแบบรูปหรือไม่ และอธิบายแบบรูปนั้นได้อย่างไร
- ถ้านักเรียนใช้เพียงแค่ว่า ... จะเป็นอย่างไร
- อะไรคือประเด็นสำคัญ หรือความคิดที่เป็นหลักในการเขียนในบทเรียนนี้
- นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการอื่นอย่างไรบ้างที่แก้ปัญหาในสิ่งนี้ได้เช่นกัน
- มีกลยุทธ์หรือกระบวนการอื่น ๆ ใดบ้างที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า แนวทางในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ นั้นมีหลากหลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับความประสงค์ของแต่ละบุคคลว่าต้องการที่จะนำลักษณะของการ ส่งเสริมแบบใดไปใช้ เนื่องจากทุกรูปแบบสามารถที่จะนำมาส่งเสริมหรือพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ได้ สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้แนวทางหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น จะเน้นไปที่การสอนผ่านการแก้ปัญหา โดย ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหาปลายเปิด กล่าวคือ เป็นปัญหาที่มี คำตอบหลากหลายหรือมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี ให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วย ตนเอง/ร่วมกันทำเป็นกลุ่ม โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเป็นหลัก ซึ่งได้ กล่าวถึงรายละเอียดในตอนต่อไป

1.4 การวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ในการจัดการเรียนการสอน สิ่งสำคัญนอกเหนือจากวิธีการจัดการเรียนการสอน แล้วยังต้องคำนึงถึงกระบวนการวัดและประเมินผลอีกด้วย การที่ผู้สอนมีแนวทางในการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้ที่ถูกต้องและชัดเจนจะช่วยทำให้การตรวจสอบระดับความสามารถด้าน ต่าง ๆ ของนักเรียนเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการวัดความคิดคล่องและความคิด ยืดหยุ่น ครูควรต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาที่มีคำตอบของปัญหามากมายหรือ

สามารถคิดได้หลากหลายทาง โดยในเบื้องต้น นักการศึกษาได้นำเสนอแนวคิดในการวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นไว้ ดังนี้

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, น. 8) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินความหลากหลายของแนวทางคำตอบนั้นมีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมแนวทางการคิดของนักเรียน ในด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นสามารถพิจารณาจากเกณฑ์ ดังนี้

1) ด้านความคิดคล่อง พิจารณาจากจำนวนของคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้นมามีอย่างน้อยเพียงใด

2) ด้านความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากความแตกต่างของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละคนค้นพบว่ามีอย่างน้อยเพียงใด

ส่วนกรมวิชาการ (2535, น. 51) ได้เสนอเกณฑ์ในการประเมินด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นไว้ ดังนี้

1) ด้านความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2) ด้านความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

ในขณะที่ ลีและคณะ (Lee, Hwang, และ Seo, 2003, pp. 168–169) ได้กล่าวว่า ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาให้คะแนนจากจำนวนของกลุ่มคำตอบที่นักเรียนสามารถหาได้ เช่น ถ้าคำตอบของนักเรียนสามารถจัดกลุ่มคำตอบได้ 3 กลุ่ม ดังนั้น จะได้คะแนนในด้านความยืดหยุ่นเท่ากับ 3 และในส่วนของความคิดคล่องซึ่งกิจกรรมนี้มีคำตอบมากที่สุดถึง 15 คำตอบ ซึ่งจะพิจารณาคะแนนจากจำนวนคำตอบที่หาได้ของแต่ละกลุ่มคำตอบ ดังนั้นคะแนนมากที่สุดคือ 5 คะแนนต่อหนึ่งกลุ่มคำตอบ

ในส่วนของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น นักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอเกณฑ์การให้คะแนนไว้ในทำนองเดียวกันโดยพิจารณาจากจำนวนและลักษณะของคำตอบหรือวิธีการในหาคำตอบ ดังนี้

ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (พัทธยากร บุศสุยา, 2559, น. 65 อ้างอิงจาก Guilford, 2011) ได้แบ่งเกณฑ์การประเมิน ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 เกณฑ์การให้ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตามแนวคิดของกิลฟอร์ด

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิดคล่อง	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง ร้อยละ 90 ขึ้นไปในเวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไปในเวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง ร้อยละ 50 ขึ้นไปในเวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง ต่ำกว่า ร้อยละ 50 ในเวลาที่กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	จัดลักษณะ/ประเภท/กลุ่มคำตอบได้อย่างหลากหลาย	จัดลักษณะ/ประเภท/กลุ่มคำตอบได้อย่างหลากหลายได้เป็นส่วนใหญ่	จัดลักษณะ/ประเภท/กลุ่มคำตอบได้อย่างหลากหลายได้เป็นบางส่วน	จัดลักษณะ/ประเภท/กลุ่มคำตอบได้ไม่หลากหลาย

ในขณะที่ เซฟฟิลด์ (Sheffield และ Cruikshank, 2003, pp. 10–11) ได้เสนอแนวคิดในการประเมินด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ดังนี้

1) ความคิดคล่อง ประเมินจากจำนวนคำตอบที่แตกต่างกัน วิธีหาคำตอบที่แตกต่าง และคำตอบเบื้องต้นใหม่ ๆ

2) ความคิดยืดหยุ่น ประเมินจากจำนวนแนวทางในการหาคำตอบที่แตกต่างกัน ยุทธวิธีที่แตกต่างกัน หรือคำถามที่แตกต่างกัน

โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสามารทางด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของเซฟฟิลด์เป็นดังตาราง ต่อไปนี้

ตาราง 2 เกณฑ์การให้ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตามแนวคิดของเชฟฟิลด์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความคิด คล่อง	ได้คำตอบที่ เหมาะสมหลาย คำตอบ หรือได้ ความสัมพันธ์ ใหม่ ๆ ของคำตอบ	ได้คำตอบที่ เหมาะสมอย่าง น้อย 2 คำตอบ หรือได้ ความสัมพันธ์ของ คำถามเป็นอย่างดี	ได้คำตอบที่ เหมาะสมอย่าง น้อย 1 คำตอบ หรือได้ ความสัมพันธ์ของ คำถาม	ได้คำตอบ 1 คำตอบ ที่ยังไม่ สมบูรณ์หรือยังไม่ สามารถนำไป ใช้งานได้
ความ คิดยืดหยุ่น	ใช้วิธีการหา คำตอบ หลากหลายวิธี เช่น ใช้เรขาคณิต กราฟ พีชคณิต หรือโมเดล	ใช้วิธีการหา คำตอบอย่างน้อย 2 วิธี เช่น ใช้ เรขาคณิต กราฟ พีชคณิต หรือ โมเดล	ทุกคำตอบใช้ วิธีการเดียวกัน เช่น ทุกคำตอบ ใช้วิธีพิจารณา จากกราฟ หรือ สมการพีชคณิต	-

ส่วนพหุวิทยาการ บุสสุยา (2559, น. 66) ได้ให้แนวทางในการประเมินความคิดคล่อง
และความคิดยืดหยุ่นไว้ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 เกณฑ์การให้ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตามแนวคิดของพัทธยากร บุสสุยา

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความคิดคล่อง	3	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปในเวลาที่กำหนด
	2	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 60 – 69 ขึ้นไปในเวลาที่กำหนด
	1	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 50 – 59 ขึ้นไปในเวลาที่กำหนด
	0	ไม่ตอบหรือตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องต่ำกว่าร้อยละ 50 ในเวลาที่กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	3	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้มากกว่า 2 แนวคิด
	2	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้ 2 แนวคิด
	1	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้ 1 แนวคิด
	0	ไม่มีแนวคิดหรือคำตอบที่ถูกต้อง

จากเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้น พบว่า ด้านความคิดคล่องจะแบ่งช่วงของคะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนคำตอบของที่ถูกต้องเป็นหลัก และด้านความคิดยืดหยุ่นจะแบ่งช่วงของคะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนแนวคิดในการหาคำตอบหรือลักษณะของคำตอบออกเป็นกลุ่ม ๆ ที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ บาลกา (Balka, 1974, p. 636) ยังได้ในแนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับการประเมินผลความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นไว้ว่า คะแนนด้านความคิดคล่องสูงเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบ่งชี้ถึงความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ถ้าผลรวมของคะแนนด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นสูง จะสามารถบ่งชี้ถึงความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สูงได้ ทั้งนี้ นักเรียนที่มีคะแนนความคิดยืดหยุ่นสูงนั้นเป็นนักเรียนที่มีความเข้าใจในปัญหาดี มีความสามารถในคิดที่ปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ และตอบสนองต่อสภาพปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่า การวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นอาจวัดได้จากเครื่องมือประเภทแบบทดสอบต่าง ๆ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่มีคำตอบหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย นอกจากนี้ เกณฑ์การให้คะแนนต้องมีความชัดเจนและเป็นรูปธรรม โดยคำนึงถึง

ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้รายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละด้านจะแสดงไว้ใน บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย และแผนการจัดการเรียนรู้ของแต่ละกิจกรรมต่อไป

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

จากที่ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้น งานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นจึงเกี่ยวข้องกับงานวิจัยทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ฮุง (Hoong, 2008, pp. 230–234) ได้ศึกษาการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนด้วยการประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยมีจุดมุ่งหมายในการเสนอแนะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนว่าสามารถส่งเสริมได้ด้วยการใช้คำถามวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยทำการสังเกตตลอดทั้งปีการศึกษา ซึ่งคำถามที่ใช้เป็นคำถามจากเคมบริดจ์ (Cambridge) โดยการพยายามรวบรวมความคิดรวบยอดจากหัวข้อต่าง ๆ 2 – 3 หัวข้อต่อ 1 คำถาม นักเรียนสามารถมองเห็นการเชื่อมโยงที่ซับซ้อนระหว่างหัวข้อต่าง ๆ ได้อย่างไรก็ตามความคิดสร้างสรรค์ต้องเริ่มจากครูด้วย ความคิดสร้างสรรค์โดยธรรมชาติแล้วถือว่าเป็นสิ่งที่ไม่ชัดเจนนักจึงถือเป็นงานที่ยากลำบากสำหรับครู และการประเมินความคิดสร้างสรรค์ด้วยคำถามที่สร้างสรรค์ทำได้ยาก แต่ความคิดสร้างสรรค์ก็เป็นสิ่งที่มีคุณค่ามากสำหรับนักเรียนทุกคนในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจะได้มีการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดความเข้าใจผิดว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่สามารถเกิดการคิดสร้างสรรค์ได้

ดามายันตี และซุมาดิ (Damayanti และ Sumardi, 2018, pp. 36–45) ศึกษาเรื่อง “ความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนเอกชนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศอินโดเนเซีย การวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจะใช้ การทดสอบ การสัมภาษณ์ และเอกสาร วิธีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า เทคนิคของการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการสื่อสารระหว่างกัน ซึ่งประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลง การนำเสนอ และการสรุปผล ผลของการวิจัยพบว่า “ในด้านความคิดคล่องแสดงให้เห็นจากความสามารถของนักเรียนในการแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของคำตอบอื่น ในขณะที่ด้านความคิดยืดหยุ่นแสดง

ให้เห็นจากนักเรียนใช้วิธีการที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหาหรือไม่อย่างน้อยก็ใช้วิธีการที่เหมาะสม และในด้านความคิดริเริ่มนั้นแสดงให้เห็นจากความสามารถของนักเรียนในการทำโจทย์ปัญหา”

ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ (2554) ศึกษาเรื่อง “การศึกษาพฤติกรรมการด้านความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง” เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการแก้ปัญหา เรื่อง เรขาคณิต แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์ กิจกรรมการเรียนการสอนนี้ นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา โดยใช้ความพลวัตวิสัยและคณะร่วมกับกระบวนการระดมสมอง ผลการวิจัยพบว่า “เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองมากขึ้น นักเรียนสามารถ 1) หาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาจำกัด 2) คิดหาผลเฉลยได้หลากหลายรูปแบบที่แตกต่างกัน 3) เลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด 4) เลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้”

พัทธยากร บุสสุยา (2559) ศึกษาเรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมดังกล่าวกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teacher of Mathematics) มีบทบาทต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและทั่วโลก ได้กล่าวไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ. 1980: การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน (Problem Solving in School Mathematics) ว่า “การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกให้ความสนใจมากขึ้นกับการศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในบรรดานักการศึกษาเหล่านั้น มีนักการศึกษาคนสำคัญหลายท่านได้ให้ความหมายของ “ปัญหา” และ “การแก้ปัญหา” ไว้ดังนี้

แฟรงค์ เลสเตอร์ (Lester, 1978, p. 54) ได้ให้คำจำกัดความของว่า **ปัญหา (problem)** ว่าเป็น “สถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลได้กระทำต่องานนั้นเพื่อให้ได้วิธีหาคำตอบที่สมบูรณ์” ในขณะที่ เรย์ ชัยแดม และลินด์ควิสท์ (Robert E Reys และ Lindquist, 2004, p. 98) ได้กล่าวว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลต้องการบางสิ่ง แต่ไม่รู้ทันทีว่าจะอะไรที่ต้องทำเพื่อให้ได้สิ่งนั้นมา” เช่นเดียวกับ โปซาเมนเทียและครูลิก (Posamentier และ Krulik, 1998, p. 1) ที่กล่าวว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลเผชิญและต้องการค้นหาคำตอบโดยวิธีทางการทางการหาคำตอบยังไม่รู้ในทันที” นอกจากนี้ ครูลิกและรูดนิค (Kulik และ Rudnick, 1993, p. 6) และเซฟฟิลด์และครูอิงแซงก์ (L. J. Sheffield, & Cruikshank, D. E., 2000, p. 38) ยังได้กล่าวเสริมในทำนองเดียวกันว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลต้องการที่จะค้นหาคำตอบ เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความงุนงงและไม่คุ้นเคย และยังมีแนวทางที่จะหาคำตอบได้ทันทีหรือไม่รู้วิธีการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว”

นักการศึกษาข้างต้นเห็นตรงกันว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลต้องการค้นหาคำตอบแต่ยังไม่รู้ในทันทีว่าแนวทาง/วิธีการใดที่จะนำมาซึ่งคำตอบของปัญหา” ถ้าคำถามหรือสถานการณ์นั้นง่ายเกินไปจนบุคคลรู้แนวทาง/วิธีการในการหาคำตอบได้ในทันทีก็จะไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไป ทั้งนี้ปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกบุคคลหนึ่งก็ได้ ขึ้นอยู่กับความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

ในส่วนของวิชาคณิตศาสตร์ คำถามหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ส่วนหนึ่งก็อยู่ในรูปแบบของปัญหา ซึ่งแอนเดอร์สันและพิงกรี (Anderson และ Pingry, 1973, p. 228) ได้ให้ความหมายของคำว่า **ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (mathematical problem)** ว่าหมายถึง “สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ นักเรียนต้องมีกระบวนการขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ และความกล้าในการตัดสินใจลงมือแก้ปัญหา” โดยครูลิกและรูดนิค (Kulik และ Rudnick, 1993, p. 6) ได้กล่าวเสริมว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงสถานการณ์ที่อยู่ในรูปแบบของภาษา โดยมีคำตอบซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ ในตัวปัญหาไม่ได้รับขั้นตอน/วิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน นักเรียนต้องค้นหาว่าวิธีใดที่เหมาะสมในการหาคำตอบของปัญหา” ในขณะที่ เซฟฟิลด์และครูอิงแซงก์ (L. J. Sheffield, & Cruikshank, D. E., 2000, p. 38) ได้กล่าวเสริมว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีหรือไม่ทราบวิธีการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่ไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับจำนวนเสมอไป บางปัญหาอาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับมิติหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนได้เช่นกัน”

สำหรับประเทศไทย สมเดช บุญประจักษ์ (2550, น. 71) กล่าวว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาอาจอยู่ในรูปของตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพ ข้อความ หรือโจทย์ปัญหา” ในขณะที่ เอนก จันทจรุญ (2545, น. 6) และ ราตรี เกตบุตรตา (2546, น. 38) ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่ต้องการคำตอบ เป็นปัญหาที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคยและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ และวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา” นอกจากนี้ รุ่งฟ้า จันท์จากรุญ (Janjaruporn, 2005, p. 5) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a, น. 7) ได้กล่าวเสริมในทำนองเดียวกันว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอน/วิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที”

ในสถานการณ์ที่พบเจอกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ การหาคำตอบของปัญหาเหล่านั้น ต้องลงมือแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีอย่างเหมาะสม โดยนักการศึกษาได้ให้คำจำกัดความของคำว่า **การแก้ปัญหา (problem solving)** ไว้หลากหลายความหมาย เช่น โพลยา (Pólya, 1957, p. 1) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าหมายถึง “การหาแนวทาง/วิธีการเพื่อนำสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหาหรือสิ่งที่ยุ่งยากออกไป เป็นการหาวิธีการที่ต้องการความสำเร็จในการแก้ไขกับอุปสรรคที่ต้องเผชิญเพื่อให้ได้ข้อสรุปและคำตอบที่มีความชัดเจน” ในขณะที่ สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000, p. 52) ได้กล่าวว่า “การแก้ปัญหา หมายถึง การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบของนักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่ไปเข้ากระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหามีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหที่ซับซ้อนและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหามาด้วย” นอกจากนี้ นักการศึกษาในประเทศไทย เช่น ปรีชา เนาว์เย็นผล ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, น. 62) ได้กล่าวว่า “การแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหา” ในทำนองเดียวกับ เบญจมาศ ฉิมมาลี (2550, น. 54) ที่กล่าวว่า “การแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการหรือคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์”

