



ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์

ของ

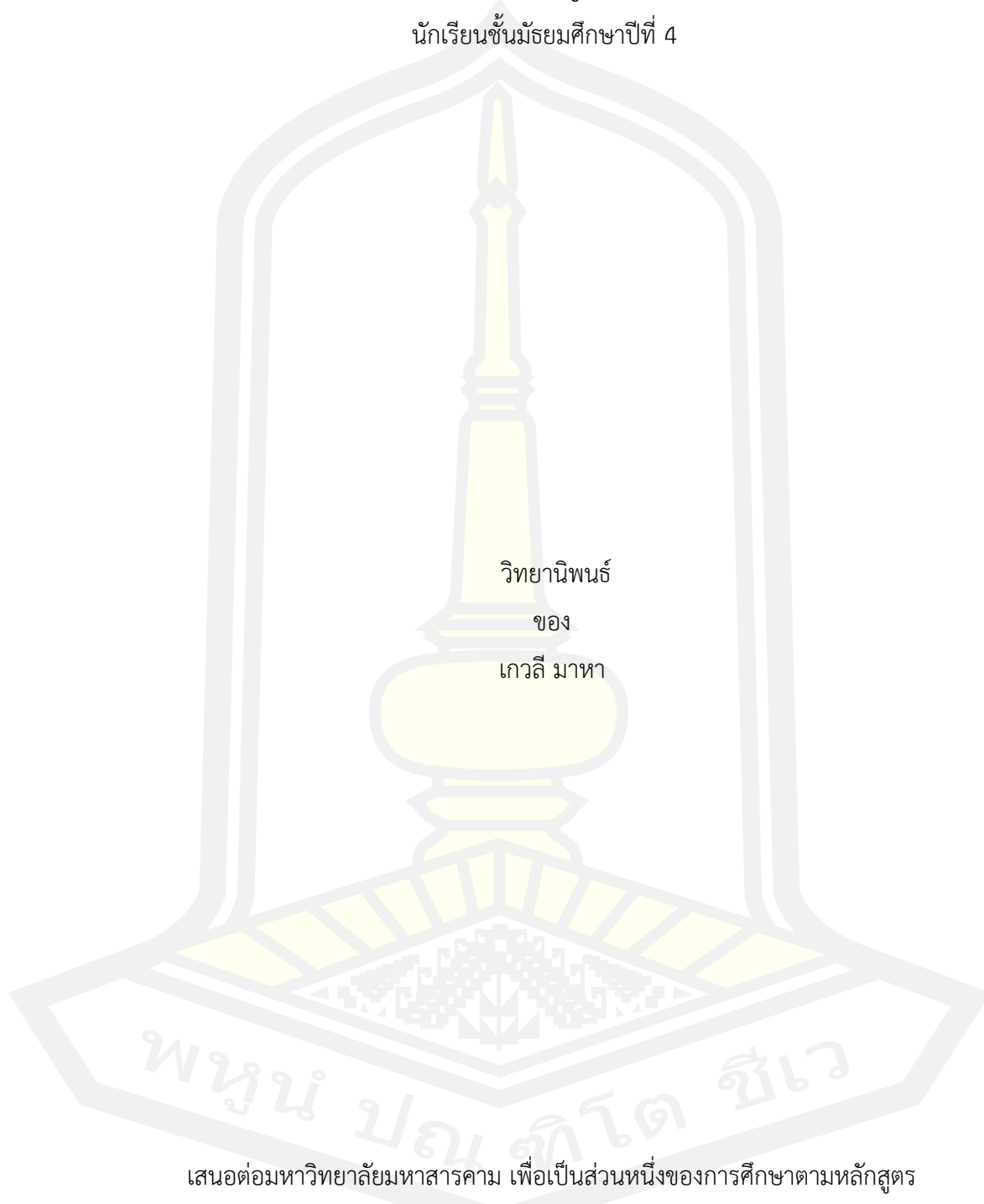
เกวลี มาหา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ธันวาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

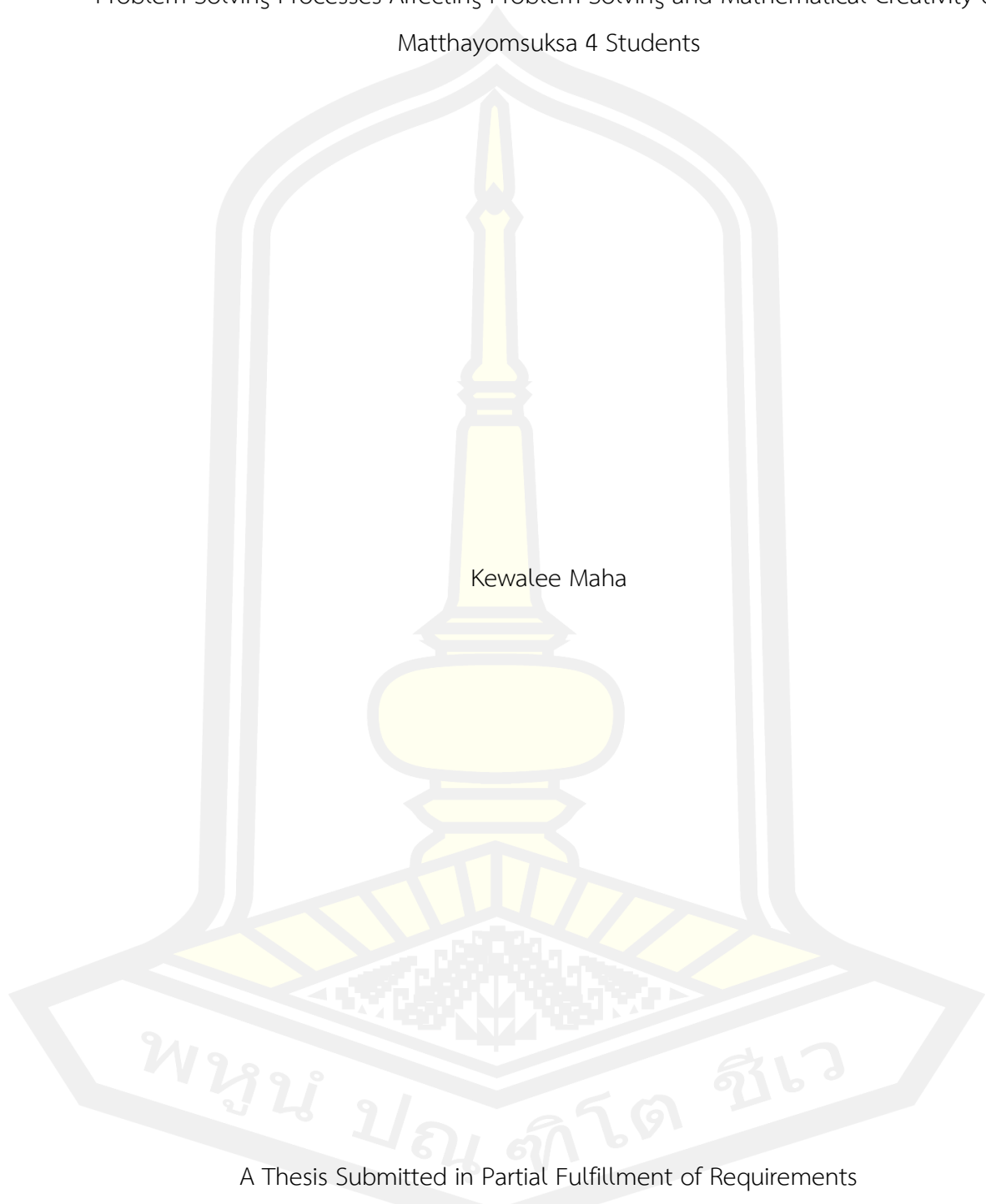
ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ธันวาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Outcomes of Learning Management Using Open Approach Together with Creative
Problem Solving Processes Affecting Problem Solving and Mathematical Creativity of
Matthayomsuksa 4 Students



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

December 2022

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวเกวลี มาหา แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. ไพศาล วรคำ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	เกวลี มาหา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความน่าจะเป็น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความน่าจะเป็น ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ความน่าจะเป็น แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบที t-test for one sample และการทดสอบค่าสถิติ t-test for dependent samples

ผลการการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



TITLE	Outcomes of Learning Management Using Open Approach Together with Creative Problem Solving Processes Affecting Problem Solving and Mathematical Creativity of Matthayomsuksa 4 Students		
AUTHOR	Kewalee Maha		
ADVISORS	Associate Professor Songsak Phusee - orn , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to compare problem solving abilities and mathematical creativity of Mathayomsuksa 4 students on probability. After receiving learning management using an open method and creative problem-solving process with 70% criteria and 2) to compare problem-solving abilities and mathematical creativity of secondary school students. 4 probabilities Before and after learning was organized using an open approach combined with a creative problem-solving process. The sample consisted of students in the second semester of the 2021 academic year at a school in Kalasin province. obtained from Cluster Random Sampling, 1 classroom, 35 students. The tools used in this research were: The learning management plan using an open method in combination with the creative thinking process on probability. Problem Solving Ability and Mathematical Creativity Scale The stats used in the data analysis were percentage, mean, standard deviation, t-test for one sample and t-test for dependent samples.

The results were as follows:

1. Mathayomsuksa 4 students, after being taught mathematics by using an open method together with a creative problem-solving process, had the

ability to solve problems and creativity in mathematics with more than 70%.
Statistical significance at the .05 level

2. Mathayomsuksa 4 students, after being taught mathematics by using an open method together with creative problem-solving processes, have higher math problem solving and creativity. statistically significant at the .05 level

Keyword : Learning management using an open approach combined with a creative problem-solving process, The ability to solve math problems, Mathematics creativity



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูศรีอ่อน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก โดยกรุณาให้ คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุติวรดา พลเยี่ยม ดร.ประสงค์ สกุสซัง และนางแก้วใจ กิ่งแก้ว ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัว ตลอดจนถึงเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ช่วยเหลือสนับสนุน กำลังกาย กำลังใจ ให้ผู้วิจัยได้มี โอกาสศึกษาสำเร็จลุล่วงสมปรารถนา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เกวลี มาหา

พหุบัณฑิต โศภิต ชีวะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ฌ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	10
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open-ended Problem).....	12
3. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.....	20
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์	25
5. ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	32

6. ความสามารถการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	38
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57
บทที่ 3	61
วิธีดำเนินการวิจัย	61
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	61
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	61
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	62
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	77
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	79
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
บทที่ 5	89
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	89
1. ความมุ่งหมายของการวิจัย	89
2. สรุปผล	89
3. อภิปรายผล	90
ข้อเสนอแนะ	95
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก.....	105
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	106
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	108

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 140

ภาคผนวก ง ผลการตรวจคะแนน 151

ประวัติผู้เขียน..... 160



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาปลายปิดและปัญหาปลายเปิด	15
ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.....	27
ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์การจัดการเรียนรู้แบบเปิด กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	29
ตารางที่ 4 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya.....	34
ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	35
ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินผลวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	36
ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของอาพันธ์ชนิด เจนจิต	53
ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร	54
ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด	55
ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	56
ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความเป็นไปได้ กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน	63
ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	70
ตารางที่ 13 เกณฑ์การประเมินผลวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	71
ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	74
ตารางที่ 15 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	75

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One Sample t-test.....	84
ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One Sample t-test.....	86
ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น ก่อนและหลัง โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test.....	87
ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น ก่อนและหลัง โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test.....	88
ตารางที่ 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนที่ 1- แผนที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน	144
ตารางที่ 21 แสดงสรุปผลการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยแยกเป็นรายด้าน	146
ตารางที่ 22 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	147
ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	148

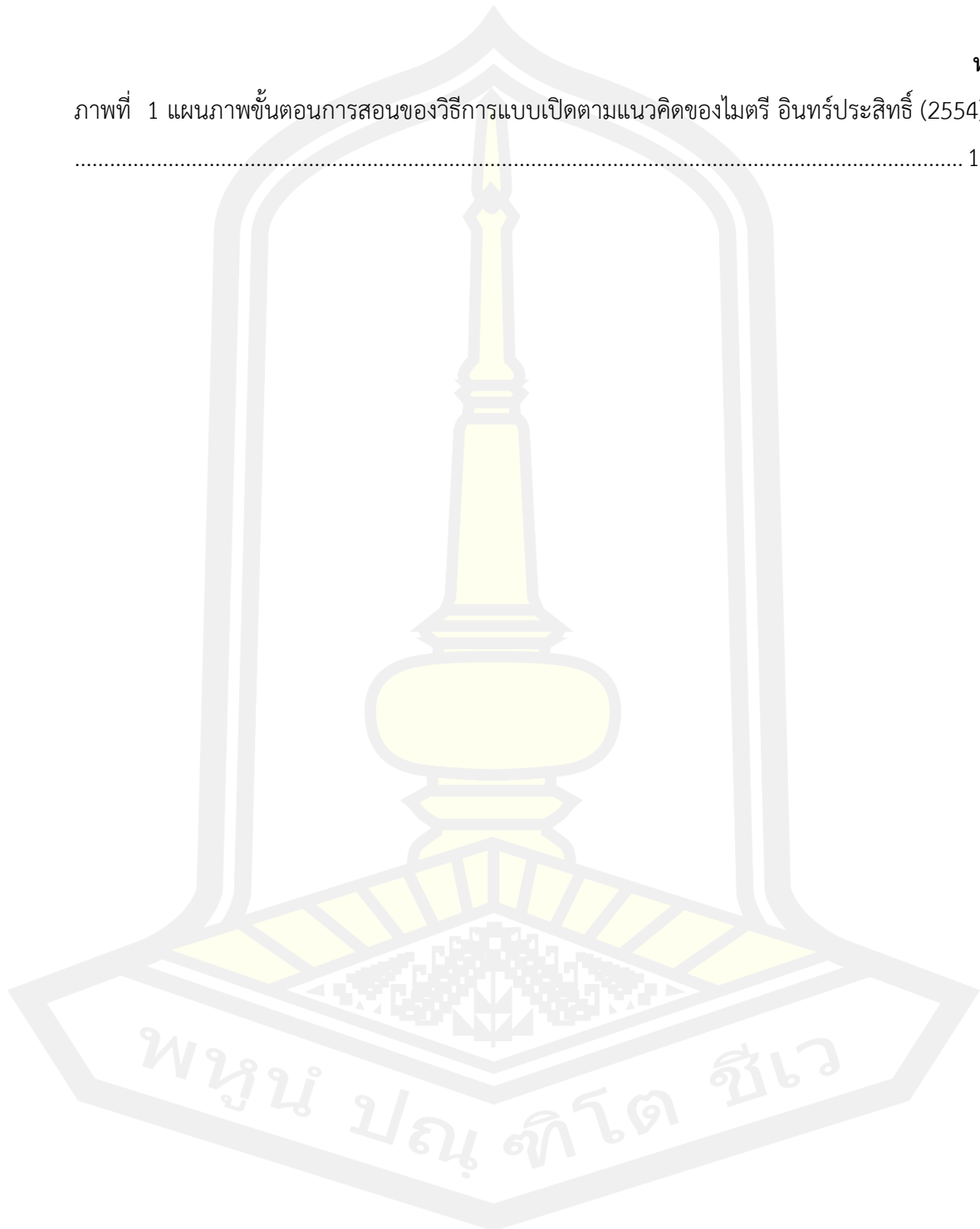
ตารางที่ 24 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	148
ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	149
ตารางที่ 26 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็น ข้อสอบคู่ขนาน	149
ตารางที่ 27 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น	152
ตารางที่ 28 แสดงความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินของแบบวัดการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	153
ตารางที่ 29 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลัง ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น	154
ตารางที่ 30 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น	156
ตารางที่ 31 แสดงความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	157
ตารางที่ 32 แสดงคะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลัง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น	158

สารบัญรูปร่างภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แผนภาพขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิดตามแนวคิดของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554)

..... 19



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในหลาย ๆ ด้าน เนื่องจาก ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต และการพัฒนาเทคโนโลยีให้ ทันสมัย และตอบสนองความต้องการของโลก และคณิตศาสตร์ไม่ใช่แค่การคำนวณตัวเลขหรือการแก้สมการ เพียงอย่างเดียว แต่คณิตศาสตร์ เป็นการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทั้งความคิดสร้างสรรค์ และการ คิดวิเคราะห์ การเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้เราสามารถที่จะคิดอย่างเป็นระบบ เราสามารถที่จะ วิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างดี ทำให้สามารถคิดอย่างมีเหตุผลอย่างเป็นขั้นตอน การใช้ เหตุผลซึ่งต้องอาศัยคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน ทั้งสิ้น นอกจากนี้ความสามารถการคิดอย่างคณิตศาสตร์ จะทำให้เป็นคนที่มีคุณภาพได้เพราะจะทำให้ เรารู้จักการคิดวิเคราะห์ การมีเหตุผล รู้จักการนำความรู้ ไปแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตและการทำงานด้าน อื่น ๆ และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ในการทำ กิจกรรมใด ๆ ในชีวิตประจำวันหรือการทำงานก็ตามเกิดจากความเชื่อทำให้เกิดการตัดสินใจเกิดขึ้น (Schoenfeld, 1985) การทำงานหรือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะมี ประสิทธิภาพหรือไม่ล้วนมาจากความเชื่อและ ทศนคติของนักเรียนที่มีต่อสิ่งๆนั้น (Eleftheios & Theodosios, 2007)

ปัจจุบันการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังมีปัญหาอย่างมาก จากการ สอบประเมินการศึกษานานาชาติ หรือ PISA ของประเทศสมาชิกองค์การ จะจัดสอบทุก ๆ 3 ปีครั้ง เพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจหรือ OECD จะเป็นข้อสอบที่ไม่ถามเนื้อหาสาระโดยตรง ตามหลักสูตรการเรียนของชั้นเรียน โดยเน้นวัดสมรรถนะ 3 ด้าน คือ ด้าน การอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเน้นการคิดวิเคราะห์ เน้นการคิดและหาคำอธิบาย และในปี 2012 และ 2015 พบว่า ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของนักเรียนไทยมี คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 427 และ 415 คะแนน ตามลำดับ โดยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยขององค์การเพื่อความ ร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนในประเทศไทยยังขาดการรู้เรื่อง ทางคณิตศาสตร์ และจากผลการทดสอบทางการศึกษาในระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary national education test; O-Net) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ในปี พ.ศ. 2563 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ คิดเป็น ร้อยละ 21.14 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย ในระดับประเทศ ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีนักเรียนจำนวนมากที่ยังขาดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ ประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้ (สสวท.,

2555, หน้า 1) เห็นได้จากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มี บริบทต่างกัน เช่น ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็น ประโยคสัญลักษณ์และปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นประโยคภาษา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นประโยคสัญลักษณ์ ได้แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็น ประโยคภาษาได้เนื่องจากไม่เข้าใจปัญหา ไม่คุ้นเคยกับปัญหาและยังขาดทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้แก้ปัญหา (อัมพร ม้าคะนอง, 2553, หน้า 21) และในปัจจุบันนักเรียนไม่มีนิสัย ชอบเรียนรู้และกลัวความแตกต่าง ไม่ได้ฝึกคิด และไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน เพราะห้องเรียนมีแต่การสั่งให้นักเรียนทุกคนต้องทำเหมือนกัน ทำโจทย์เดียวกัน วิธีเดียวกันเพื่อให้ได้ คำตอบเดียวกัน (วิริยะ ฤาชัยพาณิชย์, 2553)

การแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทักษะหนึ่ง ที่จำเป็นสำหรับ ผู้เรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพ (กรมวิชาการ, 2545ก: 2) แต่พี โทเนน (Pehkonen, 1999: 45) ได้กล่าวว่า ผู้สอนมักละเลยหรือมองข้ามการพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีความเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่ พัฒนา ให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนได้ยากและไม่สำคัญเท่าที่ควรในวิชาคณิตศาสตร์ แต่หากย้อนไปในอดีต จะ เห็นได้ว่า วิทยาการและความก้าวหน้าต่างๆ ในปัจจุบันมีจุดเริ่มต้นมาจากความคิดสร้างสรรค์ ทั้งสิ้น เช่น การค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก การสร้างหลอดไฟ การผลิตเครื่องบิน เป็นต้น ดังนั้นการ จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันควรจัดให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ และเพื่อให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ด้วย และเนื่องจากมีการ เปลี่ยนแปลงอย่าง รวดเร็วในยุคศตวรรษที่ 21 จะเห็นว่าสิ่งต่างๆ มีความซับซ้อนมากขึ้น ปัญหา ต่างๆ ที่เกิดขึ้นจึงไม่ สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยวิธีเดิมๆ ที่ใช้ต่อๆ กันมา ความคิดสร้างสรรค์จึงมี บทบาทสำคัญทั้งในระดับ ปัจจุบันบุคคลไปถึงสังคมขนาดเล็กเรื่อยไปจนถึงสังคมขนาดใหญ่ นับว่าเป็นสภาพที่ต้องใช้ความคิด โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะมียู่ในตัวบุคคลสังเกตได้จาก การมีลักษณะของความ กระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น เวลาบุคคลมีปัญหามีแนวทางในการ แก้ปัญหาที่ หลากหลาย วิธีนี้ ใช้ไม่ได้ก็ยังคงมีวิธีอื่นๆ สรรองไว้อีก และไม่ได้ใช้เพียงการแก้ปัญหา เท่านั้นหากยังใช้ในการเรียนรู้ การทำงาน การใช้ชีวิต ถ้าบุคคลใดมีความคิดสร้างสรรค์แล้วย่อม ได้เปรียบกว่าใคร เนื่องจากจะมี แนวทางที่หลากหลายแปลกใหม่ (ลักษณา สิริวัฒน์, 2549: 139) ดังนั้นในการจัดการศึกษาจึงควรจัด ให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาด้วย

วิธีการสอนแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการ (Process) โดยมุ่ง ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด (Thinking Skill) และให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ รองลงไป ครูจะมี หน้าที่เป็นผู้คอยให้คำแนะนำ (Facilitator) ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ให้ได้มากที่สุด เป็นวิธีการสอนที่ ใช้ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งผู้คิดค้นคือ Nohada ซึ่งเดิมชื่อว่า Open-Ended Approach ภายหลัง ผศ.ดร.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ นำวิธีการสอนนี้มาใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ประเทศไทย ได้แก้ไขภาษาให้กระชับขึ้นเป็น “Open Approach” ซึ่งวิธีการสอนแบบเปิดเป็นวิธีการสอนแบบหนึ่ง ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา (Problem Solving) ของนักเรียนด้วยตนเอง โดยครูพยายามไม่ให้มีสิ่งใดมา รบกวนเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ศักยภาพของตนเองให้ได้มากที่สุด (วิจารณ์ พานิช, 2557) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบเปิดเป็นวิธีการที่สามารถให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้สามารถแสดงศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่เพื่อยกระดับความรู้ของตนเอง และการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการแสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในห้องเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่สูงขึ้นที่จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาและเกิดความคิดสร้างสรรค์และกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ ออสบอร์น และพาร์น (Osborn and Parnes, 1966 อ้างถึงใน สมปอง เพชรโรจน์, 2549) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะมีวิธีการค้นหาคำตอบที่ แตกต่างกันไปมีความสลับซับซ้อน และค้นพบแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมขณะนั้น การแก้ปัญหาที่เป็น การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative problem solving) เป็นกรอบ แนวคิดที่ใช้ทักษะการคิดและ เครื่องมือการคิดเพื่อค้นหาวิธีการหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีโครงสร้างของ กระบวนการที่ใช้จินตนาการ การวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและ พิจารณาตัดสินใจเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและแปลกใหม่ ขจรศักดิ์ สีเสน (2544) กล่าวว่า เด็กไทยคิดไม่เป็นจึงแก้ปัญหาไม่ได้ การแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน เป็นการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาได้คำตอบ หลายคำตอบสำหรับปัญหา นั้น ถึงแม้การเรียนการสอนในโรงเรียนจะนิยมคำตอบที่ดีที่สุดเพียง คำตอบเดียวสำหรับการ แก้ปัญหา แต่นักจิตวิทยามีความเห็นว่าความคิดหลายทางหรือการมีคำตอบ หลายๆคำตอบเป็นการคิดที่มีคุณค่ากว่า และมักจะเปรียบเทียบการคิดหลายทางว่าเท่ากับความคิด สร้างสรรค์ นอกจากนี้ กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ การ แก้ปัญหา และการคิดที่ดีขึ้นทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ทั้งยังเพิ่มความสามารถให้เด็กก้าวทันกับ ปัญหาประจำวันของสภาพชีวิตที่เป็นจริง (จรรย์ สุวดี, 2534)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยเกิดความสนใจที่จะนำวิธีการสอนแบบเปิดร่วมกับกระบวนการเชิง สร้างสรรค์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากวิธีการสอนดังกล่าว ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเพื่อนักเรียนได้มีอิสระในการคิดที่มี ความหลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) และกระบวนการเชิงสร้างสรรค์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2/2564 จำนวน 5 ห้องเรียน โรงเรียนแห่งหนึ่ง อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 177 คน คละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 /5 จำนวน 35 คน โรงเรียนแห่งหนึ่ง อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เรื่อง ความน่าจะเป็น

3. ระยะเวลาในการทำวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

4. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์

ตัวแปรตาม : ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

: ความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ปัญหาปลายเปิด** หมายถึง สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีวิธีการแก้ปัญหามีคำตอบที่หลากหลาย อย่างสมเหตุสมผล

2. **การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นพร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ตามความสามารถของตนเอง

การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem)** เป็นขั้นที่ครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์เงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา อาจใช้สื่อการสอน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นและให้ข้อมูลทั่วไปเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น
2. **ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning)** เป็นขั้นที่ให้นักเรียน แต่ละคน ได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ครูไม่ควรกำหนดแนวทาง การคิด ของนักเรียนเพราะเน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
3. **ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison)** เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องอภิปรายแนวความคิดการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญคือการ บันทึกแนวความคิดการแก้ปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกเพื่อให้เห็นถึง แนวคิดของ นักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร
4. **ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas)** เป็นขั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดของ แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้ว ครูทำ การเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น ๆ ครู ควร ส่งเสริมแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในทางบวก

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาแล้วระดมความคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่ หลากหลายวิธี จากนั้นทำการเลือกวิธีการที่แปลกใหม่ เหมาะสม เป็นที่ ยอมรับของ กลุ่มเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ตามลำดับขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ตามแนวคิดของแทรฟฟิงเกอร์ ไอซัคเซน และโดวอล (Treffinger, Isaksen and Dorval, 2000) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มีความชัดเจนมากขึ้น โดยจะต้องค้นหาสิ่ง โจทย์กำหนด สิ่ง โจทย์ต้องการ เพื่อให้ นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่ โจทย์กำหนด ให้กับสิ่งที่ โจทย์ต้องการให้และพิจารณาว่าจะต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดมาใช้
2. ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี นักเรียนจะต้องร่วมกันระดมความคิดในการแก้ปัญหาให้ได้ปริมาณมากที่สุด หาแนวทางในการแก้ปัญหาให้ได้หลากหลาย
3. ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้เสนอไว้ใน ขั้นตอนที่ 2 ว่าควร จะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ซึ่งอาจจะต้อง ให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองได้คิดไว้จะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ ประสพผลสำเร็จให้เพื่อนในกลุ่มฟัง และพิจารณาว่าต้องหาข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีกหรือไม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว
4. ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ในขั้นที่ 3 ไป ใช้ในการแก้ปัญหาลงมือ นักเรียนจะต้องควบคุมและประเมินการคิดของตนเองเพื่อกำกับ ติดตามผลของการแก้ปัญหา หรือที่เรียกว่าเมตาคอกนิชัน โดยนักเรียนจะต้องกำกับ ตนเองในการแก้ปัญหา เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย วิเคราะห์เป้าหมาย จนบรรลุ เป้าหมายในการแก้ปัญหา

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อฝึกการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนมีวิธีคิดแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายยิ่งขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) เป็นขั้นที่ครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน เป็นขั้นที่ดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้
 - 1.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มีความชัดเจนมากขึ้น
 - 1.2 ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี
2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning) เป็นขั้นที่ดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้
 - 2.1 ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้เสนอไว้ใน ขั้นตอนที่ 2
 - 2.2 ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองไป ใช้ในการแก้ปัญหาจริง นักเรียนจะต้องควบคุมและประเมินการคิดของตนเองเพื่อกำกับ ติดตามผลของการแก้ปัญหา
3. ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องอภิปรายแนวคิดการแก้ปัญหของตนเองในชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญคือการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหของนักเรียนในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกเพื่อให้เห็นถึง แนวคิดของนักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร และครูก็จะสามารถประเมินนักเรียนได้จากใบกิจกรรม หรือสมุดบันทึกนั้น ๆ
4. ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) เป็นขั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น ๆ ครูควร ส่งเสริมแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในทางบวก พร้อมทั้งแนะนำ และปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ

5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง การวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่าคำตอบ สามารถตีความหมายได้ ซึ่งมีกระบวนการที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1. การทำความเข้าใจโจทย์ เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา พิจารณาปัญหานั้นว่าสิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่ต้องการรู้คืออะไร ปัญหากำหนดอะไรมาให้บ้าง
2. การเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาวัยวิธีใด
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาลงรวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้มา ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องก็ต้องดำเนินการแก้ปัญหาลงอีกครั้ง
4. การสรุปคำตอบ ความสามารถในการมองย้อนกลับขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของนักเรียนที่คิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์ ผสมผสานจากความคิดแบบเดิมให้เกิดเป็นสิ่งที่ใหม่ ซึ่งสรุปว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วยความคิด 4 ลักษณะ คือ

1. ความคล่องในการคิด เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด
2. ความยืดหยุ่นในการคิด เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลายกลุ่มหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่และแตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น
4. ความคิดละเอียดลออ เป็นความสามารถในการขยายขอบเขตของความคิดให้ละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังมี รายละเอียดดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open-ended Problem)
 - 2.1 ความหมายของวิธีการแบบเปิด
 - 2.2 ประเภทของวิธีการแบบเปิด
 - 2.3 การสร้างวิธีการแบบเปิด
 - 2.4 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
3. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
 - 3.1 ความสัมพันธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์
 - 3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
 - 3.3 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
5. ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 5.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 5.3 องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
6. ความสามารถการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 6.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 6.3 กระบวนการคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

6.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

6.5 แนวทางการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

6.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

1.1 **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ

1.1.1 **เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์**

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

1.1.1.1 **จำนวนและพีชคณิต** เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงอัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

1.1.1.2 **การวัดและเรขาคณิต** เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดอัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด และเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

1.1.1.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

1.1.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

1.1.2.1 สารที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

- 1) มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้
- 2) มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้
- 3) มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

1.1.2.2 สารที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

- 1) มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้
- 2) มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

1.1.2.3 สารที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

- 1) มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา
- 2) มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1.1.3.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

1.1.3.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

1.1.3.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

1.1.3.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผล สนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

1.1.3.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

1.1.4 คุณภาพของผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.1.4.1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

1.1.4.2 เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

1.1.4.3 นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง พังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหารวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

1.1.4.4 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน และมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open-ended Problem)

2.1 ความหมายของวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

ทาคาฮาชิ (Takahashi, 2004: Online) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาปลายเปิดว่าเป็นกระบวนการสร้างให้เกิดความสนใจและกระตุ้นเราให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนในชั้นเรียน และการแก้ปัญหาปลายเปิดได้ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่นเป็นกระบวนการสร้างให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมและการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเรียนการสอนที่ใช้การแก้ปัญหา ปลายเปิดจะเน้นกระบวนการแก้ปัญหามากกว่าจะสนใจคำตอบ ทาคาฮาชิได้แบ่งลักษณะของปัญหา ปลายเปิดออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ ลักษณะที่ 1 เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียวแต่มีวิธีการในการหา คำตอบหรือแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี ลักษณะที่ 2 เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลาย คำตอบ

เบกเกอร์และชิมาดะ (Becker; & Shimada. 1997: 1) ได้ให้ข้อสังเกตว่า ปัญหาที่ใช้กัน อยู่ในการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนตามปกติที่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา มีลักษณะร่วมกัน ประการหนึ่ง คือ มักมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เมื่อกำหนดปัญหาและตัวเลือกที่เป็น คำตอบก็จะสามารถตรวจสอบได้ว่าตัวเลือกใดเป็นคำตอบของปัญหา คำตอบของปัญหาแต่ละ ปัญหา ได้รับการกำหนดให้เป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ก็ไม่ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่งปัญหาลักษณะนี้ เรียกว่า ปัญหาสมบูรณ์หรือปัญหาปิด สำหรับปัญหาอีกประเภทหนึ่ง เป็นปัญหาที่สร้างใหม่คำตอบ ที่ถูกต้อง หลายคำตอบเรียกว่า ปัญหาไม่สมบูรณ์หรือปัญหาเปิด ปัญหาประเภทนี้มักพบอยู่เสมอในการสอน ปกติในชั้นเรียน เมื่อครูใช้คำถามนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลาย ของวิธีการ หรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด

ตติมา ทิพย์จินดาชัย (2557, 32) ปัญหาปลายเปิด หมายถึง ปัญหาที่ให้นักเรียนได้ แสดง วิธีคิดและคำตอบได้อย่างหลากหลาย โดยมีปัญหาในการกระตุ้นการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาของ นักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนขึ้นอยู่กับตัดสินใจของ นักเรียนเอง

พิมพ์พันธุ์ ปันแสน (2556, 28) วิธีการแบบเปิด คือ วิธีการสอนที่เน้นการคิดของ นักเรียน ให้เกิดขึ้นพร้อมๆกับการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนสามารถคิดได้อย่างอิสระและสามารถคิดได้ ตามความถนัดของตนเอง ให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกับนักเรียนคนอื่นๆในชั้นเรียน เป็นวิธีการสอนที่ช่วย พัฒนาการบวนการเรียนรู้ของนักเรียนพร้อมๆกับการส่งเสริมกระบวนการคิดให้มากยิ่งขึ้น

วันชญา เจริญดี (2555, 49) วิธีการสอนแบบเปิด คือ แนวการจัดการเรียนรู้ที่แบ่ง ออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) การอภิปรายทั้งชั้นเรียน 4) การสรุปบทเรียนโดยเชื่อมโยงกับแนวคิดของผู้เรียน

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, อ้างอิงใน อรรถุรี คงมา, 2553, 30) วิธีการสอนแบบเปิด คือ การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงทุกขั้นตอนจนเกิดการเรียนรู้ ด้วยตนเอง การสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองมีหลากหลายวิธี และวิธีการสอนแบบเปิดคือ หนึ่งในวิธีที่สอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความหมายของวิธีการแบบเปิด คือวิธีการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถคิดได้อย่างอิสระได้อย่างหลากหลายและเป็นวิธีการสอนที่ช่วยพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนกับเป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดให้มากยิ่งขึ้น

2.2 ประเภทของวิธีการแบบเปิด

Merliss and Daniel (2003, อ้างอิงใน สุขสมพร อาโนทัย, 2550) ปัญหาหลายเปิด เป็นปัญหาที่สามารถคิดวิธีการได้อย่างหลากหลายให้การหาคำตอบ หรือเป็นตัวกระตุ้นในการหาคำตอบได้หลายคำตอบ ปัญหาปลายเปิดเป็นการขยายความเข้าใจของนักเรียนให้เกิดเป็นปัญหาใหม่ โดยอาศัยแนวคิดและประสบการณ์ของนักเรียนเป็นส่วนสำคัญในการอธิบายคำตอบ และยังเป็น พัฒนาทักษะกระบวนการคิดของนักเรียนได้ ซึ่งแนวคิดในการตอบคำตอบปัญหาปลายเปิดมีแนวทาง ที่ต่างกัน 3 แนวทางคือ

- 1) การหาวิธีการแก้ปัญหามากกว่าวิธีการหรือแนวทางแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้ได้เพียงคำตอบเดียว
- 2) การหาคำตอบของปัญหาปลายเปิดได้หลาย ๆ คำตอบ
- 3) กำหนดปัญหา เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความคิดรวบยอดไปสู่หลาย ๆ ปัญหาซึ่งมีวิธีการแก้ปัญหาวัยวิธีเดียวหรือวิธีการ แก้ปัญหาหลากหลายวิธี

Becker & Shimada (1997, อ้างอิงใน เทียง อินทร์ปัญญา, 2554, 17) ปัญหาปลายเปิดคือโดยทั่วไปวิชาคณิตศาสตร์ถูกออกแบบให้โจทย์ปัญหาไปในทิศทางเดียวกันนั้นคือคำตอบ ที่ถูกต้องเพียงแค่ว่าคำตอบ ซึ่งจะถูกกำหนดไว้แล้วว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งเรียกว่าปัญหาปลายปิด ส่วน ปัญหาที่มีหลากหลายคำตอบ จะเรียกว่าปัญหาไม่สมบูรณ์หรือปัญหาปลายเปิด สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

- 1) กระบวนการแบบเปิดคือคำตอบเดียวแต่วิธีการมีมากกว่า 1 วิธีการ
- 2) ผลลัพธ์แบบเปิด มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ
- 3) แนวทางในการพัฒนาแบบเปิดคือการทำให้ปัญหาเดิมเปลี่ยนเงื่อนไขเป็นปัญหาใหม่

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, อ้างอิงใน อรสุธี คงมา, 2553, 21) ปัญหาปลายเปิด จำแนกออกได้เป็น 3 ชนิด

- 1) กระบวนการแบบเปิด โดยทั่วไปคณิตศาสตร์จะมีคำตอบเพียงคำตอบเดียว แต่ถ้านักเรียนสามารถที่คิดแนวทางหาคำตอบที่หลากหลายคำตอบจะช่วยให้ให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมได้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองโดยการได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม

- 2) ผลลัพธ์เปิด คือการหาคำตอบได้อย่างหลากหลายคำตอบ โดยผลลัพธ์เปิดจะมีทั้ง ข้อดีและข้อเสีย

3) แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด คือหลังจากนักเรียนได้แก้ปัญหาคเดิมแล้วนักเรียน สามารถพัฒนาเป็นปัญหาใหม่โดยการลองเปลี่ยนเงื่อนไขหรือองค์ของปัญหา ซึ่งเรียกว่า “จากปัญหา สู่ปัญหาเปิด” นักเรียนจะรู้สึกสนุกในการตั้งปัญหาใหม่และได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ปัญหาปลายเปิดสามารถจำแนกออกเป็น 3 ชนิด คือ 1) กระบวนการเปิด คือ ปัญหาชนิดนี้คือมีคำตอบเพียงหนึ่งคำตอบแต่วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบมีวิธีการที่ หลากหลาย 2) ผลลัพธ์เปิดคือการหาคำตอบของปัญหามากกว่าหนึ่งคำตอบหรือหลากหลาย 3) แนวทางการพัฒนาของปัญหาเปิดการทำปัญหาเดิมที่มีอยู่เปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขเพื่อไปสู่ปัญหาใหม่

2.3 การสร้างปัญหาปลายเปิด

เบกเกอร์และชิมาดะ (Becker; & Shimada. 1997: 27) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดจะทำให้ นักเรียนมีประสบการณ์เรียนรู้บางประการที่แปลกใหม่ต่างไปจากเดิมจากการที่มีคำตอบเปิดกว้าง แม้ว่าจะมีผู้หาคำตอบของปัญหาได้แล้วนักเรียนคนอื่นก็ยังมีโอกาสหาคำตอบอื่น ๆ ได้อีกรวมทั้งการท้าทายให้แสวงหาวิธีการใหม่ ๆ ในการหาคำตอบ ซึ่งต้องบูรณาการความรู้ที่มีมาก่อนทั้งทักษะและวิธีการคิดเข้าด้วยกัน นอกจากนี้นักเรียนยังจะสร้างปัญหาได้ด้วยตนเองที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาเดิมได้และขยายปัญหานั้นต่อไปได้อีกดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาปลายปิดและปัญหาปลายเปิด

ปัญหาปลายปิด	ปัญหาปลายเปิด
1. ค่าเฉลี่ยของ 3 , 6 , 9 , 10 เท่ากับเท่าไร	1. ถ้าค่าเฉลี่ยของจำนวน 4 จำนวนเท่ากับ 7 จำนวน จำนวนเหล่านั้นคืออะไร
2. สวนหลังบ้านรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้าง 10 เมตร และมีความยาว 15 เมตร ถ้าต้องการปลูกต้นไม้ทั้งหมด 150 ตารางเมตร จะมีความกว้างและความยาวเท่ากับเท่าไร	2. สวนหลังบ้านรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ในการปลูกต้นไม้ทั้งหมด 150 ตารางเมตร จะมีความกว้างและความยาวเท่ากับเท่าไร
3. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีพื้นที่ 150 ตารางเซนติเมตร มีฐานยาว 10 เซนติเมตร จะมีความสูงเท่าไร	3. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งจะมีความยาวฐานและความสูงเท่ากับเท่าไร ถ้ารูปสามเหลี่ยมนั้นมีพื้นที่เท่ากับ 150 ตารางเซนติเมตร
4. จงแก้สมการ $4x - 1 = 3$	4. จงยกตัวอย่างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ได้ผลลัพธ์เท่ากับ
5. แดงมีอายุเป็นสองเท่าของดาถ้าแดงอายุ 7 ปี	5. แดงและดา อายุเท่าไร ถ้าอายุของแดงรวมกับ

ปัญหาปลายปิด	ปัญหาปลายเปิด
ดา จะอายุเท่าไร	ดา เท่ากับ 14 ปี

ที่มา : <http://www.Wanjai.com / ebook / listknowledge. php>.

เบกเกอร์ และชิมาดะ (Becker; & Shimada. 1997: 28-31) กล่าวว่า โดยทั่วไป ๆ เป็นการยากในการพัฒนาปัญหาให้เป็นปัญหาปลายเปิดที่ดีและเหมาะสมกับนักเรียนในระดับที่แตกต่างกัน ผลจากการวิจัยซ้ำ หลาย ๆ ครั้ง ทำให้ได้ข้อแนะนำสำหรับการสร้างปัญหาปลายเปิดในกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1. เตรียมสถานการณ์จริงเชิงกายภาพที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเชิงปริมาณซึ่งสามารถสังเกตความสัมพันธ์ได้
2. แทนที่จะถามนักเรียนให้พิสูจน์ทฤษฎีบทเหมือนกับ “ ถ้า P แล้ว Q ” เปลี่ยนปัญหานี้ เป็น “ ถ้า P แล้วความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนค้นพบมีอะไรบ้าง ” โดยต้องกำหนดคำว่า “ สิ่งต่าง ๆ ” ให้เฉพาะเจาะจงขึ้น
3. ในการสอนเกี่ยวกับทฤษฎีบท บทเรียนควรเริ่มต้นด้วยตัวอย่างที่สอดคล้องกับทฤษฎี บทหลาย ๆ ตัวอย่าง เช่น ในเรขาคณิตควรเริ่มต้นด้วยการแสดงรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับทฤษฎี บทหลาย ๆ รูป แล้วให้นักเรียนสร้างข้อความคาดการณ์จากรูปเองซึ่งจะนำไปสู่ข้อความตามทฤษฎีบท
4. แสดงรายการที่เป็นลำดับหรือตารางของข้อมูลต่าง ๆ ให้นักเรียนค้นหาความสัมพันธ์ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์
5. แสดงตัวอย่างของข้อเท็จจริงที่แสดงให้เห็นแนวคิดกว้าง ๆ กับนักเรียน ครูยกตัวอย่าง ข้อเท็จจริงในด้านหนึ่ง ให้นักเรียนอธิบายข้อปลีกย่อยอื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับตัวอย่าง
6. แสดงตัวอย่างของแบบฝึกหัดหรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้นักเรียนหา คำตอบแล้วให้หาสมบัติที่ร่วมกันเท่าที่เป็นไปได้ของปัญหาเหล่านี้ เช่น ปัญหาจัดการแข่งขันฟุตบอล การหาจำนวนคู่สายโทรศัพท์ การหาเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม
7. แสดงสถานการณ์เชิงกึ่งคณิตศาสตร์ (quasi-Mathematics) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยอธิบายได้ เช่น ปัญหาการอยู่กันอย่างกระจัดกระจายของกลุ่มก้อนหินในลักษณะต่าง ๆ ให้นักเรียนอธิบายว่ากลุ่มใดมีการกระจายมากที่สุด เพราะเหตุใด ให้หาวิธีการแก้ปัญหโดยใช้คณิตศาสตร์

8. แสดงตัวอย่างที่ชัดเจนของโครงสร้างทางพีชคณิต เช่น โครงสร้างของกึ่งกลุ่มหรือกลุ่ม โดยแสดงตัวอย่างที่เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขซึ่งง่ายในการพิจารณา แล้วให้นักเรียนค้นหาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้อง

ลัดดา ศิลาน้อย (2549: 25) ได้กล่าวถึงกระบวนการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ มีลักษณะที่เป็นปัญหาแบบเปิดกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดโดยกำหนดสถานการณ์ไว้ 3 แนวทาง คือ สถานการณ์ A เป็นเรื่องของการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา บทบาทของครูคือ นำสถานการณ์ ปัญหาหรือปัญหาต้นกำเนิด นำมาเสนอในชั้นเรียนเพื่อกระตุ้นให้ได้แนวทางหรือคำตอบที่หลากหลาย บทบาทของผู้เรียนคือพยายามคิดหาคำตอบหรือแนวทาง หรือสร้างสถานการณ์ ขึ้นมา เพื่อตอบสนอง ในปัญหาต้นกำเนิดที่ได้รับการกระตุ้นทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่กว้างขวาง สถานการณ์ B เป็นช่วงของการสืบเสาะหาข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาของตน โดยอาศัยประสบการณ์ที่มี อยู่ ส่วนบทบาทของครูคือการชี้แนะให้เกิดการอภิปรายอย่างกว้างขวาง เกี่ยวกับความสัมพันธ์กับ แนวคิดอื่น ๆ ที่หลากหลายที่จะได้มาเพื่อสามารถบูรณาการคำตอบที่อาจจะ เห็นว่าไม่เกี่ยวข้องกันให้ เชื่อมโยงสัมพันธ์กันเป็นความรู้ใหม่ที่สูงกว่าความรู้ที่มีอยู่เดิม สถานการณ์ C เป็นการเน้น สถานการณ์ใหม่ที่พัฒนาขึ้นมากกว่าที่มีอยู่เดิม นักเรียน พยายามที่จะสร้างปัญหาต่อไปที่เป็นกรณี ทั่วไปเพิ่มขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ B และจากการที่ได้ แก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะสามารถหาคำตอบที่มีลักษณะโดยทั่ว ๆ ไปมากขึ้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างปัญหาปลายเปิดข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางใน การสร้างปัญหาปลายเปิดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการสร้างปัญหาปลายเปิดในการวิจัย ใน ครั้งนี้ได้สร้างปัญหาปลายเปิดที่มีลักษณะเป็นการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนพยายามคิด หา คำตอบหรือหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.4 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

Nohda (2000, อ้างอิงใน ไพโรจมิตร บ้านเหล่า, 2551, 49) วิธีการนำเสนอปัญหา ปลายเปิด มีขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหา ครูได้นำเสนอปัญหาให้นักเรียนได้แก้ไข ซึ่งครูไม่ได้บอกวิธีของการ แก้ปัญหา แต่จะให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา อาจจะมีอยู่ในรูปของการเล่นเกม หรือการแสดง ละคร ปัญหาที่ได้ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่ครูต้องการให้ปัญหา ปลายเปิด มีลักษณะอย่างไร ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ 1) กระบวนการแบบเปิด คือ จะมีคำตอบที่ ถูกต้อง เพียงคำตอบเดียวแต่ที่วิธีการที่มานักเรียนสามารถหาได้อย่างหลากหลายไม่จำกัดวิธี 2) ผลลัพธ์เปิด คือ มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบนักเรียนสามารถหาคำตอบได้อย่างหลากหลายคำตอบ 3) แนวทาง

ในการพัฒนาแบบเปิด คือ ปัญหาที่นักเรียนได้รับมาสามารถเปลี่ยนให้เป็นปัญหาใหม่ที่ นักเรียนสามารถร่วมกันแก้ปัญหาได้อีก

2. แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนการหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ครูจะ ได้นักเรียนแต่ละคนได้เสนอแนวคิดได้การแก้ปัญหาอย่างหลากหลายโดยขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน และความสามารถของนักเรียนเอง โดยที่ครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนลองอภิปรายวิธีการต่างๆเพื่อนำมาเชื่อมเข้าด้วยกัน

3. ขยายปัญหา เป็นการขยายปัญหาเดิมที่มีอยู่แล้วให้เป็นปัญหาใหม่ ซึ่งเมื่อ พิจารณาขั้นตอนนี้ จะเห็นได้ว่าเป็น ปัญหาที่เป็นผลลัพธ์เปิด เพื่อให้นักเรียนได้มีวิธีการที่หลากหลาย ได้การหาคำตอบที่เป็นปัญหาใหม่ ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถก็จะสามารถในการคิดวิธีการที่หลากหลาย

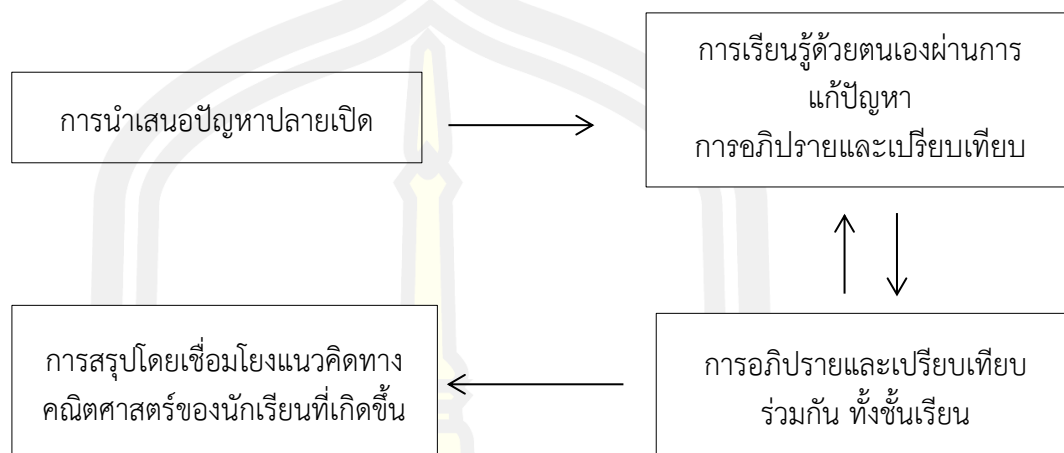
วันชญา เจริญดี (2555, 9) วิธีการแบบเปิดแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูได้นำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อครูนำเสนอ สิ่งที่ครูจะถามนั้นคือ ทฤษฎี และสูตรต่างๆ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับสูตรและ ทฤษฎีต่างๆ สิ่งที่ครูควรทำคือให้นักเรียนเข้าใจประเด็นปัญหาในทิศทางเดียวกัน และให้ตัวอย่างแก่ นักเรียน โดยที่มีจำกัดแนวคิดของนักเรียน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นตอนนี้ครูควรชี้แนะให้นักเรียนได้แสดงความ คิดเห็นของนักเรียนออกมา เพราะปัญหาปลายเปิดมีความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ครูควร ปรับเปลี่ยนความคิดของทุกคนให้เข้าด้วยกัน เพราะความคิดของแต่ละคนมีความสำคัญอย่างมาก

ขั้นที่ 3 ช่วงอภิปรายบทเรียน หลังจากทีนักเรียนได้แก้ไขปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องบันทึกคำตอบลงในใบงานหรือหนังสือเรียนที่กำหนด ซึ่งในขั้นนี้ครูสามารถที่จะประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก็ได้ และครูยังสามารถที่จะรู้ว่านักเรียนคนไหนที่ยังไม่เข้าใจ ครูจึงควรให้คำแนะนำหรือยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้นักเรียนได้เข้าใจยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียน จะต้องนำเสนอแนวคิดของตนเองว่ามีส่วนที่เหมือนกับเพื่อนหรือไม่ ซึ่งครูควรกระตุ้นในการให้นักเรียนให้เหตุผลว่าแนวคิดของนักเรียนสอดคล้องกับปัญหาที่ได้รับมาหรือสอดคล้องกับแนวคิดของ เพื่อนอย่างไร ซึ่งขั้นตอนนี้ นักเรียนควรเตรียมการมาล่วงหน้าเพื่อนำเสนอและมาอภิปรายร่วมกับ กับเพื่อน

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554, อ้างอิงใน พิมพ์พันธุ์ ปันแสน, 2556, 28) ขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิดมีแนวคิดดังนี้



ภาพที่ 1 แผนภาพขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิดตามแนวคิดของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554)

การสอนด้วยวิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อครูได้นำเสนอปัญหาปลายเปิดสิ่งที่ครูถามบ่อยครั้งคือ “ข้อนี้คิดอย่างไร? ใช้สูตรไหน? ทฤษฎีข้อนี้คืออะไร?” คำถามเหล่านี้อาจจะทำให้นักเรียนไม่ค่อยตอบสนองกับสิ่งที่ครูต้องการ สิ่งที่คู่ควรทำคือการกระตุ้นนักเรียนให้สนใจประเด็นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกัน ทั้งชั้นเรียนการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่าน การแก้ปัญหา การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น ปัญหาในทิศทางเดียวกัน โดยยกตัวอย่างที่ไม่จำกัดวิธีให้กับนักเรียนด้วยการสร้างสื่อการเรียนการสอนที่นักเรียนเข้าใจง่ายและเข้าถึงง่าย นักเรียนไม่รู้สึกลำบากกับสถานการณ์ที่ได้รับมา

ขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา เนื่องจากวิธีการ แบบเปิดจะให้นำหนักกับแนวคิดที่เป็นรายคนของนักเรียน ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงคาดหวังแนวคิดที่ หลากหลายของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 อภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ขั้นตอนนี้คือนักเรียนต้อง บันทึกแนวคิดของนักเรียน เพื่อให้ความสะดวกแก่นักเรียนการใช้ใบงานและการใช้หนังสือในการจด แนวคิดของนักเรียนจึงเป็นการสะดวกแก่นักเรียน เพราะมีความสำคัญในการเริ่มบทต่อไป ครูควรที่จะ เดินไปรอบๆห้องเพื่อดูว่านักเรียนคนไหนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาและไม่สามารถจะคิดแนวทางการ แก้ปัญหาได้ ครูควรกระตุ้นความคิดของนักเรียนหรือลองยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพที่ ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 สรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น ครูควร บันทึกแนวคิดของนักเรียน ทั้งเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่ม ลงในกระดานเพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นง่าย หรือเขียนข้อเสนอที่คล้ายๆหรือใกล้เคียงกัน นักเรียนจะถูกกระตุ้นว่าคิดว่าแนวคิดของตนเอง สอดคล้องกับปัญหาที่ได้รับมาอย่างไรหรือสอดคล้องกับเพื่อนสามารถนำมาบูรณาได้หรือไม่ หรือ แม้แต่แนวคิดหรือข้อเสนอแนะที่ไม่สมบูรณ์ ครูควรที่จะเคารพความคิดของนักเรียนด้วยเพื่อปรับแก้ ให้เข้ากับแนวคิดของเพื่อนในห้องเรียน

จากการศึกษาผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) มาเป็นแนว จัดการเรียนการสอนสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนวิธีการสอนแบบเปิดแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิดเป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาโดย สถานการณ์ดังกล่าวต้องเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนเข้าใจง่าย ขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นขั้นที่ นักเรียนร่วมกันแก้ไขปัญหา ขั้นตอนที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียนเป็นขั้นที่ นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองและเปรียบเทียบของตนเองและเพื่อนมีแนวคิดเหมือนหรือต่างกัน หรือไม่อย่างไร ขั้นตอนที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นโดยครูจะ เชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนทั้งหมด และสรุปว่าสามารถคิดได้กี่วิธีและมีวิธีคิดอย่างไร

3. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

จากความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาที่ ผสมผสานระหว่างการแก้ปัญหาโดยการรวบรวม แนวคิด คำตอบ หรือวิธีแก้ปัญหาจากความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีเหตุผลมาปรับใช้ให้ เหมาะสมกับสถานการณ์เพื่อขจัดปัญหาให้หมดไป กับความคิดสร้างสรรค์ที่มีการเสนอแนวคิดแปลกใหม่แตกต่าง ไม่ซ้ำกับกรอบแนวคิดเดิมที่มีอยู่แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างมี เหตุผล ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

Olson (1996 อ้างถึงใน สุวิทย์มูลคำ, 2547: 10-11) กล่าวถึงการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ว่า เป็นความสามารถทางการคิดของมนุษย์ในการแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาจากการคิดที่มีระบบและการคิดที่ เกิดจากการหยั่งรู้ได้เอง เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยทักษะหลาย ๆ ทักษะที่สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนจนชำนาญเช่นเดียวกับการพัฒนาทักษะทางกีฬา โดย อาศัยทั้งความสามารถเฉพาะตัวและการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ

สมปอง เพชรโรจน์ (2549: 54) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากการแก้ปัญหาโดยทั่วไป ซึ่งมีความแปลกใหม่หลากหลาย และมีความซับซ้อน เป็นกระบวนการทางความคิดที่ประกอบด้วยความคิดเอกลัษณ์

จากความรู้และประสบการณ์เดิม และความคิดอเนกนัยจากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้ หลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในสถานการณ์ นั้นๆได้อย่างถูกต้อง

ศศิกานต์ วิบูลย์ศรีรินทร์ (2543: 42) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการในการคิดหาคำตอบหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความแตกต่างจากการคิดแก้ปัญหาตามปกติ คือ การแสวงหาแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้เป็นทักษะที่สามารถ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้

ศศิรัศม์ สริกขกานนท์ (2540: 34) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือ ความสามารถทางการคิดหาคำตอบหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยความคิดอเนกนัย ที่อาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม และความคิดอเนกนัยจากการคิดสร้างสรรค์ที่ส่งเสริมกันอย่าง เหมาะสม เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นทุติยภูมิที่มีลักษณะเป็นกระบวนการครบวงจรที่ สามารถพัฒนาได้ มีความแตกต่างจากการแก้ปัญหตามปกติคือ มีการนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาใหม่ๆ นอกเหนือไปจากการหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยการรวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิม เป็นการคิดที่มีขั้นตอนและมีลักษณะเป็นกระบวนการ

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2537: 7 – 8) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ไว้ว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นทุติยภูมิ คือ มีการคิดสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ที่มีความแปลกใหม่ หลากหลาย ได้จากการคิดสร้างสรรค์ทั้งในด้านการคิดคล่อง ริเริ่ม ยืดหยุ่น และละเอียดลออซึ่งเป็นความคิดขั้นปฐมภูมิ แล้วพิจารณานำไปปรับใช้ในการ แก้ปัญหาในขั้นทุติยภูมิ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางการคิดของมนุษย์ในการแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาจากการคิดที่มีระบบ การคิดที่มุ่งคิดค้นหาคำตอบและวิธีการที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้ หลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผล

3.2 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ อย่างเป็นขั้นตอนไว้ดังต่อไปนี้

แทรพฟิงเกอร์ ไอซัคเซน และโดวอล (Treffinger, Isaksen and Dorval, 2000: 1-5) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดมีความชัดเจนมากขึ้น โดยค้นหาสิ่งที่ต้องการ รวบรวมข้อมูล

สังเกตได้หาความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการให้หา และพิจารณาว่าต้องนำความรู้ในเรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

2. ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) ขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องร่วมกันเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี เป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ จะต้องให้เวลามากพอสมควรเพื่อให้ผู้แก้ปัญหาได้คิดและแสดงออกในสิ่งที่คิดว่า เป็นไปได้ จะต้องยอมรับทุกความคิดเห็น และจะต้องไม่มีการประเมินความคิดเห็นที่แสดงออกมาว่าเป็นสิ่งที่ใช้ได้หรือไม่ได้ วิธีการที่เสนอขึ้นอาจจะเป็นวิธีการที่แปลกใหม่น่าสนใจ หรืออาจจะเป็นการต่อยอดจากความคิดแบบเดิมก็ได้ ซึ่งในขั้นนี้จะเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกัน ระดมความคิด และจะได้วิธีการแก้ปัญหามากมายที่จะนำไปเลือกใช้

3. ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องพิจารณาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ได้เสนอไว้ อธิบายว่าแต่ละวิธีการจะต้องดำเนินการอย่างไร เพื่อให้ประสบผลสำเร็จ ต้องหาข้อมูลอะไรเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้สนับสนุนการแก้ปัญหาดังกล่าว จากนั้นจะต้องมีการประเมินทางเลือกที่เหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปใช้ปฏิบัติจริง และควรเป็นวิธีการที่แปลกใหม่ โดยจะต้องมีการให้เหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น

4. ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) ขั้นนี้เป็นขั้นที่มีการนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ไปสู่การปฏิบัติ จะต้องมีการควบคุมและประเมินการคิด ของตนเองหรือที่เรียกว่า เมตาคอกนิชัน มีการกำกับตนเองขณะคิดแก้ปัญหา รู้ว่าตนเองคิดจะ ทำงานนั้นอย่างไร ทบทวนแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใดพิจารณาความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนและวิธีการที่เลือกใช้ รวมไปถึงการประเมินความสำเร็จโดยการตรวจสอบขั้นตอนการ ปฏิบัติในระหว่าง การแก้ปัญหาว่ามีข้อบกพร่องที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ และตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้

ออสบอร์น และพาร์น (Osborn and Parnes, 1966 อ้างถึงใน สมปอง เพชรโรจน์, 2549: 55) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะมีวิธีการค้นหาคำตอบที่แตกต่างกันออกไป มีความสลับซับซ้อน และค้นพบแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อม ขณะนั้น แบ่งเป็น 5 ขั้น ได้แก่

1. การค้นหาความจริง (Fact finding) เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไม และอย่างไร

2. การค้นพบปัญหา (Problem finding) เป็นขั้นพิจารณาเปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลายของปัญหา แล้วจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุด เป็นประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ไขต่อไป

3. การค้นหาความคิด (Idea finding) เป็นขั้นการระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา ตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุด อย่างอิสระ โดยไม่มีการประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้

4. การค้นหาคำตอบ (Solution finding) เป็นขั้นพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด จากวิธีการที่หาได้ในขั้นที่ 3 โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็ว เป็นเกณฑ์พิจารณา คัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

5. การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ (Acceptances finding) เป็นขั้นพิสูจน์ให้เห็นว่าวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้น นำไปใช้ได้จริง โดยการแสดงรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาและ ผลที่เกิดขึ้น

วอลลาซและโคแกน (Wallach & Kogan, 1966 อ้างถึงในสรวงสุดา ปานสกุล, 2545: 66) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นลำดับขั้น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นที่ต้องจัดหาและเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาพิจารณา
2. ขั้นฟุ้งตัวของความคิด เป็นขั้นการรวบรวมความคิดหาความสัมพันธ์จากข้อมูลที่มีอยู่
3. ขั้นปัญหากระจ่างซัด เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เห็นความสัมพันธ์ใหม่ของข้อมูลที่ได้มา เกิดเป็นความรู้และแนวทางในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
4. ขั้นตรวจสอบความจริง เป็นขั้นประเมินผลโดยการตรวจสอบความสัมพันธ์ของความรู้ที่พบใหม่ พร้อมกับปรับปรุงแนวคิดอย่างถี่ถ้วน

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962: 84 -104) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่เป็นลำดับขั้นตอน 5 ขั้นไว้ดังนี้

1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจาง (fact-finding) การหาข้อมูลด้วยการตั้งคำถาม นำความคิดเพื่อประมวลข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหา หรือข้อเท็จจริงของสิ่งนั้นๆ
2. การรู้ปัญหา (problem-finding) การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้เห็นปัญหาอย่างชัดเจน โดยการจำแนกปัญหาออกเป็นปัญหาใหญ่ ปัญหาย่อย เรียงลำดับความสำคัญของปัญหาการ เลือกปัญหาที่เห็นว่าสำคัญที่สุดมาแก้ไข
3. สืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (idea-finding) การระดมสมองรวบรวมความคิดเพื่อหาคำตอบหรือวิธีในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เสนอแนวคิด หลากหลาย
4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (solution- finding) การตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหาที่สุด มีความเป็นไปได้แปลกใหม่
5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (acceptance-finding) นำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้อย่างมีเหตุผลมาปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหา เพื่อพิสูจน์ว่าวิธีแก้ปัญหาที่เลือกสามารถ นำไปใช้แก้ปัญหาได้ผลจริง

สมปอง เพชรโรจน์ (2549: 57) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งสรุปเป็น ขั้นๆ ได้ดังนี้

1. การค้นหาความจริง ได้แก่ การตั้งคำถามที่ขึ้นต้นหรือลงท้ายด้วย ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไม อย่างไร พร้อมระบุคำตอบเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นมูลเหตุของกรณีศึกษา

2. การค้นหาปัญหา ได้แก่ การพิจารณาเปรียบเทียบคำถาม-คำตอบ (มูลเหตุของ ปัญหา) ทำการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น จัดลำดับความสำคัญของปัญหา จำแนก ปัญหาใหญ่-ย่อย เลือกประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ปัญห พร้อมระบุเหตุผล

3. การค้นหาความคิด ได้แก่ การเสนอวิธีแก้ไขที่มีความหลากหลาย แปลกใหม่ และเป็นไปได้ ให้ได้มากที่สุด อย่างอิสระ โดยไม่มีการประเมินความเหมาะสม หรือถูกผิดในขั้นนี้

4. การค้นหาคำตอบ ได้แก่ การบอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีแก้ปัญหแต่ละวิธีการ กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกวิธีแก้ปัญห พร้อมให้น้ำหนัก พิจารณาคัดเลือกวิธีแก้ไขที่ เหมาะสมที่สุด

5. การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ ได้แก่ การแสดงรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญห พร้อมระบุผลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนอย่างเฉพาะเจาะจง

สรวงสุตา ปานสกุล (2545: 87) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหเชิงสร้างสรรค์ โดยมี ขั้นตอนดังนี้