นักการศึกษาข้างต้นมีแนวคิดในทำนองเดียวกันเกี่ยวกับการแก้ปัญหว่าเป็นการหาแนวทางหรือวิธีการเพื่อให้มาซึ่งคำตอบของปัญหา นอกจากนี้นักการศึกษาบางคนยังได้ให้แนวคิดเพิ่มเติมว่าการแก้ปัญหานั้นเป็นกระบวนการของบุคคลในการหาคำตอบของปัญหา เช่น ครูลิก และ รูดนิก (Krulik และ Rudnick, 1987, p. 4) ที่กล่าวไว้ว่า “การแก้ปัญห หมายถึงกระบวนการซึ่งบุคคลใช้ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่ในการแก้ปัญหหรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย” สำหรับประเทศไทย อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 39) ได้กล่าวว่า “การแก้ปัญห หมายถึงการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหเป็นทั้งทักษะซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีกาวิเคราะห้และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ” สำหรับ **การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving)** รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ (Janjaruporn, 2005, p. 5) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a, น. 7) ได้ให้ความหมายในทำนองเดียวกันว่าเป็น “กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญห ยุทธวิธีในการแก้ปัญห และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่และต้องหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีหรือขั้นตอนการหาคำตอบในทันที

การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิธีการในการแก้ปัญห และประสบการณ์ที่มีอยู่ มาประยุกต์และปรับใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูสามารถเลือกรูปแบบของปัญหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละคาบและลักษณะของผู้เรียนได้ เนื่องจากปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมีอยู่หลากหลายประเภท นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาตามเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดของตัวอย่าง ดังนี้

โพลยา (Pólya, 1957, p. 154) ได้แบ่งปัญหา ตามจุดประสงค์ของปัญหา ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) ปัญหาให้ค้นหาคำตอบ (problem to find an answer) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือให้หาวิธีการและคำอธิบายเหตุผล

(2) ปัญหาให้พิสูจน์ (problem to prove) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาแสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

ในขณะที่ นักการศึกษาส่วนหนึ่งได้แบ่งปัญหา ตามลักษณะของปัญหา เช่น บิทเทอร์ แอทฟิลด์และเอ็ดเวิร์ดส์ (Bitter, Edwards, และ Hatfield, 1989, p. 37) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

(1) ปัญหาปลายเปิด (open-ended problems) เป็นปัญหาที่มีคำตอบได้หลากหลายคำตอบ หรือวิธีการหาคำตอบได้หลากหลายวิธี โดยควรมองว่ากระบวนการแก้ปัญหา นั้นเป็นสิ่งสำคัญที่มากกว่าคำตอบ

(2) ปัญหาให้ค้นพบ (discovery problems) เป็นปัญหาที่มีคำตอบเพียงคำตอบหนึ่งเท่านั้น แต่มีวิธีการหาคำตอบได้หลากหลายวิธี

(3) ปัญหาแนะให้ค้นพบ (guided discovery problems) เป็นปัญหาที่ต้องการมีการแนะแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งจะให้ผู้แก้ปัญหามีหนทางในการหาคำตอบ

บาร์ดี้ (Baroody, 1993, pp. 2-34 – 32-36), 1993, pp. 2-34 – 2-36) ได้แบ่งปัญหา ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) ปัญหาที่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่แน่นอน ส่วนใหญ่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว

(2) ปัญหาที่มีเป้าหมายไม่เฉพาะเจาะจง เป็นปัญหาปลายเปิด มีคำตอบเปิดกว้างหรือคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ

สมเดช บุญประจักษ์ (2550, น. 71) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) ปัญหาที่ใช้ฝึกทักษะ เป็นปัญหาที่คล้ายในบทเรียนทั่วไป ไม่ยุ่งยาก มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะที่ต้องการ โดยส่วนของปัญหาอาจอยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์หรือประโยคข้อความ

(2) ปัญหาที่พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างยุ่งยากกว่าปกติ หรือมีหลายขั้นตอน นักเรียนอาจจะไม่เคยเจอ ในการแก้ปัญหาต้องอาศัยทักษะความรู้ต่าง ๆ โดยมุ่งหวังให้นักเรียนได้ฝึกฝนความรู้ และวิธีการแก้ปัญหาในการหาคำตอบ

ทั้งนี้ยังมีนักการศึกษาที่แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามตัวผู้แก้ปัญหา เช่น แฟรงค์ เลสเตอร์ (Lester, 2001, p. 570) และเมเยอร์และเฮการ์ตี (Mayer และ Hegarty, 1996, p. 32) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) ปัญหาที่คุ้นเคย (routine problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับภาพรวมและรูปแบบในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

(2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน นำมาใช้ประเมินกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจึงไม่คุ้นเคยกับโครงสร้างและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา รวมไปถึงต้องประมวลความรู้และทักษะหลายอย่างเข้าด้วยกัน

นอกจากนี้ เรย์และคณะ (R. E. Reys และ et al, 2004, p. 16) ได้ให้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในทำนองเดียวกันเป็น 2 ประเภท เช่นเดียวกับการแบ่งข้างต้น โดยเรย์และคณะได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ปัญหาที่คุ้นเคยใช้การประยุกต์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นเนื้อเรื่องหรือสถานการณ์ ไม่ซับซ้อน และคล้ายกับสิ่งที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์ในการแก้ และปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมีโครงสร้างซับซ้อนและแปลกใหม่สำหรับนักเรียน ดังนั้น นักเรียนรวบรวมทุกทักษะและประสบการณ์หล่อหลอมเพื่อนำไปแก้ปัญหา

จากความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งแต่ละปัญหามีคำตอบจำนวนมาก และใช้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสมการ โดยใช้ความรู้ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการแก้ปัญหา

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะต้องฝึกและพัฒนาให้เกิดขึ้น การที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เก่งและประสบผลสำเร็จนั้น นักเรียนต้องใช้ความสามารถและประสบการณ์ที่มีอยู่อย่างเหมาะสมกับประเภทของปัญหา และต้องมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ทั้งนี้กระบวนการแก้ปัญหาถือว่ามีค่าสำคัญเป็นอย่างมาก แต่มีนักเรียนมากกว่าครึ่งที่ไม่ทราบว่าต้องคิดแก้ปัญหาอย่างไร เพื่อให้ให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา ครูควรปลูกฝังความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหา สำหรับ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (mathematical problem solving process) ที่ได้รับการยอมรับและเอาออกมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Pólya, 1957, pp. 5–19) โดยเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มี 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นที่ต้องให้คิดพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาและตัดสินใจว่าสิ่งใจว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยคิดอย่างรอบคอบและหลากหลายมุมมอง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ให้สำรวจความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ นำมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อวางแผนทางในการแก้ปัญหา แล้วคัดสรรยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ให้ลงมือทำตามทางหรือแผนที่ได้วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแนวทาง เติมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ชัดเจนขึ้นเรื่อย ๆ จากนั้นลงมือทำจนคำตอบของปัญหาออกมาได้ แต่ถ้าแผนที่ใช้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนการหรือแนวทางใหม่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล เป็นขั้นที่ให้มองถอยกลับไปยังคำตอบของปัญหาที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผล

โดยครูลิกและเรย์ (Krulik และ Reys, 1980, pp. 280–281) ก็ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ในทำนองเดียวกับโพลยา กล่าวโดยสรุปดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่พิจารณาว่าข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาหรือไม่ และโจทย์ถามอะไร

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่หาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์บอกกับสิ่งที่โจทย์ถาม ค้นหาองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือดำเนินการตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล เป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมดว่าได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่

ในขณะที่ ครูลิกและรูดนิค (Krulik และ Rudnick, 1996, pp. 5–6) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การอ่านและการคิด เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบ และประเมินผลข้อเท็จจริง รวมถึงเชื่อมโยงทุกส่วนของปัญหาเข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นและตัดข้อมูลที่ไมจำเป็นออกไป รวมถึงจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตาราง เขียนแผนภาพ สร้างแบบจำลอง หรืออื่น ๆ เพื่อวางแผนหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 คัดเลือกกลยุทธ์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการหาคำตอบ กลยุทธ์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหา โดยขั้นตอนนี้มีความยากและซับซ้อนกว่าขั้นตอนอื่น ๆ

ขั้นที่ 4 หาคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ เพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้การคิดคำนวณด้วยตนเอง การประมาณค่า หรือใช้อุปกรณ์แล้วแต่ความเหมาะสม

ขั้นที่ 5 การสะท้อนกลับและการขยายผล เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนตรวจสอบว่าคำตอบเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่และคำตอบที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่ และควรขยายผลไปสู่กรณีทั่วไปหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ภายใต้สถานการณ์เดิม

สำหรับประเทศไทย สมศักดิ์ โสภณพิณีจ (2547, น. 17) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนอาจใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์มาช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง เป็นต้น

ขั้นที่ 2 แสวงหาความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนรวบรวมความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ โดยพิจารณาจากเหตุและหาหนทางแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางโครงการเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจมีความจำเป็นในการใช้เครื่องช่วยคำนวณได้

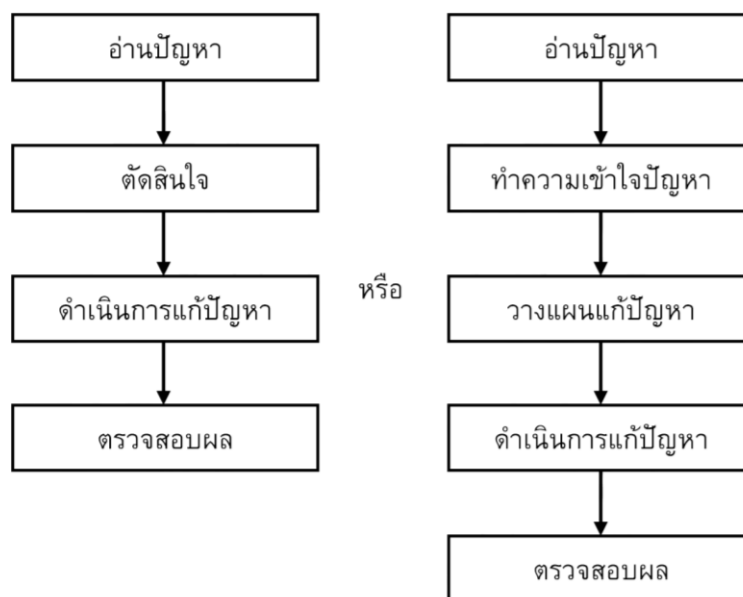
ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทบทวนเหตุผลที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้ว ว่าคำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบน่าเชื่อถือหรือสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด

จากกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาข้างต้น แม้ว่าจำนวนขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหานั้นจะแตกต่างกัน แต่แนวคิดและรายละเอียดของกระบวนการนั้นมีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยานั้นมีความครอบคลุมถึงกระบวนการแก้ปัญหาของนักการศึกษาข้างต้น เพื่อแสดงความสอดคล้องและข้อสรุปของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมา จึงแสดงเป็นตารางวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 การวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การดำเนินการของนักเรียน	ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหานักการศึกษา			
	โพลยา (Polya)	ครูลิกและเรย์ (Krulik & Reys)	ครูลิกและรูดนิค (Krulik & Rudnick)	สมศักดิ์ โสภณพิณีจ
นักเรียนต้องวิเคราะห์โจทย์ว่าประเด็นปัญหาคืออะไร โจทย์กำหนดข้อมูลหรือเงื่อนไขอะไรมา และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	ขั้นที่ 1 การอ่านและการคิด	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา
นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา โดยองค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อกำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	ขั้นที่ 2 สืบรวจและวางแผน ขั้นที่ 3 คัดเลือกกลยุทธ์	ขั้นที่ 2 แสวงหาความรู้ ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา
นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีที่เลือกไว้จนกระทั่งได้คำตอบของปัญหา โดยใช้การคิดคำนวณหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์	ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน	ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน	ขั้นที่ 4 หาคำตอบ	ขั้นที่ 4 แก้ปัญหา
นักเรียนดำเนินการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหของตน ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล	ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล	ขั้นที่ 5 การสะท้อนกลับและการขยายผล	ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล

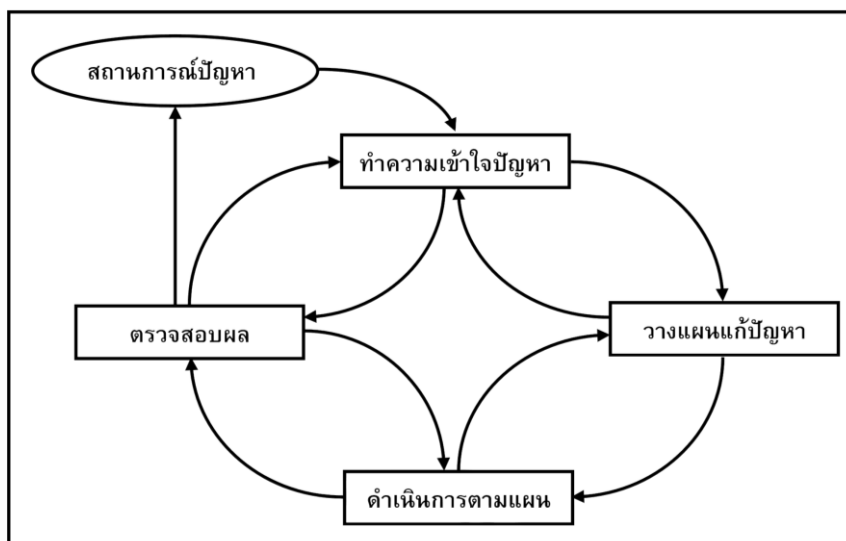
เนื่องจากคนส่วนใหญ่มองว่ากระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยานั้นต้องปฏิบัติตามขั้นตอนตามแนวเส้นตรง โดยไม่ย้อนกระบวนการกลับ ซึ่ง รุ่งฟ้า จันทจักรุภรณ์ (Janjaruporn, 2005, p. 14) ได้แสดงไว้ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหาเป็นแนวเส้นตรง

ที่มา: Rungfa Janjaruporn. (2005). The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving. p. 14.

วิลสัน และคณะ (J. W. Wilson, Fernandez, และ Hadaway, 1993, pp. 60–62) เสนอแนะว่า “กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต (Dynamic Problem-Solving Process) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่สนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาในรูปแบบที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้” ซึ่ง รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ (Janjaruporn, 2005, p. 15) ได้แสดงไว้ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

ที่มา: Rungfa Janjaruporn. (2005). The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving. p. 15.

จากภาพประกอบ ทิศทางของลูกศร คือ การพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาถอยกลับไปยังขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อประสบกับปัญหาหรือข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจปัญหาอย่างดีแล้ว จึงเปลี่ยนการกระทำไปสู่ขั้นวางแผนแก้ปัญหา และลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ แต่ยังคงคิดคำตอบไม่ออก นักเรียนสามารถถอยกลับไปวางแผนใหม่ หรืออาจกลับไปทำความเข้าใจอีกรอบ เพื่อปรับวิธีแก้ปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา และกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล

2.4 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา

2.4.1 การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา

ในการดำเนินกิจกรรมดังกล่าว ผู้สอนควรมีประสบการณ์และความเข้าใจอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ ซอร์เดอร์และเลสเทอร์ และบาร์ดี (สมเดช บุญประจักษ์, 2543,

น. 32 อ้างอิงจาก Schroeder & Lester, 1989, pp. 31 – 33; Baroody, 1993, pp. 2 – 31) ได้
 แนะนำไว้ 3 วิธี

(1) การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (teaching about problem solving) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและยุทธวิธี ส่วนมากใช้กระบวนการตามแนวโพลยา

(2) การสอนการแก้ปัญหา (teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหา โดยเชื่อว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น นักเรียนต้องใช้แก้ปัญหาจริง ๆ

(3) การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา (teaching via problem solving) แนวทางนี้จะใช้ปัญหาเป็นตัวเชื่อมการเรียนรู้กับแนวคิดใหม่ และพัฒนาทักษะ รวมไปถึงการสร้างความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ปัญหาถูกใช้เพื่อการศึกษาคณิตศาสตร์ โดยแสดงออกถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์กับความเป็นจริง บางครั้งปัญหาถูกนำไปกระตุ้นให้เกิดความอยากอภิปรายการแก้ปัญหา

การสอนผ่านการแก้ปัญหาก็ให้กระบวนการแก้ปัญหามีคุณค่ามากขึ้น โดยจะยึดกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา และความเป็นพลวัตของวิลสันและคณะ ซึ่งครูจะเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทั้งสองแบบตั้งแต่คาบแรก หลังจากนั้น ช่วยเสริมส่งให้นักเรียนรู้สึกถึงความคืบหน้าในการใช้กระบวนการ ในขณะที่แก้ปัญหา การทำในลักษณะนี้ นอกจาก นักเรียนจะรับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาโดยตรงแล้ว ยังได้ร่วมกันถกประเด็นต่าง ๆ อีกด้วย และขอเสนอแนะการสอนการแก้ปัญหา มีดังนี้

(1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ในขั้นนี้ให้ครูใช้การถาม หรือเป็นผู้เริ่มการถกประเด็นเกี่ยวกับปัญหาที่ได้ เพื่อจุดความคิดให้เกิดเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น เป็นต้นว่า สถานการณ์นี้ถามหาอะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง มีเงื่อนไขอะไรบ้างที่จำเป็น ปัญหาให้จะน่าสนใจมากขึ้นหากเป็นรูปธรรม การเล่าสถานการณ์ด้วยภาษาของนักเรียนจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