1. การค้นหาความจริง ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลที่เป็นมูลเหตุของปัญหาจากกรณีศึกษา ที่กำหนด การตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย อะไร ที่ไหน เมื่อไร ทำไม อย่างไร มุ่งเน้นการคิดคล่อง

2. การค้นหาปัญหา ได้แก่ การพิจารณาเปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลาย จัดลำดับ ความสำคัญ และเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุดเป็นประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ไข มุ่งเน้นการคิด ยืดหยุ่น

3. การค้นหาความคิด ได้แก่ การระดมสมองเพื่อเสนอวิธีแก้ปัญหที่มีความหลากหลาย แปลกใหม่ และเป็นไปได้ เน้นปริมาณ ไม่มีการประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้เป็นการมุ่งเน้น การคิด ริเริ่ม

4. การค้นหาคำตอบ ได้แก่ กำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือก วิธีที่เหมาะสมที่สุดตาม เกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีเหตุผล บอกข้อดี ข้อเสีย ของวิธีแก้ปัญหเหล่านั้น เป็นการมุ่งเน้นการคิด ยืดหยุ่น

5. การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ ได้แก่ บอกลำดับขั้นตอนการแก้ปัญห และผลที่เกิดขึ้น เป็นการมุ่งเน้นการคิดละเอียดลออ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหเชิงสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก คือ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหและหาความสัมพันธ์ขอข้อมูลต่าง ๆ ดำเนินตามแผนที่วางไว้ตรวจสอบคำตอบและขยายคำตอบ

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อฝึกการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนมีวิธีคิดแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายยิ่งขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem)** เป็นขั้นที่ครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และ เงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหาเนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา อาจใช้สื่อการสอน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นและให้ข้อมูลทั่วไปเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ
2. **ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning)** เป็นขั้นที่ดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้
 - 2.1 **ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge)** ขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มีความชัดเจนมากขึ้น
 - 2.2 **ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas)** ขั้นนี้จะป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี
3. **ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison)** เป็นขั้นที่ดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 **ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action)** ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้เสนอไว้ใน ขั้นตอนที่ 2
 - 3.2 **ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach)** ขั้นนี้จะป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองไป ใช้

ในการแก้ปัญหาจริง นักเรียนจะต้องควบคุมและประเมินการคิดของตนเองเพื่อ
กำกับ ติดตามผลของการแก้ปัญหา

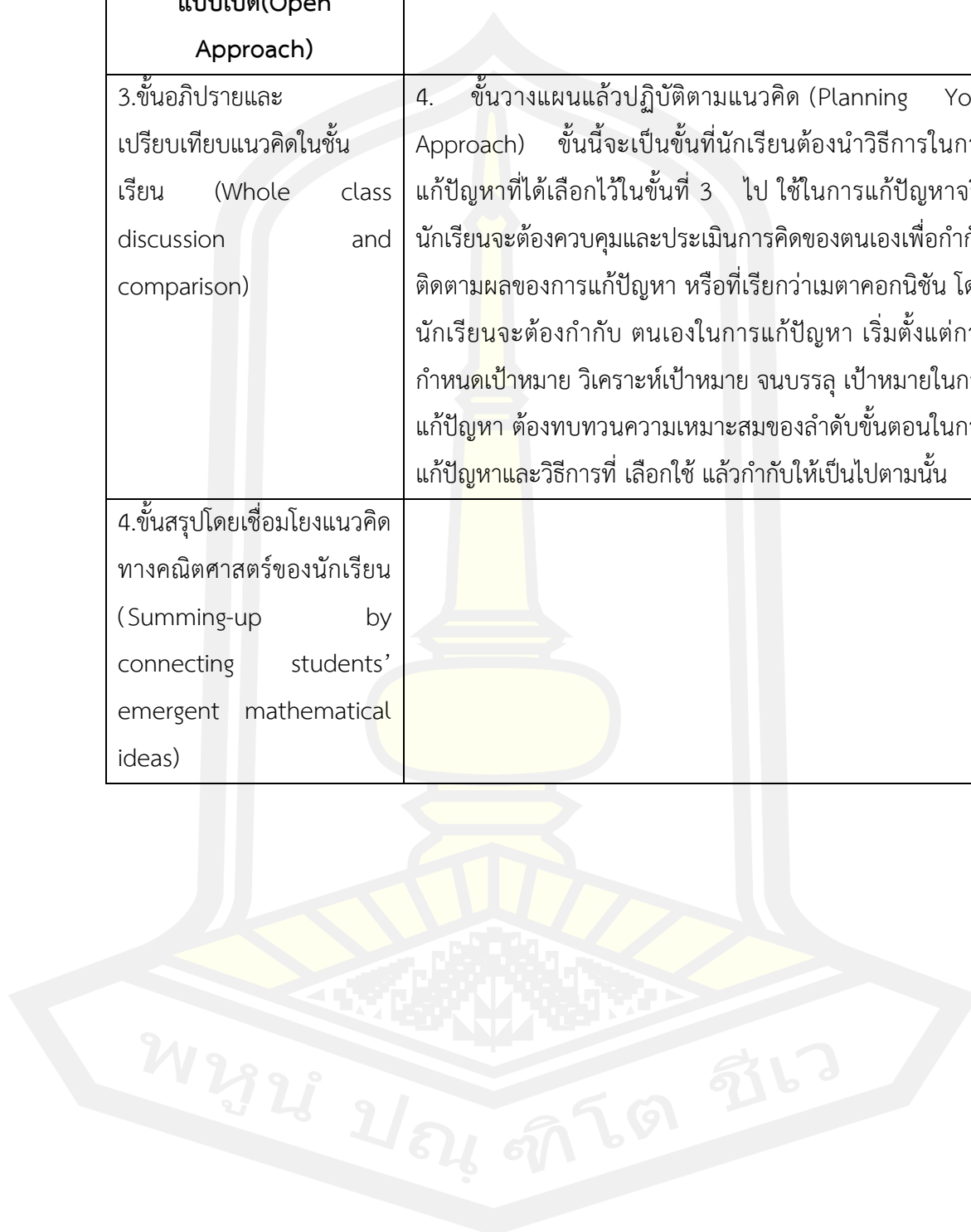
4. **ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน** (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) เป็นขั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้นแล้ว ครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น ๆ ครูควร ส่งเสริมแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในทางบวก พร้อมทั้งแนะนำ และปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ



ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด(Open Approach)	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
1. ช้้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem)	
2. ช้้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning)	<p>1. ช้้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ช้้นนี้้้นักเรียนจะต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มีความชัดเจนมากขึ้น โดยจะต้องค้นหาสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ต้องการ จากนั้น รวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ พิจารณาข้อมูลที่รวบรวมได้ และมองปัญหาในหลายๆ มุมมอง เพื่อให้ให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนด ให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้</p> <p>2. ช้้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) ช้้นนี้จะเป็นช้้นที่ให้นักเรียนร่วมกันเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี นักเรียนจะต้องร่วมกันระดมความคิด ในการแก้ปัญหาให้ได้ปริมาณมากที่สุด หาแนวทาง ในการแก้ปัญหาให้ได้หลากหลายวิธี ซึ่งอาจเป็นแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แปลก ใหม่แตกต่างออกไปจาก หรือเป็นการต่อยอดจากวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิมก็ได้</p> <p>3. ช้้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) ช้้นนี้เป็นช้้นที่นักเรียนจะต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้เสนอไว้ใน ช้้นตอนที่ 2 ว่าควรจะเลือกใช่วิธีการแก้ปัญหาวิธีใดจะเหมาะสมที่สุด ซึ่งอาจจะต้อง ให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองได้คิดไว้จะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ ประสบผลสำเร็จให้เพื่อนในกลุ่ม</p>

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี แบบเปิด(Open Approach)	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
3.ชั้นอภิปรายและ เปรียบเทียบแนวคิดในชั้น เรียน (Whole class discussion and comparison)	4. ชั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) ชั้นนี้จะเป็นชั้นที่นักเรียนต้องนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ในชั้นที่ 3 ไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง นักเรียนจะต้องควบคุมและประเมินการคิดของตนเองเพื่อกำกับติดตามผลของการแก้ปัญหา หรือที่เรียกว่าเมตาคอกนิชัน โดยนักเรียนจะต้องกำกับ ตนเองในการแก้ปัญหา เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย วิเคราะห์เป้าหมาย จนบรรลุ เป้าหมายในการแก้ปัญหา ต้องทบทวนความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและวิธีการที่ เลือกใช้ แล้วกำกับให้เป็นไปตามนั้น
4.ชั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas)	



ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธภาพการจัดการเรียนรู้แบบเปิด กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การแก้ไขข้อปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบเปิด	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	การแก้ไขข้อปัญหา	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
1. นำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem)			
2. ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning)	1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้มีความชัดเจนมากขึ้น	1. การทำความเข้าใจโจทย์ ความสามารถในการจับใจความ การตีความ และการแปลความ	
	2. ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) ขั้นนี้จะเพิ่มขึ้นที่ให้นักเรียนร่วมกันเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	2. การเลือกวิธีการแก้ปัญหา ความสามารถในการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง	1. ความคล่องในการคิด เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากเงื่อนไขที่โจทย์ที่กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด

การจัดการเรียนรู้แบบเปิด	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	การแก้โจทย์ปัญหา	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3.ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison)	3.ชั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) ชั้นนี้เป็นชั้นที่นักเรียนจะต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้เสนอไว้ในขั้นตอนที่ 2 4.ชั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your	3.การใช้วิธีการแก้ปัญหา ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร และการดำเนินการต่าง ๆ เพื่อแก้สมการ 4.การสรุปคำตอบ ความสามารถในการมองย้อนกลับขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณา	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 2.ความยืดหยุ่นในการคิด เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลายกลุ่มหลายทิศทาง 3.ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่และแตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น

การจัดการเรียนรู้แบบเปิด	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	การแก้โจทย์ปัญหา	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
4. ชั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas)	<p>Approach) ขั้นนี้จะเป็นส่วนที่นักเรียนต้องนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง นักเรียนจะต้องควบคุมและประเมินการคิดของตนเองเพื่อกำกับ ติดตามผลของการแก้ปัญหา</p>	ความถูกต้องของคำตอบ	

5. ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

Suydam (1990 อ้างอิงใน ชัยยุทธ บุญธรรม, 2549) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการแยกแยะสิ่งที่คล้ายกับหรือสิ่งที่แตกต่างกันและแยกแยะที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถในการคิดความคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและการประมาณค่าของคำตอบ ความสามารถในการมองถึงความสัมพันธ์ของโจทย์ที่ได้รับมาและสามารถที่จะตีความหมายได้

Krulid and Rudnick (1987, 4 อ้างอิงใน ชญาพร ใจโปร่ง, 2554) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถของแต่ละบุคคลที่ใช้ทักษะ กระบวนการ ความรู้ที่มีอยู่เดิมและความ เข้าใจ มาแก้ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538, 53) ได้ให้ความหมายว่า ผู้แก้ปัญหามองใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมสามารถบูรณาการให้เข้ากับปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นได้ โดยสามารถแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวทั้งหมดสรุปได้ว่า ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่า คำตอบ และสามารถตีความหมายได้

5.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

Adams, Ellis & Beeson (1977 อ้างอิงใน สินีนิษฐ์ การปลูก, 2552) ได้กล่าวถึง ปัจจัยที่ส่งผล ต่อความสามารถในการแก้ปัญหา 3 ด้านคือ

1. สติปัญญา (Intelligence) การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องใช้ความคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบของสติปัญญา มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ องค์ประกอบทางปริมาณ และ องค์ประกอบทางด้านภาษา

2. การอ่าน (Reading) การอ่านถือว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้โจทย์ ปัญหา คณิตศาสตร์เพราะการอ่านต้องใช้ความรอบรอบ อ่านอย่างวิเคราะห์เพื่อไปสู่การตัดสินใจ แก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ว่าทำอย่างไร

3. ทักษะพื้นฐาน (Basic Skill) หลังจากที่นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาและ สามารถเลือกใช้วิธีการแก้ ปัญหา เหลือขั้นตอนที่ให้ได้มาของคำตอบที่ถูกต้อง นั่นคือทักษะพื้นฐาน ที่ นักเรียนจำต้อง ดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบ

Hedden & Speer (1992 อ้างอิงใน ละออง เงินมาก, 2550) กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผล ต่อความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยต่างๆ เช่น การรับรู้ ความสามารถ ของแต่ละบุคคล การประมวลผลข้อมูล ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การหาคำตอบ และความ มั่นใจในความสามารถของตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Heimer & Trueblood (1997 อ้างอิงใน ชัยยุทธ บุญธรรม, 2549, 22) กล่าวถึง ปัจจัยสำคัญ บางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ ภาษา หรือ ถ้อยคำ สรุปได้คือ ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เทคนิค ความสามารถในการคำนวณ การรวบรวมของ ข้อมูล ความสามารถถึงความเข้าใจของความสัมพันธ์ที่ได้มา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถ การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ความสามารถการรองรับข้อมูล และความสามารถในการ เปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, 107) กล่าวว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการ แก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ ต้องอาศัยหลายปัจจัย เช่น การวิเคราะห์ การตีความ การแยกแยะสิ่งที่ สัมพันธ์ ของโจทย์ปัญหา ตลอดจนความสามารถในการคิดคำนวณ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ สติปัญญา เนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหาต้องใช้ความคิดระดับสูงสติปัญญาจึงสำคัญในการแก้โจทย์ ปัญหา การอ่าน อ่านอย่างวิเคราะห์เพื่อไปสู่การตัดสินใจแก้โจทย์ปัญหา ทักษะพื้นฐาน สามารถ เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาของคำตอบได้อย่างถูกต้อง

5.3 องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

พิมพ์ สรณ์ ตุ๊กเตียน (2552, 64) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประการ

1. ตัวผู้เรียน ต้องมีความรู้ความเข้าใจ ที่จะสามารถคิดวิเคราะห์ได้
2. องค์ประกอบแวดล้อม นั่นคือ เทคนิคการสอนต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน เกิดการ เรียนรู้ที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และปัญหาที่นำมาให้ นักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่น่าสนใจและนักเรียนสามารถเข้าใจง่าย และดูทันสมัย

สุดารัช เสนาะสำเนียง (2542, 15 อ้างอิงใน นิยม ไชยวงศ์, 2537, 59) การแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ

1. ตัวผู้สอน ได้แก่ เทคนิควิธีการสอนของครูจะช่วยให้ นักเรียนพัฒนาความรู้ได้ มากแค่ไหน

2. ตัวผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถในการอ่านเพื่อแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถที่จะแปลงปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง มีการจัดลำดับขั้นตอน ซึ่งต้องอาศัย ทักษะการคิดคำนวณ การคาดคะเนของคำตอบ ตลอดจนการมีเจตคติที่ดีในการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์

สุวรรณ กาญจนมยุร (2542, 3-4) กล่าวว่า การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้เรียน ต้องมีองค์ประกอบในเรื่องต่างๆดังต่อไปนี้

1. ภาษา ได้แก่ การอ่าน
2. ความเข้าใจ ได้แก่ การจับใจความ การตีความ และการแปลความ
3. การคิดคำนวณ ได้แก่ การบวก ลบ คูณ หาร และการดำเนินการต่าง ๆ เพื่อแก้สมการ
4. การย่อความและสรุปความ ได้แก่ การย่อความจากสิ่งที่อ่านเพื่อให้ได้ ข้อความที่รัดกุมและเข้าใจ การสรุปความคือการสรุปจากสิ่งที่อ่าน

กิตติพงษ์ ตะไ่แก้ว (2538, 19) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย

1. ความสามารถทางด้านสติปัญญา คือ กาคติวิเคราะห์เป็นการหาวิธีในการ แก้ปัญหา
2. ความสามารถด้านภาษา คือ การอ่านเพื่อตีความหมายจากโจทย์ปัญหาที่ ได้มา

จากที่กล่าวมา องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า ผู้เรียนจะต้องการอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และทำความเข้าใจโจทย์ เมื่อผู้เรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้เรียนจะสามารถคิดคำนวณแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

5.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1973, 55-40 อ้างอิงใน เสาวลักษณ์ บุญจันทร์) ได้เสนอรูปแบบการวัด ความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากที่ได้อ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ต้องการทราบอะไรบ้าง แล้วข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	เงื่อนไขในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับได้ถูกต้อง
ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา สามารถสร้างตาราง

	เขียนไดอะแกรม เขียน สมการ หรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจสอบคำตอบ	พิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, 127-128) ได้เสนอ แนวคิดการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าให้พิจารณารายการประเมิน 4 ประเด็น คือ 1)ความเข้าใจปัญหา 2)การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3)การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา 4)การสรุป คำตอบ ทั้งนี้ อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมที่พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาของผู้เรียนในภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับปัญหานำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหานำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดง

	<p>ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน</p> <ul style="list-style-type: none"> - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

จากการศึกษาค้นคว้าแนวทางการวัด การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้อ้างอิงจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดย โดย ผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงการให้คะแนนบางส่วน เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินผลวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

รายการ	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1.ความเข้าใจปัญหา	<p>3 (ดีมาก)</p> <p>2 (ดี)</p> <p>1 (พอใช้)</p> <p>0 (ต้องปรับปรุง)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และถามหาอะไรได้ แต่ถูกต้องทั้งหมด - สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และถามหาอะไรได้ แต่ถูกต้องเพียงบางส่วน - สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และถามหาอะไร แต่ไม่ตรงประเด็น - ไม่เขียนอะไรเลย
2.การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหา ได้ถูกต้องเหมาะสม และ สอดคล้อง กับ

รายการ	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
	<p>2 (ดี)</p> <p>1 (พอใช้)</p> <p>0 (ต้องปรับปรุง)</p>	<p>ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหา ได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง - ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3.การใช้วิธีการแก้ปัญหา	<p>3 (ดีมาก)</p> <p>2 (ดี)</p> <p>1 (พอใช้)</p> <p>0 (ต้องปรับปรุง)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่าง ถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหา เป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือแสดงการแก้ปัญหา ผิดขั้นตอน - ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4.การสรุปคำตอบ	<p>3 (ดีมาก)</p> <p>2 (ดี)</p> <p>1 (พอใช้)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์ตรงตามเงื่อนไข - ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไข - ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

รายการ	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
	0 (ต้องปรับปรุง)	ตามเงื่อนไข - ไม่เขียนสรุปคำตอบ

6. ความสามารถการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของมนุษย์ในการคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ที่มีคุณค่า มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้มองเห็นคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์ และได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ในแง่มุมต่าง ๆ ดังนี้

Guilford (1967, อ้างถึงใน กาญจนากร สงดวง, 2554) ให้ความหมายว่า ความคิด สร้างสรรค์ เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล ลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่ความคิดการประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย ความคิดอเนกนัยประกอบด้วยความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิด คล่องตัว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) Wallach and

Kogan (1965, อ้างถึงใน วิรัชพัชร เลิศจิราพัฒน์, 2552) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า หมายถึง ความคิดโยงสัมพันธ์ (Association) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือคนที่สามารถจะคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์เป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นปากกาจะนึกถึง กระดาษ ดินสอขวดหมึก โต๊ะ ตำรา สมุดบันทึก ฯลฯ ยิ่งคิดได้มากเท่าไร ก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้าน ความคิดสร้างสรรค์มากเท่านั้น

Osborn (1963, อ้างถึงใน นัฐริตา โพธิ์เพชร, 2545) กล่าวถึงความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) ซึ่งเป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายปัญหาความยุ่งยากที่มนุษย์ประสบอยู่ ซึ่งจินตนาการเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่จะนำไปสู่การประดิษฐ์ คิดค้นหรือการผลิตสิ่งแปลกใหม่ แต่ความคิดจินตนาการอย่างเดียวไม่สามารถทำให้เกิดผลผลิตที่สร้างสรรค์ขึ้นมาได้ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นจินตนาการที่ควบคู่ไปกับความพยายาม จึงจะได้งานที่สร้างสรรค์

ชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์ (2557) ได้กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถ ของบุคคล ในการคิดได้หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล แปลกใหม่ และแตกต่างไปจากการคิดแบบปกติ ธรรมดา ซึ่งผลของการคิดนี้จะทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่าเดิม แต่ละคนจะมีวิธีคิดเฉพาะ ของตนเอง

และความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และมองเห็นรายละเอียดต่างๆ ได้ชัดเจน

दनัย ถนอมจิตร (2553) ได้กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถ ทางความคิด ของแต่ละบุคคล ที่มีลักษณะการคิดแบบอนกนัย (Divergent Thinking) คือ คิดอย่าง 49 ริเริ่ม คิดอย่างหลากหลาย คิดอย่างยืดหยุ่นและการคิดอย่างละเอียดลออ ซึ่งเป็นความคิดที่สามารถ สร้างสรรค์ สิ่งแปลกใหม่ มีคุณค่าและเกิดประโยชน์

วิรัชพัชร เลิศจิราพัฒน์ (2552) ได้กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถ ทางสมอง ของบุคคลที่จะคิดได้หลายทิศทางหรือคิดได้หลายคำตอบ และสามารถใน การมอง ความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไปและ ความคิดสร้างสรรค์นี้อาจเป็นความคิดใหม่ผสมผสานกับประสบการณ์ก็ได้

ยุดา รักไทย (2542: 13) กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถคิดหา คำตอบ ใหม่ ๆ หรือมีคำตอบมากมายให้กับแต่ละปัญหา รวมถึงความสามารถของคนในการที่ จะนำไปสู่สิ่ง ใหม่ ๆ อันรวมถึงความคิด ทฤษฎี และผลที่จับต้องได้ โดยจะต้องเป็นประโยชน์ ต่อมวลมนุษยชาติ ยิ่ง วงกว้างเท่าใดก็ยิ่งดี”

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล เป็นเครื่องมือ สำคัญ ในการปลูกฝังอบรมให้ผู้เรียนมีความละเอียด รอบคอบ ช่างสังเกต และมีความคิดสร้างสรรค์และจาก ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่นำมาซึ่งความคิดที่แปลกใหม่ เพื่อไป ประยุกต์ใช้ให้เกิด ประโยชน์จึงได้มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ให้ความสำคัญและสนใจศึกษา ในเรื่องนี้โดยได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Gerhard (1971 อ้างถึงใน วิรัชพัชร เลิศจิราพัฒน์, 2552) ได้ให้ความหมายของ ความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ ทาง คณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึงและมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่

รอย (Roy, 1982: 143 – 147) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็น ความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ โดยเขาใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ คือ

1. ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป
2. ความสามารถในการตีความคำตอบ
3. ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

กาญจนากร สงดวง (2554) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็น การสร้างหรือจัดระเบียบความคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน คิดได้กว้างไกล หลาย ทิศทาง ด้วยการดัดแปลง ปُرุงแต่งผสมผสานจากความคิดเดิมให้เกิดเป็นสิ่งใหม่

วชิราภรณ์ กุดแกลง (2553) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการตั้งโจทย์ สร้างรูปแบบในการแก้ปัญหา มองเห็นถึง ความสัมพันธ์ของตัวเลข และสามารถนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาคิดคำนวณหาคำตอบทาง คณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน และยังสามารถตรวจสอบคำตอบได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลที่มีกระบวนการทางสมองที่สามารถคิดได้กว้างและหลายทิศทาง รวมถึงความสามารถของคนในการนำไปสู่สิ่งใหม่ ๆ แนวคิดใหม่หรือผลงานใหม่

6.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะที่ซับซ้อนของมนุษย์เป็นความสามารถทางสมองที่ไม่ สามารถมองเห็นได้อย่างชัด นักจิตวิทยาและนักการศึกษาจึงได้อธิบายลักษณะที่บุคคลแสดง ออกมา จัดเป็น องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งมีนักจิตวิทยาได้ กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

Born (1995 อ้างถึงใน ดนัย ถนอมจิตร, 2553) กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มี 4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นลักษณะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่คิดได้อย่าง รวดเร็ว นักเรียนที่มีความคิดคล่องแคล่วสามารถคิดโจทย์คำถามได้หลายคำถาม และคิดได้อย่าง รวดเร็ว
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นลักษณะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ แตกต่าง หลาย ทิศทาง หรือหลายประเภท
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นลักษณะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่แปลก ใหม่ ไม่ เหมือนใคร
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการขยายขอบเขตของการคิด ทาง คณิตศาสตร์ให้มีความละเอียด สมบูรณ์และน่าสนใจ

อารี พันธุ์มณี (2546: 163) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ว่าความคิด สร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดย ความคิด คล่องแคล่วและความคิดยืดหยุ่นเป็นพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ ส่วนความคิดริเริ่ม นั้นทำให้เกิด สิ่งแปลกใหม่ ขึ้นมา และความคิดละเอียดลออทำให้ความคิดนั้นมีรายละเอียดในการคิดมากขึ้น

Guilford (1967, p. 145-151 อ้างถึงในสุคนธ์และคณะ, 2552, น. 32-33) จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของเขา เชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทางหรือเรียกว่าความคิดอเนกนัย ประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียดลออ ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิด ของคนอื่นและแตกต่างจากความคิดธรรมดา อาจเกิดความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วมาดัดแปลงประยุกต์เป็นสิ่งใหม่ และเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม เช่นการสร้างเครื่องบินได้สำเร็จโดยนำแนวคิด มาจากการทาเครื่องร่อน

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความคล่องตัวในการคิด ตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือความสามารถในการคิดหาคำตอบได้รวดเร็วและได้

ปริมาณมากในเวลาจำกัด โดยเน้นปริมาณของความคิด ความคิดคล่องแคล่วแบ่งเป็น 4 ประเภท

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้ มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค สามารถนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยชน์ที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็น ความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิด หาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง มีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ เป็นความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้หลายอย่าง อย่างอิสระ สามารถคิดได้หลายประเภท หลายอย่าง เช่น ประโยชน์ของภูมิปัญญาไทย มีอะไรบ้าง

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียด เพื่อขยายความคิดหลัก หรือความคิดครั้งแรกให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการสร้างผลงานแปลกใหม่ให้สำเร็จ

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ 1. ความคิดคล่อง (fluency) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วและคิดหาคำตอบจากเงื่อนไขให้ได้มากที่สุด 2. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้มาก แตกต่าง หลายทิศทาง หรือหลายประเภท 3. ความคิดริเริ่ม (originality) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร 4. ความคิดละเอียดลออ เป็นการขยายขอบเขตของความคิด ให้ละเอียดและน่าสนใจ เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของความคิดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

6.3 กระบวนการคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กระบวนการคิดสร้างสรรค์หมายถึง วิธีคิด หรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอนและสามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึง กระบวนการคิดสร้างสรรค์ดังนี้

ฮัทชินสัน (Hutchinson, 1949: 38 - 42) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากกระบวนการหยั่งรู้ (intuition) ซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม (the stage of preparation) เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ รู้จักลอง ผิดลองถูก และตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหา
2. ขั้นคิดแก้ปัญหา (the stage of frustration) เป็นระยะของการครุ่นคิดแก้ปัญหา แต่ยังคงคิดไม่ออก
3. ขั้นเกิดความคิด (the stage of insight) เป็นขั้นที่ เกิดความคิดแวบขึ้นในสมอง คิดหาคำตอบได้ทันที
4. ขั้นพิสูจน์ (the stage of verification) เป็นขั้นตอนที่มีการตรวจสอบประเมินผลโดยใช้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่

Torrance (1964 อ้างถึงในอัมพร ม้าคะนอง, 2553, น. 65) ได้กล่าวถึงกระบวนการ เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเริ่มต้น เป็นขั้นของการเริ่มต้นคิด ซึ่งมักจะต้องการรวบรวมข้อมูล สารสนเทศ และแนวคิดต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจในปัญหาหรือสถานการณ์
2. ขั้นคิดไตร่ตรอง เป็นขั้นที่ต้องใช้ความคิดอย่างหลากหลาย โดยมีการ เชื่อมโยงทั้งระหว่างข้อมูลระหว่างกระบวนการ และระหว่างข้อมูลกับกระบวนการ

3. ขั้นเกิดความคิดแปลกใหม่ เป็นขั้นที่มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่คิด ซึ่งเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ไม่เหมือนกับที่มีคนคิดไว้

4. ขั้นปรับปรุง เป็นขั้นการปรับความคิดที่เกิดในขั้นที่ 3 ให้เหมาะสมกับ บริบทและเงื่อนไขของปัญหา

ฮาดามาร์ด (Hadamard, 1945, อ้างถึงใน นวลน้อย เจริญผล, 2548, น. 19-20) เป็น นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายกระบวนการ 55 คิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยทฤษฎีจิตวิเคราะห์และทฤษฎีการสัมพันธ์เชื่อมโยง เข้าด้วยกัน ได้ กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคลมีการ กระทำต่อปัญหานั้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการเชิงตรรก (Logical Approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้ จะเป็นการกระตุ้นในแนวทางทั่ว ๆ ไป ในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการขั้นความคิดฟักตัว (Incubation) ต่อไป

2. ขั้นความคิดฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious Thinking Processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวมกันของความคิดต่าง ๆ แบบสุ่ม และมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความมีสติรู้ตัว (Consciousness)

3. ขั้นรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดจุดวิกฤติ (Critical Point หรือ Point of Illumination หรือ point of insight) (Wilson) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (ขั้นตรวจสอบ เสนอผลงานและการนำไปใช้

4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผลงานและการนำไปใช้เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการ เกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเกิดในระดับรู้ตัวทั้งหมด ในการตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องนั้น วิธีการหนึ่งที่ทำได้คือ การ พูดสื่อสาร ซึ่งกระทำได้ 2 ลักษณะ คือการพูดสื่อสารกับตนเอง และการพูดสื่อสารกับผู้อื่น ในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ขั้นรู้แจ้ง เป็นขั้นที่สำคัญที่เกิดจุดวิกฤติขึ้น ซึ่ง เป็นการใช้อยู่จุดวิกฤตินี้แบ่งแยกขั้นเตรียม และขั้นความคิดฟักตัว ออกจากขั้นตรวจสอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์เริ่มจากการรับรู้ปัญหาและทำความเข้าใจ จากนั้นจะเป็นช่วงครุ่นคิด สร้างสมมุติฐานในการแก้ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบคำตอบและทดสอบเพื่อยอมรับหรือปรับปรุงคำตอบที่ได้ต่อไป

6.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถสังเกตได้จาก พฤติกรรมที่แสดงออกมา บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จึงมีลักษณะที่แตกต่างจากบุคคลอื่น ๆ นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967: 54) กล่าวถึงบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านวิธีการคิดต่างๆ ดังนี้

1. มีความคิดคล่อง (Fluency) สามารถคิดได้อย่างรวดเร็วมีปริมาณมาก และไม่ซ้ำในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหา เฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีการแก้ไขได้หลายวิธี
2. มีความคิดที่แปลกใหม่ (Novelty) สามารถคิดได้แตกต่างจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดา หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งเป็นความคิดที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น
3. มีความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. มีความสามารถในการสังเคราะห์ (Synthesizing Ability) เป็นความสามารถในการ คิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นจากความคิดที่ไม่เหมือนใคร
5. มีความสามารถในการวิเคราะห์ (Analyzing Ability) สามารถคิดแยกโครงสร้าง ออกเป็นส่วน ๆ และนำมารวบรวมประกอบให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ หรือผลงานชิ้นใหม่
6. มีการปรับเปลี่ยนหรือการให้นิยามใหม่ (Reorganization or Redefinition) สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ หรือตีความ ขยายความ และนำข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น
7. มีการคิดซับซ้อน (Complexity) สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่ หลากหลาย และถ่ายโยงความคิดไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
8. มีความสามารถในการประเมินค่า (Evaluation) การมองเห็นคุณค่าของงานที่ สร้างสรรค์ขึ้นมา และสามารถประเมินค่าตนเองได้ตามความเป็นจริง

ขจรศักดิ์ สีเสน (2544: 16) กล่าวถึง บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ผู้ที่มี ความคิดสร้างสรรค์ คือ บุคคลที่สามารถใช้ความคิดเชิงประยุกต์จากความคิดทั่วไปเพื่อให้ได้ผล งานใหม่ที่ หลากหลายแหวกแนวแต่เป็นประโยชน์โดยไม่ยึดติดกับกรอบความคิด ซึ่งตรงกับหลัก พระพุทธศาสนาที่ เรียกว่า โยนิโสมนสิการซึ่งหมายถึงการรู้จักคิด คิดเป็น คิดอย่างมเหตุผล คิดในทาง ที่ จะเข้าถึงความเจริญของสิ่งทั้งหลายคิดในทางที่ทำให้รู้จักใช้สิ่งทั้งหลายให้เป็น ประโยชน์ผู้ที่ใช้ วิธีการนี้ จะสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ยุดา รักไทย (2542: 14 – 15) ได้รวบรวมแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา เกี่ยวกับ ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สรุปได้ดังนี้

1. มีความสนใจใคร่รู้ในเรื่องรอบตัวต่าง ๆ
2. มีความกระตือรือร้น และทำงานเชิงรุก (Proactive)
3. มีความคิดอิสระ มั่นใจในตัวเอง