(2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ครูควรปลุกใจให้นักเรียนกล้าเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ใช้ได้จริง โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสาร การมองหาแนวคิดหลัก (key concept) คือสิ่งที่จะช่วยตัดสินใจเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา หรือคิดปัญหานั้นให้สัมพันธ์กับปัญหาอื่นที่เคยผ่านมา หรือสำรวจสิ่งที่โจทย์ระบุไว้อย่างถี่ถ้วน (Pólya, 1957, p. 10)

(3) ขั้นดำเนินการตามแผน ขณะที่นักเรียนกำลังลงมือ ครูควรเดินสังเกต พฤติกรรมและใช้คำถามให้นักเรียนเกิดแนวคิดควบคู่กับการตั้งใจฟัง ครูควรให้นักเรียนเป็นทั้งผู้แก้ และผู้อธิบาย (Pólya, 1957, pp. 12–13)

(4) ขั้นตรวจสอบผล ในขั้นนี้ครูควรเริ่มการอภิปรายเป็นตัวอย่างให้นักเรียน หลังจากที่ได้แก้ปัญหาแล้ว โดยอภิปรายถึงยุทธวิธี ความยากง่าย และกระบวนการแก้ เป็นต้น โพลยาให้คำแนะนำว่า “ให้นักเรียนตรวจคำตอบ หรือในบางกรณีอาจต้องให้นักเรียนพิสูจน์ คำตอบ ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามโจทย์และตรวจสอบว่าคำตอบนั้น สมเหตุสมผลหรือไม่ ตอบในสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ และพิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่จะหาคำตอบได้ อีกหรือไม่ และถ้าเป็นไปได้ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กัน ซึ่งสามารถนำวิธีการ แก้ปัญหาแบบเดียวกันนี้ไปใช้ได้” (Pólya, 1957, pp. 14–15)

นอกจากนี้ NCTM (National Council of Teacher of Mathematics, 1989, pp. 75–76) ระบุคำแนะนำไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาควรจัดเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพราะการเรียนรู้แบบกลุ่มจะช่วยให้

(1) นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละคนในกลุ่มต่างก็มีจุดมุ่งหมายอย่าง เดียวกัน

(2) นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น ถกเถียงถึง ประเด็นยุทธวิธี อภิปรายถึงความสมเหตุสมผล ตรวจสอบกระบวนการแก้ และแบ่งปันแง่คิดทั้ง กลุ่มตนเองและนักเรียนในห้อง

(3) นักเรียนมีอิสระในการอภิปรายกันแบบกลุ่ม สามารถซักคำถามหรือข้อ สงสัย รวมไปถึงออกความเห็น รับฟังความคิด ค้นหาข้อบกพร่อง พร้อมทั้งสรุปสิ่งที่ได้ในกลุ่ม กล่าวโดยรวมคือ การเรียนรู้แบบกลุ่มจะทำให้การสอนการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วย เหตุนี้ นักเรียนแต่ละคนจึงมีโอกาสได้บูรณาการความรู้เก่าเข้ากับความรู้ใหม่จนตกผลึกว่างลงมา เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ดียิ่งขึ้น

2.4.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่าน การแก้ปัญหา

กิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา เป็นการเรียนการสอนเนื้อหา คณิตศาสตร์ผ่านสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมต่อพัฒนาการของนักเรียน ซึ่งบทบาทของครูนั้น ต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเปิดโอกาสให้คิดอย่าง อิสระ พร้อมทั้งสามารถอธิบายแนวคิดของตนเองและยอมรับฟังแนวคิดของผู้อื่น สำหรับแนวทาง ในการส่งเสริมการเรียนการสอนการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b, น. 205–206) ได้สรุปเป็นข้อมูลที่ครูควรนำไปใช้ปฏิบัติได้ ดังนี้

(1) ปรับเปลี่ยนความคิดการสอนคณิตศาสตร์มาเป็นอธิบายและคอยชี้แนะ โดยเน้นให้นักเรียนมีเวลาคิดด้วยตนเองมากกว่าที่จะทำตามขั้นตอนที่ครูบอก ใช้คำถามกระตุ้นที่มีประสิทธิภาพ และเน้นให้นักเรียนคิดหาเหตุผลและใช้เหตุผลมากกว่าความถูกต้องของคำตอบของนักเรียน เพื่อที่ครูจะได้รู้ความคิดของนักเรียน

(2) สร้างแรงจูงใจและสนับสนุนให้ค้นคว้าและหาคำตอบด้วยตนเอง โดยอาจจะใช้กิจกรรมการเล่นเกมหรือการแข่งขัน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย เพื่อให้นักเรียนอยากคิด แก้ปัญหา และค้นหาคำตอบ

(3) ในช่วงแรกนักเรียนอาจจะหาได้เฉพาะคำตอบเพียงอย่างเดียว ดังนั้นไม่ควรคาดหวังกับการแสดงวิธีทำ แต่ควรถามถึงที่มาของคำตอบ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างทั่วถึง โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

(4) คำนึงถึงความยากง่ายของโจทย์ปัญหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน ควรเป็นโจทย์ที่ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และไม่ยากเกินไป

(5) ไม่ควรรีบเฉลยปัญหา แต่อาจชี้แนะแบบกว้าง ๆ ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ และหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วค่อย ๆ เสริมรายละเอียดมากขึ้นตามความเหมาะสม เพื่อเสริมทักษะด้านต่าง ๆ

(6) สนับสนุนให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน โดยการแบ่งกลุ่มช่วยกันในการแก้ปัญหา หรือช่วยกันหาโจทย์ปัญหาหรือแต่งโจทย์จากสถานการณ์ต่าง ๆ

ในส่วนของการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 153–158) ได้นำเสนอแนวทางในการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

(1) ใช้กิจกรรมแบบร่วมมือหรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ได้ลงมือแก้ปัญหาต่าง ๆ จนบรรลุเป้าหมายที่คาดหวังไว้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาของตน ได้กระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนให้เห็นถึงความคิดเกี่ยวกับยุทธวิธีการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกัน

(2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วย

ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะทางความคิดและกระบวนการในการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

(3) ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงตัวตนทางความคิด ทั้งอธิบายและนำเสนออย่างอิสระ อาจเริ่มต้นจากเติมคำตอบสั้นกระชับได้ใจความ แล้วจึงเปลี่ยนเป็นข้อความหรือประโยคที่ยาวขึ้น และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยแล้ว ครูควรให้ลงมือแก้แบบกลุ่ม จะเป็นการเพิ่มโอกาสโอกาสสำหรับการฝึกทักษะต่าง ๆ ร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วย

(4) ยอมรับความคิดของผู้อื่นโดยไม่เน้นถึงความถูกต้อง ขณะที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตน ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเล็กหรือใหญ่ต่างมีประโยชน์ต่อครูที่จะได้รู้ว่าเกิดมาจากไหนและมีปริมาณมากน้อยเพียงใด ครูทำให้เป็นเรื่องปกติกับการคิดผิดหรือเข้าใจผิด แต่ให้ครูทะลอมความคิดโดยใช้การถามมากระตุ้น แล้วอธิบายและเปิดอภิปราย เพื่อให้ข้อผิดพลาดได้ถูกชำระความเข้าใจผิดไปสู่แนวคิดที่เหมาะสมหรือถูกต้อง

(5) สนับสนุนความกล้าริเริ่มความคิดหาวิธีด้วยตนเองก่อน เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นคิดอย่างไร จึงรอแต่จะให้ครูแนะแนวคิดหรือตั้งคำถามชี้แนะ ดังนั้น ครูควรรู้ทันว่า การซักถามเกินไปจะทำให้ปิดกั้นพฤติกรรมการคิด เมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการช่วยแบบนี้ ผลลัพธ์คือการไม่คิด

(6) สนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม

(7) ควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นที่แตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี

(8) ใช้คำถามที่สนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบค้น สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปให้เป็นของตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตนเองบ่อย ๆ

(9) สนับสนุนให้นักเรียนตระหนักและใช้ช่องทางสื่อสารและสื่อความหมายได้มากกว่าหนึ่งช่องทางในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา

(10) เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ด้วยการสนับสนุนให้นักเรียนมีประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้

(11) สนับสนุนให้นักเรียนใช้แนวคิดยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม โดยการสร้างปัญหาใหม่เพื่อช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

(12) สนับสนุนให้นักเรียนได้คิด รับรู้ และตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองว่ามีสิ่งใดบ้างที่รู้และมีสิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ ตลอดจนเสนอข้อถกเถียงออกมาด้วยการเขียนอนุทินในหัวข้อต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

(13) เป็นผู้นำการอภิปรายของนักเรียนแต่ละกลุ่มทั้งชั้น ในการร่วมกันพิจารณาสรุปถึงยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

จากการศึกษาบทบาทของครูและนักเรียนที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจะนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนา โดยบทบาทของครูและนักเรียนที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ครูทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก ซึ่งครูต้องพิจารณาสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสม ศึกษาสถานการณ์เหล่านั้นเป็นอย่างดี สำหรับบทบาทในชั้นเรียนนั้นให้ครูยึดนักเรียนเป็นสำคัญ ครูจะช่วยให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น ควบคุมการกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดำเนินไปอย่างเหมาะสม และใช้คำถามที่เหมาะสมกระตุ้น เพื่อให้เกิดการอภิปรายและแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาระหว่างสมาชิกในกลุ่ม รวมไปถึงการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะที่นักเรียนลงมือทำกิจกรรม สำหรับบทบาทของนักเรียนในการสอนผ่านการแก้ปัญหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา คิดหาผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาด้วยตนเองให้ได้มากที่สุด อีกทั้งพยายามมีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงเหตุผลตามแนวคิดของตนเองและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผลและมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่ม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วิลเลียมส์ (Williams, 2003, pp. 185–187) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการด้านพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่เน้นการเขียนตามกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนจำนวน 42 คน ที่เรียนวิชาพีชคณิต สอนโดยครูคนเดียวกัน หัวข้อเรื่องที่เรียนเหมือนกัน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน โดยมีการทดสอบก่อนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า มากกว่า 75% ของนักเรียนกลุ่มทดลองพึงพอใจในกิจกรรมดังกล่าว และมากกว่า 80% ของนักเรียนกลุ่มทดลองกล่าวว่ากิจกรรมนี้ พัฒนาการแก้ปัญหาได้อย่างยิ่ง

อิสร์อ ก อัตตุน และเทอร์ลีนา (Isrok'atun และ Tiurlina, 2014) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จริง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย การค้นหาวัตถุประสงค์ การค้นหาความจริง การค้นพบปัญหา การตั้งสมมติฐาน การค้นพบคำตอบ และการยอมรับผลจากการค้นพบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ ขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คือ ขั้นตอนการค้นหาความจริง เป็นขั้นตอนพิจารณาหาคำตอบอันเกิดมาจากความสงสัยใคร่รู้อันน่าฉงนในจิตของผู้ศึกษา แต่ไม่สามารถอธิบายถึงการเกิดขึ้นได้หรือจากต้นเหตุใด และขั้นตอนที่ส่งผลกระทบน้อยที่สุดคือ ขั้นตอนการยอมรับผลจากการค้นพบ เป็นขั้นของการยอมรับของการมีคำตอบและปรับปรุงแนวทางที่นำไปสู่การค้นพบใหม่

กองสิน อ่อนवाद (2550) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การเรียนการสอนแบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างคือที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านปากห้วย อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย จำนวน 28 คน จากกลุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีพีทาโกรัสที่จัดกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551) ได้ทำการวิจัย “การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ผลการวิจัยพบว่า “(1) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 (2) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมคำอธิบายที่ชัดเจน (3) นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี”

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยในครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาความสามารถและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณในการประเมินความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยพิจารณาจากคะแนนของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมรายบุคคลระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้ในการประเมินพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน โดยผลงานเขียนจากการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และผลการสังเกตนักเรียนเป้าหมายของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ขณะที่นักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหา โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรม และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

ในการศึกษาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดประชากร และเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ
3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. เก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูล

1. กำหนดประชากร และเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ตั้งแต่ 3.0 ขึ้นไป โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ไม่น้อยกว่า 3.0 ในกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ แล้วเลือกนักเรียนกลุ่มสูง 1 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) ในการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรม ซึ่งได้นักเรียนเป้าหมายทั้งหมด 4 คน โดยผู้วิจัยได้สังเกตนักเรียนก่อนทดลองและสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ในการเลือกนักเรียนที่มีความกล้าแสดงออก สามารถสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้ เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) ในการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

2. กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยดัดแปลงมาจากกรอบแนวคิดของรุ่งฟ้า จันท์จารภรณ์ (Janjaruporn, 2005, pp. 47–54) และ ชีวเชษฐี เรื่องสุขอนันต์ (2554, น. 48-51) ดังนี้

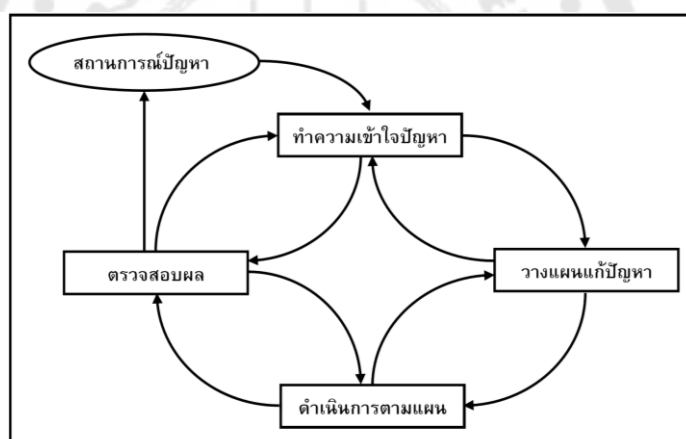
จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนของผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งทั้งสองด้านนี้เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ในกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและความเป็นพลวัตของวิลสันและคณะ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นที่นิยมโดยทั่วไป มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล สำหรับความเป็นพลวัต คือ การมีลำดับไม่ตายตัวสามารถย้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้าได้ สามารถไปเวียนมาได้ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

ในขณะที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจะได้ฝึกจนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งจะต้องคิดแก้ปัญหาให้ได้ผลเฉลยจำนวนมากและมีความแตกต่างกันในเวลาที่กำหนด เลือกผลเฉลยที่ให้สอดคล้องเงื่อนไขที่กำหนด และกำหนดเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย โดยใช้ความรู้เรื่องสมการ

นอกจากนั้น นักเรียนยังได้มีส่วนร่วมในการเรียนแบบร่วมมือ โดยได้ร่วมคิดและลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม โดยที่แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 4 คน แบบคละความสามารถ

กล่าวคือ มีนักเรียนที่มีกลุ่มคะแนนสูง 1 คน นักเรียนที่มีกลุ่มคะแนนปานกลาง 2 คน และนักเรียนที่มีกลุ่มคะแนนต่ำ 1 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของกลุ่ม และนำเสนอผลของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคล ตลอดจนได้มีโอกาสอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา เพื่อศึกษาความสามารถและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมการเรียนการสอนออกเป็น 3 ช่วง โดยแต่ละช่วงมีรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) กิจกรรมการเรียนการสอนในคาบเรียนที่ 1 เป็นการแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา แล้วสำรวจระดับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่มีก่อนหน้า โดยลงมือแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยอย่างง่ายในรูปแบบกลุ่ม ในคาบเรียนที่ 2 – 3 เป็นการฝึกฝนกระบวนการแก้ปัญหา โดยลงมือแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยในรูปแบบกลุ่ม และในคาบเรียนที่ 4 เป็นการตรวจสอบความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยแก้ปัญหารายบุคคล

ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 8) ในคาบเรียนที่ 5 – 7 เปิดโอกาสการเรียนรู้และเสริมสร้างประสบการณ์ให้คุ้นชินกับการแก้ปัญหา โดยลงมือแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและซับซ้อนมากขึ้นในรูปแบบกลุ่ม และในคาบเรียนที่ 8 เป็นไปในทำนองเดียวกับคาบเรียนที่ 4 แต่เป็นปัญหาที่ยากมากขึ้น เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของการแสดงออกทางความคิดจากช่วงที่ 1

ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 9 – 12) ซึ่งเป็นช่วงท้ายของการจัดกิจกรรม ในคาบเรียนที่ 9 – 11 เป็นไปในทำนองเดียวกับคาบเรียนที่ 5 – 7 แต่เป็นปัญหาที่ยากมากขึ้น เพื่อดูความสม่ำเสมอของการแสดงออกทางความคิดจากช่วงที่ 2 และในคาบเรียนที่ 12 เป็นไปในทำนองเดียวกับคาบเรียนที่ 4 และ 8 แต่เป็นปัญหาที่ยากมากขึ้น

สำหรับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบเรียนได้ดัดแปลงมาจากแนวคิดของรุ่งฟ้า จันท์จารภรณ์ (Janjaruporn, 2005, p. 53) โดยเฉพาะกิจกรรมการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มและการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาในแต่ละคาบเรียน

ในแต่ละคาบเรียน ครูมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

- (1) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
- (2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและอธิบายแนวคิดของตนเองออกมาให้ได้มากที่สุด
- (3) สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา เช่น การเชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหา หรือเชื่อมโยงให้เห็นว่าปัญหานั้นเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน
- (4) ยอมรับฟังมุมมองและความคิดเห็นของนักเรียน ไม่ว่านักเรียนจะแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง
- (5) สนับสนุนให้นักเรียนคิดแนวทางการแก้ปัญหาและหาผลเฉลยด้วยตนเองก่อน
- (6) แนะนำให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา
- (7) ตั้งคำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา
- (8) สังเกตพฤติกรรมขณะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหา
- (9) นำเสนอยุทธวิธีและผลการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากนักเรียน
- (10) อภิปรายร่วมกับนักเรียนในประเด็นการแก้ปัญหา

สำหรับบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละคาบเรียน มีดังนี้

- (1) วางแผนและคิดแนวทางการแก้ปัญหด้วยตนเองก่อน
- (2) ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา
- (3) มีส่วนร่วมในกลุ่มด้วยการนำเสนอแนวคิดและผลเฉลยของการแก้ปัญหา
- (4) ยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกในกลุ่ม
- (5) ร่วมกันตรวจสอบผลการแก้ปัญหของสมาชิกในกลุ่มและในชั้นเรียน
- (6) มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความรู้และอภิปรายกับร่วมกับครูเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในระหว่างลงมือปฏิบัติกิจกรรมและช่วงท้ายของกิจกรรม

3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ (2) เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนมีจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที เนื้อหาที่ใช้เกี่ยวกับสมการ ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผล

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ เครื่องมือในการวัดและประเมินผลความสามารถและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ประกอบด้วย (1) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และ (2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น มีรายละเอียดดังนี้

(1) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ตรวจสอบความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาจำนวน 4 ข้อ โดยแต่ละข้อมีการทดสอบความสามารถอยู่ 3 ตอน ได้แก่ (1) ตอนที่ 1 การทดสอบความสามารถด้านความคิดคล่อง (2) ตอนที่ 2 การทดสอบความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องเงื่อนไขที่กำหนด และ (3) ตอนที่ 3 การทดสอบความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย โดยความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแต่ละข้อนั้นเกี่ยวกับสมการ ซึ่งมีเนื้อหาไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน และมีการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (analytic scoring) ดังตาราง 5 และตาราง 6 ตาราง 5 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ด้านความคิดคล่องในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

<p style="text-align: center;">ความสามารถด้านความคิดคล่อง (ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด)</p>	<p style="text-align: center;">คะแนน</p>
<p>กรณีผลเฉลยมีจำนวนไม่มาก (ไม่เกิน 30 ผลเฉลย)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง และ ครบถ้วน 	6
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วน โดยมีจำนวนผลเฉลยที่ถูกต้องร้อยละ 80 – 99 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด 	5
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วน โดยมีจำนวนผลเฉลยที่ถูกต้องร้อยละ 60 – 79 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด 	4
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วน โดยมีจำนวนผลเฉลยที่ถูกต้องร้อยละ 40 – 59 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด 	3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วน โดยมีจำนวนผลเฉลยที่ถูกต้องร้อยละ 20 – 39 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด 	2
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วน โดยมีจำนวนผลเฉลยที่ถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 20 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด 	1
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ไม่แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา 	0
<p>กรณีผลเฉลยมีจำนวนมาก (มากกว่า 30 ผลเฉลย)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง มากกว่า 30 ผลเฉลย 	6
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง จำนวน 25 – 30 ผลเฉลย 	5
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง จำนวน 19 – 24 ผลเฉลย 	4

ตาราง 5 (ต่อ) การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ด้านความคิดคล่องในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง จำนวน 13 – 18 ผลเฉลย ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง จำนวน 7 – 12 ผลเฉลย ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง จำนวน 1 – 6 ผลเฉลย หรือ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ไม่ถูกต้อง ▪ ไม่แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา 	3 2 1 0
ความสามารถด้านความคิดคล่อง (ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง มากกว่า 3 รูปแบบ ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง 3 รูปแบบ ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง 2 รูปแบบ ▪ แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา ถูกต้อง 1 รูปแบบ ▪ ไม่แสดงผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา 	4 3 2 1 0

หมายเหตุ :

- โจทย์ในตอนที่ 1 จะวัดความสามารถด้านความคิดคล่องทั้ง 2 ด้าน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน (ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด 6 คะแนน และด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน 4 คะแนน)

- เกณฑ์การให้คะแนนสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของโจทย์แต่ละข้อ

ตาราง 6 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ด้านความคิดยืดหยุ่นในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

<p style="text-align: center;">ความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่น (ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องเงื่อนไขที่กำหนด)</p>	<p style="text-align: center;">คะแนน</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ เลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วน และอธิบายเหตุผลประกอบการเลือกได้ ชัดเจน 	5
<ul style="list-style-type: none"> ▪ เลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วน แต่อธิบายเหตุผลประกอบการเลือก ไม่ชัดเจน 	4
<ul style="list-style-type: none"> ▪ เลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน แต่อธิบายเหตุผลประกอบการเลือกได้ ชัดเจน 	3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ เลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด ไม่ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลประกอบการเลือกได้ ชัดเจน 	2
<ul style="list-style-type: none"> ▪ เลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลประกอบการเลือก ไม่ชัดเจน 	1
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ไม่แสดงการเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด 	0
<p style="text-align: center;">ความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่น (ด้านการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย)</p>	<p style="text-align: center;">คะแนน</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ กำหนดเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยได้ สมเหตุสมผล และเขียนอธิบายเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยได้ ชัดเจน 	5
<ul style="list-style-type: none"> ▪ กำหนดเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยได้ สมเหตุสมผล แต่เขียนอธิบายเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย ไม่ชัดเจน หรือกำหนดเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย ไม่สมเหตุสมผล แต่เขียนอธิบายเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยได้ ชัดเจน 	3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ กำหนดเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย ไม่สมเหตุสมผล และเขียนอธิบายเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย ไม่ชัดเจน 	1
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ไม่แสดงการเขียนอธิบายเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย 	0

หมายเหตุ :

- โจทย์ในตอนที่ 2 จะวัดความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน
- โจทย์ในตอนที่ 3 จะวัดความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นด้านการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย ซึ่งมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน
- เกณฑ์การให้คะแนนสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของโจทย์แต่ละข้อ

(2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เป็นแบบบันทึกพฤติกรรมด้านความคิดดังกล่าว ประกอบด้วยแบบตรวจสอบรายการ แบบบันทึกภาคสนาม และแบบสัมภาษณ์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของเครื่องมือแต่ละชนิด
2. ดำเนินการสร้างเครื่องมือดังนี้
 - 2.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการรวบรวมปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจและมีผลเฉลยหลากหลายหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี หลังจากนั้นนำมาปรับเปลี่ยนรูปแบบของโจทย์ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พร้อมทั้งแสดงแนวคำตอบของแต่ละปัญหา แล้วทำการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
 - 2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจและมีผลเฉลยหลากหลายหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี และเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 ข้อ มาสร้างเป็นแบบทดสอบ
 - 2.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม โดยดัดแปลงมาจากแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ (2554, น. 189-190)
3. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความคำถาม

สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1	หมายถึง ข้อสอบใช้ได้
คะแนน 0	หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1	หมายถึง ข้อสอบใช้ไม่ได้

4. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ผู้วิจัยคัดเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of objective congruence; IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

5. นำแบบทดสอบทั้งหมดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยผู้วิจัยคัดเลือกเครื่องมือที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of objective congruence; IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแต่ละเครื่องมือตั้งแต่ 0.67 – 1.00

6. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนำร่อง จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จากนั้นนำคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่อง มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ ซึ่งได้ค่าความยากง่ายของแต่ละเครื่องมือตั้งแต่ 0.29 – 0.55 และได้ค่าอำนาจจำแนกของแต่ละเครื่องมือตั้งแต่ 0.21 – 0.72 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

7. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่ได้ในข้อ 6 โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

8. ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ให้เหมาะสมและมีความชัดเจน เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

4. เก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ แบบแผนการวิจัยที่ใช้ คือ แบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบหลังการทดลอง (one-group posttest-only design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วพิจารณาผลการทดลอง

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด 14 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยแบ่งเป็นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ จำนวน 12 คาบเรียน และเวลาในการทดสอบหลังเรียน จำนวน 2 คาบเรียน ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยมีผู้ช่วยวิจัยจำนวน 1 คน และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จำนวน 1 คน ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยสังเกตการณ์ บันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนเป้าหมายและสมาชิกในกลุ่มขณะลงมือแก้ปัญหา โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และใช้วิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดของพฤติกรรม

2. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ โดยใช้เวลา 2 คาบเรียน เพื่อตรวจสอบความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

5. วิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. คำนวณจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

3. ทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ มีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้การทดสอบทวินาม (binomial test)

4. นำแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นขณะที่นักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหา และผลงานเขียนจากการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และด้านการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมคำอธิบายที่ชัดเจน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ การทดสอบ Z

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ แล้วนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ และตอนที่ 2 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 1 ความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในการศึกษาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนรายบุคคลและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ไปหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของใบกิจกรรมในชั้นเรียนรายบุคคลและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x})	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
1. ใบกิจกรรมในชั้นเรียน	60	40.43	67.38	6.59
2. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น	40	31.17	77.93	2.87
รวม	100	71.60	71.60	5.16

จากตาราง 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนเท่ากับ 40.43 คิดเป็นร้อยละ 67.38 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.59 ขณะที่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเท่ากับ 31.17 คิดเป็นร้อยละ 77.93 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.87 ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเท่ากับ 71.60 คิดเป็นร้อยละ 71.60 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.16

1.2 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ที่มีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด หลังจากนั้นทดสอบสมมติฐานของการวิจัยโดยใช้การทดสอบ Z ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยแสดง ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

จำนวนนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง (คน)	จำนวนนักเรียนที่มี ความสามารถ ด้านความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น ผ่านเกณฑ์ (คน)	ร้อยละนักเรียนที่มี ความสามารถ ด้านความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น ผ่านเกณฑ์	Z-score	ค่าวิกฤต
30	24	80	2.24	1.645*

*ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตาราง 8 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ที่มีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตอนที่ 2 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน ได้ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้ (1) ผลงานเขียนของกลุ่มเป้าหมายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ (2) ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนเป้าหมายขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ (3) ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ และการอัดวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

การนำเสนอผลการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ผู้วิจัยอธิบายพฤติกรรมของนักเรียนเป้าหมายจำนวน 4 คน ซึ่งได้แก่ แก้วตา ขวัญทิพย์ คอปเตอร์ และงาช้าว (นามสมมติ) โดยที่เป็นแก้วตานักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความรู้พื้นฐาน

ทางด้านคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ชอบความท้าทาย และสามารถแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้
 อย่างเป็นระบบ ขวัญทิพย์และศอปเตอรเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง มี
 ความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ปานกลาง ชอบซักถามและอธิบายแนวคิดต่าง ๆ ให้เพื่อน ๆ
 ฟัง และมีความตั้งใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และงาข้าวเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ
 เรียนต่ำ มีความกล้าแสดงออก ชอบซักถามและพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน

เพื่ออธิบายพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิด
 คล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ในแต่ละด้าน
 ผู้วิจัยแบ่งกิจกรรมการเรียนการสอนออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1	คาบเรียนที่ 1 – 4
ช่วงที่ 2	คาบเรียนที่ 5 – 8
ช่วงที่ 3	คาบเรียนที่ 9 – 12

ในแต่ละช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่นักเรียนมีพฤติกรรม
 ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเด่นชัด มาอธิบายรายละเอียดของพฤติกรรมของนักเรียน
 ดังนี้

ช่วงที่ 1 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่ 4 มาอธิบายว่าพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและ
 ความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีอยู่เดิมผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยอย่างง่ายว่ามีลักษณะ
 อย่างไรบ้าง

ช่วงที่ 2 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่ 8 มาอธิบายว่าพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและ
 ความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นกว่าปัญหา
 ในช่วงที่ 1 ว่ามีอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลง และเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

ช่วงที่ 3 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่ 12 มาอธิบายว่าพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและ
 ความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นกว่าปัญหา
 ในช่วงที่ 2 ว่ามีอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลงจากช่วงที่ 2 และยังคงแสดงอยู่อย่างสม่ำเสมอในช่วงที่ 3

2.1 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาทาง
 คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ผู้วิจัยพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการคิดหาผลเฉลย
 ให้ได้จำนวนมากและมีความแตกต่างกันในเวลาที่กำหนด ขณะนักเรียนลงมือแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับ

สมการ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดหาผลเฉลย ได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด และด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

2.1.1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด

ในการศึกษาพฤติกรรมการคิดหาผลเฉลยให้ได้จำนวนมากในเวลาที่จำกัด ขณะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับสมการ ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและมีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป้าหมายจากผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมาย พบว่า นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด และนักเรียนยังคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้รวดเร็วขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 4 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สวนสนุกพาเพลิน” ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนหารูปแบบคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และมีเวลาในการแก้ปัญหาเพื่อคิดหาผลเฉลย 20 นาที ซึ่งสถานการณ์ปัญหานี้มีทั้งหมด 10 ผลเฉลย นักเรียนทั้งหมดส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ประมาณ 5 ผลเฉลย (ร้อยละ 50.00 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) มีนักเรียนได้ผลเฉลยน้อยที่สุด 1 ผลเฉลย (ร้อยละ 10.00 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และมีนักเรียนได้มากที่สุด 10 ผลเฉลย (ร้อยละ 100.00 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แก้วตา คิดหาผลเฉลยได้ 10 ผลเฉลย (ร้อยละ 100.00 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) ขวัญทิพย์ และคอปเตอร์ คิดหาผลเฉลยได้ 8 ผลเฉลย (ร้อยละ 80.00 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) ในขณะที่ งาช้าว คิดหาผลเฉลยได้ 4 ผลเฉลย (ร้อยละ 40.00 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด)

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 8 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “เกม Eighteen” ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนหารูปแบบคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด และมีเวลาในการแก้ปัญหาเพื่อคิดหาผลเฉลย 20 นาที ซึ่งสถานการณ์ปัญหานี้มีผลเฉลยไม่จำกัด นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ประมาณ 15 ผลเฉลย มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยสุด 5 ผลเฉลย และมีนักเรียนได้มากที่สุด 34 ผลเฉลย สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แก้วตา คิดหาผลเฉลยได้ 30 ผลเฉลย ขวัญทิพย์ คิดหาผลเฉลยได้ 29 ผลเฉลย คอปเตอร์ คิดหาผลเฉลยได้ 25 ผลเฉลย ในขณะที่ งาช้าว คิดหาผลเฉลยได้ 24 ผลเฉลย

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 12 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สมการกำลังสองที่ฉันสร้าง” ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนหารูปแบบคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด และมีเวลาในการแก้ปัญหาเพื่อคิดหาผลเฉลย 20 นาที ซึ่ง

สถานการณ์ปัญหานี้มีผลเฉลยไม่จำกัด นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ประมาณ 17 ผลเฉลย มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยสุด 8 ผลเฉลย และมีนักเรียนได้มากที่สุด 36 ผลเฉลย สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แก้วตา คิดหาผลเฉลยได้ 36 ผลเฉลย ขวัญทิพย์ คิดหาผลเฉลยได้ 28 ผลเฉลย คอปเตอร์ คิดหาผลเฉลยได้ 29 ผลเฉลย ในขณะที่ งาช้าว คิดหาผลเฉลยได้ 22 ผลเฉลย

จากรายละเอียดของข้อมูลทั้ง 3 ช่วง ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4, 8 และ 12 สามารถสรุปเป็นตาราง ได้ดังนี้

ตาราง 9 จำนวนของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4, 8 และ 12

กิจกรรมการเรียนรู้		จำนวนของผลเฉลยทั้งหมด	จำนวนของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้			จำนวนของผลเฉลยที่นักเรียนเป้าหมายหาได้			
ช่วงที่	คาบเรียน		น้อยสุด	มากที่สุด	โดยเฉลี่ย	แก้วตา	ขวัญทิพย์	คอปเตอร์	งาช้าว
1	4	10 ผลเฉลย	1	10	5	10	8	8	4
2	8	มีผลเฉลยไม่จำกัด	5	34	15	30	29	25	24
3	12	มีผลเฉลยไม่จำกัด	8	36	17	36	28	29	22

จากตาราง 9 สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ประมาณร้อยละ 50 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ สามารถคัดเลือกประเด็นสำคัญและเลือกใช้ทฤษฎีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จึงคิดหาผลเฉลยได้มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งนักเรียนยังคงคิดหาผลเฉลยได้มากขึ้นจนถึงสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ ในช่วงที่ 3 สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ในช่วงแรก งาช้าว คิดหาผลเฉลยได้น้อยกว่าจำนวนของผลเฉลยโดยเฉลี่ยที่นักเรียนหาได้ ในขณะที่ แก้วตา ขวัญทิพย์ และคอปเตอร์ คิดหาผลเฉลยได้มากกว่าจำนวนของผลเฉลยโดยเฉลี่ยที่นักเรียนหาได้ ต่อมาในช่วงที่ 2 แก้วตา ขวัญทิพย์ คอปเตอร์ และงาช้าว คิดหาผลเฉลยได้มากกว่าจำนวนของผลเฉลยโดยเฉลี่ยที่นักเรียนหาได้ เช่นเดียวกับในช่วงที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนเป้าหมายทั้ง 4 คน ที่พบว่าสาเหตุที่ทำให้สามารถคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นนั้นเนื่องมาจากนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ที่มีผลเฉลยมากกว่า 1 ผลเฉลย และได้แลกเปลี่ยนยุทธวิธีในการแก้ปัญหาจากสมาชิกในกลุ่ม/การนำเสนอผลเฉลยและยุทธวิธีจากเพื่อนต่างกลุ่มหน้าชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาและเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.1.2 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

ในการศึกษาพฤติกรรมการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกันของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนรูปแบบของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ ลักษณะของผลเฉลยในแต่ละรูปแบบ และขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลย ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ นี้แต่ละปัญหามีรูปแบบของผลเฉลยมากกว่าหนึ่งรูปแบบ (มีอย่างน้อยสามรูปแบบ) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน ผลการสังเกตพฤติกรรมของ นักเรียนเป้าหมายของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมาย พบว่า นักเรียนคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น และนักเรียนมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 4 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สวนสนุกพาเพลิน” โดยนักเรียนจะต้องหารูปแบบคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งปัญหานี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากจำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบีมพ์ ทำให้สามารถแบ่งผลเฉลยออกเป็น 3 รูปแบบ ซึ่งได้แก่

รูปแบบที่ 1 จำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบีมพ์เท่ากับ 0

รูปแบบที่ 2 จำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบีมพ์เท่ากับ 2

รูปแบบที่ 3 จำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบีมพ์เท่ากับ 4

ดังตาราง 10

ตาราง 10 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “สวนสนุกพาเพลิน”

รูปแบบของ ผลเฉลย	ผลเฉลยที่	จำนวนครั้งที่ เด็กชายบอสเล่น ชิงช้าสวรรค์	จำนวนครั้งที่ เด็กชายบอสเล่น เรือไวคิง	จำนวนครั้งที่ เด็กชายบอสเล่น รถบั้ง
รูปแบบที่ 1	1	0	5	0
	2	2	4	0
	3	4	3	0
	4	6	2	0
	5	8	1	0
	6	10	0	0
รูปแบบที่ 2	7	1	2	2
	8	3	1	2
	9	5	0	2
รูปแบบที่ 3	10	0	0	4

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหากิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 2 รูปแบบเท่านั้น ได้แก่ รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แก้วตา คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ทั้ง 3 รูปแบบ และในแต่ละรูปแบบมีผลเฉลยครบถ้วน (ผลเฉลยทั้งหมดมี 10 ผลเฉลย) ดังภาพประกอบ 6

$x \rightarrow$ สิ่งเข้าสวรรค์
 $y \rightarrow$ เรือไวกีว
 $z \rightarrow$ รถขับพ์

$$20x + 40y + 50z = 200$$

$$2x + 4y + 5z = 20$$

	x	y	z
1)	0	0	4
2)	0	5	0
3)	10	0	0
4)	8	1	0
5)	6	2	0
6)	4	3	0
7)	2	4	0
8)	5	0	2
9)	1	2	2
10)	3	1	2

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 3

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 1

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 2

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4
“สวนสนุกพาเพลิน” ของ แก้วตา

ในขณะที่ ขวัญทิพย์ และคอปเตอร์ คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ทั้ง 3 รูปแบบ
เช่นกัน แต่ได้ผลเฉลยเพียงแค่ 8 ผลเฉลย (ผลเฉลยทั้งหมดมี 10 ผลเฉลย) ดังภาพประกอบ 7 และ
ภาพประกอบ 8

ซึ่งข้าวสารคือ ไก่ ไข่ต้ม

x y z

$$20x + 40y + 50z = 200 \quad (1)$$

$$2x + 4y + 5z = 20 \quad (2)$$

x	y	z
10	0	0
0	5	0
0	0	4
5	0	2
6	2	0
2	4	0
4	3	0
8	1	0

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 1

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 3

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 2

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4
“สวนสนุกพาเพลิน” ของ ขวัญทิพย์

x	y	z
8	1	0
6	2	0
4	3	0
2	4	0
5	0	2
10	0	0
0	5	0
0	0	4

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 1

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 2

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 3

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4
“สวนสนุกพาเพลิน” ของ คอปเตอร์

สำหรับ งานข้าว คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้เพียงรูปแบบเดียว คือ รูปแบบที่ 1
และได้ผลเฉลยเพียงแค่ 4 ผลเฉลย ดังภาพประกอบที่ 9

X	Y	Z
6	2	0
2	4	0
4	3	0
0	5	0

ตัวอย่างร่องรอย
การคิดหาผลเฉลย
ในรูปแบบที่ 1

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4
“สวนสนุกพาเพลิน” ของ งาช้าว

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 8 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม
“เกม Eighteen” โดยนักเรียนจะต้องหารูปแบบคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งปัญหา
นี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากจำนวนเครื่องหมายบวกที่ใช้ ทำให้สามารถแบ่งผลเฉลย
ออกเป็น 3 รูปแบบ ซึ่งได้แก่

รูปแบบที่ 1 ใช้เครื่องหมายบวก 2 เครื่องหมาย

รูปแบบที่ 2 ใช้เครื่องหมายบวก 1 เครื่องหมาย

รูปแบบที่ 3 ใช้เครื่องหมายบวก 0 เครื่องหมาย (ไม่ใช้เครื่องหมายบวกเลย)

ในแต่ละรูปแบบมีตัวอย่างผล ดังภาพประกอบ 10

4	+	9	+	5	=	18
5	+	8	+	5	=	18
6	+	7	+	5	=	18
7	+	6	+	5	=	18

$\frac{13}{3}$	\times	3)	+	5	=	18
$\frac{13}{3}$	\div	$\frac{1}{3}$)	+	5	=	18
$\sqrt{13}$	\times	$\sqrt{13}$)	+	5	=	18
$\frac{3}{5}$	+	3)	\times	5	=	18

รูปแบบที่ 1

รูปแบบที่ 2

$\frac{23}{4}$	\times	4)	-	5	=	18
$\frac{46}{7}$	\times	$\frac{7}{2}$)	-	5	=	18
3.9	-	0.3)	\times	5	=	18

รูปแบบที่ 3

ภาพประกอบ 10 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 “เกม Eighteen”

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหากิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า ในช่วงประมาณ 5 นาที แรก นักเรียนส่วนใหญ่ คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้เพียง 1 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 เท่านั้น แต่หลังจากที่นักเรียนได้รับ คำถามกระตุ้นก็ทำให้สามารถคิดผลเฉลยในรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 เพิ่มเติมขึ้นมาได้ สำหรับ นักเรียนเป้าหมาย แก้วตา และคอปเตอร์ คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ทั้ง 3 รูปแบบ โดยที่ แก้วตา มีจำนวนผลเฉลยที่หลากหลายนากกว่า คอปเตอร์ ดังภาพประกอบ 11

$$\begin{array}{l}
 1) 7 + 6 + 5 = 18 \\
 2) 6 + 7 + 5 = 18 \\
 3) 5 + 8 + 5 = 18 \\
 4) 4 + 9 + 5 = 18 \\
 5) 3.5 + 9.5 + 5 = 18 \\
 6) 3.1 + 9.9 + 5 = 18 \\
 7) \frac{9}{5} \times 2 \times 5 = 18 \\
 8) 9 \times \frac{2}{5} \times 5 = 18 \\
 9) \sqrt{13} \times \sqrt{13} + 5 = 18 \\
 10) \sqrt{90} \times \sqrt{90} \div 5 = 18 \\
 11) \sqrt{23} \times \sqrt{23} - 5 = 18 \\
 12) \frac{13}{2} + 6.9 + 5 = 18 \\
 13) \frac{11}{2} + \frac{15}{2} + 5 = 18 \\
 14) \frac{9}{2} + \frac{17}{2} + 5 = 18 \\
 15) \frac{7}{2} + \frac{19}{2} + 5 = 18 \\
 16) 1 + \frac{13}{5} \times 5 = 18 \\
 17) 5 \times \frac{23}{5} - 5 = 18 \\
 18) 9 \div 2.5 \times 5 = 18 \\
 19) 6.5 + 6.5 + 5 = 18 \\
 20) 4 - \frac{2}{5} \times 5 = 18 \\
 21) 5 - 1.4 \times 5 = 18 \\
 22) 0.6 \times 6 \times 5 = 18 \\
 23) 7.2 \div 2 \times 5 = 18 \\
 24) 1 \div \frac{5}{18} \times 5 = 18 \\
 25) 1 \div \frac{1}{23} - 5 = 18 \\
 26) 1 \div \frac{1}{90} \div 5 = 18 \\
 27) 2 \div \frac{1}{45} \div 5 = 18 \\
 28) 1.2 + 2.4 \times 5 = 18 \\
 29) \sqrt{23} \times \frac{\sqrt{92}}{2} - 5 = 18 \\
 30) 5.75 \times 4 - 5 = 18
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 9 + 4 + 5 \\
 8 + 5 + 5 \\
 7 + 6 + 5 \\
 6 + 7 + 5 \\
 5 + 8 + 5 \\
 4 + 9 + 5 \\
 \frac{9}{5} + \frac{9}{5} \times 5 \rightarrow \text{เศษส่วน} \\
 \sqrt{90} \times \sqrt{90} \div 5, \sqrt{13} \times \sqrt{13} + 5, \sqrt{23} \times \sqrt{23} - 5, \sqrt{\frac{18}{5}} \times \sqrt{\frac{18}{5}} \times 5 \\
 \frac{23}{3} \times 3 - 5 / \frac{23}{3} \div \frac{1}{3} - 5 \\
 \frac{23}{4} \times 4 - 5 / \frac{23}{4} \div \frac{1}{4} - 5 \\
 \frac{23}{5} \times 5 - 5 / \frac{23}{5} \div \frac{1}{5} - 5 \\
 \frac{23}{6} \times 6 - 5 / \frac{23}{6} \div \frac{1}{6} - 5 \\
 \frac{23}{7} \times 7 - 5 / \frac{23}{7} \div \frac{1}{7} - 5 \\
 \frac{23}{8} \times 8 - 5 / \frac{23}{8} \div \frac{1}{8} - 5 \\
 \frac{23}{9} \times 9 - 5 / \frac{23}{9} \div \frac{1}{9} - 5
 \end{array}$$

ตัวอย่างร่องรอยการคิด
หาผลเฉลยของ คอปเตอร์

ตัวอย่างร่องรอยการคิด
หาผลเฉลยของ แก้วตา

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8
“เกม Eighteen” ของ แก้วตา และคอปเตอร์

ในขณะที่ ขวัญทิพย์ และงาช้าว คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้เพียง 1 รูปแบบ คือ
รูปแบบที่ 1 แต่ยังสามารถได้จำนวนผลเฉลยที่มากเช่นเดียวกับ แก้วตา และคอปเตอร์ (จำนวนผลเฉลยอยู่

ในช่วงตั้งแต่ 25 ถึง 30 ผลเฉลย) เนื่องจาก ขวัญทิพย์ และงาช้าว มีการใช้ความหลากหลายของจำนวน ดังภาพประกอบ 12

1. $(4+9)+5=18$
2. $(5+8)+5=18$
3. $(6+7)+5=18$
4. $(7+6)+5=18$
5. $(8+5)+5=18$
6. $(9+4)+5=18$
7. $(\sqrt{16}+\sqrt{81})+5=18$
8. $(\sqrt{25}+\sqrt{64})+5=18$
9. $(\sqrt{36}+\sqrt{49})+5=18$
10. $(\sqrt{49}+\sqrt{36})+5=18$
11. $(\sqrt{64}+\sqrt{25})+5=18$
12. $(\sqrt{81}+\sqrt{16})+5=18$
13. $(\frac{2}{2}+\frac{3^2}{3})+5=18$
14. $(3^2+\frac{2^2}{2})+5=18$
15. $(3.5+9.5)+5=18$
16. $(4.5+8.5)+5=18$
17. $(5.5+7.5)+5=18$
18. $(6.5+6.5)+5=18$
19. $(7.5+5.5)+5=18$
20. $(8.5+4.5)+5=18$
21. $(3.5+9.5)+5=18$
22. $(\sqrt{12.25}+\sqrt{90.25})+5=18$
23. $(\sqrt{20.25}+\sqrt{72.25})+5=18$
24. $(\sqrt{30.25}+\sqrt{56.25})+5=18$
25. $(\sqrt{42.25}+\sqrt{42.25})+5=18$
26. $(\sqrt{56.25}+\sqrt{30.25})+5=18$
27. $(\sqrt{72.25}+\sqrt{20.25})+5=18$
28. $(\sqrt{90.25}+\sqrt{12.25})+5=18$
29. $(\frac{9}{5}+\frac{9}{5})+5=18$

ตัวอย่างร่องรอยการคิด
หาผลเฉลยของ ขวัญทิพย์

1. $(9+4)+5=14$
2. $(9+5)+5=14$
3. $(7+6)+5=14$
4. $(\frac{9}{2}+9)+5=14$
5. $(4+9)+5=14$
6. $(5+4)+5=14$
7. $(6+7)+5=14$
8. $(9+\frac{9}{2})+5=14$
9. $(\frac{13}{2} \times 2)+5=14$
10. $(\sqrt{41}+\sqrt{16})+5=14$
11. $(\sqrt{64}+\sqrt{25})+5=14$
12. $(\sqrt{49}+\sqrt{36})+5=14$
13. $(\frac{9}{2}+9)+5=14$
14. $(2 \times \frac{12}{2})+5=14$
15. $(\sqrt{16}+\sqrt{41})+5=14$
16. $(\sqrt{25}+\sqrt{16})+5=14$
17. $(\sqrt{36}+\sqrt{49})+5=14$
18. $(\sqrt{14} \times \sqrt{13})+5=14$
19. $(\frac{\sqrt{92}}{\sqrt{2}}+\sqrt{16})+5=14$
20. $(\sqrt{41}+\frac{\sqrt{32}}{\sqrt{2}})+5=14$
21. $(6.5 \times 2)+5=14$
22. $(2\sqrt{16}+\sqrt{25})+5=14$
23. $(\sqrt{41}+2\sqrt{4})+5=14$
24. $(\frac{\sqrt{60}}{\sqrt{5}}+\sqrt{41})+5=14$

ตัวอย่างร่องรอยการคิด
หาผลเฉลยของ งาช้าว

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างรูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8

“เกม Eighteen” ของ ขวัญทิพย์ และงาช้าว

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 12 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สมการกำลังสองที่ฉันสร้าง” โดยนักเรียนจะต้องหารูปแบบคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งปัญหานี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากคำตอบของสมการกำลังสอง ทำให้สามารถแบ่งผลเฉลยออกเป็น 3 รูปแบบ ซึ่งได้แก่

รูปแบบที่ 1 คำตอบเป็นจำนวนตรรกยะที่แตกต่างกัน 2 จำนวน

$$\text{เช่น } x^2 + x = 0, x^2 + 3x + 2 = 0, x^2 + 4x + 3 = 0 \text{ เป็นต้น}$$

รูปแบบที่ 2 คำตอบเป็นจำนวนตรรกยะที่แตกต่างกัน 2 จำนวน

$$\text{เช่น } x^2 + 4x + 2 = 0, 2x^2 + 3x + 1 = 0 \text{ เป็นต้น}$$

รูปแบบที่ 3 คำตอบเป็นจำนวนตรรกยะเพียง 1 จำนวน

$$\text{เช่น } x^2 + 2x + 1 = 0, 9x^2 + 6x + 1 = 0 \text{ เป็นต้น}$$

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหากิจกรรมการเรียนรู้ที่ 12 และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยครบทั้ง 3 รูปแบบ สำหรับนักเรียนเป้าหมายทั้ง 4 คน คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ทั้ง 3 รูปแบบ โดยที่ แก้วตา มีจำนวนผลเฉลยที่หลากหลายมากกว่าที่สุดเมื่อเทียบกับนักเรียนเป้าหมายที่เหลืออีก 3 คน และ งามข้าว มีจำนวนผลเฉลยที่หลากหลายน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับนักเรียนเป้าหมายที่เหลืออีก 3 คน

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ประมาณร้อยละ 50 ของจำนวนรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักเรียนคุ้นเคยและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถเลือกใช้แนวคิดที่หลากหลายและเหมาะสมกับการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนคิดหารูปแบบของผลเฉลยมากขึ้นตามไปด้วย กล่าวคือ ในคาบเรียนที่ 8 นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ครบ ซึ่งนักเรียนยังคงคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้มากขึ้นจนถึงสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 สอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมาย 4 คน ที่พบว่าสาเหตุที่ทำให้นักเรียนคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นนั้น เนื่องมาจากนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น และได้แลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหากับสมาชิกในกลุ่ม รวมถึงนำเสนอผลเฉลยและวิธีการจากเพื่อนต่างกลุ่มหน้าชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนและเลือกใช้ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้ อย่างเหมาะสม ทำให้คิดหาผลเฉลยได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้น

2.2 พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ผู้วิจัยพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์โดยเลือกผลเฉลยที่ได้ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด และจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยที่ได้ให้มีความแตกต่างและไม่ทับซ้อนกัน หลังจากที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับสมการ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และด้านการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจากการแก้ปัญหา