4. ชอบการเรียนรู้แสวงหาและทดลองสิ่งใหม่ ๆ
5. ivotต่อปัญหาทั้งในด้านการป้องกันและการแก้ไข
6. มีจินตนาการและมีวิสัยทัศน์ส่วนตัว
7. มีความยืดหยุ่นทั้งในด้านการคิดและการกระทำ
8. มีโลกทัศน์ที่กว้างไกล
9. มีความมุ่งมั่น อดทน
10. รู้จักใช้วิจารณ์ญาณ ไตร่ตรอง คาดการณ์ได้อย่างละเอียด รอบคอบ
11. กล้าตัดสินใจ
12. มีอารมณ์ขัน

ชัยศักดิ์ สีลาจารสกุล (2542: 46) กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ลุล่วงไปด้วยดี
2. ไม่ชอบทำตามอย่างผู้อื่นโดยไม่มีเหตุผล
3. มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงาน และมีความอดทนอย่างทรหด
4. มีความคิดคำนึงหรือจินตนาการสูง
5. มีลักษณะความเป็นผู้นำ
6. มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง
7. ชอบรับประสบการณ์ใหม่ ๆ
8. นับถือตนเอง และเชื่อมั่นในตนเองสูง
9. มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น
10. ยอมรับและสนใจในสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ
11. มีความซบซึ้งในการรับรู้
12. กล้าหาญ กล้าเผชิญความจริง
13. ไม่ค่อยเคร่งครัดกับระเบียบแบบแผน
14. ไม่ยึดมั่น (Dogmatism) ในสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนเกินไป ชอบทำงานเพื่อความสุขและความพอใจของตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ สามารถคิดได้หลากหลายรูปแบบ แปลกแตกต่างจากผู้อื่น มีความเป็นตัวของตัวเอง ช่างจินตนาการ มีความคิดเป็นอิสระไม่ชอบทำตามผู้อื่น อยากรู้ อยากเห็น ช่างสังเกต มีความอดทน มีจิตใจจดจ่อกับงานที่ทำ กล้าคิดกล้าเสี่ยงที่จะตอบคำถามที่แตกต่าง และมีการคิดเป็นลำดับขั้นตอน

6.5 แนวการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางปัญญาที่มีอยู่ในตัวบุคคลทุกคนแต่จะมีระดับ ความมากน้อยแตกต่างกันบ้างตามระดับอายุ และวัฒนธรรม หากได้รับการกระตุ้นและพัฒนา พลังแห่งการสร้างสรรค์ ก็จะทำให้เป็นคนที่มือสละทางความคิด มีความคิดที่อยู่นอกกรอบและสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้เสมอ ดังนั้นนักการศึกษาจึงได้เสนอแนะ แนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

สเตอร์นเบิร์กและวิลเลียม (Sternberg and Williams, 1996: 115) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลด้วยตนเองไว้ สรุปได้ดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจในการที่จะฝึกคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง
2. ฝึกการตั้งสมมติฐาน สันนิษฐาน หรือคาดการณ์ล่วงหน้าโดยการตั้งคำถาม
3. เข้าใจการแก้ปัญหา และพยายามแก้ปัญหาให้ได้ถูกต้องชัดเจน
4. สร้างความคิดของตนเองให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. ให้ความสำคัญกับการฝึกความคิดสร้างสรรค์
6. ยอมรับข้อผิดพลาด กล้าฝ่าฟันอุปสรรค และความยุ่งยาก
7. กล้าแสดงออกและนำเสนอความคิดของตนเองต่อสาธารณชน
8. กระตุ้นให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลกใหม่และสามารถทำประโยชน์แก่ผู้อื่นได้
9. ปรับปรุงและเสริมสร้างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น
10. หมั่นแสดงทรรศนะที่เป็นจินตนาการ เพื่อให้เกิดกิจกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่

เดวิส (Davis, 1991: 236 - 244) กล่าวถึงสิ่งที่ ครูควรคำนึงถึงในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีเจตคติที่ดี และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
2. ครูควรพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในด้านให้คำจำกัดความ กระบวนการ คิดวิธีการคิด และการตรวจสอบวิธีการคิด เป็นต้น
3. ครูควรจัดกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
4. ครูควรฝึกให้นักเรียนขยายขอบเขตของความรู้ที่ได้รับไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
5. ครูควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนด้วย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ ความสามารถ และเจตคติที่ดีต่อการคิดสร้างสรรค์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรสกุล (2542: 48) ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ จะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. ไม่จำกัดรูปแบบจนเกินไปปล่อยให้ นักเรียนคิดอย่างอิสระ ซึ่งจะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

2. ให้ออกาสนักเรียนแสดงความคิดเห็น ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ
3. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม ถึงแม้จะไม่ตรงประเด็น
4. ครูไม่ควรดูถูกแนวคิดของนักเรียน
5. ไม่ควรมีกฎ และระเบียบเข้มงวดจนเกินไป
6. ไม่ควรสร้างบรรยากาศให้เกิดความหวาดกลัว
7. หลีกเลี่ยงการลงโทษ
8. ครูควรสร้างแรงจูงใจ (Motivation)
9. ครูควรเสริมพลังใจ (Reinforcement)
10. ครูควรจัดกิจกรรมเสริมความคิดสร้างสรรค์

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542: 161-162) ได้กล่าวถึงวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเองไว้ ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

1. ทำสิ่งที่คุ้นเคยให้แปลก การที่ จะคิดเรื่องเดียวกันกับคนอื่น และคิดให้แปลกไปจากคนอื่นได้นั้น จะต้องฝึกหัดเป็นคนช่างสงสัย และบางครั้งต้องคิดแบบเรียบง่ายบ้างอย่าคิด สลับซับซ้อนจนเกินไปเพราะสิ่งทั้งหลายที่อยู่รอบตัวเราบางครั้งก็เกิดขึ้นจากความคิดแบบพื้น ๆ ธรรมดา

2. ทำสิ่งที่แปลกให้คุ้นเคย การฝึกตนเองให้มีความคุ้นเคยกับสิ่งแปลกอยู่เป็นประจำ จะทำให้เราเป็นคนที่มีความกล้าที่จะคิดโดยไม่ถูกล้อมกรอบในเรื่องความเคยชิน หรือติดอยู่กับ ค่านิยมที่เน้นแต่เรื่องความสำเร็จ และประณามความล้มเหลว

3. ให้ความเวลาในการคิด สมองของคนเราต้องการทั้งเวลาและอิสรภาพ ดังนั้นในการทำอะไร ก็ตามควรจะให้เวลาเพื่อไว้สำหรับสมองได้มีเวลาคิดไตร่ตรอง ไม่รีบร้อนในการตัดสินใจจนเกินไป มีสมาธิค่อย ๆ คิด จิตใจไม่ฟุ้งซ่าน ซึ่งจะทำให้มองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ แนวทาง

4. คิดในเชิงสมมติอยู่เสมอ การคิดในเชิงสมมตินี้สามารถทำได้โดยการตั้งคำถามกับตัว เราเสมอ ๆ ว่า “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า.....”

5. คิดอย่างคลุมเครือ การกระตุ้นให้เกิดการคิดคลุมเครือนั้น สามารถทำได้ด้วยการตั้งคำถามให้คลุมเครือเอาไว้ ความคลุมเครือในการคิดจะช่วยทำลายกำแพงที่ปิดล้อมความคิดลงได้ ทำให้สามารถคิดได้กว้างขวาง และปลอดโปร่งขึ้น การกระตุ้นให้เกิดความคิดคลุมเครือ อาจทำได้โดยการตั้งคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด คือ มีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบหลาย ๆ แนวทาง

6. ไม่ยึดติดกับความถูกต้องหรือความผิดพลาด ทั้งนี้ความล้มเหลวหรือข้อผิดพลาดถือ เป็นบทเรียนในการแสวงหาแนวทางใหม่ด้วยความอดทน และเพียรพยายามที่จะขจัดข้อบกพร่อง ให้หมดสิ้นไป

7. มีทัศนคติที่ดีต่อชีวิต การที่สมองจะปลอดโปร่ง ความคิดจะแจ่มใสจำเป็นต้องอาศัย พลังจิตที่ดีมาช่วยสนับสนุน การมีทัศนคติที่ดีจึงเป็นสิ่งสำคัญ ต้องพยายามทำตนให้เป็นคนที่มี ความหวัง อยู่เสมอ ไม่เบื่อหน่าย ท้อแท้หรืออับจนต่อชีวิต โดยจะต้องคิดอยู่เสมอว่า “พรุ่งนี้ จะต้องดีกว่าวันนี้”

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมอง ผ่านการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยแสดงออกมา ในลักษณะของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม แนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ครูต้องให้ปัญหาที่ท้าทาย และให้อิสระในการคิด

6.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถทางสมองที่ซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน จึงมีการเสนอแนวทางการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

กาลลาฮาน (Callahan, 1991 อ้างใน ปิยะลักษณ์โพธิ์ถาวร , 2542: 32) ได้ให้ข้อคิด เกี่ยวกับการทดสอบความคิดสร้างสรรค์สรุปได้ดังนี้

1. ไม่มีเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นใดที่ สมบูรณ์ในตัวเองและสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในภาพรวมได้ทั้งหมด แต่เครื่องมือหนึ่ง ๆ สามารถวัดได้เพียงส่วนหนึ่งของทักษะที่เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เท่านั้น
2. ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อพฤติกรรมของมนุษย์ควรนำเครื่องมือวัดมาใช้ อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะความถูกต้องของการนิยามความหมาย และการแบ่งมิติของความคิดสร้างสรรค์
3. ควรวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเครื่องมือหลาย ๆ ชนิด อาจอยู่ในรูปของการทดสอบ หรือการปฏิบัติและจะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและความต้องการของผู้ที่จะศึกษา
4. ในการใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นที่ ยอมรับกันทั่วไปต้องระมัดระวังในเรื่องของเงื่อนไขของเครื่องมือเหล่านั้นด้วย
5. ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยการหาความตรงของแบบทดสอบ
6. ไม่ควรนำเอาคะแนนจากแบบทดสอบหลายๆ แบบมาสรุปรวมกัน หรืออธิบายเป็นภาพรวมของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนคนนั้น แต่ควรพิจารณาเป็นด้าน ๆ ไป
7. ควรมีฐานข้อมูลของโรงเรียนเพื่อเก็บสถิติการทดสอบในการจำแนกนักเรียน

8. เครื่องมือที่นำมาใช้วัดควรได้รับการศึกษาอย่างละเอียด เพื่อการนำมาใช้อย่างเหมาะสม โดยปราศจากความลำเอียงในด้านวัฒนธรรม เชื้อชาติเพศ หรือสภาพทางเศรษฐกิจ

9. อย่าละเลยต่อการจำแนกลักษณะหรือองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ได้สร้างขึ้น ข้อตกลงไว้และพยายามทำให้ข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด ด้วยการหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหลายทาง

บาลกา (Balga, 1975: 1) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ โดยทำการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการ คณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมี ความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบ ผลการสำรวจพบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการ วัดความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น

5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจงได้

ซึ่งบาลกา (Balga, 1974: 634 – 636) ได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ไว้เช่น กรณีที่ต้องการวัดความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เช่น สมมติให้มีถังน้ำ 2 ใบ ใบหนึ่งใส่น้ำได้ 7 ลิตรและ อีกใบหนึ่งใส่น้ำได้ 8 ลิตรถ้าต้องการใช้ถัง 2 ใบ ตวงน้ำใส่ใบที่ 3 ให้ได้น้ำ 9 ลิตร นักเรียนจะมี วิธีการตวงน้ำอย่างไร และกรณีที่ต้องการวัดความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจน คาดคะเนถึงผลที่ จะเกิดขึ้น เช่น สมมติว่าไม่ให้นักเรียนเขียนข้อความ หรือวาดรูปใด ๆ ลงบน กระดาษหรือกระดาษดำให้คาดคะเนถึงผลที่ จะเกิดขึ้น โดยให้นักเรียนนึกถึงลูกบอลลูกใหญ่ ๆ หรือ ลูกโลกในวิชาภูมิศาสตร์บอกผลทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นหรือสิ่งที่เป็นไปได้ ทั้งหมด ถ้านักเรียนวาดภาพ เราคาดคะเนลงบนลูกบอล ตัวอย่างเช่น ถ้าเราเริ่มวาดเส้นบนลูกบอลตรงไปในขั้นสุดท้ายเส้นตรงนั้น จะกลับมาที่จุดเริ่มต้น เป็นต้น

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533: 153–158) ได้ให้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ บนพื้นฐานทฤษฎีของ กิลฟอร์ด ทอร์เรนซ์ และบอลกา โดยวัดความสามารถของบุคคล ที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิดจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 7 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถามได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมานั้นเมื่อคำนวณผลลัพธ์แล้วได้คำตอบตรงกับที่กำหนดไว้ให้

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคล ในการที่จะคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีการเดิม จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเน ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จาก ความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้น แล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์ หรือเรื่องราวใน อนาคตได้อย่างถูกต้อง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบโดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิด และคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างไม่จำกัด

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพ เรขาคณิตหรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์หรือคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่าง ที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัด

กรมวิชาการ (2535: 48 - 50) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลักการเดียวกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษาหรือ ด้านศิลปะ คือให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ แบบ ให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วย

1. แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

2. แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แล้วลากเส้น แบ่งครึ่งรูปในหลาย ๆ ลักษณะแบบแตกต่างกันให้ได้มากที่สุด

3. แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปลี่เหลี่ยมที่กำหนด ซึ่งตัวเลขที่เติมใช้ได้เฉพาะ 0 ถึง 10 และได้ผลลัพธ์ที่กำหนดให้ภายในเวลาที่กำหนด

4. แบบรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

5. แบบประกอบภาพ แทนแกรม (tangrams) เป็นการสร้างสรรค์ของจีน ประกอบด้วย 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

จากที่กล่าวมา ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยปรับปรุงจากแบบทดสอบ ของ บอลกา (Balka. 1974: 98-A) สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533: 153-158) และกรมวิชาการ (2535: 48-50) โดยวัดความสามารถของบุคคล ที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดละเอียดลออ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมอง ของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมานั้นเมื่อคำนวณผลลัพธ์แล้วได้คำตอบตรงกับที่กำหนดไว้ให้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีการเดิม จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

3. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมอง ของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จาก สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

6.7 เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้เสนอเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ กรมวิชาการ (2535, หน้า 51) เสนอว่า เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งดัดแปลงมาจากของ Torrance โดยวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านการคิดคล่อง ด้านการคิดยืดหยุ่นและด้านการคิดริเริ่ม ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดคล่อง ให้คะแนนการคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนน คำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนการคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทคำตอบของ นักเรียนแต่ละ

คน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดริเริ่ม ให้คะแนนการคิดริเริ่ม พิจารณาการจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็น ความคิดแปลก แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คำตอบที่มีความถี่จากกลุ่มตั้งแต่ 2-4.99 เปอร์เซ็นต์ให้ 1 คะแนน และถ้าค่า ตอบไม่ซ้ำกับกลุ่มเลยให้ 2 คะแนน แต่ถ้าความถี่ตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน จะไม่ถือว่าเป็นความคิดริเริ่ม จากนั้นนำคะแนนความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มารวมกันเป็น คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ลี และคณะ (Lee et al., 2003, pp. 168-169) กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนของกลุ่มคำตอบที่นักเรียน สามารถหาได้โดยแต่ละข้อนักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้มากที่สุด 15 คำตอบ เช่น ถ้าคำตอบ ของนักเรียนสามารถจัดกลุ่มคำตอบได้ 3 กลุ่ม ดังนั้นจะได้คะแนนในด้านความยืดหยุ่นเท่ากับ 3

2. ความคิดคล่อง ให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนคำตอบที่หาได้ของแต่ละกลุ่มคำตอบ เมื่อนักเรียนสามารถหาคำตอบได้ให้หลากหลายในกลุ่มคำตอบนั้น ๆ จะให้คะแนนได้มากที่สุด 5 คะแนนต่อหนึ่งกลุ่มคำตอบ

3. ความคิดริเริ่ม ให้คะแนนโดยพิจารณาจากคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนนักเรียนคนอื่น ๆ โดยมีการให้คะแนน ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ความถี่ของคำตอบ โดยการพิจารณาจำนวนคำตอบที่เหมือนกันและจำนวนคำตอบที่แตกต่างออกไปแล้วนำคำตอบไปจัดเป็นกลุ่มย่อย ๆ

3.2 คำนวณร้อยละของความถี่ ของคำตอบนั้น ๆ เทียบกับจำนวนคำตอบทั้งหมดให้คะแนนตามร้อยละของความถี่ของคำตอบ ดังนี้คำตอบเหมือนกัน 3 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน คำตอบเหมือนกันอยู่ระหว่าง 2 เปอร์เซ็นต์ - 3 เปอร์เซ็นต์ให้ 1 คะแนน คำตอบเหมือนกัน อยู่ระหว่าง 1 เปอร์เซ็นต์- 2 เปอร์เซ็นต์ให้ 2 คะแนน และคำตอบเหมือนกันต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ 3 คะแนน

อาพันธ์ชนิด เจนจิต (2546, หน้า 245-246) กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้แก่ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ดังตารางที่

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของอาพันธ์ชนิด เจนจิต

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	คะแนน/ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
ความคิดยืดหยุ่น	3 ดีมาก	แสดงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หรือแสดงคำตอบได้มากกว่าหนึ่งแนวคิด หรือแสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี
	2 ดี	แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาที่เหมาะสมได้หนึ่งวิธี และมีสิ่งบ่งชี้ค่อนข้างชัดเจนถึงความพยายามที่จะ แสวงหาแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบอย่างอื่นอีกใน แนวทางที่ถูกต้องแต่ยังแสดงได้ไม่สมบูรณ์
	1 พอใช้	มีความพยายามที่จะแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา มากกว่าหนึ่งแนวคิด หรือแสดงวิธีการหาคำตอบของ ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธี แต่ยังไม่ถูกต้อง
	0 ต้องแก้ไข	ไม่แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ได้มากกว่าหนึ่ง แนวคิดหรือไม่แสดงวิธีการหาคำตอบของ ปัญหาที่เหมาะสมได้มากกว่าหนึ่งวิธี
ความคิดริเริ่ม	3 ดีมาก	แสดงวิธีการคิดแก้ปัญหาที่แปลกใหม่เป็นของตนเอง แสดงถึงความเป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหา
	2 ดี	นำแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เรียนรู้มาพัฒนาให้อยู่ ดี ในแนวทางของตนเองและสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้
	1 พอใช้	มีสิ่งบ่งชี้บางอย่างให้เห็นแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลก ใหม่
	0 ต้องแก้ไข	ไม่ปรากฏแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่

องค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์	คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
ความคิดละเอียดลออ	3 ดีมาก	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการ แก้ปัญหาได้อย่างละเอียดชัดเจน มีการใช้ ตัวแบบหรือสิ่ง แทนปัญหา เช่น สิ่งของ รูปภาพ แผนภาพ ตาราง
	2 ดี	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการ แก้ปัญหาที่ครอบคลุมสาระสำคัญครบถ้วน
	1 พอใช้	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการ แก้ปัญหาได้อย่างคร่าว ๆ พอมองเห็น แนวทาง
	0 ต้องแก้ไข	ไม่สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึง แนวคิด ในการแก้ปัญหาได้

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 116-117) กล่าวถึงตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน แบบ องค์รวมของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
4 (ดีมาก)	มีแนวคิด/ วิธีการแปลกใหม่และสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์และ เมื่อนำ ไปปฏิบัติแล้วถูกต้องสมบูรณ์
3 (ดี)	มีแนวคิด/ วิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้แต่เมื่อนำ ไปปฏิบัติ แล้ว ไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	มีแนวคิด/ วิธีการไม่แปลกใหม่ แต่เมื่อนำไปปฏิบัติแล้วถูกต้องสมบูรณ์
1 (ปรับปรุง)	มีแนวคิด/ วิธีการไม่แปลกใหม่และเมื่อนำไปปฏิบัติแล้วยังไม่ถูกต้อง

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีผลงาน

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford, 2011, อ้างถึงใน เรตเคเชช, 2554) ได้แบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
คิดคล่องแคล่ว	ตอบได้ตรง ประเด็นถูกต้อง 90% ขึ้นไปใน เวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรง ประเด็นถูกต้อง 70% ขึ้นไปใน เวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรง ประเด็นถูกต้อง 50% ขึ้นไปในเวลา ที่กำหนด	ตอบได้ตรง ประเด็น ถูกต้องต่ำกว่า 50% ในเวลาที่กำหนด
คิดยืดหยุ่น	จัดลักษณะ/ ประเภท/ กลุ่ม คา ตอบได้อย่าง หลากหลาย	จัดลักษณะ/ ประเภท/ กลุ่ม คา ตอบได้อย่าง หลากหลายได้เป็น ส่วนใหญ่	จัดลักษณะ/ ประเภท/ กลุ่ม คา ตอบได้อย่าง หลากหลายได้เป็น บางส่วน	จัดลักษณะ/ ประเภท/ กลุ่ม คา ตอบได้ไม่ หลากหลาย
คิดริเริ่ม	คิดแปลกใหม่ แตกต่างจาก เดิม/ ดัดแปลง/ ประยุกต์ และ สามารถนำไปใช้ ได้อย่างถูกต้อง	คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม/ ดัดแปลง/ประยุกต์ และสามารถนำ ไปใช้ได้อย่าง ถูกต้องเป็นส่วน ใหญ่	คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม/ ดัดแปลง/ประยุกต์ และสามารถ นำไปใช้ได้เป็น บางส่วน	คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม/ ดัดแปลง/ประยุกต์ และสามารถ นำไปใช้ได้อย่าง ถูกต้องเป็นส่วนน้อย

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
คิด ละเอียดลออ	บอก รายละเอียด เกี่ยวกับคำตอบ และเชื่อมโยง สัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่าง ถูกต้อง	บอกรายละเอียด เกี่ยวกับคำตอบ และเชื่อมโยง สัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	บอกรายละเอียด เกี่ยวกับคำตอบ และเชื่อมโยง สัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง บางส่วน	บอกรายละเอียด เกี่ยวกับคำตอบ และเชื่อมโยง สัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ได้ อย่างถูกต้อง เป็น ส่วนน้อย

จากตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนที่กล่าวมา ได้ประยุกต์ใช้แนวทางการให้คะแนน ของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประกอบด้วย 1) ด้านความคิดคล่อง 2) ด้านความคิดยืดหยุ่น และ 3) ด้านความคิดริเริ่ม 4) ความคิดละเอียดลออ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความคิดคล่อง	3	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง 70% ขึ้นไปในเวลาที่กำหนด
	2	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องตั้งแต่ 60%-69% ในเวลาที่กำหนด
	1	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องตั้งแต่ 50%-59% ในเวลาที่กำหนด
	0	ไม่ตอบหรือตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องต่ำกว่า 50% ในเวลาที่กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	3	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้มากกว่า 2 แนวคิด
	2	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้ 2 แนวคิด
	1	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้ 1 แนวคิด
	0	ไม่มีแนวคิดหรือคำตอบที่ถูกต้อง

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความคิดริเริ่ม	3	แสดงวิธีการคิดแก้ปัญหาที่แปลกใหม่เป็นของตนเอง แสดงถึงความเป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหา
	2	นำแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เรียนรู้มาพัฒนาให้อยู่ในแนวทางของ ตนเองและสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้
	1	มีสิ่งบ่งชี้บางอย่างให้เห็นแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่
	0	ไม่ปรากฏแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	3	นำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้อย่างละเอียดชัดเจนและมีการใช้รูปภาพ แทนปัญหาได้สมบูรณ์
	2	นำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้อย่างละเอียดชัดเจนแต่มีการใช้รูปภาพ แทนปัญหาไม่สมบูรณ์หรือไม่มีการใช้รูปภาพแทนปัญหา หรือ นำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้ไม่ละเอียดชัดเจนแต่มีการใช้รูปภาพ แทนปัญหาได้สมบูรณ์
	1	นำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้ไม่ละเอียดชัดเจนและมีการใช้รูปภาพ แทนปัญหาแต่ไม่สมบูรณ์หรือไม่มีการใช้รูปภาพแทนปัญหา
	0	ไม่นำเสนอแนวคิดเลย

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

ศศิรัศม์ สริกขานนท์ (2540) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตาม แนวคิดของทอแรนซ์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนอุดมศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองจะได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุจิอาภา รุจิยาพนนท์ (2550: 51–55) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณาราม จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 16 คน ซึ่งเป็นนักเรียนอาสาสมัคร ผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลองนักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็น จำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ แทรฟฟิงเกอร์ ไอซ์เคน และโดวอล โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 คน ผลการวิจัย พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาลินี เรืองจ้อย (2554) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร จำนวน 35 คน ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

พารนส์ (Parnes, 1967) ได้ทดลองใช้วิธีการระดมสมองในการหาวิธีแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยให้ทุกคนพูดถึงวิธีแก้ปัญหาโดยวิธีทดลอง เปรียบเทียบ กลุ่มหนึ่งให้วิธีระดมสมอง คือให้ทุกคนพูดเท่าที่ สามารถคิดออก ซึ่งไม่จำเป็นต้อง เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีและเกี่ยวข้องให้พูดเท่าที่มีความคิดแวบเข้ามาในสมอง กลุ่มที่สองให้ เสนอวิธีแก้ปัญหาเฉพาะวิธีที่ดี อยู่ในเกณฑ์ของความเหมาะสมและมีความสัมพันธ์กับเรื่อง ผลการวิจัยพบว่า ภายในเวลาที่ เท่ากันกลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมองมีความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จำนวนมาก และได้ผลมากกว่ากลุ่มที่ต้องออกความคิดแก้ปัญหาอยู่ใน กรอบเท่านั้น

บอลกา (Balka. 1974: 98-A) ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการ คณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบ ผลการสำรวจ พบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีดังนี้ คือ

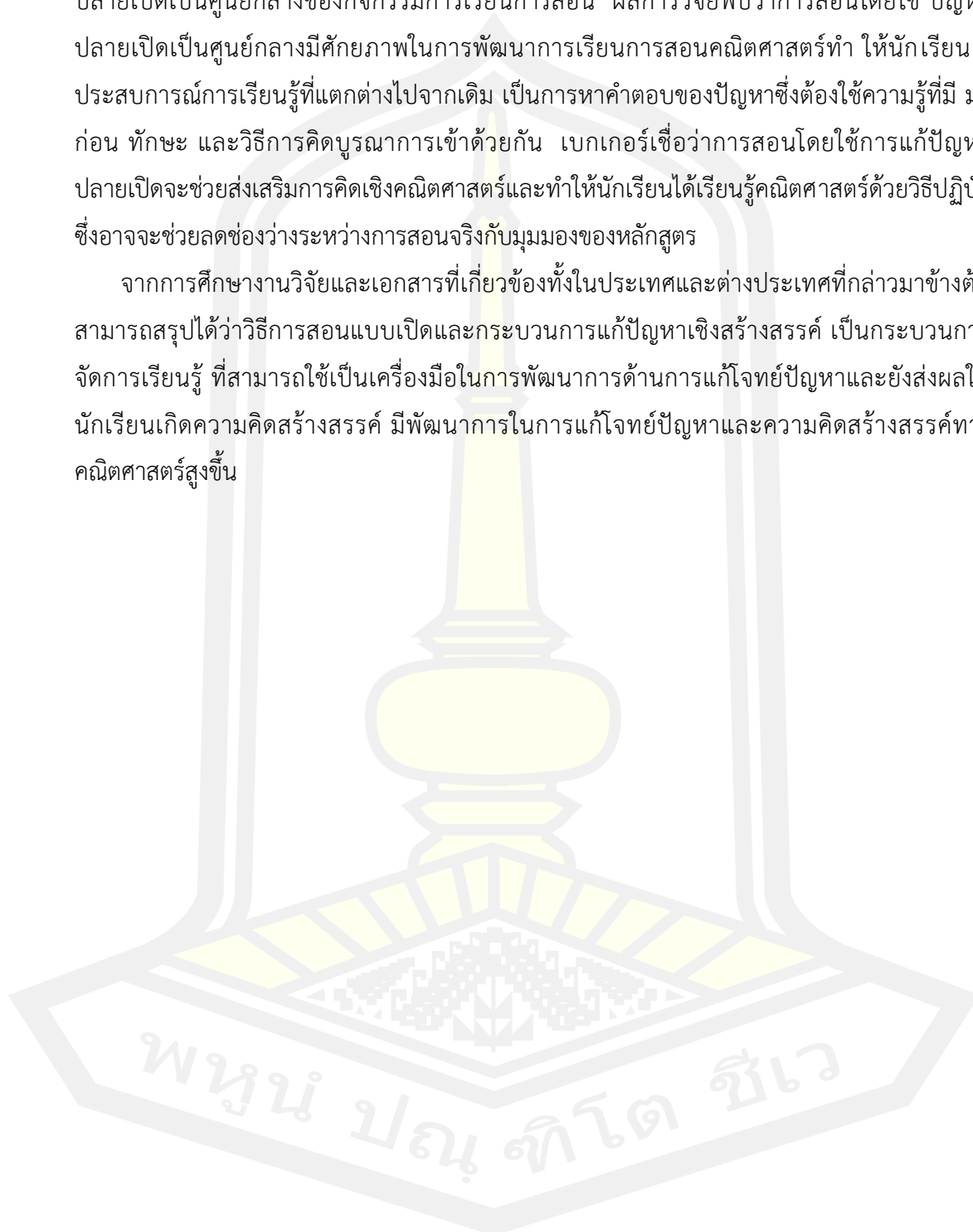
1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุผล จากสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไป จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจง

ในการวิจัยครั้งนี้ เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน จากแบบทดสอบแบบอัตนัยซึ่งมีทั้งหมด 6 ด้าน และตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลโดย แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนน จากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ในการวัด ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบอนกนัย และการคิดแบบเอกนัย และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สติปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1975 อ้างถึงใน สรวงสุตา ปานสกุล, 2545) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาที่มีส่วนร่วมในห้องเรียน สัมฤทธิ์ ผลทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนระดับ 6 ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์สามารถพิจารณาได้ จากผลผลิตและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งความสามารถนี้ อาจส่งเสริมได้โดย คุณภาพของพฤติกรรมการมีส่วนร่วมทางวาจาในห้องเรียน และการส่งเสริมความสามารถ ทางความคิดสร้างสรรค์ ไม่ก่อให้เกิดผลเสียทางการเรียน

เบกเกอร์ และชิมาดะ (Becker; & Shimada. 1997: 1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนที่ใช้ ปัญหาปลายเปิดเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่าการสอนโดยใช้ ปัญหาปลายเปิดเป็นศูนย์กลางมีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียน มีประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการหาคำตอบของปัญหาซึ่งต้องใช้ความรู้ที่มี มาก่อน ทักษะ และวิธีการคิดบูรณาการเข้าด้วยกัน เบกเกอร์เชื่อว่าการสอนโดยใช้การแก้ปัญหา ปลายเปิดจะช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์และทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีปฏิบัติ ซึ่งอาจจะช่วยลดช่องว่างระหว่างการสอนจริงกับมุมมองของหลักสูตร

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าวิธีการสอนแบบเปิดและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการ จัดการเรียนรู้ ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการด้านการแก้โจทย์ปัญหาและยังส่งผลให้ นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีพัฒนาการในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์สูงขึ้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีการดำเนินการวิจัยโดยมีประเด็นหัวข้อนำเสนอ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 5 ห้องเรียน 177 คน โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 โดยในแต่ละห้องประกอบไปด้วยนักเรียนความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนแห่งหนึ่ง ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบแบ่งกลุ่ม (cluster Random Sampling) จาก 5 ห้องเรียน สุ่มมา 1 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 /5 จำนวน 35 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ทดลองสุ่ม
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปฏิภูมิตัวอย่าง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เหตุการณ์
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความหมายของความน่าจะเป็น
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 2.2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
- 2.2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือเรียนรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 และหนังสือคู่มือครู

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และศึกษาเอกสาร หนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อ กำหนดแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

3.1.3 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งในแต่ละแผนมีรายละเอียดประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระ การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล เอกสารอ้างอิง และแบบบันทึก หลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ค 3.2 ม.4/2 ทาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้	การทดลองสุ่ม	<ol style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกผลที่เป็นไปได้เกิดขึ้นของการทดลองสุ่มได้ นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาผลที่อาจเกิดขึ้นในการทดลองสุ่มได้ นักเรียนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย 	<p>กิจกรรมการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน ให้นักเรียนทุกคนคิดหาจำนวนวิธีที่จะหยิบไพ่ K ทั้งสองใบว่าสามารถทำได้กี่วิธีและให้นักเรียนเขียนแนวทางการที่ใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูให้ ลงในใบกิจกรรม ที่ครูแจกให้ ให้นักเรียนเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ พร้อมทั้งให้นักเรียนอธิบายเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกใช้วิธีนั้นในการแก้ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียน นำแนวทางที่ตนเองได้เลือกไว้มาแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และให้นักเรียนเขียนผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมดที่จะหยิบไพ่ K ลงในใบกิจกรรม ให้นักเรียนเขียนวิธีการหาจำนวนวิธีที่จะหยิบไพ่ K ทั้งสองใบ บนกระดาน ครูได้ทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนที่ออกมานำเสนอให้นักเรียนภายในห้องได้สังเกตถึงความแตกต่างของการแก้ปัญหาของแต่ละคน ครูได้อธิบายถึงผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้อย่างหยิบไพ่ K ให้นักเรียนทุกคนทำใบงาน เรื่อง การทดลองสุ่ม 	2

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ค 3.2 ม.4/2 ทาความน่าจะเป็นและนำความรู้อื่นๆเกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้	ปรินุญมิตัวอย่าง	1.นักเรียนสามารถบอกความหมายของปรินุญมิตัวอย่างได้ 2.นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปรินุญมิตัวอย่างจากการทดลองสุ่มได้ 3.นักเรียนมีความตรงต่อเวลา	กิจกรรมการเรียนรู้ 1. ครูได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน 2. ครูได้แจกใบกิจกรรมให้กับนักเรียนทุกคน โดยครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และเขียนสิ่งที่ได้ลงในใบกิจกรรม 3. ให้นักเรียนทุกคนคิดหาแนวททางวิธีการแก้ปัญหาว่าจะมีวิธีไหนบ้างที่สามารถหาจำนวนผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ของเหรียญทั้งหมดนี้ 4. ให้นักเรียนเขียนแนวททางที่ใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูให้ ลงในใบกิจกรรม ที่ครูแจกและให้นักเรียนเลือกแนวททางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ พร้อมทั้งให้นักเรียนอธิบายเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกใช้วิธีนี้ในการแก้ปัญหาข้างต้น 5. ให้นักเรียน นำแนวททางที่ตนเองได้เลือกไว้มาแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และให้นักเรียนเขียนผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมดของการโยนเหรียญ 1 บาท 2 เหรียญและเหรียญ 5 บาท 1 เหรียญ ลงในใบกิจกรรม 6. ให้นักเรียนเขียนวิธีการหาจำนวนผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมดของการโยนเหรียญ 1 บาท 2 เหรียญและเหรียญ 5 บาท 1 เหรียญ บนกระดาน 7. ครูได้ทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนที่ออกมานำเสนอให้นักเรียนภายในห้องได้สังเกตถึงความแตกต่างของการแก้ปัญหาของแต่ละคน 8. ให้นักเรียนทุกคนทำใบงาน เรื่อง ปรินุญมิตัวอย่าง	2

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ค 3.2 ม.4/2 ทาความน่าจะเป็นและนำความน่าจะเป็นไปใช้	เหตุการณ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนบอกความหมายของเหตุการณ์ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาผลของการทดลองสุ่มในเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ 3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน 	<p style="text-align: center;">กิจกรรมการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูได้แบ่งกลุ่มให้นักเรียน 5 กลุ่ม (แต่ละความสามารถ) 2. ครูให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบกิจกรรมกลุ่ม โดยใบกิจกรรมจะมีสถานการณ์ปัญหาที่ต่างกัน 3. ให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยอาจจะพูดคุยกันว่า ในสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ นั้น โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง โจทย์ถามหาอะไร และทำการบันทึกข้อมูลสิ่งที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาลงในใบกิจกรรมกลุ่มที่ครูแจกให้ 4. ให้นักเรียนภายในกลุ่มทุกคนเขียนแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ของตนเองลงในใบกิจกรรมกลุ่ม 5. ให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองให้กับเพื่อนในกลุ่มฟัง พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกใช้วิธีการหาคำตอบแบบนั้นและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่กลุ่มของตนเองได้เลือกไว้ มาแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้โดยให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมกลุ่ม โดยนักเรียนภายในกลุ่มจะต้องทำงานบรรลุเป้าหมายในการแก้ปัญหา 6. ให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่ม ออกมานำเสนอ 7. ให้นักเรียนทุกคนทำใบงาน เรื่อง เหตุการณ์ 	2

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ค.3.2 ม.4/2 ทาความน่าจะเป็นและนำความเกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็นไปใช้	ความหมายของความน่าจะเป็น	1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของควาไม่น่าจะเป็นได้ 2. นักเรียนสามารถคิดโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็นเหตุการณ์ได้หลายหลายและแสดงวิธีการแก้ปัญหาจากโจทย์นั้นได้ 3. นักเรียนมีวินัยในการเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้ 1. ครูได้แบ่งกลุ่มให้นักเรียน 5 กลุ่ม โดยใช้ (ความสะดวกสามารถ) 2. ครูได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน 3. ให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยอาจจะพูดคุยกันว่า ในสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ นั้น โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง โจทย์ถามหาอะไร 4. ให้นักเรียนภายในกลุ่มแต่ละคนคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยไม่จำกัด นักเรียนสามารถคิดได้กี่แนวทางก็ได้ 5. ให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองให้กับเพื่อนในกลุ่มฟัง พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกใช้วิธีการหาคำตอบแบบนี้และให้นักเรียนภายในกลุ่มเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด 6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแนวทางการแก้ปัญหาที่กลุ่มของตนเองได้เลือกไว้ มาแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ครูสุ่มนักเรียน 2 คน 7. ครูให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาที่เพื่อนในกลุ่มได้เลือกไว้ และแก้ปัญหาจนบรรลุเป้าหมาย บนกระดานและให้อธิบายถึงเหตุผลว่าทำไมถึงใช้วิธีนี้ในการแก้ปัญหาข้างต้น 8. ให้นักเรียนทุกคนทำใบงาน เรื่อง หมายเหตุของความน่าจะเป็น	2

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ค 3.2 ม.4/2 ทาความน่าจะเป็นและนำความน่าจะเป็นไปใช้	การหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาค่าตอบจากโจทย์กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนตั้งใจเรียน 	<p style="text-align: center;">กิจกรรมการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูได้แบ่งกลุ่มให้นักเรียน 5 กลุ่ม (คละความสามารถ) 2. ครูได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียน 3. ให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยอาจจะพูดคุยกันว่า ในสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ นั้น โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง โจทย์ถามหาอะไร 4. ให้นักเรียนภายในกลุ่มแต่ละคนคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาจากจำนวนลูกบอลทั้งหมดที่นักเรียนคิดไว้ ว่ามีวิธีไหนบ้างที่สามารถคิดหาคำตอบนี้ได้บ้าง โดยไม่จำกัด นักเรียนสามารถคิดได้กี่แนวทางก็ได้ 5. ให้นักเรียนภายในกลุ่มทุกคนเขียนแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ลงในสมุดของตนเอง และให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง ให้กับเพื่อนในกลุ่มฟัง พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกใช้วิธีการหาคำตอบแบบนี้ 6. ให้นักเรียนภายในกลุ่มเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ว่าแนวทางที่เพื่อนแต่ละคนนำเสนอมานั้นแนวทางในการแก้ปัญหาใดเหมาะสมมากที่สุด จากนั้นให้พิจารณาว่า จะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่ 	2

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			<p>7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแนวทางการแก้ปัญหาที่กลุ่มของตนเองได้เลือกไว้ มาแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยนักเรียนภายในกลุ่มจะต้องทำการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - กำหนดเป้าหมาย - วิเคราะห์เป้าหมาย - ดำเนินการตามแผน <p>จนบรรลุเป้าหมายในการแก้ปัญหา ต้องทบทวนความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและวิธีการที่เลือกใช้</p> <p>8. ให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาที่เพื่อนในกลุ่มได้เลือกไว้ บนกระดานและให้อธิบายถึงเหตุผลว่าทำไมถึงใช้วิธีนี้ในการแก้ปัญหาข้างต้น</p> <p>9. ให้นักเรียนทุกคนทำ ใบงาน เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์</p>	

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และสาระสำคัญ

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

3.1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบไปด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติวรดา พลเยี่ยม การศึกษาศุภบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ดร.ประสงค์ สกุสซัง ปรัชญาศุภบัณฑิต (สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา) โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุงยางตลาด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) นางแก้วใจ กิ่งแก้ว ครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) เป็นแบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์คุณภาพของแผนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ โดย ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระบบเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$) (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ 20)

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว นำไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 36 คน จากโรงเรียนแห่งหนึ่ง และปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา 2) ปรับคำถามในแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี จากนั้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง

3.2 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จะประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหามathematics ดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จากเอกสาร และตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้างข้อสอบ โดยปรับปรุงดัดแปลงมาใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้าง แบบทดสอบและกำหนดจำนวนข้อสอบ

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
การทดลองสุ่มและปริภูมิตัวอย่าง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาผลที่อาจจะเกิดขึ้นในการทดลองสุ่มได้	2	1
เหตุการณ์	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาผลของการทดลองสุ่มในเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้	2	1

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบจากโจทย์กำหนดให้ได้แปลกใหม่และหลากหลายโดยใช้ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้	2	1
รวม		6	3

3.2.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ เรื่อง ความน่าจะเป็น

3.2.4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ ดัดแปลงมาจากมาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เกณฑ์การประเมินผลวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	0	1	2	3
ความเข้าใจปัญหา	ไม่เขียนอะไรเลย	สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และ โจทย์ถามหาอะไรได้ แต่ไม่ตรงประเด็น	สามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และ โจทย์ถามหาอะไรได้ แต่ถูกต้องเพียงบางส่วน	สามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และ โจทย์ถามหาอะไรได้ ถูกต้องทั้งหมด
การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และ สอดคล้องกับปัญหา

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	0	1	2	3
การใช้วิธีการแก้ปัญหา	ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ ไม่ถูกต้อง หรือแสดงการแก้ปัญหา ผิดขั้นตอน	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ ถูกต้อง แต่การแสดงผลลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหา เป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
การสรุปคำตอบ	ไม่เขียนสรุปคำตอบ	ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข	ตรวจสอบคำตอบ ได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบ ไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไข	ตรวจสอบคำตอบ ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ตรงตามเงื่อนไข

3.2.5 นำแบบวัดวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ 1) ปรับคำถามของโจทย์ปัญหาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น 2) ปรับคำถามของโจทย์ปัญหาให้มีแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

3.2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้ว พร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จูติวรดา พลเยี่ยม การศึกษาศาสตรบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ดร.ประสงค์ สกุสซัง ปรัชญาศึกษบัณฑิต (สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา) โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุงยางตลาด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) นางแก้วใจ กิ่งแก้ว ครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาคพหุศึกษา ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

+1 คือ เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่

-1 คือ ไม่เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.2.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามของ แบบวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความ สอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ โดยผลการผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป (รายละเอียดภาคผนวก ค ตารางที่ 22)

3.2.8 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการ พิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำดังนี้ 1) ปรับคำถามในโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น 2) ปรับคำถามในโจทย์ปัญหาให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง

3.2.9 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 36 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความ เหมาะสม ความยากง่ายและค่าของแบบวัด

3.2.10 นำผลการทดสอบหาค่าความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของ วิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) โดยมีเกณฑ์ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ซึ่งผลการวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.55 – 0.62 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.30 – 0.41 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.99 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ 23)

3.2.11 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 35 คน

3.3 แบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยจะประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ (ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ) ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.3.1 ศึกษาการสร้างแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์จากเอกสาร และตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้างข้อสอบ โดยปรับปรุงดัดแปลงมาใช้วัดความสามารถคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.3.2 ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้าง แบบทดสอบและกำหนดจำนวนข้อสอบ

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
ความหมายของความน่าจะเป็น	นักเรียนสามารถคิดโจทย์ที่เกี่ยวกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้หลายหลายและแสดงวิธีการแก้ปัญหาจากโจทย์นั้นได้	2	1
ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาค่าตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่และหลากหลายโดยใช้ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้	4	2
รวม		6	4

3.3.3 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยในจำนวน 6 ข้อ ผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบที่มีเนื้อหาและจุดประสงค์เดียวกันเป็นจำนวน 2 ข้อ

3.3.4 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ข้อที่มีเนื้อหาและจุดประสงค์เดียวกัน จำนวน 2 ข้อ ไปทดลองกับกลุ่มเดียวกันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และได้ดำเนินการนำข้อสอบทั้ง 2 ข้อ ทาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.5 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบทั้ง 2 ข้อ (รายละเอียด ดังภาคผนวก ค ตารางที่ 26)

3.3.6 เกณฑ์การประเมินความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากแนวคิดของกิลฟอร์ด เกณฑ์การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความคิดคล่อง	3	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง 70% ขึ้นไปในเวลาที่กำหนด
	2	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องตั้งแต่ 60%-69% ในเวลาที่กำหนด
	1	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องตั้งแต่ 50%-59% ในเวลาที่กำหนด
	0	ไม่ตอบหรือตอบได้ตรงประเด็นถูกต้องต่ำกว่า 50% ในเวลาที่กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	3	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้มากกว่า 2 แนวคิด
	2	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้ 2 แนวคิด
	1	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้ 1 แนวคิด
	0	ไม่มีแนวคิดหรือคำตอบที่ถูกต้อง
ความคิดริเริ่ม	3	แสดงวิธีการคิดแก้ปัญหาที่แปลกใหม่เป็นของตนเอง แสดงถึงความ เป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหา
	2	นำแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เรียนรู้มาพัฒนา ให้อยู่ในแนวทางของ ตนเองและสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้
	1	มีสิ่งบ่งชี้บางอย่างให้เห็นแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่
	0	ไม่ปรากฏแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	3	นำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้อย่างละเอียดชัดเจนและมีการใช้รูปภาพ แทนปัญหาได้สมบูรณ์
	2	นำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้อย่างละเอียดชัดเจนแต่มีการ

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
		ใช้รูปภาพ แทนปัญหาไม่สมบูรณ์หรือไม่มีการใช้รูปภาพแทนปัญหา หรือ นำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้ไม่ละเอียดชัดเจนแต่มีการใช้รูปภาพ แทนปัญหาได้สมบูรณ์
	1	นำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้ไม่ละเอียดชัดเจนและมีการใช้รูปภาพ แทนปัญหาแต่ไม่สมบูรณ์หรือไม่มีการใช้รูปภาพแทนปัญหา
	0	ไม่นำเสนอแนวคิดเลย

3.3.7 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบทดสอบความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ 1) ปรับคำถามของโจทย์ให้สอดคล้องกับความคิดสร้างสรรค์ เช่น โจทย์ปัญหาต้องสามารถคิดหาคำตอบได้หลากหลายวิธี

3.3.8 นำแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จูติวรดา พลเยี่ยม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ดร.ประสงค์ สกุสซัง ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา) โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุงยางตลาด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) นางแก้วใจ กิ่งแก้ว ครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

+1 คือ เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่

-1 คือ ไม่เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.3.9 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามของแบบทดสอบวัดความสามารถในสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความ

สอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ โดยผลการผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป (รายละเอียดภาคผนวก ค ตารางที่ 24)

3.3.10 นำแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการ พิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ดังนี้ 1) ปรับคำถามของโจทย์ให้สามารถคิดหาคำตอบได้จำนวนมาก 2) ปรับคำถามของโจทย์ให้มีวิธีการคิดหาคำตอบได้หลากหลาย แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง

3.3.11 นำแบบวัดความสามารถที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 35 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบ ความเหมาะสม ความยากง่ายและค่าของแบบวัด

3.3.12 นำผลการทดสอบหาค่าความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของ วิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) โดยมีเกณฑ์ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า แบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.58 – 0.62 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.34 – 0.38 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.97 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ 25)

3.2.13 นำแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 35 คน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการสุ่มกลุ่มทดลองจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ จากทั้งหมด 6 ห้อง มาจำนวน 1 ห้อง จำนวน 35 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ความน่าจะเป็น

3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งหมดจำนวน 10 ชั่วโมง

4. เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้แล้วอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ จากนั้นทำการทดสอบนักเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมด 2 ชั่วโมง ผลคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำเครื่องมือวิจัยที่ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนแห่งหนึ่งที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากได้รับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติแบบ t-test for one sample

2. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบ ความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังจากได้รับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติแบบ t-test for one sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (Dependent Sample t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

6.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

1) ทาคคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตรคำนวณต่อไปนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

6.1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1) ทาคความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validly) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$p = \frac{S_H + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

S_H แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3) การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$r = \frac{S_H - S_L}{n(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

4) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีของ ครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

6.2 สถิติทดสอบข้อสอบคู่ขนาน

6.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลการทดสอบข้อที่ 1 และข้อที่ 4
(บุญชม ศรีสะอาด 2545:87)

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

เมื่อ r แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 X แทน คะแนนจากแบบทดสอบข้อที่ 1
 Y แทน คะแนนจากแบบทดสอบข้อที่ 2
 N แทน จำนวนผู้สอบ

6.3 สถิติทดสอบสมมติฐาน

6.3.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ โดยใช้สถิติ One Sample t-test เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}, df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที่
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 μ แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบวัด

ความสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

6.3.2 การเปรียบเทียบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ Dependent Sample t-test (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

- เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
 D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
 $\sum D$ แทน ผลรวมผลต่างระหว่างคู่คะแนน
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

พหุ ประถมศึกษา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความน่าจะเป็น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความน่าจะเป็น ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอเป็นขั้นตอนดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เข้าใจตรงกันดังนี้

t แทน ค่าสถิติทดสอบที

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

df แทน ชั้นของความอิสระ

P แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

μ_0 แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบหรือแบบวัด

ความสามารถ

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อน-หลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 3.1 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทียบกับ เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One Sample t-test และแปลผลระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำแนกตามช่วงคะแนน ปรากฏดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One Sample t-test

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	\bar{x} (35 คน)	S. D.	μ_0 (70%)	t	df	P
ความเข้าใจปัญหา	9	7.11	1.32	6.3	31.81	34	.000*
การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	9	7.51	1.22	6.3	36.39	34	.000*
การใช้วิธีการแก้ปัญหา	9	7.2	1.55	6.3	27.49	34	.000*
การสรุปคำตอบ	9	6.97	1.60	6.3	25.78	34	.000*

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	\bar{x} (35 คน)	S. D.	μ_0 (70%)	t	df	P
ผลรวมทั้ง 4 องค์ประกอบ	36	28.77	4.52	25.20	37.67	34	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 16 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น มีคะแนนรวมทั้ง 4 องค์ประกอบเท่ากับ 28.77 คิดเป็นร้อยละ 79.92 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.1.1 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทียบกับ เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One Sample t-test และแปลผลระดับความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำแนกตามช่วงคะแนนปรากฏดังตารางที่ 17



ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One Sample t-test

ความสามารถ ความคิด สร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	\bar{x} (35 คน)	S. D.	μ_0 (70%)	t	df	P
ความคิดคล่อง	6	4.63	1.09	4.2	25.19	34	.000*
ความคิดยืดหยุ่น	9	7	1.83	6.3	22.61	34	.000*
ความคิดริเริ่ม	9	6.63	1.85	6.3	21.22	34	.000*
ความคิด ละเอียดลออ	3	2.34	0.48	2.1	28.78	34	.000*
ผลรวมทั้ง 4 องค์ประกอบ	27	20.6	4.26	18.9	28.62	34	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 17 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น มีคะแนนรวมทั้ง 4 องค์ประกอบเท่ากับ 20.60 คิดเป็นร้อยละ 76.29 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 3.2 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เปรียบเทียบก่อน-หลัง โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test ปรากฏดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น ก่อนและหลัง โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test

การทดสอบ	<i>df</i>	\bar{x}	<i>S. D.</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
ก่อนทดลอง	34	18.43	4.31	35.01	.000*
หลังทดลอง	34	28.77	4.52		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 18 พบว่าการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

3.2.1 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เปรียบเทียบก่อน-หลัง โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test ปรากฏดังตารางที่ 19

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น ก่อนและหลัง โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test

การทดสอบ	<i>df</i>	\bar{x}	<i>S. D.</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
ก่อนทดลอง	34	12.06	3.24	25.20	.000*
หลังทดลอง	34	20.60	4.26		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 19 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลได้ตามลำดับดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนน เต็ม

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2. สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. อภิปรายผล

จากผลการดำเนินงานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่า ก่อนได้รับการจัดจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) เป็นขั้นที่ครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียนเป็นขั้นที่ดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำให้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มีความชัดเจนมากขึ้น

1.3 ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) ขั้นนี้จะป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี

2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning) เป็นขั้นที่ดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้เสนอไว้ใน ขั้นตอนที่ 2

2.2 ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) ขั้นนี้จะป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองไป ใช้ในการแก้ปัญหาจริง นักเรียนจะต้องควบคุมและประเมินการคิดของตนเองเพื่อกำกับติดตามผลของการแก้ปัญหา

3. ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison) เป็นชั้นที่นักเรียนจะต้องอภิปรายแนวคิดการแก้ปัญหของตนเองในชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญคือการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหของนักเรียนในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกเพื่อให้เห็นถึง แนวคิดของนักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร และครูก็จะสามารถประเมินนักเรียนได้จากใบกิจกรรม หรือสมุดบันทึกนั้น ๆ
4. ชั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) เป็นชั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้ว ครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น ๆ ครูควรส่งเสริมแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในทางบวก พร้อมทั้งแนะนำ และปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ

ซึ่งจากขั้นตอนที่กล่าวมาเป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยการโดยนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการ แก้ปัญหานั้นและให้โอกาสนักเรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเองมากขึ้น ได้ฝึกการวิเคราะห์ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนและมีการตรวจสอบย้อนกลับ ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา โดยอภิปรายผลดังนี้ ชั้นการทำความเข้าใจปัญหา ผู้วิจัยได้นำ เสนอปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียนอธิบายให้ นักเรียนได้ทำ ความเข้าใจปัญหาปลายเปิดและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ซึ่งปัญหาปลายเปิดนั้นมีเงื่อนไขหรือข้อมูลที่น่าสนใจ ทำให้นักเรียนสนใจที่จะแก้ปัญหาและได้ฝึกวิเคราะห์ ปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ และข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ซึ่งปัญหาปลายเปิดนั้นช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้ประสบการณ์ที่มีอยู่ผนวกกับข้อมูลหรือเงื่อนไขของปัญหา แก้ปัญหาได้อย่างอิสระซึ่งนักเรียนอาจ มีการแก้ปัญหาที่หลากหลายแนวทาง อีกทั้งผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกกำหนดตัวแปรใช้แทนข้อมูลที่ โจทย์กำหนดให้และใช้รูปภาพหรือแผนภาพต้นไม้แทนปัญหา ซึ่งทำให้การแก้ปัญหาของนักเรียนมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และจากผลการทำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่เขียนแนวทางแก้ปัญหา แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับปัญหาปลายเปิด ที่ต้องใช้ ประสบการณ์ของตนเองในการวางแผนแก้ปัญหาที่มีหลายแนวทาง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ โนดะ (Nohda, 1983, อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, หน้า 4-5) กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ในชั้นวางแผนหาแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนต้องพยายามค้นพบแนวทางการ แก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัย

ประสบการณ์ของตนเอง ครูมีหน้าที่ชี้แนะ ให้นักเรียนได้อภิปราย เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการหาคำตอบที่หลากหลาย เพื่อสามารถนำไปพัฒนาเป็น ความรู้ในระดับสูงต่อไป ขั้นการดำเนินการตามแผนผู้วิจัยใช้วิธีการแบบเปิดให้นักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิด ในขั้นการวางแผนแก้ปัญหาของตนเองให้กับสมาชิกในกลุ่ม ในขั้นนี้จะเกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยน แนวคิดซึ่งกันและกันภายในกลุ่มและนักเรียนแต่ละคนจะได้ทราบแนวคิดอื่น ๆ เพื่อร่วมกันหา แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุด นักเรียนสามารถนำแนวคิดของสมาชิก ในกลุ่มมาประยุกต์ใช้กับแนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหาครั้งต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสติกลเลอร์และฮีบเบิร์ต (Stigler & Hiebert, 1999 อ้างถึงใน เจนสมุทร แสงพันธ์, 2550, หน้า 25) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเดี่ยวหรือกลุ่ม ของนักเรียน หลังจากครูได้นำ เสนอปัญหาปลายเปิดแล้ว นักเรียนจะมีแนวคิด การวางแผน แก้ปัญหาเป็นของตนเองก่อน หลังจากนั้นเข้ากลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนหรือนำเสนอแนวคิดของตน เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาหรือแสดงวิธีการคิดภายในกลุ่ม ขั้นการการสรุปคำตอบ และจากผลการทำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดแต่คำตอบไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อมูลนั้นและมีนักเรียนที่ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง อาจเนื่องมาจากความไม่คุ้นเคยกับการสรุปคำตอบทางคณิตศาสตร์ นักเรียนบางส่วนสามารถคิดการแก้ปัญหาได้หลากหลาย แต่มีนักเรียนบางส่วนสามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้แค่วิธีเดียว ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของศศิธร มั่นสงวน (2555, หน้า 171-172) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีการตรวจสอบคำตอบและความสมเหตุสมผลใน กระบวนการแก้ปัญหาอาจใช้การคิดย้อนกลับการวาดภาพ เพื่อให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิง

สร้างสรรค์ มีความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ตามประสบการณ์และความสามารถของนักเรียน ได้คิดคำตอบที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ปริมาณที่มาก หลากหลายแนวคิดและได้ประสบการณ์ในการค้นพบสิ่งใหม่รวมถึงการได้นำเสนอหรืออภิปรายแนวคิดอย่างละเอียดชัดเจนและยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีที่คิดว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้และนำวิธีการที่เลือกที่เหมาะสมที่สุดแล้วไปใช้แก้ปัญหาจริง ๆ จึงทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ทาคาฮาชิ (Takahashi. 2004: Online) ได้กล่าวว่าปัญหาปลายเปิดทำให้นักเรียนได้เข้าร่วมอย่างกระตือรือร้นและสามารถนำเสนอแนวความคิดของตนเองได้อย่างเป็นอิสระ สามารถตอบสนองและสนับสนุนได้เป็นอย่างดีเพราะว่ามีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีโอกาสที่จะหาคำตอบของตนเองได้โดยไม่เหมือนใคร เพราะฉะนั้นนักเรียนเกิดการอยากรู้ อยากเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น ๆ และพวกเขาสามารถเปรียบเทียบและอภิปรายถกเถียงกันเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคน นักเรียนมีโอกาสในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ของตนเองมากขึ้น นักเรียนทุกคนสามารถตอบสนองต่อปัญหาตามวิธีการของตนเอง โดยอธิบาย ดังนี้

ผู้วิจัยให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหาให้ได้ ปริมาณมากภายในเวลาที่กำหนด จากปัญหาปลายเปิดที่ผู้วิจัยได้นำเสนอให้กับนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนแนวทางการแก้ปัญหาให้มากที่สุดพร้อมหาคำตอบ ทำให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคิดคล่อง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 199-201) กล่าวว่า การช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ครูควร จัดกิจกรรมหรือใช้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและเหตุผลได้ คำตอบที่หาได้อาจมากกว่าหนึ่งคำตอบ และผู้วิจัยได้นำเสนอปัญหาปลายเปิดที่มีกลุ่มแนวความคิดการแก้ปัญหาที่หลากหลายกลุ่มแนวคิด ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไปและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกใช้กลุ่มแนวความคิดการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้หลากหลายมากกว่าหนึ่งกลุ่มแนวคิด และจากผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงแนวความคิดการแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 แนวคิด ซึ่งนักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงแนวความคิดการแก้ปัญหาที่ หลากหลายจากปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีความคิดที่อิสระ เน้นแนวทางการคิดมากกว่าคำตอบที่ได้ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคิดยืดหยุ่น ซึ่งสอดคล้องกับ คำกล่าวของ เบคเกอร์ และชิมาดะ (Becker & Shimada, 1997, p. 23) กล่าวว่า การจัดกิจกรรม

การเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหา ที่ไม่จำเป็นต้องมีวิธีการ แก้ปัญหาหรือคำตอบเพียงคำตอบเดียว ครูต้องใช้ความหลากหลายของ กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งปัญหาปลายเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อ พัฒนาความคิดริเริ่มนั้นมีขอบเขตของปัญหาไม่ได้เน้นเพียงแค่คำตอบเพียงอย่างเดียว โดยผู้วิจัยใช้คำถาม กระตุ้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้นำความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ของนักเรียนมา ประยุกต์ใช้ในการ แก้ปัญหาอย่างอิสระ เกิดแนวคิดที่แปลกใหม่เป็นของตนเอง และจากผลการทำแบบวัดความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่มีสิ่งบ่งชี้บางอย่างที่ทำให้เห็นแนวคิด ในการแก้ปัญหาที่ แปลกใหม่ แสดงถึงความเป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหา ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของปัญหาปลายเปิด ที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ไม่เน้นคำตอบเพียงอย่างเดียว ประกอบกับการใช้คำถาม กระตุ้น ของผู้วิจัย กระตุ้นการคิดของนักเรียนใหม่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับ คำกล่าว ของ เบคเกอร์ และชิมาดะ (Becker & Shimada, 1997, p. 23) กล่าวว่า การสอนโดยการนำเสนอ สถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งสถานการณ์ปัญหานั้นไม่จำเป็นที่จะต้องวิธี การแก้ปัญหาหรือ มีคำตอบเพียงอย่างเดียว ครูต้องใช้ความหลากหลายของกระบวนการในปัญหา ที่ทำให้นักเรียนได้ ประสบการณ์ในการค้นพบสิ่งใหม่ โดยใช้ความรู้ ทักษะที่นักเรียนมีอยู่ แต่ยังมี นักเรียนที่ไม่ปรากฏ แนวคิดการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ อาจเนื่องจากเวลาในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่จะส่งเสริม ความคิดริเริ่มมีน้อย และขอบเขตทางด้านเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็น ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ เกิดการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และเป็นต้นแบบของตนเองมากนัก ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของอัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 105-107) กล่าวว่า การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์เป็น สิ่งที่ทำได้ไม่ถ่วงนัก เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ที่หาวัตถุธรรมแทน ได้ยาก การคิดออกนอกกรอบความคิดทางคณิตศาสตร์นั้นจึงทำได้ยากตามไปด้วย ลักษณะของการ จัดกิจกรรมเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะของนักเรียน นักเรียนอาจไม่คุ้นเคยใน การทำกิจกรรมลักษณะดังกล่าว แต่หากได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะคุ้นเคยและมี พัฒนาการดีขึ้น นักเรียนต้องตัดสินใจ โดยใช้ความคิดและประสบการณ์ส่วนตัว ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียน แสดงวิธีทำ ของปัญหาปลายเปิดอย่างเป็น ขั้นตอนและเขียนอธิบายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการ แก้ปัญหาซึ่งกันและกัน เพื่อนำแนวคิดนั้นมา ปรับปรุงเพิ่มเติมรายละเอียดในการแก้ปัญหาของตนเอง ให้สมบูรณ์มากขึ้น ผู้วิจัยได้สังเกตจากสิ่งที่ นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อชี้แนะหรือเพิ่มเติมในสิ่งที่ยังไม่ ครบถ้วนสมบูรณ์ อีกทั้งฝึกให้นักเรียนใช้แผนภาพต้นไม้เพื่อแก้ปัญหานั้นเพื่อให้ช่วยต่อการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายแสดงเหตุผลใน สิ่งที่นักเรียนแก้ปัญหาหรือคำตอบของนักเรียน พร้อมทั้งส่งเสริมแนวคิดของนักเรียนและจากผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายแนวคิดได้อย่าง ละเอียดชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 199-201) กล่าวว่า การช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนนั้น ครู

ควรจัดกิจกรรมหรือใช้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด สามารถบอก แนวคิดและแสดงเหตุผลได้ และครูต้องแสดงให้นักเรียนตระหนักถึงการให้ความสำคัญกับแนวคิด หรือวิธีการใน การหาคำตอบ นั้น ด้วยการส่งเสริมและยอมรับแนวคิดของนักเรียน ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงส่งผลให้ความคิด สร้างสรรค์คณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาและความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