2.2.1 ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

ในการศึกษาพฤติกรรมการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด หลังจากนักเรียนลงมือแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับสมการ จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป้าหมายของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาในช่วงกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น โดยถ้าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการนักเรียนจะคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด มีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 4 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สวนสนุกพาเพลิน” ช่วงกิจกรรมเสริมสร้างความคิดยืดหยุ่น หลังจากนักเรียนคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของกิจกรรมเสริมสร้างความคิดคล่อง กิจกรรมนี้ยังต้องการให้นักเรียนเลือกกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดด้วย โดยที่สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดในกิจกรรมนี้คือ เด็กชายบอสต้องการเล่นเรือไวกิ้งให้ได้อย่างน้อย 4 รอบ แล้วรูปแบบของการเล่นที่เป็นไปได้ มีอะไรบ้าง ซึ่งในการเลือกกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนส่วนใหญ่พิจารณาผลเฉลยที่ตนเองมีก่อน เมื่อพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการทำให้นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยอีกครั้ง ในกิจกรรมนี้มีนักเรียนเป้าหมายเพียง 2 คน ได้แก่ แก้วตา และ งาช้าว เท่านั้น ที่หากกลุ่มของผลเฉลยครบถ้วนและถูกต้องตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ในขณะที่ ขวัญทิพย์ และคอปเตอร์ หากกลุ่มของผลเฉลยถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 8 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “เกม Eighteen” ช่วงกิจกรรมเสริมสร้างความคิดยืดหยุ่น หลังจากนั้นนักเรียนคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของกิจกรรมเสริมสร้างความคิดคล่อง กิจกรรมนี้ยังต้องการให้นักเรียนเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดด้วย โดยที่ สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดในกิจกรรมนี้ คือ Eighteen Group ที่มีจำนวนอัตรกระยะอย่างน้อย 1 จำนวน มีอะไรบ้าง ซึ่งในการเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนส่วนใหญ่พิจารณาผลเฉลยที่ตนเองมีก่อน และพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการทำให้นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยขึ้นมาใหม่ ในกิจกรรมนี้มีนักเรียนเป้าหมายเพียงคนเดียว คือ แก้วตา ที่มีผลเฉลยที่สอดคล้องกับที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด จึงทำให้ แก้วตา สามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ต้องการได้ทันที สำหรับนักเรียนเป้าหมายที่เหลือ ไม่มีผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด จึงต้องคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยที่ต้องการ

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 12 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สมการกำลังสองที่ฉันสร้าง” ช่วงกิจกรรมเสริมสร้างความคิดยืดหยุ่น หลังจากนั้นนักเรียนคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของกิจกรรมเสริมสร้างความคิดคล่อง กิจกรรมนี้ยังต้องการให้นักเรียนเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดด้วย โดยที่ สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดในกิจกรรมนี้ คือ ให้นักเรียนยกตัวอย่างสมการกำลังสองที่มี 0 เป็นคำตอบหนึ่งของสมการมา 3 สมการ ดังที่กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ว่า ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนคิดหา รูปแบบของผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีผลเฉลยที่สอดคล้องที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้คิดเลือกผลเฉลยที่ต้องการได้ทันที

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนมีความคุ้นเคยและประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น โดยคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้จากช่วงกิจกรรมส่งเสริมความคิดคล่อง ถ้าพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการนักเรียนจึงคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และบางครั้งนักเรียนยังสามารถหาผลเฉลยเพิ่มเติมให้สอดคล้องได้เช่นกัน

2.2.2 ด้านการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจากการแก้ปัญหา

ในการศึกษาพฤติกรรมการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจากการแก้ปัญหา หลังจากนั้นนักเรียนลงมือแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับสมการ จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป้าหมายของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการ

สัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมาย พบว่า นักเรียนคิดสร้างเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น เขียนคำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น และสามารถจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยที่ได้ให้มีความแตกต่างและไม่ทับซ้อนกัน มีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 4 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สวนสนุกพาเพลิน” ช่วงกิจกรรมเสริมสร้างความคิดยืดหยุ่น นักเรียนต้องนำผลเฉลยที่ได้จากช่วงกิจกรรมเสริมสร้างความคิดคล่องมาจัดกลุ่ม พร้อมกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้ โดยตัวอย่างเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ผลเฉลยของกิจกรรมนี้ จะพิจารณาจากจำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบั้งพ์ ทำให้สามารถแบ่งผลเฉลยออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 จำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบั้งพ์เท่ากับ 0

กลุ่มที่ 2 จำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบั้งพ์เท่ากับ 2

กลุ่มที่ 3 จำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบั้งพ์เท่ากับ 4

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนเกณฑ์ได้ชัดเจนมากเท่าที่ควร ตัวอย่างเช่น เขียนชื่อเกณฑ์ไม่ชัดเจน เขียนเกณฑ์ได้แต่ไม่ระบุผลเฉลยที่สอดคล้องกับเกณฑ์นั้น หรือมีบางผลเฉลยที่สามารถอยู่ได้มากกว่าหนึ่งเกณฑ์ เป็นต้น และมีนักเรียนส่วนน้อยที่สามารถเกณฑ์ได้ถูกต้องและชัดเจน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แก้วตา และขวัญทิพย์ สามารถเกณฑ์ได้ถูกต้องและชัดเจน โดยที่ แก้วตา เลือกเกณฑ์ที่ทำให้แบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม ในขณะที่ขวัญทิพย์ เลือกเกณฑ์ที่ทำให้แบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ดังภาพประกอบ 13 และภาพประกอบ 14

สำหรับนักเรียนเป้าหมาย คอปเตอร์ และงาช้าง ไม่สามารถเขียนเกณฑ์ได้ชัดเจนมากเท่าที่ควร โดยที่ คอปเตอร์ เลือกเกณฑ์ที่ทำให้แบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม แต่เขียนข้อมูลแต่ละกลุ่มไม่ชัดเจน ในขณะที่ งาช้าง เลือกเกณฑ์ที่ทำให้แบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ไม่ระบุผลเฉลยที่สอดคล้องกับเกณฑ์นั้น ดังภาพประกอบ 15 และภาพประกอบ 16

	หงส์	ไก่งวง	ชั้น
เล่นครบทุกชนิด	1	2	2
	3	1	2
เล่น 2 ชนิด	8	1	
	6	2	
	4	3	
	2	4	
	5		2
เล่น 1 ชนิด	10		
		5	4

ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

“สวนสนุกพาเพลิน” ของ คอปเตอร์

2 - 0
2 - 2
2 - 4

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

“สวนสนุกพาเพลิน” ของ งาช้าง

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 8 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “เกม Eighteen” ช่วงกิจกรรมเสริมสร้างความคิดยืดหยุ่น นักเรียนต้องนำผลเฉลยที่ได้จากช่วงกิจกรรมเสริมสร้างความคิดคล่องมาจัดกลุ่ม พร้อมกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้ โดยตัวอย่างเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ผลเฉลยของกิจกรรมนี้ จะพิจารณาจากจำนวนเครื่องหมายบวกที่ใช้ ทำให้สามารถแบ่งผลเฉลยออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

รูปแบบที่ 1 ใช้เครื่องหมายบวก 2 เครื่องหมาย

รูปแบบที่ 2 ใช้เครื่องหมายบวก 1 เครื่องหมาย

รูปแบบที่ 3 ใช้เครื่องหมายบวก 0 เครื่องหมาย (ไม่ใช้เครื่องหมายบวกเลย)

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนเกณฑ์ได้ชัดเจนมากขึ้น และมีนักเรียนส่วนน้อยที่ไม่สามารถเกณฑ์ได้ถูกต้องและชัดเจน ตัวอย่างเช่น เขียนชื่อเกณฑ์ไม่ชัดเจน หรือมีบางผลเฉลยที่สามารถอยู่ได้มากกว่าหนึ่งเกณฑ์ เป็นต้น

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 12 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สมการกำลังสองที่ฉันสร้าง” ช่วงกิจกรรมเสริมสร้างความคิดยืดหยุ่น นักเรียนต้องนำผลเฉลยที่ได้จากช่วงกิจกรรมเสริมสร้างความคิดคล่องมาจัดกลุ่ม พร้อมกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้ โดยตัวอย่างเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ผลเฉลยของกิจกรรมนี้ จะพิจารณาจากคำตอบของสมการกำลังสอง ทำให้สามารถแบ่งผลเฉลยออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งได้แก่

รูปแบบที่ 1 คำตอบเป็นจำนวนตรรกยะที่แตกต่างกัน 2 จำนวน

รูปแบบที่ 2 คำตอบเป็นจำนวนอตรรกยะที่แตกต่างกัน 2 จำนวน

รูปแบบที่ 3 คำตอบเป็นจำนวนตรรกยะเพียง 1 จำนวน

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 12 และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนเกณฑ์ได้ชัดเจนมากขึ้น มากกว่าช่วงที่ 2 แต่ก็มีนักเรียนส่วนน้อยที่ไม่สามารถเกณฑ์ได้ถูกต้องและชัดเจน ตัวอย่างเช่น เขียนชื่อเกณฑ์ไม่ชัดเจน เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนเกณฑ์ได้ชัดเจนมากเท่าที่ควร ถ้ามีเกณฑ์ใดที่นักเรียนเขียนไม่ชัดเจนจะใช้การยกตัวอย่างประกอบ ส่วนในช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 นักเรียนทุกคนสามารถกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ดีขึ้น และนำผลเฉลยเหล่านั้นมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม แต่นักเรียนบางคนยังขาดความระมัดระวังในการเขียนอธิบาย

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เป็นข้อมูลสำหรับครูในการพัฒนาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เป็นแนวทางสำหรับครูและนักวิจัยในการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ที่มีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดประชากร และเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ตั้งแต่ 3.0 ขึ้นไป โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้การวิจัยครั้งนี้

นี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ตั้งแต่ 3.0 ขึ้นไป ในกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ โดยพิจารณาจากคะแนนดิบในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 หลังจากนั้นเลือกนักเรียนกลุ่มสูง 1 คน นักเรียนกลุ่มปานกลาง 2 คน และนักเรียนกลุ่มต่ำ 1 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) ในการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้นักเรียนเป้าหมายทั้งหมด 4 คน

2. กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ในขณะที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจะได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย โดยใช้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสมการ ที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการแก้ปัญหา ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาให้ได้จำนวนมากและมีความแตกต่างกันในเวลาจำกัด เลือกผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และกำหนดเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหา นอกจากนี้ นักเรียนยังได้มีส่วนร่วมในการเรียนแบบร่วมมือ (cooperative learning) โดยได้ร่วมคิดและลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (group problem solving) โดยที่แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 4 คน แบบละครความสามารถ กล่าวคือ มีนักเรียนที่มีกลุ่มคะแนนสูง 1 คน นักเรียนที่มีกลุ่มคะแนนปานกลาง 2 คน และนักเรียนที่มีกลุ่มคะแนนต่ำ 1 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา

ของกลุ่ม และนำเสนอผลของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคล ตลอดจน
ได้มีโอกาสอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน
12 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรม
การเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้เวลาแผนละ 90 นาที (2) แบบทดสอบ
วัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นจำนวน 4 ข้อ โดยมีการให้คะแนนแบบ
รูปริก-แบบวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
(3) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ขณะลงมือแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ และ (4) แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อสอบถามนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน
เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ โดยใช้หลังสิ้นสุดคาบเรียน
ในแต่ละครั้ง

4. เก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบหลังการทดลอง (one-
group posttest-only design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มี
การให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่างและทำการทดสอบหลังการทดลองแล้วพิจารณาผลการ
ทดลอง ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด 14 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดย
แบ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและ
ความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ จำนวน 12 คาบเรียน
และการทดสอบหลังเรียน จำนวน 2 คาบเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาในภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2564 ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยมีผู้ช่วยวิจัย
จำนวน 1 คน และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จำนวน 1 คน
ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยสังเกตการณ์ บันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของ
นักเรียนเป้าหมายและสมาชิกในกลุ่มขณะลงมือแก้ปัญหา โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้าน
ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และใช้วิธีดีไอช่วยในการบันทึกรายละเอียดของพฤติกรรม และ
เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถด้าน
ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ เพื่อ

ตรวจสอบความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยนำคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม จากนั้นผู้วิจัยทดสอบสมมติฐานที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ที่มีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้การทดสอบ Z

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้พิจารณาจากงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ และผลจากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และนำแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นขณะที่นักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหา และผลงานเขียนจากการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และด้านการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมคำอธิบายที่ชัดเจน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ มีความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับแนวคิดของ Silver (1997) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมลักษณะหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้น กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีส่วนในการพัฒนาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีรเชษฐ เรื่องสุขอนามัย

(2561) เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งนี้เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมุ่งเน้นการเสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา และวิลสันและคณะ ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์จากการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย นอกจากนี้นักเรียนยังได้มีส่วนร่วมในการเรียนแบบร่วมมือ โดยได้ร่วมคิดและลงมือแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนแต่ละคนต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของกลุ่ม และนำเสนอผลของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคล ตลอดจนได้มีโอกาสอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

2. พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอน การสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะสามารถพัฒนาความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น สอดคล้องกับ วรณพร เลิศอวาส (2554) ที่กล่าวว่า หลังจากที่นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถคิดหาผลเฉลยได้มากขึ้น และเร็วขึ้นในเวลาที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนสามารถคิดหาผลเฉลยได้หลังจากทำความเข้าใจปัญหาแล้วในทันที นอกจากนี้นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น และสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ชัดเจนขึ้น โดยที่ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีรเชษฐ์ เรื่องสุขอนันต์ (2554) เรื่อง การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเรื่องเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ที่สรุปว่า เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นสูงขึ้น และสามารถแสดงพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน

1. ครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมการเรียนการสอนไปประยุกต์ใช้หรือบูรณาการกับการสอนในชั้นเรียนปกติได้

2. สำหรับสถานการณ์ที่ใช้ในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ควรเป็นปัญหาปลายเปิด และสามารถหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งรูปแบบ

3. ครูผู้สอนควรเน้นย้ำการฝึกประสบการณ์ให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ โดยสามารถเสริมทักษะการคิดอย่างเป็นระบบให้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน้อยกว่า 3.0

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. สามารถศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

2. สำหรับหลักสูตรสมรรถนะ สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์หรือต่อยอดในความคิดระดับสูงตามแนวทางของหลักสูตร

3. สามารถปรับเปลี่ยนตัวแปรตามที่ต้องการศึกษาเป็นความสามารถด้านอื่น เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยง เป็นต้น

บรรณานุกรม

- Anderson, K. B., & Pingry, R. E. (1973). *Problem Solving in Mathematics: Its Theory and Practice*. Washington, D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Balka, D. S. (1974). Using Research in Teaching: Creative Ability in Mathematics. *The Arithmetic Teacher*, 21(November), 633–636.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving, Reasoning and Communicating, K – 8: Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publishing.
- Bitter, G. G., Edwards, N. T., & Hatfield, M. M. (1989). *Mathematics methods for the elementary and middle school : a comprehensive approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bonotto, C., & Santo, L. D. (2015). *On the Relationship between Problem Posing, Problem Solving, and Creativity in the Primary School*. In *Mathematical Problem Posing from Research to Effective Practice*. New York: Springer Science+Business Media New York.
- Bruns, D. E. (1995). *Thinking Skill Planning Guide*. Mimeographed.
- Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Reston, Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Damayanti, H. T., & Sumardi, S. (2018). Mathematical Creative Thinking Ability of Junior High School Students in Solving Open-Ended Problem. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 3(1), 36–45.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw – Hill.
- Hoong, F. K. (2008). *Promoting Mathematical Creativity for all students Assessment*. *Proceeding of the Discussing Group 9: Promoting Creativity for all students in Mathematics Education of the 11th International Congress on Mathematical Education*. Monterrey, Mexico.
- Isrok'atun, & Tiurlina. (2014). Enhancing Students' Mathematical Creative Problem Solving Ability Through Situation-Based Learning. *Mathematical Theory and Modeling*, 11(4), 44 – 49.

- Janjaruporn, R. (2005). *The development of a problem-solving instructional program to develop preservice teachers' competence in solving mathematical problems and their beliefs related to problem solving*. A Dissertation (Ed.D. (Mathematics Education)) -- Srinakharinwirot University, 2005.
- Krulik, S., & Reys, R. E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics: National Council of Teacher of Mathematics 1980 Year Book*. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem Solving: A Handbook for Teachers. Second Edition*.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teachers*. Needham Heights, Mass.: Allyn and Bacon, Inc.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1996). *The New Sourcebook Reasoning and Problem Solving in Junior and Senior High School*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1999). *Innovative tasks to improve critical and creative thinking skill*. In Lee V. Stiff & Frances R. Curcio (Eds.) *Development Mathematics Reasoning in Grade K–12: 1999 Yearbook*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lee, K. S., Hwang, D., & Seo, J. J. (2003). A development of the test for mathematical creative problem-solving ability. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education*, 7(3), 163–189.
- Lester, F. (1978). Mathematical problem solving in the elementary school: Some educational and psychological considerations. *Mathematical problem solving: Papers from a research workshop (ERIC/SMET)*. , In: L. L Hatfield and D. A. Bradbard (Eds.), Columbus, Ohio: Columbus.
- Lester, F. (2001). Problem solving, overview L. S. G. S. I. Lipsey *Encyclopedia of Mathematics Education* (570-574). New York: Routledge Falmer.
- Mayer, R. E., & Hegarty, M. (1996). *The process of understanding mathematical problems*. Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Mendoza, L. P. (2009). *Creativity in school mathematics—focus on rubrics. Workshop on*

Mathematic, Thinking and Creativity. Meeting room 10-210 of Mathematics Department Srinakarinwirot University.

National Council of Teacher of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*.

Pehkonen, H. (1997). *Open-ended problem in Mathematics*. (Research Report).

https://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?_nfpb=true_&ERICxtSearchValue0=ED419714&ERICxtSearch_SearchType_0=no&accno=ED419714

Pehkonen, H. (1999). *Fostering of Mathematics Creativity*. <https://www.fiz-karl.de/zdam1.pdf>

Pólya, G. (1957). *How to solve it : a new aspect of mathematical method*. Princeton University Press, Princeton.

Posamentier, A. S., & Krulik, S. (1998). *Problem-Solving Strategies for Efficient and Elegant Solutions: A Resource for the Mathematics Teacher*: SAGE Publications.

Reys, R. E., & et al. (2004). *Helping Children Learn Mathematics* (7th Ed). New York: John Wiley and Sons.

Reys, R. E., & Lindquist, M. (2004). *Helping children learn mathematics* (7th ed.): John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.

Sheffield, L. J. (2000). *Teaching and Learning Mathematics Pre-Kindergarten Through Middle School* (4th Ed). New York: John Wiley & Sons.

Sheffield, L. J. (2006). *Using Creativity Techniques to Add Depth and Complexity to the Mathematics Curricula*.

http://www.math.ecmu.cn/earcome3/sym1/EARCOME3_Sheffield_Linda_Sym1.doc.

Sheffield, L. J., & Cruikshank, D. E. (2000). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics* (4th Ed). New York: Wiley.

Sheffield, L. J., & Cruikshank, D. E. (2003). *Extending the Challenge in Mathematics*:

Developing Mathematics Promise in K-8 pupils. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Torrance, E. P. (1962). *Guiding Creative Talent.* Englewood Cliffs, N.J.: Princeton Hall.

Torrance, E. P. (1973). *Encouraging Creativity in the Classroom.* Iowa: WM. C. Brown.

Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). *Modes of Thinking in Young Children.* New York: Holt Rinehart & Winston.

Williams, K. M. (2003). Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance. *The Mathematics Teacher*, 96(3), 185-187.

Wilson, D. B. (1978). A Report on the Use of Structured Tutorials as a Means to Creative Thinking. *International Mathematics Educational Science Technology*, 9(4), 423-432.

Wilson, J. W., Fernandez, M. L., และ Hadaway, N. (1993). *Mathematical Problem Solving Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics (57-78).* New York: Macmillan Publish Company.

กรมวิชาการ. (2535). *ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล (พิมพ์ครั้งที่ 2).* กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

กองสันทัด. (2550). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, เลย. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)).*

ชญาภา ใจโปร่ง. (2554). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (ปริญญาโท คศ.ม. (คณิตศาสตร์)).*

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด. นนทบุรี: บริษัทสหมิตรพรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.*

ทีศนา เขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 1).* กรุงเทพฯ: มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

ธีรเชษฐ เรื่องสุขอนันต์. (2554). *การศึกษาพฤติกรรมการด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเรื่องเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ*

- การระดมสมอง. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์)).
- เบญจมาศ ฉิมมาลี. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของพรายวิลลิกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษา คณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา)).
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 38(434–435), 62–74.
- ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาานิพนธ์ (กศ.ม. (คณิตศาสตร์)).
- พัทธยากร บุสสุยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)).
- มิ่งขวัญ ภาคัญไชย. (2551). การพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุและผลของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนของอัครสังฆมณฑล กรุงเทพมหานคร. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา)).
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics Education* 1(1), 1–9.
- ราตรี เกตบุตรตา. (2546). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษา คณิตศาสตร์ ภาคมัธยมศึกษา)).
- รุจิอาภา รุจิยาปนนท์. (2550). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาานิพนธ์ (กศ.ม. (คณิตศาสตร์)) --

- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.
- วันดี เกษมสุขพิพัฒน์. (2554). การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 56(635-637), 51-62.
- วรรณพร เลิศอวาส. (2554). การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์)).
- ศศิธร แม้นสงวน. (2555). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555a). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัท วี.พริ้น (1991) จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555b). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3-คิ้ว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555c). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. <http://www.scimath.org/e-books/8379/8379.pdf>
- สมเดช บุญประจักษ์. (2550). การแก้ปัญหา (Problem Solving). วารสารคณิตศาสตร์, 51, 71-73.
- สมศักดิ์ ไสภณพินิจ. (2547). ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (กับการสอน). วารสารคณิตศาสตร์ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา, 14-25.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 และฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2547). หลักเกณฑ์การประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2547. กรุงเทพฯ: สำนักรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน).
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2557). ผลการสังเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพภายนอกระดับการศึกษาปฐมวัยและการศึกษาขั้นพื้นฐานรอบสอง (พ.ศ.

2549-2553). <http://www.onesqa.or.th/th/contentlist-view/934/284/>

สิริพรรณ ทศนพานิชย์. (2558). การพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดของคาร์ลออร์ฟร่วมกับทักษะปฏิบัติของแฮร์โรว์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน)).

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ. (2555). พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินติ้ง.

อรพรรณ พรสีมา. (2543). การคิด: กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาทักษะการคิด.

ฮอลสัน. โรเบิร์ต ดับบลิว. (2535). ศิลปะการเสริมสร้างพลังความคิดสร้างสรรค์ แปลจาก *The art of creative thinking* โดย มนุญ ตนะวัฒนา. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ: กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารี พันธุ์มณี. (2557). ฝึกให้คิดเป็นคิดให้สร้างสรรค์: กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอนก จันทจรูญ. (2545). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนการสอน. ปรินญานินพนธ์ (กศ.ม. (คณิตศาสตร์)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2545.





ภาคผนวก ก
การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ (2) เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยการดำเนินการแต่ละแผน ใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที เนื้อหาที่ใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมการ ซึ่งมีเนื้อหาไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ของ เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความสามารถด้าน ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง	แน่ใจว่ากิจกรรมสอดคล้องกับความหมายของความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
คะแนน	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่ากิจกรรมสอดคล้องกับความหมายของความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
คะแนน	-1	หมายถึง	แน่ใจว่ากิจกรรมไม่สอดคล้องกับความหมายของความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

1.2 คำนวนค่า IOC เป็นรายข้อ แล้วเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการคำนวณ IOC คือ

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
 i แทน จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง N
 R_i แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่ i

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

กิจกรรมที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผล

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ เครื่องมือในการวัดและประเมินผลความสามารถและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการประกอบด้วย (1) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และ (2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นแบบทดสอบอัตโนมัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ตรวจสอบความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาจำนวน 4 ข้อ โดยแต่ละข้อมีการทดสอบความสามารถอยู่ 3 ตอน ได้แก่ (1) ตอนที่ 1 การทดสอบความสามารถด้านความคิดคล่อง (2) ตอนที่ 2 การทดสอบความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องเงื่อนไขที่กำหนด และ (3) ตอนที่ 3 การทดสอบความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านการคิดแล้วกำหนดเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย โดยความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแต่ละข้อนั้นเกี่ยวกับสมการ ซึ่งมีเนื้อหาไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน และมีการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (analytic scoring)

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อคำถาม มีเกณฑ์การให้ คะแนน ดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง	ข้อสอบใช้ได้
คะแนน	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบใช้ได้หรือไม่
คะแนน	-1	หมายถึง	ข้อสอบใช้ไม่ได้

1.2 คำนวณค่า IOC เป็นรายข้อ แล้วเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการคำนวณ IOC คือ

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
	i	แทน	จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง N
	R_i	แทน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่ i

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

แบบทดสอบ ที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

2. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 4 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

2.1 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นโดยใช้สูตร

$$P_i = \frac{S_u + S_l - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	p_i	แทน	ค่าความยากง่ายกิจกรรมที่ i
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.2 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่นโดยใช้สูตร

$$r_i = \frac{S_u - S_l}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	r_i	แทน	ค่าอำนาจจำแนกกิจกรรมที่ i
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

ตาราง 13 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

แบบทดสอบที่ (i)	p_i	r_i	ผลการพิจารณา
1	0.55	0.21	ใช้ได้
2	0.83	0.38	ใช้ไม่ได้
3	0.24	0.14	ใช้ไม่ได้
4	0.29	0.72	ใช้ได้

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่ได้ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i^2}{s^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา
	n	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละข้อ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมด

โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและ
 ความคิดยืดหยุ่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)
 เท่ากับ 0.82





ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และทดสอบสมมติฐานของกาวิจัย

ตาราง 14 คะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
 คณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหา
 ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ

คนที่	คะแนนใบ กิจกรรม รายบุคคล (คะแนนเต็ม 60)	คะแนน แบบทดสอบ (คะแนนเต็ม 40)	คะแนนรวม (คะแนนเต็ม 100)	คนที่มีคะแนน มากกว่า 60
1	33	28	61	✓
2	32	26	58	
3	39	34	73	✓
4	45	32	77	✓
5	42	32	74	✓
6	33	30	63	✓
7	51	39	90	✓
8	30	26	56	
9	28	26	54	
10	44	36	80	✓
11	45	32	77	✓
12	35	28	63	✓
13	36	30	66	✓
14	32	26	58	
15	47	30	77	✓
16	50	38	88	✓
17	43	29	72	✓
18	51	36	87	✓
19	54	38	92	✓
20	39	27	66	✓

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	คะแนนใบ กิจกรรม รายบุคคล (คะแนนเต็ม 60)	คะแนน แบบทดสอบ (คะแนนเต็ม 40)	คะแนนรวม (คะแนนเต็ม 100)	คนที่มีความ มากกว่า 60
21	39	28	67	✓
22	46	33	79	✓
23	43	29	72	✓
24	39	25	64	✓
25	43	30	73	✓
26	32	27	59	
27	32	26	58	
28	40	28	68	✓
29	46	34	80	✓
30	43	36	79	✓
	รวม (คน)			24

การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติ

การทดสอบลักษณะการแจกแจงปกติของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลดังนี้

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
VAR00001	.082	30	.200*	.960	30	.312

จากตาราง Test of Normality พบว่า Kolmogorov-Smirnov test และ Shapiro-Wilk test มีค่า Sig. มากกว่า .05 (ค่าแอลฟา) ซึ่งแปลว่า ยอมรับ H_0 ดังนั้น สรุปได้ว่า ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ โดยใช้สถิติทดสอบ Z (Z-Test for Population Proportion) ดังนี้

สมมติฐานของการทดสอบ คือ $H_0 : p \leq 0.60$

$H_1 : p > 0.60$

ตัวสถิติทดสอบ คือ
$$Z = \frac{p - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$$

เมื่อ p คือ สัดส่วนของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

p_0 คือ สัดส่วนของจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ต้องการทดสอบ

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

เพราะว่า $p = \frac{24}{30}$, $p_0 = 0.6$ และ $n = 30$

ดังนั้น
$$Z = \frac{p - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}} = \frac{\frac{24}{30} - 0.6}{\sqrt{\frac{0.6(1-0.6)}{30}}} = \frac{0.2}{0.089} \approx 2.236$$

เนื่องจาก $z_{.05} = 1.645 < z$ เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรม สวนสนุกพาเพลิน

ข้อมูลและสถานการณ์

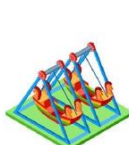
ณ สวนสนุกแห่งหนึ่ง มีเครื่องเล่นที่เปิดให้บริการอยู่มากมายหลายชนิด เช่น ม้าหมุน ชิงช้าสวรรค์ เรือไวกิ้ง รถไฟเหาะ รถบีมพ์ เป็นต้น ซึ่งเครื่องเล่นแต่ละชนิดนั้นจะมีราคาต่อรอบสำหรับผู้เล่นหนึ่งคน แตกต่างกันไป



วันหนึ่ง เด็กชายบอสและเพื่อน ๆ ได้มาเที่ยวที่สวนสนุกแห่งนี้ โดยเด็กชายบอสมีคูปองแทนเงินสดจำนวน 500 บาท สำหรับการเล่นเครื่องเล่น เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งวัน เด็กชายบอสก็ได้เล่นเครื่องเล่นทุกชนิดในสวนสนุกแห่งนี้จนครบแล้ว โดยใช้คูปองไปทั้งหมด 300 บาท เนื่องจากคูปองแลกคืนเป็นเงินสดไม่ได้ เด็กชายบอสจึงนำคูปองที่เหลืออยู่นั้นไปเล่นเครื่องเล่น 3 อย่างที่เขาชื่นชอบ ได้แก่ ชิงช้าสวรรค์ เรือไวกิ้ง และรถบีมพ์ ซึ่งราคาต่อรอบของเครื่องเล่นเหล่านั้น เป็นดังนี้



20 บาท
ต่อรอบ



40 บาท
ต่อรอบ



50 บาท
ต่อรอบ

คำถามที่ 1 : ถ้าเด็กชายบอสต้องการนำคูปองที่เหลือออกไปเล่นเครื่องเล่น 3 อย่าง ช่างต้น อย่างละกี่รอบก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเล่นครบทั้งสามอย่าง อยากทราบว่ารูปแบบของการเล่นที่เป็นไปได้ทั้งหมดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ

ให้ A, B และ C แทนจำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นชิงช้าสวรรค์ เรือไวกิ้ง และรถบีเอ็มพ์ ตามลำดับ

จากโจทย์ จะได้สมการ $20A + 40B + 50C = 200$ ทำให้ $2A + 4B + 5C = 20$

ดังนั้น รูปแบบของการเล่นที่เป็นไปได้ทั้งหมด มีดังนี้

รูปแบบที่	A	B	C
1	0	0	4
2	0	5	0
3	1	2	2
4	2	4	0
5	3	1	2
6	4	3	0
7	5	0	2
8	6	2	0
9	8	1	0
10	10	0	0

คำถามที่ 2 : จากคำตอบของนักเรียนในคำถามที่ 1 ให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ผลเฉลยเหล่านั้น โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

แนวคำตอบ

เกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ผลเฉลยจะพิจารณาจากจำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบีม์ ทำให้สามารถแบ่งผลเฉลยออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : จำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบีม์เท่ากับ 0 มีดังนี้

รูปแบบที่	A	B	C
2	0	5	0
4	2	4	0
6	4	3	0
8	6	2	0
9	8	1	0
10	10	0	0

กลุ่มที่ 2 : จำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบีม์เท่ากับ 2 มีดังนี้

รูปแบบที่	A	B	C
3	1	2	2
5	3	1	2
7	5	0	2

กลุ่มที่ 3 : จำนวนครั้งที่เด็กชายบอสเล่นรถบีม์เท่ากับ 4 มีดังนี้

รูปแบบที่	A	B	C
1	0	0	4

คำถามที่ 3 : จากคำตอบของนักเรียนในคำถามที่ 1 ถ้าเด็กชายบอสต้องการเล่นเรือไวคิงให้ได้อย่างน้อย 4 รอบ แล้วรูปแบบของการเล่นที่เป็นไปได้ มีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ

รูปแบบที่ 2 คือ เล่นเรือไวคิง 5 รอบ และไม่เล่นทั้งชิงช้าสวรรค์และรถบีม์

รูปแบบที่ 4 คือ เล่นชิงช้าสวรรค์ 2 รอบ เล่นเรือไวคิง 4 รอบ และไม่เล่นรถบีม์

กิจกรรม เกม Eighteen

ข้อมูลและสถานการณ์

จากตารางที่กำหนดให้มีทั้งหมด 7 ช่อง ดังรูป

					=	18
--	--	--	--	--	---	----

ตารางนี้จะสมบูรณ์ เมื่อมีจำนวนจริงบวกอยู่ในช่องสี่ฟ้าช่องละหนึ่งจำนวน และมีเครื่องหมายบวก ลบ คูณ หรือหาร อยู่ในช่องสีเหลืองช่องละหนึ่งเครื่องหมาย เพื่อให้สมการที่อ่านได้นั้นเป็นสมการที่เป็นจริง โดยเรียกกลุ่มของจำนวนและเครื่องหมายเหล่านี้ว่า **Eighteen Group** เช่น

3	×	4	+	6	=	18
---	---	---	---	---	---	----

จะได้ว่า 3, ×, 4, + และ 6 เป็น Eighteen Group เนื่องจาก $(3 \times 4) + 6 = 18$ เป็นสมการที่เป็นจริง

หมายเหตุ หลังการเติมเครื่องหมายและจำนวนแล้ว ให้คิดค่าของจากดำเนินการระหว่างสองจำนวนทางด้านซ้ายมือก่อน กล่าวคือ เหมือนมีเครื่องหมายวงเล็บในการคิดค่าระหว่างจำนวนในคู่มือทางด้านซ้ายมือ เช่น

(3	+	6)	×	2	=	18
----	---	----	---	---	---	----

3, +, 6, × และ 2 เป็น Eighteen Group เนื่องจาก $(3 + 6) \times 2 = 18$ เป็นสมการที่เป็นจริง

คำถามที่ 1 : ถ้ามีจำนวนเต็มบวก 5 ดังปรากฏในตารางแล้ว นักเรียนจะเติมจำนวนจริงบวกที่มีค่าน้อยกว่า 10 และเครื่องหมายบวก ลบ คูณ หรือหาร ลงในช่องว่างที่เหลือเพื่อสร้าง Eighteen Group ได้อย่างไรบ้าง

				5	=	18
--	--	--	--	---	---	----

แนวคำตอบ

ตัวอย่างรูปแบบของ Eighteen Group ที่แตกต่างกัน เช่น

4	+	9	+	5	=	18
---	---	---	---	---	---	----

5	+	8	+	5	=	18
---	---	---	---	---	---	----

6	+	7	+	5	=	18
---	---	---	---	---	---	----

7	+	6	+	5	=	18
---	---	---	---	---	---	----

8	+	5	+	5	=	18
---	---	---	---	---	---	----

9	+	4	+	5	=	18
---	---	---	---	---	---	----

$$\left(\frac{13}{3}\right) \times 3 + 5 = 18$$

$$\left(\frac{23}{4}\right) \times 4 - 5 = 18$$

$$\left(\frac{46}{7}\right) \times \frac{7}{2} - 5 = 18$$

$$\left(\frac{13}{3}\right) \div \frac{1}{3} + 5 = 18$$

$$(\sqrt{13}) \times (\sqrt{13}) + 5 = 18$$

$$\left(\frac{3}{5}\right) + 3 \times 5 = 18$$

$$(3.9) - 0.3 \times 5 = 18$$

หมายเหตุ สถานการณ์นี้มีคำตอบไม่จำกัด

คำถามที่ 2 : จากคำตอบของนักเรียนในคำถามที่ 1 ให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่สิ่งเหล่านั้น โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