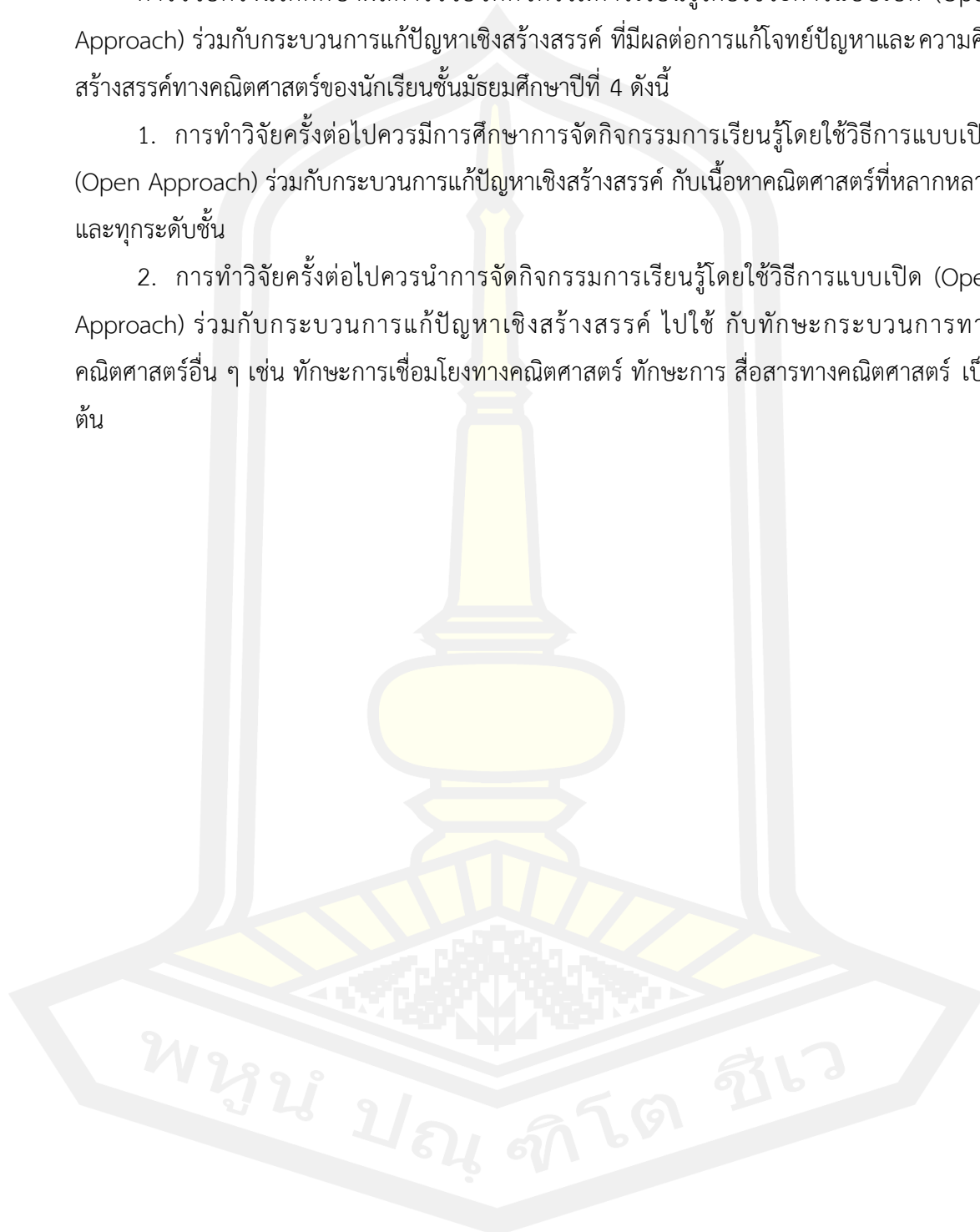
ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้และสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ข้อเสนอแนะใน การนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูควรอธิบายในชั้นวางแผนการแก้ปัญหาให้ละเอียดชัดเจน เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคย กับปัญหาปลายเปิด ซึ่งมีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และนักเรียนส่วนใหญ่เขียน แนวทางการแก้ปัญหายังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ครูอาจยกตัวอย่างประกอบให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียน ได้เขียนแนวทางการแก้ปัญหา เชื่อมโยงข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
2. ครูควรสนับสนุนนักเรียนในทางบวก ชื่นชมแนวคิดการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ของนักเรียน ใช้คำถามนำกระตุ้นให้นักเรียนเกิดประเด็นที่สงสัยและครูไม่ควรชี้แนะแนวทางหรือ คำตอบให้กับ นักเรียนในระหว่างทำ กิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้เกิดความคิดริเริ่มเป็นของตนเอง
3. ครูควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างถี่ถ้วนในการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งอาจมี นักเรียนที่ไม่สนใจหรือไม่ตั้งใจเรียน ครูควรเข้าไปกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียน ได้มีโอกาส เสนอแนวคิด
4. ครูควรใช้เวลาในชั้นการนำเสนอการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้มากขึ้น เพื่อให้ นักเรียนได้มีเวลาในการอภิปรายและเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน
5. ครูควรเพิ่มเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการ แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้มากขึ้นและ จัดกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลการวิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

1. การทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และทุกระดับชั้น
2. การทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ไปใช้ กับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การ รับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. ส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2546. คู่มือวัดผล ประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ศรีเมืองการ
พิมพ์. ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ.
2548. คู่มือครู สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2548. หนังสือ เรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์เล่ม 2 กลุ่มสาระการ
เรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.
- กิตติพงษ์ ตะไกรแก้ว. (2538). การพัฒนารูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิง
สร้างสรรค์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- กาญจนากร สงดวง. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วย
เกม (TGT) ร่วมกับวิธีสอนการแก้ปัญหาแบบเอสเอสซีเอส (SSCS) ที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย
ทักษิณ.
- ขจรศักดิ์ สีเสน. 2544. การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดสร้างสรรค์. วารสารวิชาการ. 4,
1 (มกราคม 2544): 14 -19.
- จรรย์ สุวัฒน์. 2534. กล้าคิด กล้าเผชิญ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน
มิตร.
- เจนสมุทร แสงพันธ์. (2550). การศึกษาการให้เหตุผลทางเรขาคณิต ในการแก้ปัญหาปลายเปิด: เน้น
การแก้ปัญหาในกลุ่มย่อย. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2542). โครงการงานคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ
(พว.).

- ชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์. (2557). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open approach). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- คนัย ถนอมจิตร. (2553). การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้คำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวชิรวิทย์ ฝายมัธยม จังหวัดเชียงใหม่. สารนิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Apprpach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา . มหาสารคาม. ตักสิลาการพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. 2537. *ความคิดสร้างสรรค์: พรสวรรค์ที่พัฒนาได้*. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร: โครงการตำรา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2538. *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัทธยากร บุสสยา. 2559. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิมพ์พันธุ์ ปันแสน. (2556). ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูเพื่อการเสนอเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบในชั้นเรียนที่ใช้แนวคิดการศึกษาระดับชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน. (2552). ผลการใช้วิธีการสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล (TAI) ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ).
- ไพศาล วรคำ. (2559). การวิจัยการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8) . มหาสารคาม. ตักสิลาการพิมพ์.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547, มกราคม-มิถุนายน). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียน ญีปุ่น.KKU Journal of Mathematics Education 1. (1): 1-9.

- ยูดา รักไทย. 2542. คนฉลาดคิด. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- รุจิอาภา รุจิยาปนนท์. (2550). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหา
ปลายเปิดในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
6. ปริญญาโท กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลักขณา สริวัฒน์. 2549. การคิด. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- ลัดดา ศิลาน้อย. (2549). ปัญหาปลายเปิด Open Approach ในนวัตกรรมการสอน กลุ่มสาระการ
เรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. วารสารศึกษาศาสตร์.
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 29(1): 24-34.
- วนัญชญา เจริญดี. (2555). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด
สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2549). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็น
สำคัญ, นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิจารณ์ พานิช. (2557). Open Approach – วิธีประยุกต์การเรียนรู้แบบ Active Learning สู่การ
เรียนรู้ ใน ศ ต ว ร ร ช ที่ ๒๑. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก
<https://www.gotoknow.org/posts/568714>
- วิชาการ, กรม. 2535. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. 2545 ก. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544.
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2554). เอกสารค่า สอนวิชา 410514 ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ (Mathematical skills and processes). ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการ
เรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ หลักสูตรการสอน
และการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัสนิทวงศ์การพิมพ์.
- วิรัชพัชร เลิศจิราพัฒน์. (2552). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 1 :
การวิเคราะห์หุระดับ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

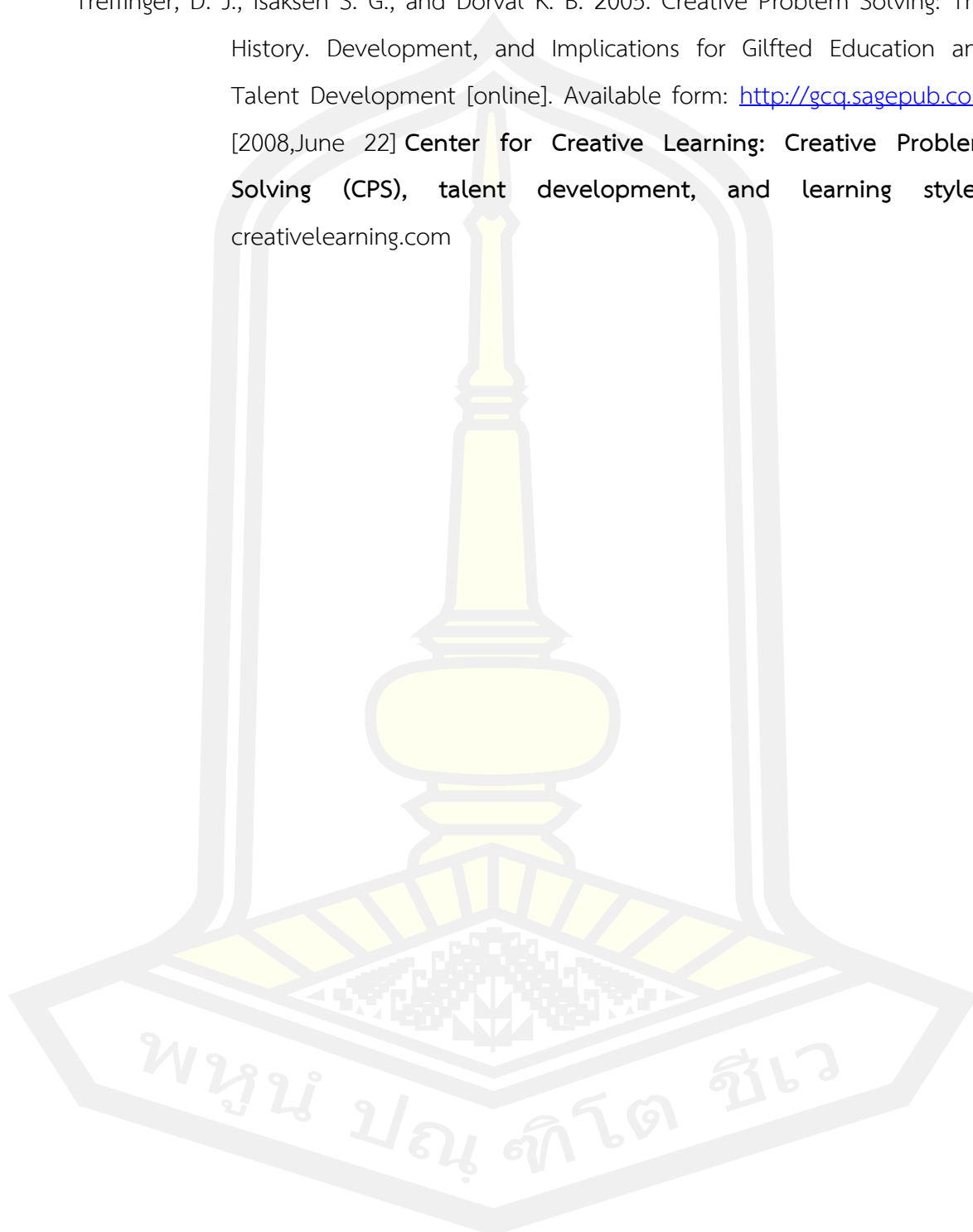
- วชิราภรณ์ กุดแกลง. (2553). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกม คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ศศิธร แม่สงวน. (2555). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศศิกันต์ วิบูลยศรีนทร์. 2543. ผลของการใช้รูปแบบการสอนตามแนวทฤษฎีสามเกลียว ของเสติร์น เบอร์กในวิชากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตที่มีต่อความสามารถในการคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิรัศม์ สริกขานนท์. 2540. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียน ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ ทอร์แรนซ์ วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2544. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. ส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน.
- สาลินี เรืองจ้อย. 2554. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มี ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ โรฒ.
- สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผล การศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่าย เอกสาร
- สมปอง เพชรโรจน์. 2549. การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ สืบสอบเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตปริญญาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ กายภาพและเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขา โสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาบรรณ. 2537. เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

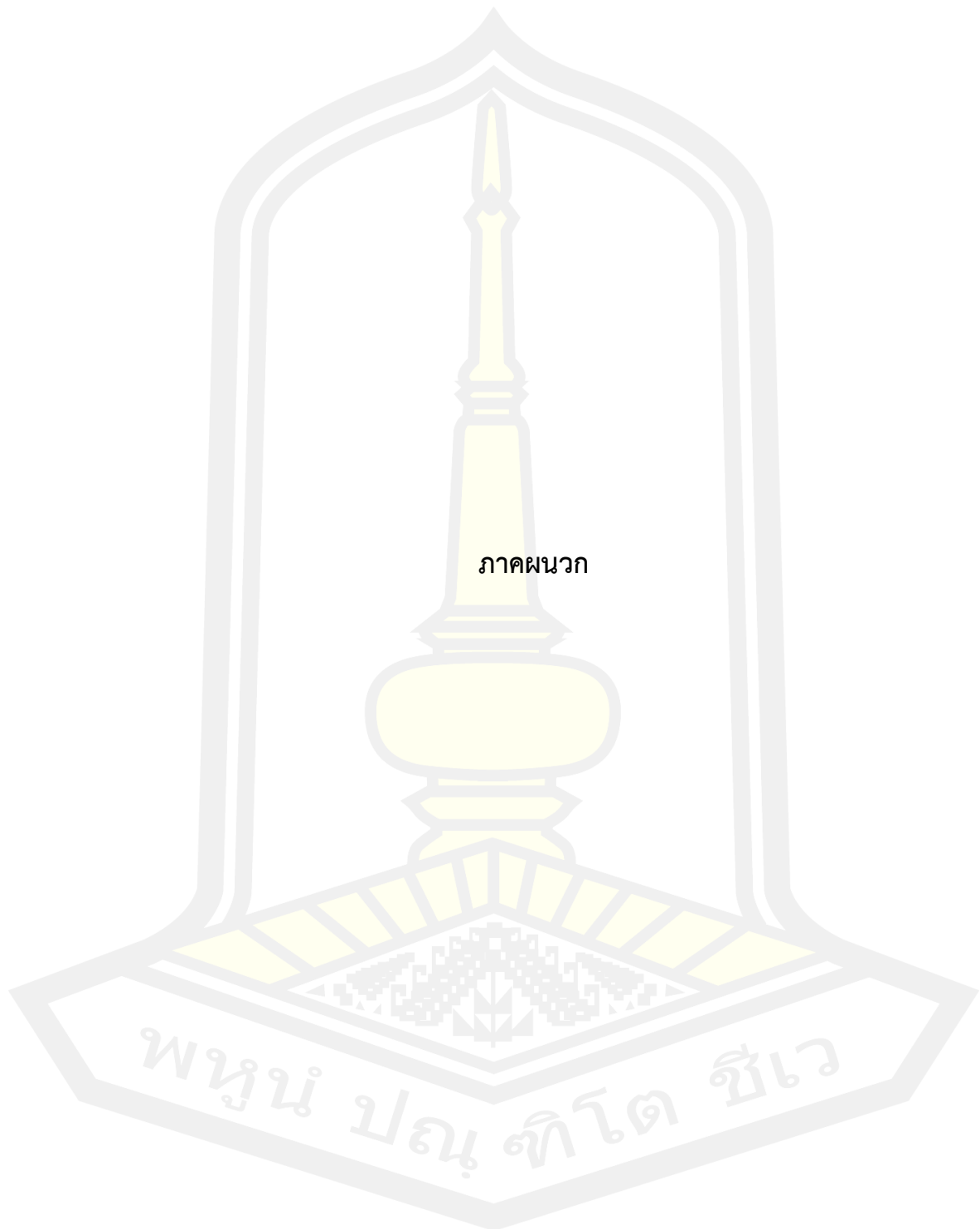
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2542). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เล่ม 3 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา. (พิมพ์ครั้งที่ 6), กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- อาพันธ์ชนิต เจนจิต. 2546. กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถ พิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อารี พันธมณี. 2540. คิดอย่างสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: เลิฟ แอนด์ ลิฟ เพรส.
- อัมพร ม้าคอง. (2547). หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัสมาฮ์ หะยีดาเฮร. (2561). ผลของการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 29(1).
- อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์. 2552. ผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Adam, S., Eillis, L. C., and Beeson, B. F. 1977. Teaching mathematics with emphasis on the diagnostic approach. New York: Harper & Row.
- Anna Craft. 1999. Creative Across the Primary Curriculum. London and New York: The Taylorand Francis Group.
- Anderson , B. F. 1975. Cognitive psychology: the study of knowing, learning and thinking. New York: Academic Press.
- Becker, J.P; & Shimada, S. (1997). The Open-Ended Approach : A New Proposal for Teaching Mathematics. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Balka,Don Stephen. 1975. The Development of an Instrument to Measure Creative Ability in Mathematics. Dissertation Abstracts Intemational,: 98-A.
- Davis, G. A. 1991. A Teaching Creative Thinking in Colangelo, Nicholas and Davis. In G.A. Davis (ed.), Handbook of Gifted Education, pp.236-244 Boston: Allyn and Bacon.

- Divito, A. 1971. *Recognized and Assessing Creative Developing Teacher Competencies*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Eleftheios & Theodosios (2007). *European Research in Mathematical Education Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Ressearch in Mathematics Education*. Lamaca, Cyprus: Department of Education.
- Guilford, Joy Paul. 1967. *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw – Hill.
- Gallagher, Jame J. and Gallagher, Shelagh A. 1994. *Teaching the Gifted Child*. London: Allyn and Bacon.
- Gerhard, Murie. 1971. *Effective Teaching Strategies with the Behavioral Outcome Approach*. New York: Parker Publishing.
- Hutchinson, E.D. 1949. *How to Think Creativity*. New York: Abindon.
- 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.
- Osborn, A.F. 1963. *Creative Imagination*. New York: Charles Serbners Sons.
- Polya, G. 1957. *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University.
- Parnes, S.J. 1967. *Creative Behavior Guidebook*. New York: Charles Scribner, Son.
- Roy. S. 1982. "Mathematical Creativity –can it be taught at an early age?." *International Journal of Mathematics Educational in Science and Techniques*. 13(2): 143 – 147.
- Schoenfeld, A.H (1985). *Mathematical Problem Sloving*. San Diego Californai: Academic Press.
- Takahashi, Akihiko. (2004). *Open-Ended Problem Solving Enriched by the Internet*. Retrieved June 13, 2009, from http://www.mste.uiuc.edu/users/aki/open_ended
- Torrance, E. Paul. 1962. *Guiding Creative Talent*. New Delhi: Prentice-Hall, Inc.
- Treffinger, D. J., Isaksen S. G., and Dorval K. B. 2000. *Creative problem solving (CPS Version 6.1TM) A contemporary framework for managing change* [online]. Available form: <http://www.creativelearning.com/index.htm> [2008, June 24]

Torrance, E. P. (1962). Guiding creative talent. USA: Prentice-Hall.

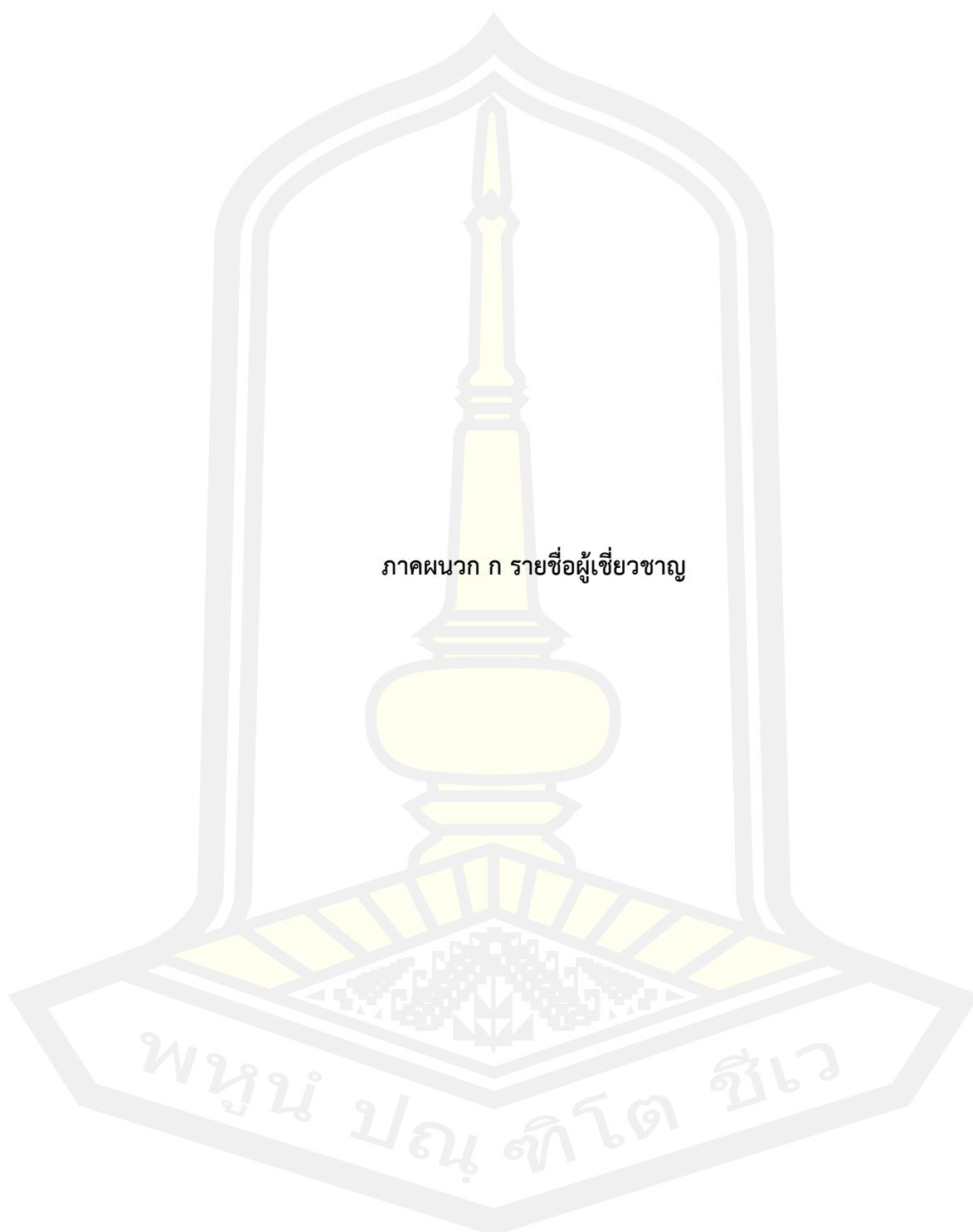
Treffinger, D. J., Isaksen S. G., and Dorval K. B. 2005. Creative Problem Solving: The History, Development, and Implications for Gifted Education and Talent Development [online]. Available form: <http://gcq.sagepub.com> [2008, June 22] Center for Creative Learning: Creative Problem Solving (CPS), talent development, and learning styles: creativelearning.com





ภาคผนวก

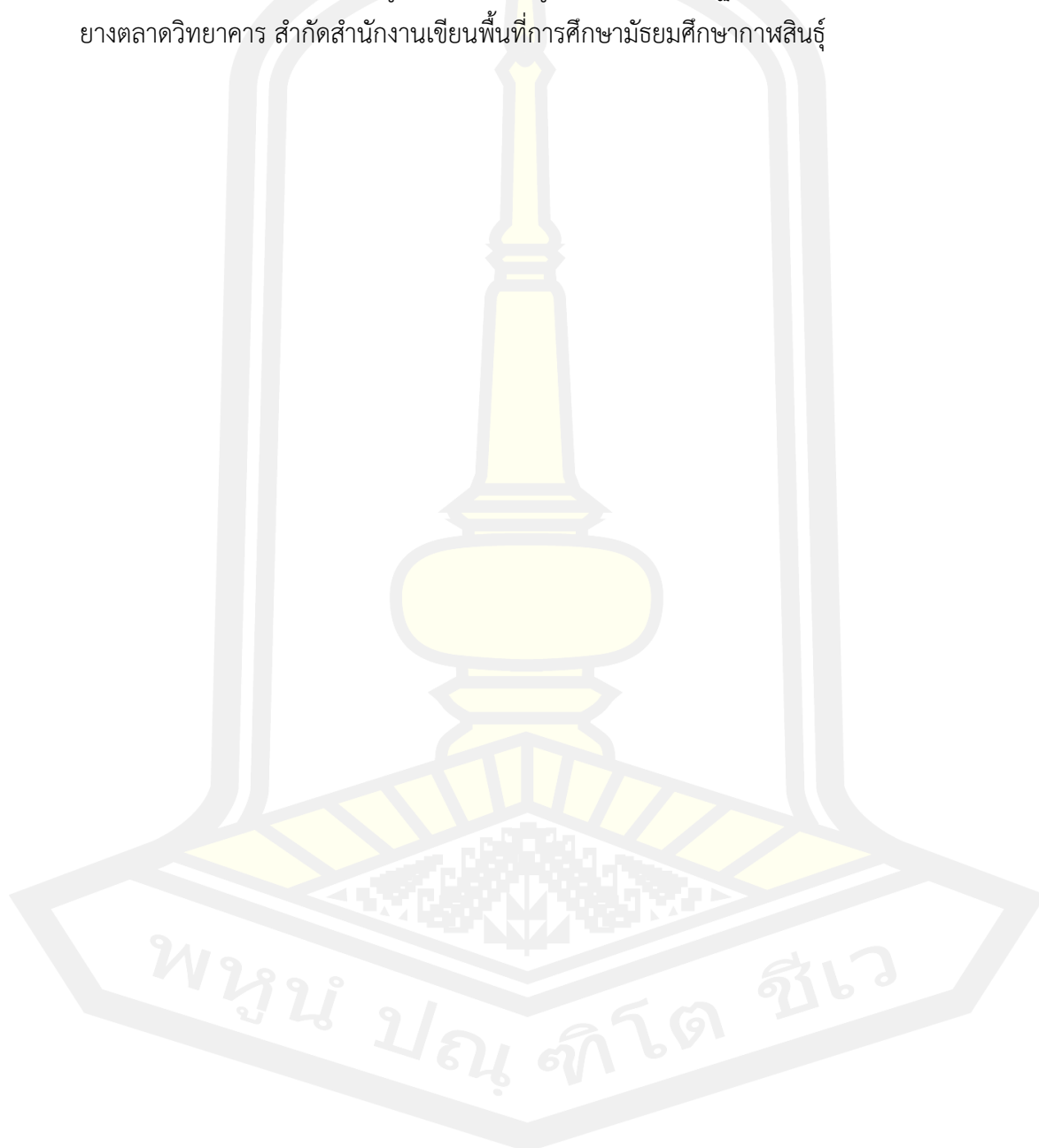
พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

พหุมนุ ปณฺ ทิโต ชีเว

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐิติวรดา พลเยี่ยม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)
อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 2) ดร.ประสงค์ สกุสซัง ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา)
โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุงยางตลาด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2
- 3) นางแก้วใจ กิ่งแก้ว ครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียน
ยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์





ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง	ความน่าจะเป็น	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
สาระการเรียนรู้เรื่อง	เหตุการณ์	เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ค 3.2 ม.4/2 หาความน่าจะเป็นและนำความรู้ เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

2. สาระการเรียนรู้

เหตุการณ์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 นักเรียนบอกความหมายของเหตุการณ์ได้
- 3.2 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาผลของการทดลองสุ่มในเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้
- 3.3 นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน

สาระสำคัญ

ในการทดลองสุ่ม เช่น การทอดลูกเต๋าลูกหนึ่งครั้ง เมื่อสนใจแต้มที่จะได้ ปริณิบัติตัวอย่างของการทดลองสุ่ม คือ $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ ถ้าสนใจเฉพาะผลลัพธ์ของแต้มที่มากกว่า 4 จะได้ว่าผลลัพธ์ที่สนใจ คือ 5 และ 6 โดยจะเรียกเซตของผลลัพธ์ที่สนใจจากการทดลองสุ่มว่า **เหตุการณ์ (event)**

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด

1. ครูได้แบ่งกลุ่มให้นักเรียน 5 กลุ่ม (คละความสามารถ)
2. ครูให้ตัวแทนกลุ่มออกมาจับใบกิจกรรมกลุ่ม โดยใบกิจกรรมจะมีสถานการณ์ปัญหาที่ต่างกัน

5.1.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1. ครูให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยอาจจะพูดคุยกันว่า ในสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ นั้น โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง โจทย์ถามหาอะไร และทำการบันทึกข้อมูลสิ่งที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาลงในใบกิจกรรมกลุ่มที่ครูแจกให้

5.1.2 ขั้นสร้างแนวคิดที่หลากหลาย

1. ครูให้นักเรียนภายในกลุ่มแต่ละคนคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยไม่จำกัด นักเรียนสามารถคิดได้กี่แนวทางก็ได้
2. ครูให้นักเรียนภายในกลุ่มทุกคนเขียนแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ของตนเองลงในใบกิจกรรมกลุ่ม
3. ครูได้ตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และได้ชี้แนะหากนักเรียนไม่สามารถหาแนวทางคิดคำตอบที่หลากหลายได้

5.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

5.2.1 ขั้นเตรียมเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ

1. ครูให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง ให้กับเพื่อนในกลุ่มฟัง พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกใช้วิธีการหาคำตอบแบบนี้
2. ครูให้นักเรียนภายในกลุ่มเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ว่าแนวทางที่เพื่อนแต่ละคนนำเสนอมานั้นแนวทางในการแก้ปัญหาใดเหมาะสมมากที่สุด จากนั้นให้พิจารณาว่าจะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่

5.2.2 ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแนวทางการแก้ปัญหาที่กลุ่มของตนเองได้เลือกไว้ มาแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้โดยให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมกลุ่ม โดยนักเรียนภายในกลุ่มจะต้องทำจนบรรลุเป้าหมายในการแก้ปัญหา ต้องทบทวนความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและวิธีการที่เลือกใช้

5.3 ขั้นอธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน

1. ครูให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่ม ออกมานำเสนอ
2. ครูให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาที่เพื่อนในกลุ่มได้เลือกไว้ และแก้ปัญหาจนบรรลุเป้าหมาย บนกระดานและให้อธิบายถึงเหตุผลว่าทำไมถึงใช้วิธีนี้ในการแก้ปัญหาข้างต้น

3. ครูได้ใช้คำถาม ถ้ามักเรียนเกี่ยวเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ที่ออกมานำเสนอ

5.4 ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1. ครูได้ทำการเปรียบเทียบแนวคิดการแก้สถานการณ์ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ถ้านำวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มที่ 1 มาแก้ปัญหากลุ่มที่ 2, 3, 4, และ 5 จะสามารถแก้ได้หรือไม่อย่างไร
3. ครูได้แสดงให้เห็นนักเรียนเห็นว่าวิธีการคิดของกลุ่มที่ 1 สามารถนำมาใช้หาคำตอบของกลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 ได้
4. ครูได้อธิบายถึงเหตุการณ์ในใบกิจกรรมกลุ่มนักเรียน ครูได้อธิบายว่า ในการทดลองสุ่ม เช่น การทอดลูกเต๋าลูกหนึ่งครั้ง เมื่อสนใจแต้มที่จะได้ ปริภูมิตัวอย่างของการทดลองสุ่ม คือ $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ ถ้าสนใจเฉพาะผลลัพธ์ของแต้มที่มากกว่า 4 จะได้ว่าผลลัพธ์ที่สนใจ คือ 5 และ 6 โดยจะเรียกเซตของผลลัพธ์ที่สนใจจากการทดลองสุ่มว่า **เหตุการณ์ (event)** หรือพูดง่าย ๆ ว่า เหตุการณ์ คือ เซตของผลลัพธ์ที่เราสนใจนั่นเอง หรืออาจจะเรียกได้ว่า เหตุการณ์ เป็นสับเซตของ ปริภูมิตัวอย่าง
5. ครูให้นักเรียนทุกคนทำใบงาน เรื่อง เหตุการณ์

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1.นักเรียนบอกความหมายของเหตุการณ์ได้	ความถูกต้องของการหาเหตุการณ์	ใบงาน เรื่อง เหตุการณ์	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70
2.นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาผลของการทดลองสุ่มในเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้	ประเมิน วิธีการหาจำนวนเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ ถูกต้องหรือไม่	ใบงาน เรื่อง เหตุการณ์	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70
3.นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบประเมินพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับพอใช้ขึ้นไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

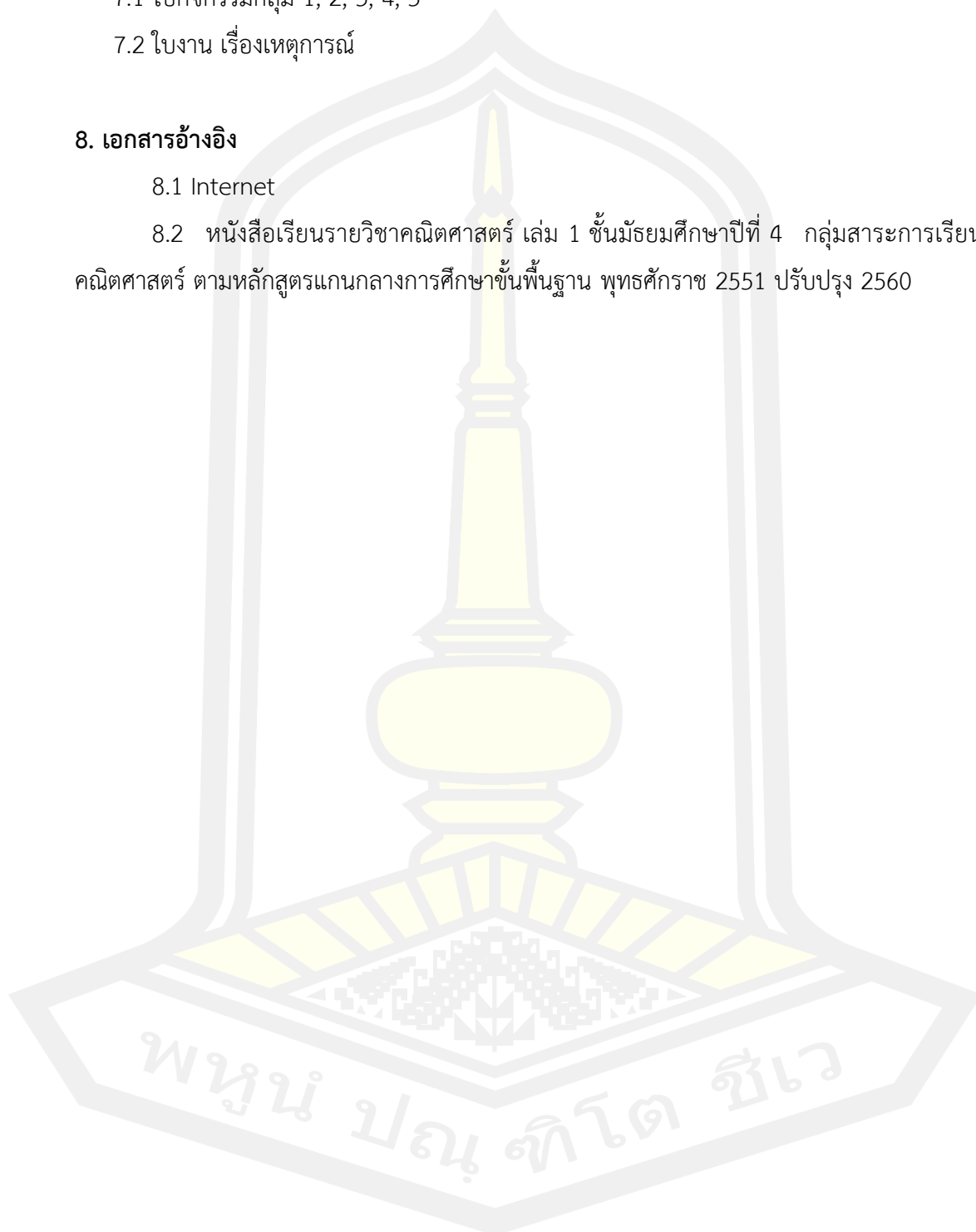
7.1 ใบกิจกรรมกลุ่ม 1, 2, 3, 4, 5

7.2 ใบงาน เรื่องเหตุการณ์

8. เอกสารอ้างอิง

8.1 Internet

8.2 หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุง 2560



9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

9.1 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9.3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

(นางสาวเกวลี มหา)

วันที่ ... เดือนพ.ศ.