แนวคำตอบ

เกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่จะพิจารณาจากจำนวนเครื่องหมายบวกที่ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้
กลุ่มที่ 1 : ใช้เครื่องหมายบวก 2 เครื่องหมาย เช่น

$$4 + 9 + 5 = 18$$

$$5 + 8 + 5 = 18$$

$$6 + 7 + 5 = 18$$

$$7 + 6 + 5 = 18$$

$$8 + 5 + 5 = 18$$

$$9 + 4 + 5 = 18$$

กลุ่มที่ 2 : ใช้เครื่องหมายบวก 1 เครื่องหมาย เช่น

$$\left(\frac{13}{3}\right) \times 3) + 5 = 18$$

$$\left(\frac{13}{3}\right) \div \left(\frac{1}{3}\right) + 5 = 18$$

$$(\sqrt{13}) \times (\sqrt{13}) + 5 = 18$$

$$\left(\frac{3}{5}\right) + 3) \times 5 = 18$$

กลุ่มที่ 3 : ใช้เครื่องหมายบวก 0 เครื่องหมาย (ไม่ใช่เครื่องหมายบวกเลย) เช่น

$$\left(\frac{23}{4}\right) \times 4) - 5 = 18$$

$$\left(\frac{46}{7}\right) \times \left(\frac{7}{2}\right) - 5 = 18$$

$$(3.9) - 0.3) \times 5 = 18$$

คำถามที่ 3 : จากคำตอบของนักเรียนในคำถามที่ 1 Eighteen Group ที่มีจำนวนอตรรกยะอย่างน้อย 1 จำนวน มีอะไรบ้าง (ถ้าไม่มีสมการที่สอดคล้องกับเงื่อนไขดังกล่าว ให้เขียนสมการขึ้นมาใหม่)

แนวคำตอบ

Eighteen Group ที่มีจำนวนอตรรกยะอย่างน้อย 1 จำนวน เช่น

$(\sqrt{13})$	\times	$(\sqrt{13})$	$+$	5	$=$	18
---------------	----------	---------------	-----	---	-----	----

กิจกรรม สมการกำลังสองที่ฉันสร้าง

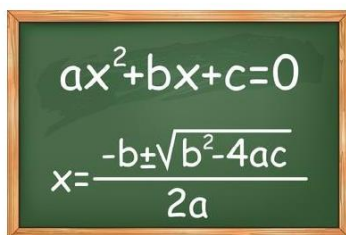
ข้อมูลและสถานการณ์

สมการกำลังสองตัวแปรเดียว คือ สมการที่มีรูปทั่วไปเป็น $ax^2 + bx + c = 0$ เมื่อ x เป็นตัวแปร และ a, b, c เป็นค่าคงตัว โดยที่ $a \neq 0$ นอกจากนี้ จำนวนคำตอบของสมการกำลังสองตัวแปรเดียวในรูปทั่วไป อาจมี 2 คำตอบ หรือ 1 คำตอบ หรืออาจไม่มีคำตอบเป็นจำนวนจริงก็ได้ ดังนี้

- ถ้า $b^2 - 4ac > 0$ แล้วจะมีจำนวนจริง 2 จำนวน เป็นคำตอบของสมการ คือ

$$\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \text{และ} \quad \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

- ถ้า $b^2 - 4ac = 0$ แล้วจะมีจำนวนจริงเพียง 1 จำนวน เป็นคำตอบของสมการ คือ $-\frac{b}{2a}$
- ถ้า $b^2 - 4ac < 0$ แล้วจะไม่มีจำนวนจริงใดเป็นคำตอบของสมการ



$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

ในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เมื่อนักเรียนเห็นสูตรของการแก้สมการกำลังสองและได้เห็นตัวอย่างของการใช้สูตรแล้ว ครูให้นักเรียนสร้างโจทย์สมการกำลังสองตัวแปรเดียว เพื่อให้เพื่อนที่นั่งข้าง ๆ ได้ฝึกการแก้สมการจากโจทย์ที่นักเรียนตั้งขึ้น โดยครูมีเงื่อนไขในการสร้างสมการ ดังนี้

- 1) เป็นสมการกำลังสองในรูปทั่วไป $ax^2 + bx + c = 0$ เมื่อ x เป็นตัวแปร และ a, b, c เป็นค่าคงตัว โดยที่ $a \neq 0$
- 2) ค่าคงตัว a, b และ c ของสมการในรูปทั่วไปต้องสร้างจากเลขโดด 0 ถึง 9 เท่านั้น
- 3) สมการมีคำตอบเป็นจำนวนจริง

คำถามที่ 1 : ถ้านักเรียนเป็นนักเรียนในชั้นเรียนนี้ จะสร้างสมการที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้นได้อย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ

ตัวอย่างของสมการที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้น เช่น

$$x^2 + x = 0,$$

$$x^2 + 2x + 1 = 0,$$

$$x^2 + 3x + 2 = 0,$$

$$x^2 + 4x + 2 = 0,$$

$$x^2 + 4x + 3 = 0,$$

$$2x^2 + x = 0,$$

$$2x^2 + 3x + 1 = 0,$$

$$2x^2 + 5x + 3 = 0,$$

$$4x^2 + 7x + 2 = 0,$$

$$9x^2 + 6x + 1 = 0,$$

$$9x^2 = 0 \text{ เป็นต้น}$$

หมายเหตุ สถานการณ์นี้มีคำตอบไม่จำกัด

คำถามที่ 2 : จากคำตอบของนักเรียนในคำถามที่ 1 ให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่สิ่งเหล่านั้น โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

แนวคำตอบ

เกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่จะพิจารณาจากคำตอบของสมการกำลังสอง โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : พิจารณาจากคำตอบเป็นจำนวนตรรกยะที่แตกต่างกัน 2 จำนวน

เช่น $x^2 + x = 0$, $x^2 + 3x + 2 = 0$, $x^2 + 4x + 3 = 0$, $2x^2 + x = 0$ และ

$2x^2 + 5x + 3 = 0$ เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 : พิจารณาจากคำตอบเป็นจำนวนอตรรกยะที่แตกต่างกัน 2 จำนวน

เช่น $x^2 + 4x + 2 = 0$, $2x^2 + 3x + 1 = 0$ และ $4x^2 + 7x + 2 = 0$ เป็นต้น

กลุ่มที่ 3 : พิจารณาจากคำตอบเป็นจำนวนตรรกยะเพียง 1 จำนวน

คือ $x^2 + 2x + 1 = 0$, $9x^2 + 6x + 1 = 0$ และ $9x^2 = 0$ เป็นต้น

คำถามที่ 3 : จากคำตอบของนักเรียนในคำถามที่ 1 ให้นักเรียนยกตัวอย่างสมการกำลังสองที่มี 0 เป็นคำตอบหนึ่งของสมการ มา 3 สมการ (ถ้าไม่มีสมการที่สอดคล้องกับเงื่อนไขดังกล่าว ให้เขียนสมการขึ้นมาใหม่)

แนวคำตอบ

ตัวอย่างสมการกำลังสองที่มี 0 เป็นคำตอบหนึ่งของสมการ 3 สมการ ได้แก่

$x^2 + x = 0$, $2x^2 + x = 0$ และ $9x^2 = 0$



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

กิจกรรม แบบทดสอบแข่งขัน

ข้อมูลและสถานการณ์

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้วัดความรู้ความสามารถ คุณลักษณะต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นอย่างมีหลักการ เพื่อให้ผู้สอบแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ และวัดว่าผู้สอบมีสิ่งที่ต้องการวัดมากน้อยเพียงใด



แบบทดสอบแข่งขันวิชาคณิตศาสตร์ฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

- ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ข้อ 1-10 ข้อละ 2 คะแนน รวมเป็น 20 คะแนน
- ตอนที่ 2 ข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ข้อ 11-20 ข้อละ 3 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน
- ตอนที่ 3 ข้อสอบแบบเติมคำตอบ ข้อ 21-30 ข้อละ 5 คะแนน รวมเป็น 50 คะแนน



เด็กหญิงเมย์เป็นนักเรียนที่เข้าร่วมการสอบแข่งขันครั้งนี้ โดยเด็กหญิงเมย์ตอบทำข้อสอบครบ 30 ข้อ แต่ผลคะแนนที่ออกมานั้นไม่ได้ 100 คะแนน นั่นคือ มีข้อสอบบางข้อที่เด็กหญิงเมย์ตอบไม่ถูกต้อง

คำถามที่ 1 : ถ้าเด็กหญิงเมย์สอบได้ 80 คะแนน อยากทราบว่ารูปแบบของจำนวนข้อสอบที่ตอบผิดในแต่ละตอนที่เป็นไปได้ทั้งหมดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ

ให้ A, B และ C แทนจำนวนข้อสอบที่เด็กหญิงเมย์ตอบผิดในตอนที่ 1 ตอนที่ 2 และตอนที่ 3 ตามลำดับ

จากโจทย์ จะได้สมการ $2A + 3B + 5C + 80 = 100$ ทำให้ $2A + 3B + 5C = 20$

ดังนั้น รูปแบบของจำนวนข้อสอบที่ตอบผิดในแต่ละตอนที่เป็นไปได้ทั้งหมด มีดังนี้

รูปแบบที่	A	B	C
1	1	6	0
2	4	4	0
3	7	2	0
4	10	0	0
5	0	5	1
6	3	3	1
7	6	1	1
8	2	2	2
9	5	0	2
10	1	1	3
11	0	0	4

คำถามที่ 2 : จากคำตอบของนักเรียนในคำถามที่ 1 ให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ผลเฉลยเหล่านั้น โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

แนวคำตอบ

เกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ผลเฉลยจะพิจารณาจากจำนวนข้อสอบที่ได้กหญิงเมย์ตอบผิดในตอนี่ 3 โดยแบ่งผลเฉลยออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : ตอบข้อสอบในตอนี่ 3 ผิด 0 ข้อ (ตอบถูกทั้งหมด) มีดังนี้

รูปแบบที่	A	B	C
1	1	6	0
2	4	4	0
3	7	2	0
4	10	0	0

กลุ่มที่ 2 : ตอบข้อสอบในตอนี่ 3 ผิด 1 ข้อ มีดังนี้

รูปแบบที่	A	B	C
5	0	5	1
6	3	3	1
7	6	1	1

กลุ่มที่ 3 : ตอบข้อสอบในตอนี่ 3 ผิดมากกว่า 1 ข้อ มีดังนี้

รูปแบบที่	A	B	C
8	2	2	2
9	5	0	2
10	1	1	3
11	0	0	4

คำถามที่ 3 : จากคำตอบของนักเรียนในคำถามที่ 1 ถ้าเด็กหญิงเมย์ต้องตอบข้อสอบผิดรวมกันไม่เกิน 5 ข้อ แล้วรูปแบบของจำนวนข้อสอบที่ตอบผิดในแต่ละตอนที่ขึ้นไปได้ทั้งหมด มีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ

รูปแบบที่ 10 คือ ตอบผิดตอนที่ 1 ตอนที่ 2 และตอนที่ 3 จำนวน 1, 1 และ 3 ข้อ ตามลำดับ

รูปแบบที่ 11 คือ ตอบผิดเพียงแค่ตอนที่ 3 จำนวน 4 ข้อ

กิจกรรม สามสหายหนึ่งใจ

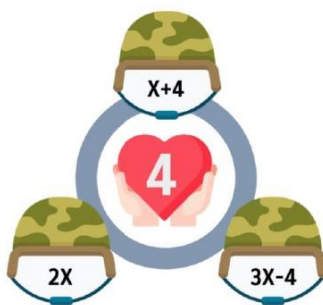
ข้อมูลและสถานการณ์

สหายจะมีช่องว่างไว้สำหรับคำตอบ และดวงใจจะเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขของโจทย์ ดังรูป



นักเรียนจะต้องตั้งชื่อประจำตัวกับสหายทั้ง 3 คน ให้เป็นพหุนามตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินหนึ่ง เมื่อเชื่อมชื่อประจำตัวของแต่ละคู่ของสหายที่ติดกัน จะต้องเป็นสมการตัวแปรเดียว (ในที่นี่เกิด 3 สมการ) ดวงใจตรงกลางจะถูกกำหนดให้เป็นจำนวนเต็มบวกจำนวนหนึ่ง สมมติว่าเป็น A เราจะกล่าวว่า สามสหายนี้เป็น **มิตรแท้ A ใจ** ก็ต่อเมื่อทั้ง 3 สมการที่ได้มาต้องมีคำตอบของสมการ คือ A เช่น

เมื่อกำหนดให้ค่าของดวงใจเป็น 4 ตัวอย่างของสามสหายที่เรียกว่าเป็น “มิตรแท้ 4 ใจ” คือ

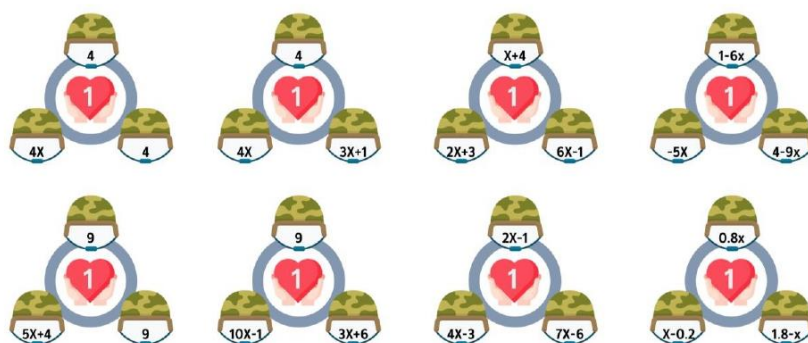


คำถามที่ 1 : จากรายละเอียดที่ได้กล่าวไป จงหากลุ่มของสามสหายที่เรียกว่าเป็น “มิตรแท้ 1 ใจ” ให้ได้
จำนวนมากที่สุด



แนวคำตอบ

ตัวอย่างกลุ่มของสามสหายที่เรียกว่าเป็น “มิตรแท้ 1 ใจ” ที่แตกต่างกัน เช่น

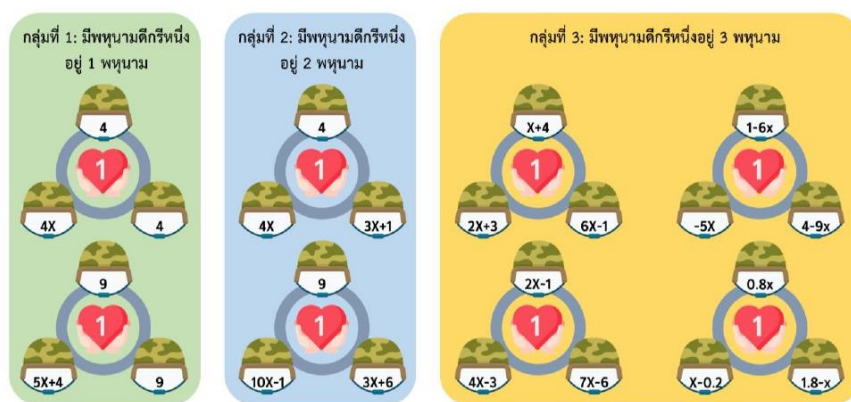


หมายเหตุ สถานการณ์นี้มีคำตอบไม่จำกัด

คำถามที่ 2 : จากคำตอบของนักเรียนในคำถามที่ 1 ให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่สิ่งเหล่านั้น โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

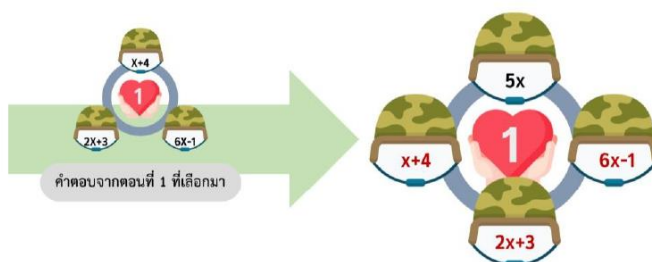
แนวคำตอบ

เกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่จะพิจารณาจากจำนวนของพหุนามดีกรีหนึ่งที่ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้



คำถามที่ 3 : ถ้ามีสหายคนใหม่มาเพิ่มในกลุ่มหนึ่งคน (เป็นสี่สหาย) ซึ่งมีชื่อประจำตัว คือ $5x$ ถ้ากำหนดเงื่อนไขอื่น ๆ เหมือนเดิมจากรายละเอียดที่ได้กล่าวไป จึงเลือกกลุ่มสามสหายจากคำตอบของนักเรียนที่ได้ในตอนต้นที่ 1 เพื่อทำสี่สหายกลุ่มใหม่นี้ยังคงเรียกได้ว่าเป็น “มิตรแท้ 1 ใจ” อยู่ (ถ้าไม่มีกลุ่มของสามสหายที่สอดคล้องกับเงื่อนไขดังกล่าว ให้สร้างกลุ่มของสามสหายขึ้นมาใหม่)

แนวคำตอบ





ภาคผนวก จ
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการในการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ (2) เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการ มีดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ ดร.ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สิทธิโชค บุญช่วยแล้ว
วัน เดือน ปี เกิด	10 มกราคม 2538
สถานที่เกิด	สมุทรปราการ
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2560 วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2565 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	802 หมู่ 3 ถ.สุขุมวิท ต.ห้าบ้านใหม่ อ.เมืองฯ จ.สมุทรปราการ 10280