10.เกณฑ์การประเมิน

-เกณฑ์การประเมินใบงานเรื่อง เหตุการณ์

หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
การคิดวิเคราะห์	ไม่สามารถวิเคราะห์ได้เลย (ไม่เขียนคำตอบ)	สามารถวิเคราะห์ได้แต่ไม่ถูกต้อง	สามารถวิเคราะห์ได้และถูกต้องบางส่วน	สามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องทั้งหมด
บอกความหมายของเหตุการณ์	ไม่สามารถเขียนได้เลย	สามารถบอกความหมายของเหตุการณ์ได้ แต่ไม่ถูกต้อง	สามารถบอกความหมายของเหตุการณ์ได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน	สามารถบอกความหมายของเหตุการณ์ได้ ถูกต้องทั้งหมด

-เกณฑ์การประเมินทักษะ

หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
สามารถแสดงวิธีการหาผลของการทดลองสุ่มในเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้	ไม่ทำอะไรเลย	ไม่สามารถแสดงวิธีการหาผลของการทดลองสุ่มในเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้	สามารถแสดงวิธีการหาผลของการทดลองสุ่มในเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้แต่ถูกต้องเพียงบางส่วน	สามารถแสดงวิธีการหาผลของการทดลองสุ่มในเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ถูกต้องทั้งหมด
การสรุปคำตอบ	ไม่สามารถสรุปคำตอบได้	สรุปได้แต่ไม่ครบ	สรุปได้อย่างครบถ้วนแต่ไม่ละเอียด	สรุปได้ครบถ้วนและละเอียด

-เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะ

	ระดับคะแนน			
หัวข้อประเมิน	3	2	1	0
มีวินัย	ชิ้นงานสะอาด เรียบร้อย ปฏิบัติตน อยู่ในข้อตกลงที่ กำหนดให้ร่วมกัน	ชิ้นงานส่วนใหญ่ สะอาดเรียบร้อย ไม่ปฏิบัติตนอยู่ใน ข้อตกลงที่ กำหนดให้ร่วมกัน	ชิ้นงาน ไม่ค่อย สะอาดเรียบร้อย ไม่ปฏิบัติตนอยู่ใน ข้อตกลงที่ กำหนดให้ร่วมกัน	ไม่ส่งงาน เลย
มีความตรงต่อ เวลา	ส่งงานครบทุกชิ้นและ ตรงต่อเวลา	ส่งงานครบทุกชิ้น แต่ไม่ตรงต่อเวลา	ส่งงานไม่ครบและ ไม่ตรงต่อเวลา	ไม่ส่งงาน
ให้ความ ร่วมมือกับ คุณครู	ให้ความร่วมมือ ร่วม แสดงความคิดเห็น	ให้ความร่วมมือ แสดงความคิดเห็น เป็น 2-3 ครั้ง	ให้ความร่วมมือ แสดงความคิดเห็น 1 ครั้ง	ไม่ให้ความ ร่วมมือ

เกณฑ์การประเมิน (ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป)

คะแนน 8-9 ระดับ ดีมาก

คะแนน 6-7 ระดับ ดี

คะแนน 4-5 ระดับ พอใช้

คะแนน 4-5 ระดับ ควรปรับปรุง

พหุบัณฑิต ชีวะ

ใบกิจกรรมกลุ่ม 1

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ในถุงใบหนึ่งซึ่งมีลูกแก้วจำนวน 3 ลูก ซึ่งประกอบไปด้วยสีแดง สีฟ้า และสีชมพู สุ่มหยิบลูกแก้ว 3 ลูก โดยหยิบลูกแก้วครั้งละ 1 ลูก และไม่ใส่คืนก่อนจะหยิบลูกแก้วครั้งถัดไป ถ้าสนใจจำนวนผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของการหยิบลูกแก้ว นักเรียนจะมีวิธีใดบ้างในการหาจำนวนผลลัพธ์นี้

1. สิ่งที่ต้องกำหนด

.....

2. สิ่งที่ต้องถาม

.....

3. แนวทางในการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

.....

4. วิธีการแก้ปัญหา (พร้อมเขียนผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. เหตุการณ์ที่ยิบลูกสีฟ้าได้ลำดับที่ 2 หรือลำดับที่ 3

.....

.....

.....

.....

.....

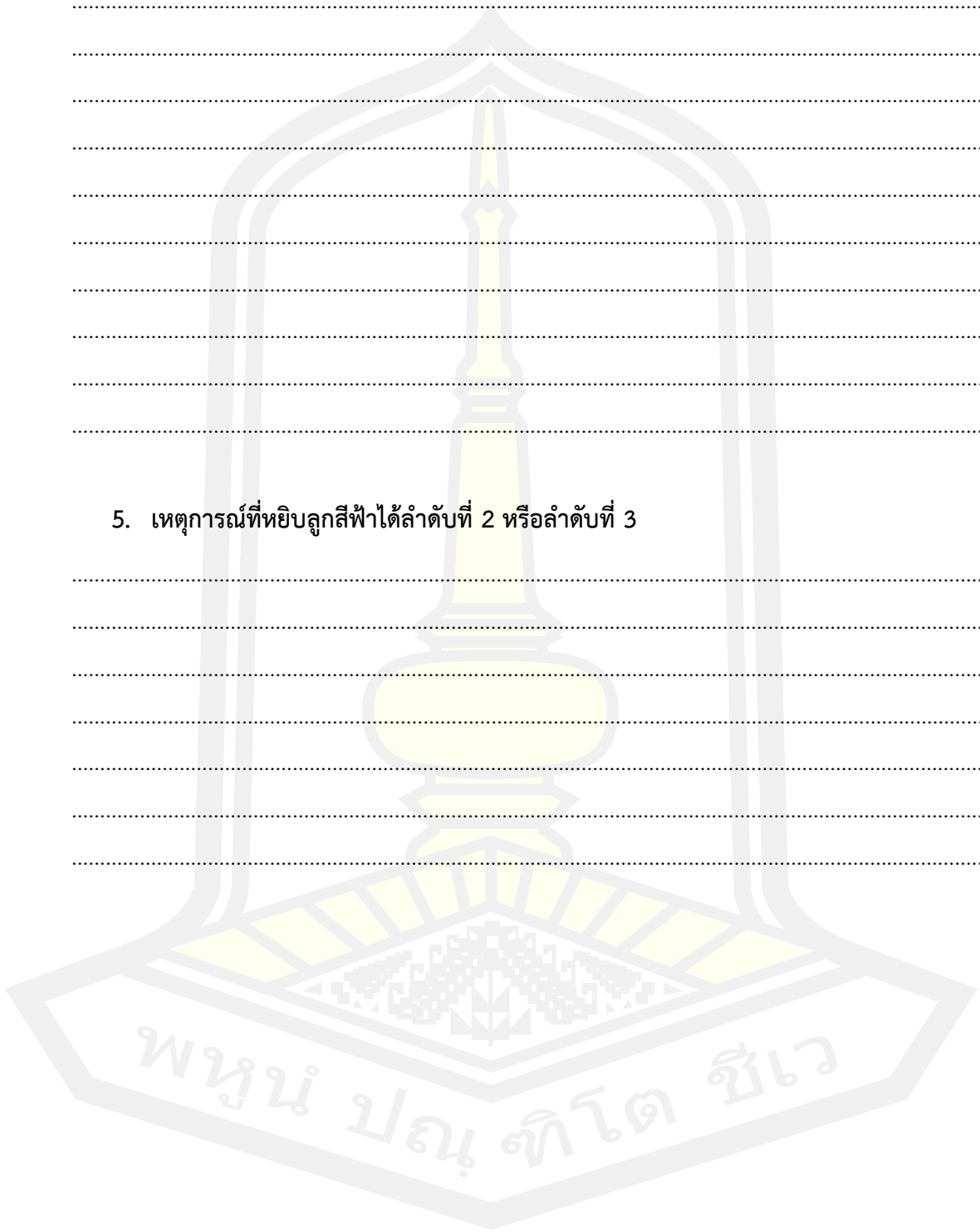
.....

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมกลุ่ม 2

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

การเล่นเป่าขลุ่ยของคู่กับดี 2 ครั้ง ถ้าสนใจการออกสัญลักษณ์มือของคูในการเล่นเป่าขลุ่ยทั้งสองครั้ง นักเรียนจะมีวิธีใดบ้างที่สามารถหาจำนวนผลลัพธ์ที่จะที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมดในการเล่นเป่าขลุ่ยของคูทั้งสองครั้ง

1. สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

2. สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

3. แนวทางในการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

.....

4. วิธีการแก้ปัญหา (พร้อมเขียนผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. เหตุการณ์ที่ดูเป่ายิ่งอุบครั้งแรกเป็นกรรไกร

.....

.....

.....

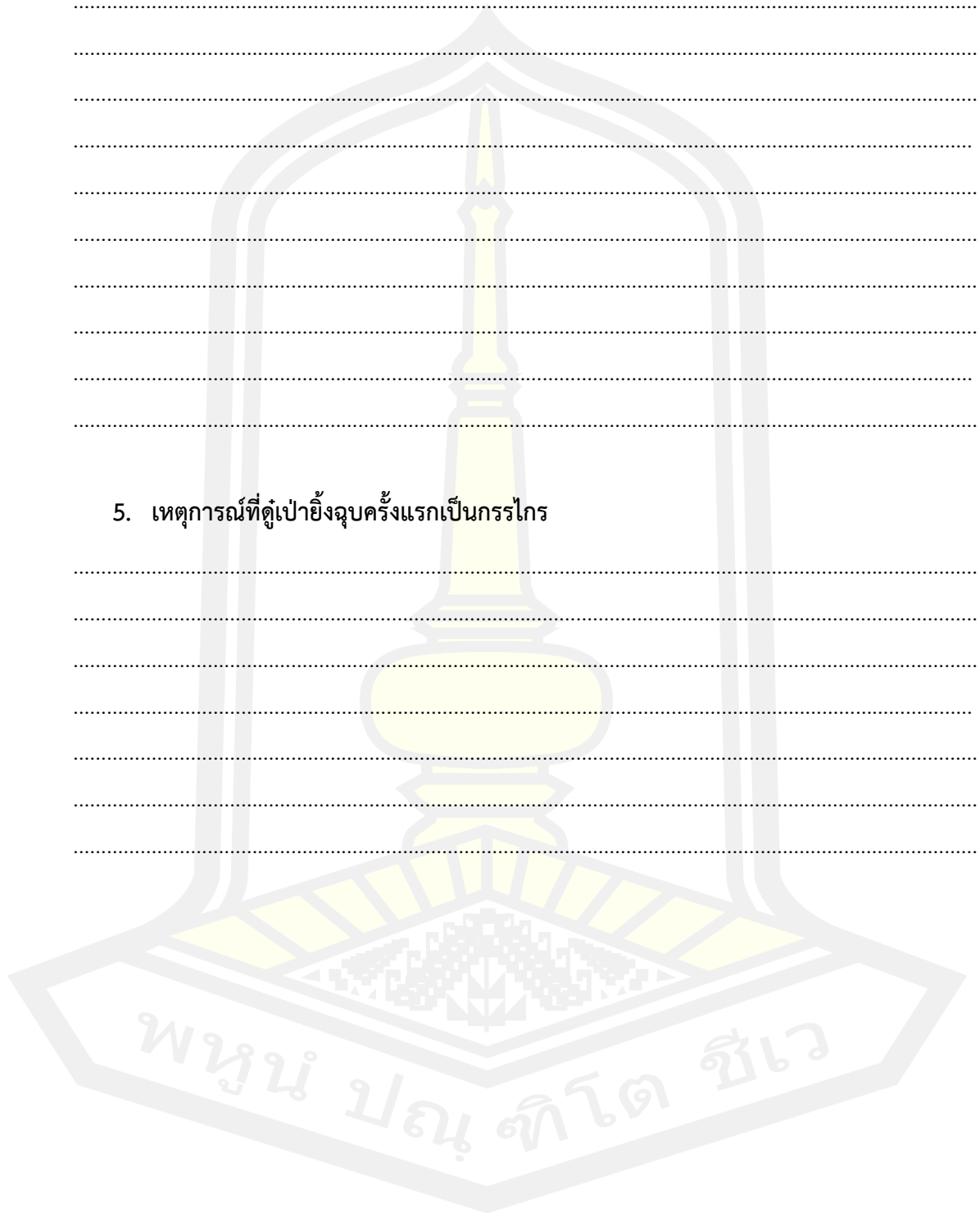
.....

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมกลุ่ม 3

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

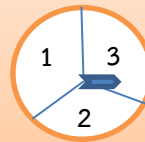
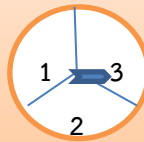
ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

การหมุนวงล้อตัวเลข 2 วงพร้อมกัน



ถ้าสนใจจำนวนผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมดของการหมุนวงล้อ นักเรียนจะมีวิธีใดบ้างที่สามารถหาจำนวนผลลัพธ์ของการหมุนวงล้อนี้ได้

1. สิ่งที่ต้องพิจารณา

.....

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องถาม

.....

.....

.....

3. แนวทางในการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. วิธีการแก้ปัญหา (พร้อมเขียนผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. เหตุการณ์ที่ได้ผลรวมของตัวเลขเป็น 5

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหุบัน ปณฺฑิต โตะ ชเว

ใบกิจกรรมกลุ่ม 4

ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....

ในการโยนเหรียญ 1 เหรียญ และทอดลูกเต๋า 1 ลูก พร้อมกันหนึ่งครั้ง ถ้าผลลัพธ์ที่สนใจคือหน้าของเหรียญและแต้มบนหน้าลูกเต๋า นักเรียนจะมีวิธีใดบ้างที่สามารถหาจำนวนผลลัพธ์ของการโยนเหรียญ 1 เหรียญ และทอดลูกเต๋า 1 ลูก พร้อมกันหนึ่งครั้งได้

1. สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

.....

3. แนวทางในการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. วิธีการแก้ปัญหา (พร้อมเขียนผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. เหตุการณ์ที่เหรียญขึ้นก้อยและแต้มบนหน้าลูกเต๋าเป็นจำนวนคี่

.....

.....

.....

.....

.....

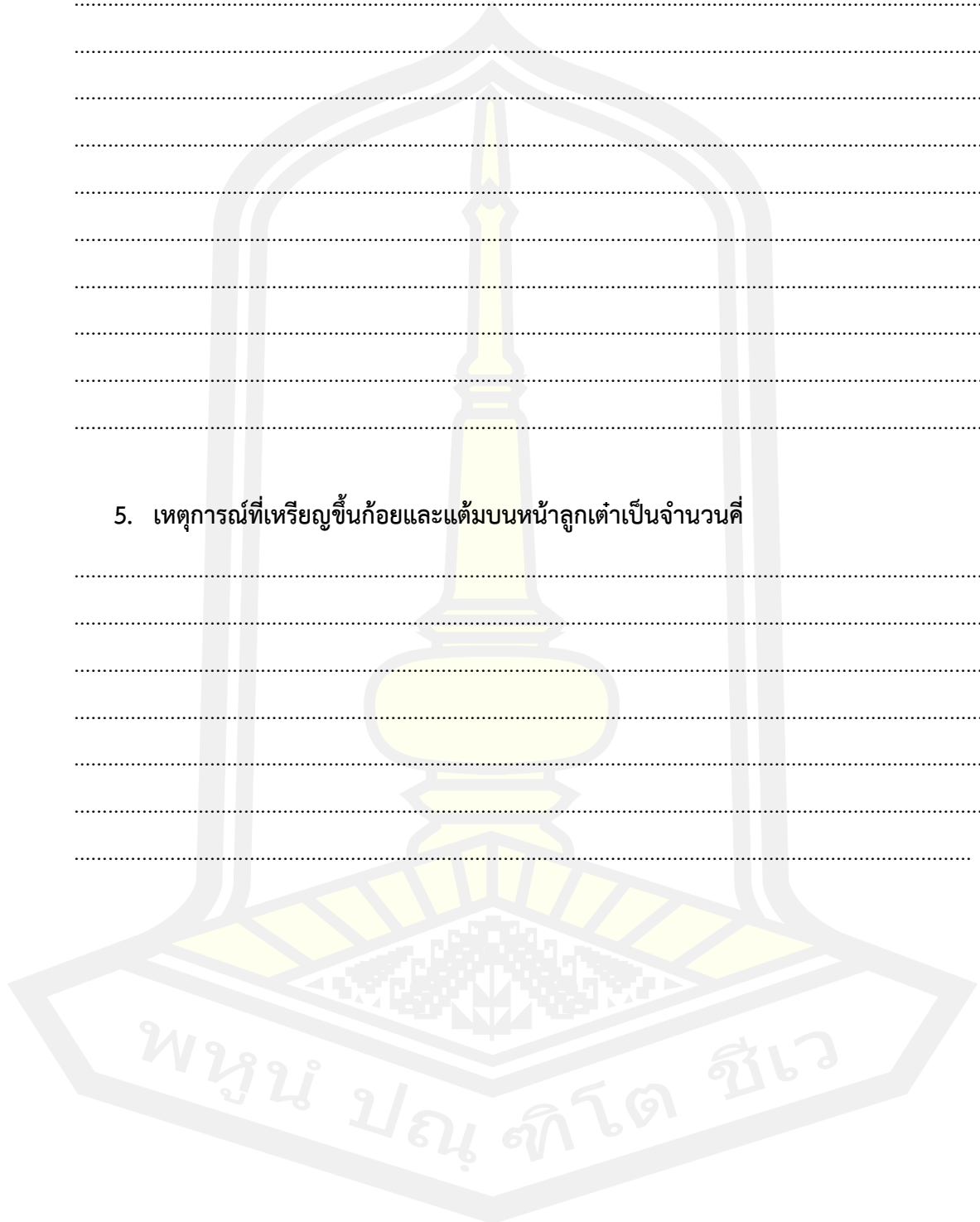
.....

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมกลุ่ม 5

ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....

การโยนลูกเต๋า 2 ลูกพร้อมกัน 1 ครั้ง ถ้าสนใจแต้มบนหน้าลูกเต๋าทั้งสองลูก นักเรียนจะมีวิธีใดบ้างที่สามารถหาจำนวนผลลัพธ์การโยนลูกเต๋า 2 ลูกพร้อมกัน 1 ครั้งได้

1. สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

.....

3. แนวทางในการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. วิธีการแก้ปัญหา (พร้อมเขียนผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. เหตุการณ์ที่แต้มบนหน้าลูกเต๋าจะมีผลรวมมากกว่า 8

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

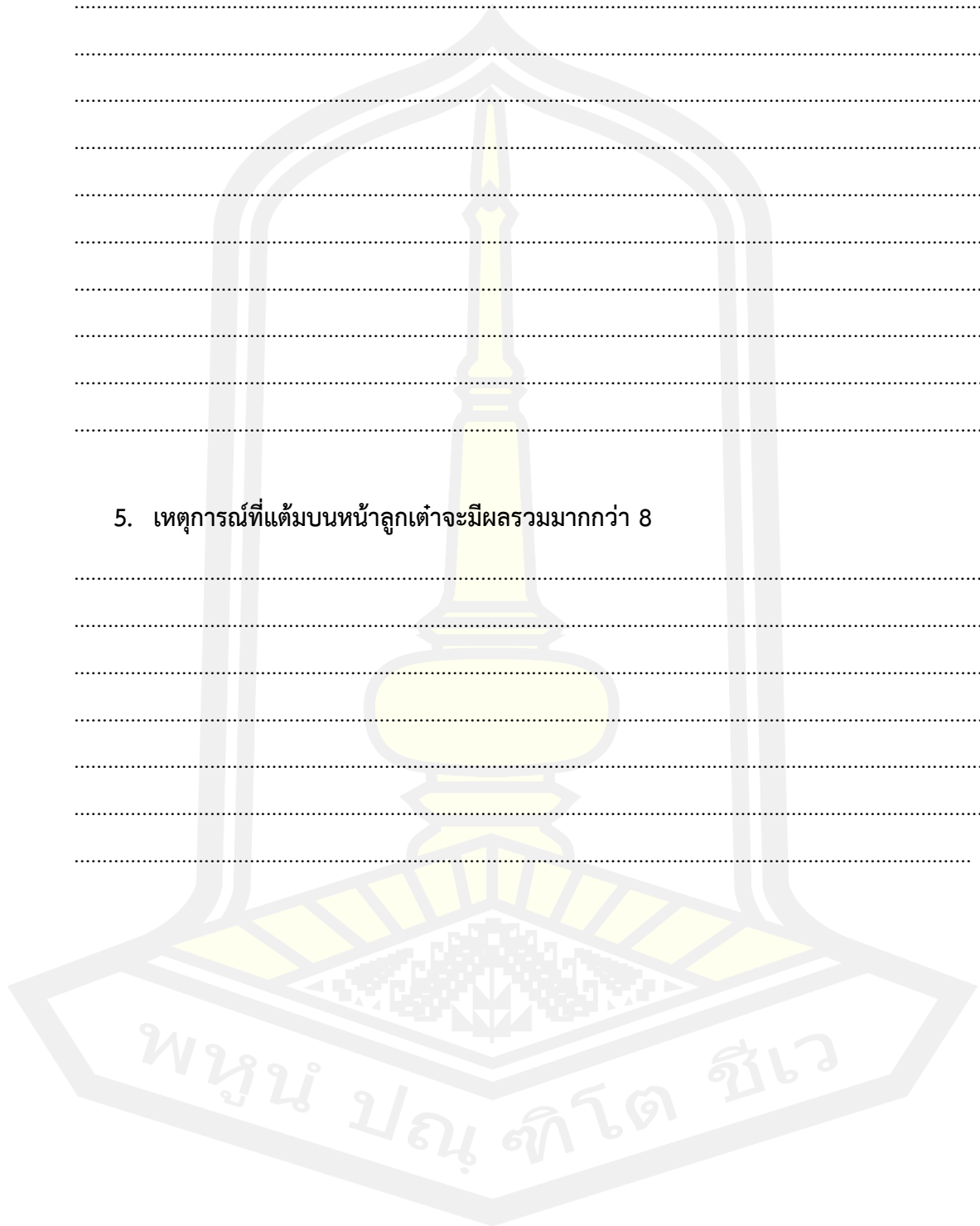
.....

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง:

1. แบบประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบอัตนัย สร้างสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด 3 ข้อ โดยดำเนินการทดสอบหลังสิ้นสุดการสอนจำนวน 3 ข้อ กำหนดเวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นโจทย์ปัญหาที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็น จำนวน 3 ข้อ แต่ละปัญหาจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองสุ่ม ปฏิภูมิ ตัวอย่าง เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ เพื่อให้วิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหามีสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีกระบวนการที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่
 - 3.1 การทำความเข้าใจโจทย์ เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา พิจารณาปัญหานั้นว่าสิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่ต้องการรู้คืออะไร ปัญหากำหนดอะไรมาให้บ้าง
 - 3.2 การเลือกวิธีการแก้ปัญห เป็นความคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญห จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหได้ด้วยวิธีใด
 - 3.3 การใช้วิธีการแก้ปัญห เป็นการดำเนินการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหและรวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้มา ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องก็ต้องดำเนินการแก้ปัญหใหม่อีกครั้ง
 - 3.4 การสรุปคำตอบ ความสามารถในการมองย้อนกลับขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. จงหาจำนวนสมาชิกของแซมเปิลสเปซของการโยนเหรียญ 1 บาท 3 เหรียญพร้อมกันหนึ่งครั้ง

1. สิ่ง โจทย์กำหนด

โยนเหรียญ 1 บาท 3 เหรียญ พร้อมกัน หนึ่ง ครั้ง

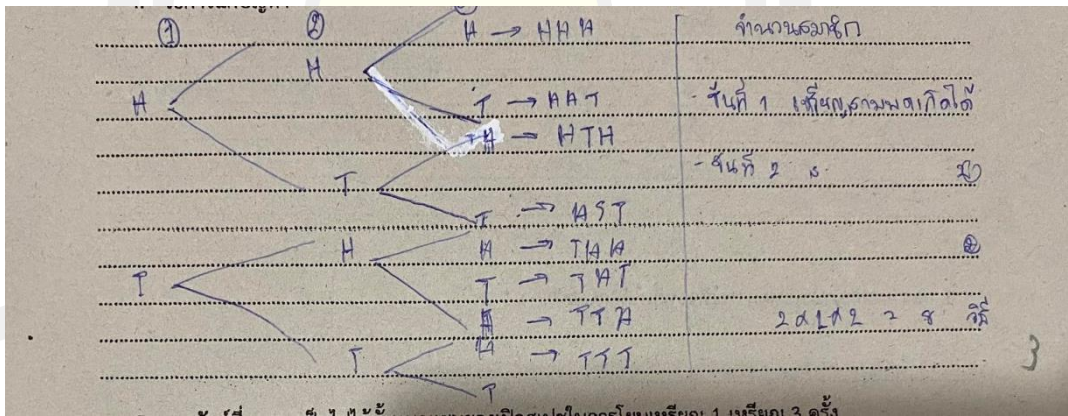
2. สิ่ง โจทย์ถาม

จำนวนสมาชิกของแซมเปิลสเปซของการโยนเหรียญ

3. แนวทางในการแก้ปัญหา

ใช้ทฤษฎีบททวินาม | หลักการคูณ

4. วิธีการแก้ปัญหา



5. ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ทั้งหมดของแซมเปิลสเปซในการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 3 ครั้ง

HHH, HHT, HTH, HTT, THT, THT, TTH, TTT

2. กล่องใบหนึ่งบรรจุลูกบอล 3 ลูก ซึ่งมีลูกบอลสีแดง สีขาว และสีเขียว อย่างละ 1 ลูก ถ้าสุ่มหยิบลูกบอล 2 ลูก โดยหยิบทีละลูกแล้วใส่คืนก่อนหยิบลูกบอลลูกที่สอง จงหาเหตุการณ์ที่จะหยิบได้ลูกบอลสีขาว 1 ลูก

1. สิ่งที่โจทย์กำหนด

กล่องใบหนึ่งบรรจุลูกบอล 3 ลูก ซึ่งมีลูกบอลสีแดง สีขาว และสีเขียว อย่างละ 1 ลูก ถ้าสุ่มหยิบลูกบอล 2 ลูก โดยหยิบทีละลูกแล้วใส่คืนก่อนหยิบลูกบอลลูกที่สอง

2. สิ่งที่โจทย์ถาม

จำนวนเหตุการณ์ที่จะหยิบได้ลูกบอลสีขาว 1 ลูก

3. แนวทางในการแก้ปัญหา

= แทนค่าแทนไม้

4. วิธีการแก้ปัญหา

4. วิธีการแก้ปัญหา

	ไม้ที่ 1	ไม้ที่ 2
ด	ดว ดข ดเขียว	ดว ดข ดเขียว
ข	ขด ขว ขเขียว	ขด ขว ขเขียว
เขียว	เขียวด เขียวข เขียวเขียว	เขียวด เขียวข เขียวเขียว

งานที่เป็นของซ้ำได้แก่การจับ 3 x 3 = 9 วิธี
 เหตุการณ์ที่ 1 x ไม้ที่ 2 ได้ ลูกบอลสีขาว 1 ลูก
 + ดข, ขด, เขียวข, เขียวด
 = 4 เหตุการณ์

5. ตรวจสอบจำนวนเหตุการณ์ที่จะหยิบได้ลูกบอลสีขาว 1 ลูก

ดข, ขด, เขียวข, เขียวด = 4 เหตุการณ์

3. ไฟฟ้าสำหรับหนึ่งมีไฟทั้งหมด 52 ใบ สุ่มหยิบไฟ 2 ใบจากสำหรับ โดยหยิบไฟทีละใบและไม่ใส่คืนก่อนหยิบใบที่สอง จงหาความน่าจะเป็นที่จะหยิบไฟใบแรกได้ไฟสีแดงและไฟใบที่สองได้ไฟสีดำ

1. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด

ไฟสีแดงทั้งหมด 26 ใบ สุ่มหยิบไฟ 2 ใบ จากสำหรับ โดยหยิบไฟทีละใบและไม่ใส่คืนก่อนหยิบใบที่สอง

2. สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม

ความน่าจะเป็นที่จะหยิบไฟใบแรกได้ไฟสีแดงและไฟใบที่สองได้ไฟสีดำ

3. แนวทางในการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

- คำนวณความน่าจะเป็น
- ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

4. วิธีการแก้ปัญหา

$$P(E) = \frac{n(E)}{n(S)}$$

$$= \frac{26 \times 26}{52 \times 51}$$

$$= \frac{13}{51}$$

5. ตรวจสอบผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมดของการสุ่มหยิบไฟ 2 ใบ จากสำหรับ และเหตุการณ์ที่จะหยิบไฟใบแรกได้ไฟสีแดงและไฟใบที่สองได้ไฟสีดำ

$n(S)$ ทั้งหมด
 $n = 52$
 $r = 1$

$n(E)$

1. $(B_1, 1) = B_1$
 2. $(B_1, 2) = B_1$

ทั้งหมดนี้คือเหตุการณ์
 $26 \times 26 = 676$

คำชี้แจง: เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีรายการประเมินทั้งหมด 4 รายการ ซึ่งดัดแปลงมาจากแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจปัญหา การเลือกวิธีการแก้ปัญหา การใช้วิธีการแก้ปัญหา การสรุปคำตอบ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบ คือ 0 1 2 และ 3 ตามลำดับ

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			
		0	1	2	3
1	ความเข้าใจปัญหา	ไม่เขียนอะไรเลย	สามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และ โจทย์ถามหาอะไรได้ แต่ไม่ถูกต้อง	สามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และ โจทย์ถามหาอะไรได้ แต่ ถูกต้องเพียงบางส่วน	สามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และ โจทย์ถามหาอะไรได้ ถูกต้องทั้งหมด
	การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และ สอดคล้อง กับ ปัญหา
	การใช้วิธีการแก้ปัญหา	ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือแสดงการแก้ปัญหาผิดขั้นตอน	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ถูกต้อง แต่ การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา ยังไม่ชัดเจน	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหา เป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	การสรุปคำตอบ	ไม่เขียนสรุปคำตอบ	ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข	ตรวจสอบคำตอบ ได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน	ตรวจสอบคำตอบ ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ตรงตามเงื่อนไข

แบบประเมินแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง:

1. แบบประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยซึ่งวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ ใช้เวลาทำข้อสอบ 30 นาที

1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ จำนวน 1 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 20 นาที

1.3 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด จำนวน 1 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 10 นาที

2. แบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ความน่าจะเป็น แต่ละสถานการณ์จะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับการทดลองสุ่ม ปริภูมิตัวอย่าง เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ เพื่อให้วิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหาสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประเมินโดยองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้

2.1 ความคล่องในการคิด เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด

2.2 ความยืดหยุ่นในการคิด เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลายกลุ่มหลายทิศทาง

2.3 ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ และแตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น

2.4 ความคิดละเอียดลออ เป็นความสามารถในการขยายขอบเขตของความคิดให้ละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน

ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

- ให้นักเรียนตั้งโจทย์เกี่ยวกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์โดยให้ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์มีค่าเท่ากับ 0.5 โดยสร้างให้ได้หลายแบบมากที่สุด (ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ)

<p>โจทย์ปัญหาข้อที่ 1</p> <p>โยนเหรียญ 2 ครั้ง จงหาความน่าจะเป็นที่เหรียญ จะขึ้นหน้าต่างกัน</p>	<p>การแก้โจทย์ปัญหาจากโจทย์ข้อที่ 1</p> <p>① ② $n(S) = 4$</p> <p>$H \begin{cases} H \rightarrow HH \\ T \rightarrow HT \end{cases}$ $n(E) = 2$ (ได้แก่ {HT, TH})</p> <p>$T \begin{cases} H \rightarrow TH \\ T \rightarrow TT \end{cases}$ $P(E) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} = 0.5$</p>						
<p>โจทย์ปัญหาข้อที่ 2</p> <p>ครูส่งนักเรียน 3 คน จากนักเรียน 10 คน ซึ่งนักเรียนชาย 6 คน นักเรียนหญิง 4 คน เพื่อหาองค์ประกอบของความน่า จะเป็นที่ครูจะส่งได้ผู้ชาย 2 คน และผู้หญิง 1 คน.</p>	<p>การแก้โจทย์ปัญหาจากโจทย์ข้อที่ 2</p> <p>$n(S)$ จ: ได้</p> <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr> <td>$n=10$</td> <td>$C_{10,3} = \frac{10!}{7!3!}$</td> <td>$= 120$</td> </tr> <tr> <td>$n=6$</td> <td>$C_{6,2} = \frac{6!}{4!2!}$</td> <td>$= 15$</td> </tr> </table> <p>$n(E) = 15 \times 4 = 60$</p> <p>$P(E) = \frac{60}{120} = \frac{1}{2} = 0.5$</p> <p style="margin-left: 20px;">$C_{4,1} = \frac{4!}{3!1!} = 4$</p>	$n=10$	$C_{10,3} = \frac{10!}{7!3!}$	$= 120$	$n=6$	$C_{6,2} = \frac{6!}{4!2!}$	$= 15$
$n=10$	$C_{10,3} = \frac{10!}{7!3!}$	$= 120$					
$n=6$	$C_{6,2} = \frac{6!}{4!2!}$	$= 15$					
<p>โจทย์ปัญหาข้อที่ 3</p> <p>โยนเหรียญ 1 เหรียญ ทอเต๋า 6 ด้าน จงหาความน่าจะเป็นที่เต๋ารolling เป็นจำนวนคู่</p>	<p>การแก้โจทย์ปัญหาจากโจทย์ข้อที่ 3</p> <p>$S = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6\} = 12$</p> <p>$E = \{H_2, H_4, H_6, T_2, T_4, T_6\} = 6$</p> <p>จ: ได้ $P(E) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2} = 0.5$</p>						
<p>โจทย์ปัญหาข้อที่ 4</p> <p>โยนเหรียญ 1 เหรียญ 16 ครั้ง 1 ครั้ง จงหาความน่าจะเป็นที่เหรียญจะขึ้นหน้า</p>	<p>การแก้โจทย์ปัญหาจากโจทย์ข้อที่ 4</p> <p>$S = \{H, T\} = 2$</p> <p>$E = \{H\} = 1$</p> <p>จ: ได้ $P(E) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{1}{2} = 0.5$</p>						

<p>โจทย์ปัญหาข้อที่ 5 ดึงตัวอักษรแต่ละตัว โดยดัดให้มีสี แถว 1 ตัว สีฟ้า 2 ตัว และสีขาวย 3 ตัว จงหาความน่าจะเป็นที่ได้อักษร ได้อักษร โดยเขียน จากตัว 1 ตัว</p>	<p>การแก้โจทย์ปัญหาจากโจทย์ข้อที่ 5</p> <table border="0"> <tr> <td>$n(S)$</td> <td>$n(E)$</td> </tr> <tr> <td>$n=6$</td> <td>$n=3$</td> </tr> <tr> <td>$r=1$</td> <td>$r=1$</td> </tr> <tr> <td>$C_{6,1} = \frac{6!}{5!1!} = 6$</td> <td>$C_{3,1} = \frac{3!}{2!1!} = 3$</td> </tr> </table> <p>จ:ได้ $P(E) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} = 0.5$</p>	$n(S)$	$n(E)$	$n=6$	$n=3$	$r=1$	$r=1$	$C_{6,1} = \frac{6!}{5!1!} = 6$	$C_{3,1} = \frac{3!}{2!1!} = 3$
$n(S)$	$n(E)$								
$n=6$	$n=3$								
$r=1$	$r=1$								
$C_{6,1} = \frac{6!}{5!1!} = 6$	$C_{3,1} = \frac{3!}{2!1!} = 3$								
<p>โจทย์ปัญหาข้อที่ 6 จี๊สจากห้องนักเรียนในห้อง จาก 30 คน ซึ่งเขียนชาย 15 คน และหญิง 15 คน จงหาความน่าจะเป็นที่เลือกนักเรียนที่ เลือกจะเขียน ชื่อนักเรียนชาย</p>	<p>การแก้โจทย์ปัญหาจากโจทย์ข้อที่ 6 จากห้องเรียน ห้องเรียน 30 คน ซึ่งเขียนชาย 15 คน จ:ได้ $P(E) = \frac{15}{30} = \frac{1}{2}$</p> <p><small>อันนี้หาค่าความน่าจะเป็นของเลือกนักเรียนที่เลือกจะเขียนชื่อตัวอักษร</small></p>								
<p>โจทย์ปัญหาข้อที่ 7 กลิ้งลูกเต๋าสองลูก 1 อัน โดยได้ หมายเลข 3, 4, 7, 9, 10 และ 11 ทั้งหมด ได้แต้มคู่ และแต้ม 1 แต้มจากกลิ้งลูกเต๋าสอง ลูก จงหาความน่าจะเป็นที่เลือกจะได้อีกแต้ม หมายเลข เลข เป็น จำนวน 6 หรือ 12</p>	<p>การแก้โจทย์ปัญหาจากโจทย์ข้อที่ 7</p> <table border="0"> <tr> <td>$n(S)$</td> <td>$n(E)$</td> </tr> <tr> <td>$n=6$</td> <td>$n=3$</td> </tr> <tr> <td>$r=1$</td> <td>$r=1$</td> </tr> <tr> <td>$C_{6,1} = \frac{6!}{5!1!} = 6$</td> <td>$C_{3,1} = \frac{3!}{2!1!} = 3$</td> </tr> </table> <p>จ:ได้ $P(E) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} = 0.5$</p>	$n(S)$	$n(E)$	$n=6$	$n=3$	$r=1$	$r=1$	$C_{6,1} = \frac{6!}{5!1!} = 6$	$C_{3,1} = \frac{3!}{2!1!} = 3$
$n(S)$	$n(E)$								
$n=6$	$n=3$								
$r=1$	$r=1$								
$C_{6,1} = \frac{6!}{5!1!} = 6$	$C_{3,1} = \frac{3!}{2!1!} = 3$								
<p>โจทย์ปัญหาข้อที่ 8 กลิ้งลูกเต๋าสองลูก โดยได้ออกจุด 2 แต้ม และ 4 แต้ม แล้วกลิ้งอีก 2 แต้ม อีกแต้มหนึ่ง ได้แต้ม 1 แต้ม จงหาความน่าจะเป็นที่ จ:ได้ 4 หรือ 10 แต้ม</p>	<p>การแก้โจทย์ปัญหาจากโจทย์ข้อที่ 8</p> <table border="0"> <tr> <td>$n(S)$</td> <td>$n(E)$</td> </tr> <tr> <td>$n=4$</td> <td>$n=2$</td> </tr> <tr> <td>$r=1$</td> <td>$r=1$</td> </tr> <tr> <td>$C_{4,1} = \frac{4!}{3!1!} = 4$</td> <td>$C_{2,1} = \frac{2!}{1!1!} = 2$</td> </tr> </table> <p>จ:ได้ $P(E) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} = 0.5$</p>	$n(S)$	$n(E)$	$n=4$	$n=2$	$r=1$	$r=1$	$C_{4,1} = \frac{4!}{3!1!} = 4$	$C_{2,1} = \frac{2!}{1!1!} = 2$
$n(S)$	$n(E)$								
$n=4$	$n=2$								
$r=1$	$r=1$								
$C_{4,1} = \frac{4!}{3!1!} = 4$	$C_{2,1} = \frac{2!}{1!1!} = 2$								

2. กล่องใบหนึ่งบรรจุหลอดไฟ 5 หลอด ในจำนวนนี้มีหลอดดี 3 หลอด และหลอดเสีย 2 หลอด ถ้าสุ่มหยิบหลอดไฟ 2 หลอด จงหาความน่าจะเป็นที่จะได้หลอดดี 1 หลอด และหลอดเสีย 1 หลอด โดยใช้วิธีการหาที่แปลกใหม่และแตกต่างกันหลาย ๆ แบบให้ได้มากที่สุด (ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม)

1. $n(E)$ หลอดไฟแต่ละหลอดสามารถ
 หน้าที่ 1 แยกได้ 3 วิธี
 หน้าที่ 2 แยกได้ 2 วิธี

$n(E) = 3 \times 2 = 6$ วิธี

$n(S) =$ ผลจากการทดลองทุกคู่ซึ่งรวมได้แตกต่างกัน

$C(n, r) = \frac{n!}{(n-r)!r!}$

$C(5, 2) = \frac{5!}{(5-2)!2!}$

$= \frac{5!}{3!2!}$

$= \frac{5 \times 4 \times 3!}{3! \times 2!}$

$= 10$

$P(E) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$

จำนวนหลอดที่หลอด $4+3+2+1 = 10$ วิธี
 จำนวนหลอดที่หลอด 6 วิธี
 ความน่าจะเป็นที่จะได้หลอด $\frac{6}{10} = \frac{3}{5}$

2. จาก $n(S)$

$n: 1 \quad C_{5,2} = \frac{5!}{(5-2)!2!} = \frac{5 \times 4}{2 \times 1} = 10$

$r: 2$

$n(E)$

หลอดดี \quad หลอดเสีย

$n: 1 \quad C_{3,1} = 3 \quad n: 2 \quad C_{2,1} = 2$

$r: 1 \quad r: 1$

$\therefore 3+2 = 6$

$P(E) = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$

3. $P(E) = \frac{n(E)}{n(S)}$

$= \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$

4. $P(E) = \frac{n(E)}{n(S)}$

$= \frac{\binom{3}{1}\binom{2}{1}}{\binom{5}{2}} = \frac{3 \times 2}{10} = \frac{6}{10} = 0.6$

$\binom{5}{2}$

3. กล่อง 1 ใบ บรรจุลูกบอล 20 ลูก ประกอบไปด้วย ลูกบอลสีฟ้า, สีแดง และสีเหลือง อยากทราบว่า ในกล่องใบนี้บรรจุลูกบอลเป็นอย่างไร โดยมีเงื่อนไขว่าลูกบอลที่หยิบได้มากที่สุดต้องมีความน่าจะเป็นไม่เกิน 0.8 (ความคิดคล่อง, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม)

แนวการคิด สีเหลือง 10 สีแดง 5 สีฟ้า 5 วิธีการคิดหาคำตอบ จากโจทย์จะได้ว่าลูกบอลสีเหลือง เป็นลูกบอลที่มากที่สุด ดังนั้นจะได้ ความน่าจะเป็นของลูกบอลที่มากที่สุดเท่ากับ $\frac{10}{20} = 0.5$

ลูกบอลในกล่อง	วิธีการคิดหาคำตอบ (ความน่าจะเป็นไม่เกิน 0.8)
สีเหลือง 10 สีฟ้า 7 เหลือง 3	ทุกสีที่น่าจะเป็นไปได้ที่มากที่สุด ดังนั้น จะได้ $\frac{10}{20} = 0.5$
สีเหลือง 12 สีฟ้า 2 สีแดง 6	$n(S) = 20$ $n(E) = 12$ จากสูตรความน่าจะเป็น $P(E) = \frac{12}{20} = 0.6$
สีฟ้า 14 สีแดง 3 เหลือง 3	$n(S) = 20$ $n(E) = 14$ จะได้ $P(E) = \frac{14}{20} = 0.7$

<p>แถว 9 ที่ 6 เหลือ 5.</p>	<p>จากทั้งหมด ผลรวมที่ใส่ได้ ดังนั้น ความน่าจะเป็นได้ $q = \frac{5}{20} = 0.25$</p>
<p>เหลือ 8 แถว 6 ที่ 6</p>	<p>$n(S) = 20$ $n(E) = 8$ จะได้ $P(E) = \frac{8}{20} = 0.4$</p>
<p>ที่ 15 แถว 3 เหลือ 2</p>	<p>$n(S) = 20$ $n(E) = 15$ จะได้ $P(E) = \frac{15}{20} = 0.75$</p>

เกณฑ์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง: เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์รายการประเมินทั้งหมด 4 รายการ ซึ่งดัดแปลงมาจากแนวคิดของกิลฟอร์ด ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบ คือ 0 1 2 และ 3 ตามลำดับ

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			
		0	1	2	3
1	ความคิดคล่อง	ไม่ตอบหรือตอบได้ตรงประเด็น ถูกต้องต่ำกว่า 50% ในเวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง ตั้งแต่ 50%-59% ในเวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง ตั้งแต่ 60%-69% ในเวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง 70% ขึ้นไป ในเวลาที่กำหนด
	ความคิดยืดหยุ่น	ไม่มีแนวคิดหรือคำตอบที่ถูกต้อง	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้ 1 แนวคิด	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้ 2 แนวคิด	แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้มากกว่า 2 แนวคิด
	ความคิดริเริ่ม	ไม่ปรากฏแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่	มีสิ่งบ่งชี้บางอย่างให้เห็นแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่	นำแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เรียนรู้มาพัฒนาให้อยู่ในแนวทางของตนเองและสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้	แสดงวิธีการคิดแก้ปัญหาที่แปลกใหม่เป็นของตนเอง แสดงถึงความ เป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหา

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			
		0	1	2	3
	ความคิด ละเอียดลออ	ไม่นำเสนอ แนวคิดเลย	นำเสนอหรือ อธิบายแนวคิดได้ ไม่ละเอียดชัดเจน และมีการใช้ รูปภาพ แทน ปัญหาแต่ไม่ สมบูรณ์หรือไม่มี การใช้รูปภาพ แทนปัญหา	นำเสนอหรือ อธิบายแนวคิดได้ อย่างละเอียด ชัดเจนแต่มีการใช้ รูปภาพ แทน ปัญหาไม่สมบูรณ์ หรือ นำเสนอหรือ อธิบายแนวคิดได้ ไม่ละเอียดชัดเจน แต่มีการใช้ รูปภาพ แทน ปัญหาได้สมบูรณ์	นำเสนอหรือ อธิบายแนวคิดได้ อย่างละเอียด ชัดเจนและมีการใช้ รูปภาพ แทนปัญหา ได้สมบูรณ์



ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้ใช้สำหรับประเมินความเหมาะสมของแผน เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการเชิงสร้างสรรค์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการเชิงสร้างสรรค์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสม

ในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีคะแนนพิจารณาความคิดเห็นดังนี้

- 5 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

พหุบัณฑิต ชีวะ

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
1.3 ตรงตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 ครอบคลุมกับสาระสำคัญ					
2.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้					
2.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้สามารถบรรลุ ได้					
3. สาระการเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.3 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด					
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง					
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
5. กิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด					
5.1.1 ชี้นำทำความเข้าใจปัญหา					
5.1.2 ชี้นำสร้างแนวคิดที่หลากหลาย					
5.2 ชี้นำการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน					
5.2.1 ชี้นำเตรียมเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ					
5.2.2 ชี้นำวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด					
5.3 ชี้นำอธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้น เรียน					
5.4 ชี้นำสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทาง					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
คณิตศาสตร์ของนักเรียน					
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้					
6.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน					
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้					
7.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้					
7.2 เหมาะสมกับระดับชั้นที่เรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่เดือนพ.ศ.....

ตารางที่ 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนที่ 1- แผนที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนจัดการเรียนรู้					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด							
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ตรงตามหลักสูตรแกนกลาง ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ครอบคลุมกับสาระสำคัญ	5.00	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.33	4.67	5.00	4.67	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้ สามารถบรรลุได้	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.73	เหมาะสมมากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.87	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	5.00	5.00	4.67	5.00	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด							
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ แกนกลาง	5.00	4.67	4.67	5.00	4.67	4.80	เหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนจัดการเรียนรู้					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	4.67	4.67	5.00	4.67	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้							
5.1 ขั้่นนำเสนอปัญหาปลายเปิด							
5.1.1 ขั้่นทำความเข้าใจปัญหา	4.33	5.00	5.00	4.67	4.67	4.73	เหมาะสมมากที่สุด
5.1.2 ขั้่นสร้างแนวคิดที่หลากหลาย	4.33	4.67	4.33	4.67	4.67	4.53	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ขั้่นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน							
5.2.1 ขั้่นเตรียมเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ	4.67	4.33	4.33	5.00	4.67	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
5.2.2 ขั้่นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด	4.33	4.67	4.67	4.67	5.00	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 ขั้่นอธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.33	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 ขั้่นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	4.67	4.67	5.00	4.67	4.33	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล							
6.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์ การเรียนรู้ได้	5.00	4.67	5.00	5.00	4.67	4.87	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน	5.00	4.67	4.67	4.33	4.33	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้							
7.1 สื่อการเรียนการสอน สอดคล้องกับการเรียนรู้	4.67	5.00	4.33	4.67	5.00	4.73	เหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนจัดการเรียนรู้					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
7.2 เหมาะสมกับระดับชั้นที่เรียน	4.67	5.00	4.67	4.33	5.00	4.73	เหมาะสม มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.77	4.75	4.75	4.77	4.73	4.75	เหมาะสม มากที่สุด

ตารางที่ 21 แสดงสรุปผลการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยแยกเป็นรายด้าน

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.93	0.06	เหมาะสมมากที่สุด
2.จุดประสงค์การเรียนรู้	4.69	0.03	เหมาะสมมากที่สุด
3.สาระการเรียนรู้	4.90	0.04	เหมาะสมมากที่สุด
4.สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	4.80	0.01	เหมาะสมมากที่สุด
5.กิจกรรมการเรียนรู้	4.63	0.05	เหมาะสมมากที่สุด
6.การวัดและประเมินผล	4.74	0.01	เหมาะสมมากที่สุด
7.สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	4.73	0.01	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.77	0.02	เหมาะสมมากที่สุด

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตารางที่ 22 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุปผลการ ประเมิน
		1	2	3			
1	ความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การเลือกวิธีแก้ปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การใช้วิธีการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การสรุปคำตอบ	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	ความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การเลือกวิธีแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การใช้วิธีการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การสรุปคำตอบ	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	ความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การเลือกวิธีแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การใช้วิธีการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การสรุปคำตอบ	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	ความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การเลือกวิธีแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การใช้วิธีการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การสรุปคำตอบ	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	ความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การเลือกวิธีแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การใช้วิธีการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การสรุปคำตอบ	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
6	ความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การเลือกวิธีแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การใช้วิธีการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	การสรุปคำตอบ	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าอำนาจการจำแนก	แปลผล	ค่าความยากง่าย	แปลผล	สรุป
1	0.37	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.40	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.36	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.30	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.41	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.35	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 3 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.55-0.62 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.30-0.41 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 24 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุปผลการ ประเมิน
		1	2	3			
1	ความยืดหยุ่น	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
	ความคิดริเริ่ม	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	ความคิดคล่อง	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
	ความคิดริเริ่ม	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
3	ความคิดคล่อง	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	ความยืดหยุ่น	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	ความคิดริเริ่ม	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	ความคิดละเอียดลออ	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	ความยืดหยุ่น	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	ความคิดริเริ่ม	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
5	ความยืดหยุ่น	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุปผลการ ประเมิน
		1	2	3			
	ความคิดริเริ่ม	+1	0	+1	1	0.67	สอดคล้อง
	ความคิดละเอียดลออ	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
6	ความคิดคล่อง	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	ความคิดยืดหยุ่น	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
	ความคิดริเริ่ม	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าอำนาจการจำแนก	แปลผล	ค่าความยากง่าย	แปลผล	สรุป
1	0.38	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.38	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.34	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.37	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.37	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.36	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้	ใช้ได้

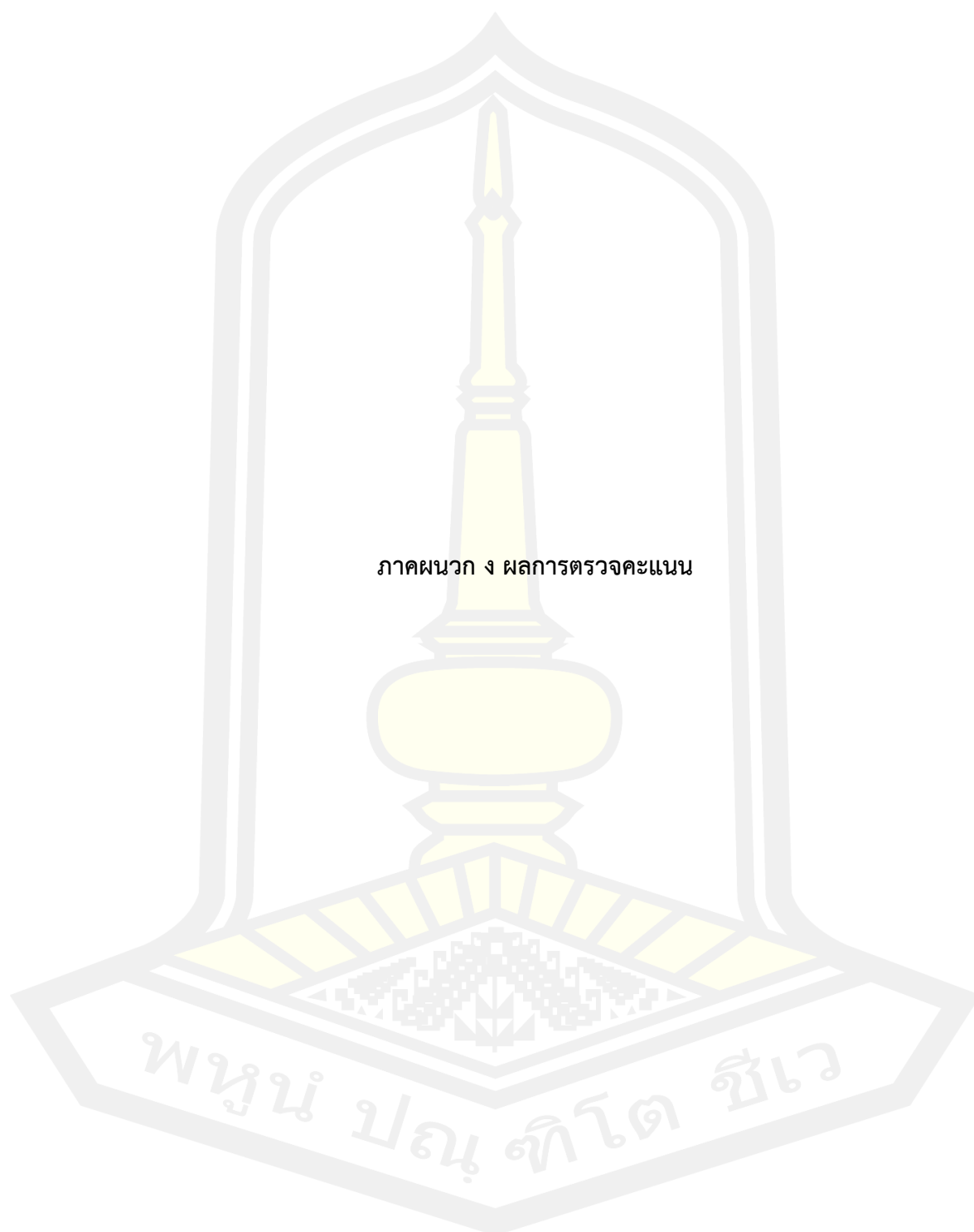
เลือกข้อสอบจำนวน 3 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.58-0.62 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.34-0.38 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.97

ตารางที่ 26 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นข้อสอบคู่ขนาน

ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ
2.67	0.76	0.95
2.73	0.75	

จากการทดสอบค่าเฉลี่ยของข้อสอบที่มีเนื้อหาและวัตถุประสงค์เดียวกัน พบว่ามีค่าเฉลี่ย 2.67 2.73 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อสอบคือ 0.76 0.75 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบทั้งสองข้อมีค่าเท่ากับ 0.95 ดังนั้น แสดงว่าข้อสอบทั้งสองข้อนี้ไม่แตกต่างกัน





ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 27 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์				คะแนนรวม (36)
	ความเข้าใจปัญหา (9)	การเลือกวิธีการแก้ปัญหา (9)	การใช้วิธีการแก้ปัญหา (9)	การสรุปคำตอบ (9)	
1	7	7	6	7	27
2	6	8	5	4	23
3	7	8	9	6	30
4	5	7	6	6	24
5	9	8	8	5	30
6	9	7	8	7	31
7	7	7	8	8	30
8	6	7	7	7	27
9	4	6	6	6	22
10	7	7	7	6	27
11	6	8	8	7	29
12	9	9	8	8	34
13	7	7	5	5	24
14	7	8	8	8	31
15	8	8	8	8	32
16	9	9	9	8	35
17	8	9	9	9	35
18	7	5	5	5	22
19	8	7	7	7	29
20	6	7	8	9	30
21	6	9	9	9	33

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์				คะแนน รวม (36)
	ความเข้าใจ ปัญหา (9)	การเลือกวิธีการ แก้ปัญหา (9)	การใช้วิธีการ แก้ปัญหา (9)	การสรุปคำตอบ (9)	
22	5	9	8	9	31
23	8	9	9	9	35
24	8	5	3	3	19
25	8	6	6	6	26
26	6	6	6	6	24
27	8	8	6	6	28
28	5	5	4	5	19
29	6	9	8	9	32
30	8	9	8	9	33
31	8	9	9	9	35
32	8	8	7	7	30
33	6	7	7	6	26
34	8	8	8	7	31
35	9	7	9	8	33
$\sum x$	249	263	252	244	1007
\bar{x}	7.11	7.51	7.2	6.97	28.77
S.D	1.32	1.22	1.55	1.60	4.52

ตารางที่ 28 แสดงความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินของแบบวัดการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

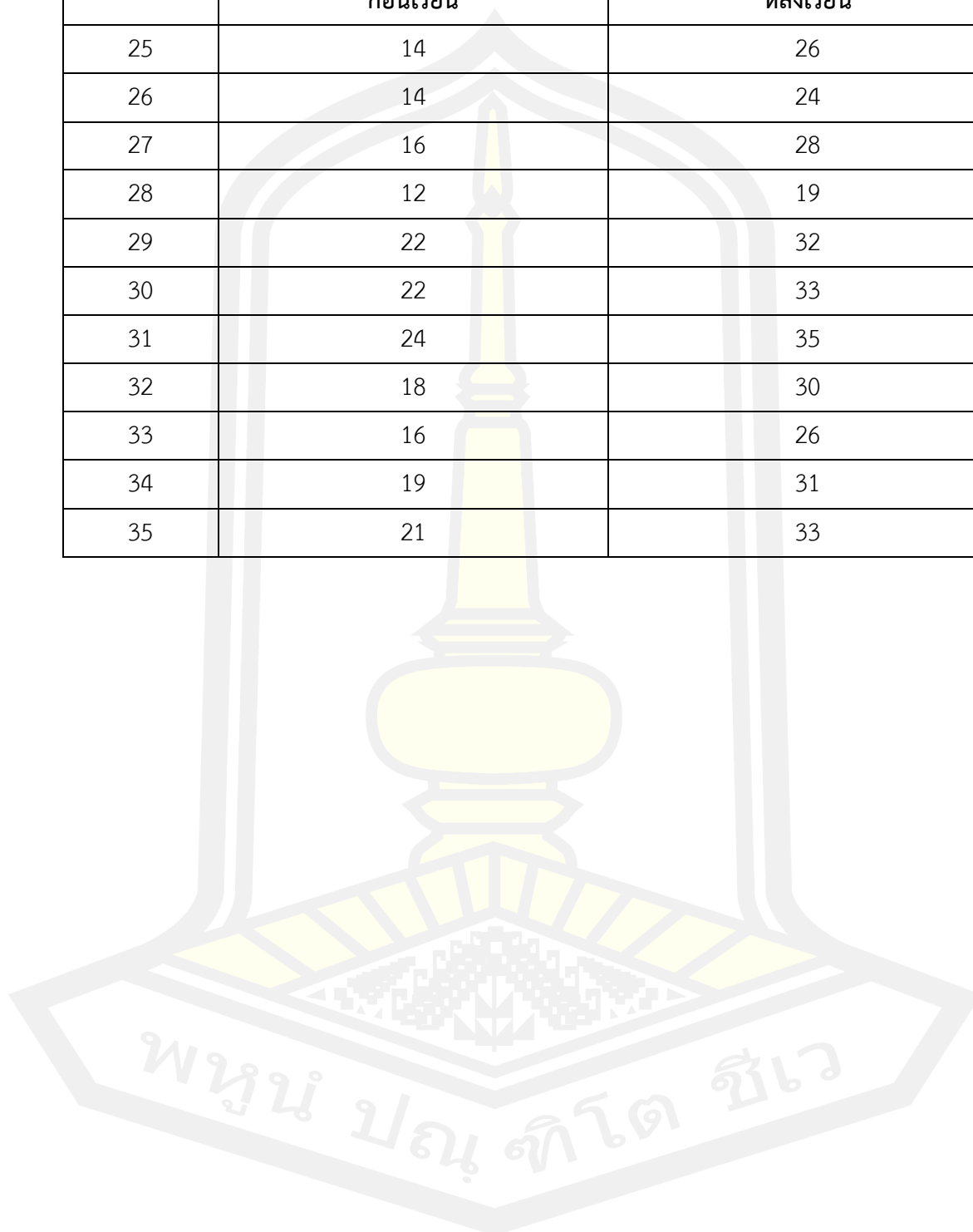
ผู้ประเมิน	ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบวัดการแก้ โจทย์ปัญหา	ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ ประเมิน
คนที่ 1	28.77	0.99
คนที่ 2	28.91	

จากตารางจะเห็นได้ว่าผู้ประเมินคนที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ย 28.77 28.91 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 29 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	15	27
2	13	23
3	21	30
4	15	24
5	23	30
6	20	31
7	22	30
8	14	27
9	12	22
10	17	27
11	22	29
12	24	34
13	16	24
14	18	31
15	23	32
16	23	35
17	23	35
18	11	22
19	16	29
20	22	30
21	22	33
22	20	31
23	25	35
24	10	19

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
25	14	26
26	14	24
27	16	28
28	12	19
29	22	32
30	22	33
31	24	35
32	18	30
33	16	26
34	19	31
35	21	33



ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 30 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น

คนที่	คะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์				คะแนนรวม (27)
	ความคิดคล่อง (6)	ความคิดยืดหยุ่น (9)	ความคิดริเริ่ม (9)	ความคิดละเอียดลออ (3)	
1	3	5	5	2	15
2	3	5	2	3	13
3	4	8	8	3	23
4	4	9	8	2	23
5	6	8	8	3	25
6	5	8	8	2	23
7	4	8	8	2	22
8	4	8	8	3	23
9	5	6	6	2	19
10	5	7	6	2	20
11	6	8	8	3	25
12	4	9	8	3	24
13	4	5	5	2	16
14	5	3	6	2	16
15	4	8	7	2	21
16	6	8	8	2	24
17	5	8	8	2	23
18	5	6	4	2	17
19	6	8	8	3	25
20	3	8	8	3	22
21	6	8	8	3	25

คนที่	คะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์				คะแนนรวม (27)
	ความคิดคล่อง (6)	ความคิดยืดหยุ่น (9)	ความคิดริเริ่ม (9)	ความคิดละเอียดลออ (3)	
22	6	8	7	2	23
23	4	6	6	2	18
24	5	7	5	2	19
25	4	2	2	2	10
26	3	4	4	2	13
27	6	4	4	2	16
28	6	9	8	2	25
29	6	9	8	2	25
30	4	9	8	3	24
31	3	5	4	2	14
32	5	8	8	3	24
33	4	8	8	2	22
34	6	8	8	3	25
35	3	7	7	2	19
Σx	162	245	232	82	722
\bar{x}	4.63	7	6.63	2.34	20.60
S.D	1.09	1.83	1.85	0.48	4.26

ตารางที่ 31 แสดงความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

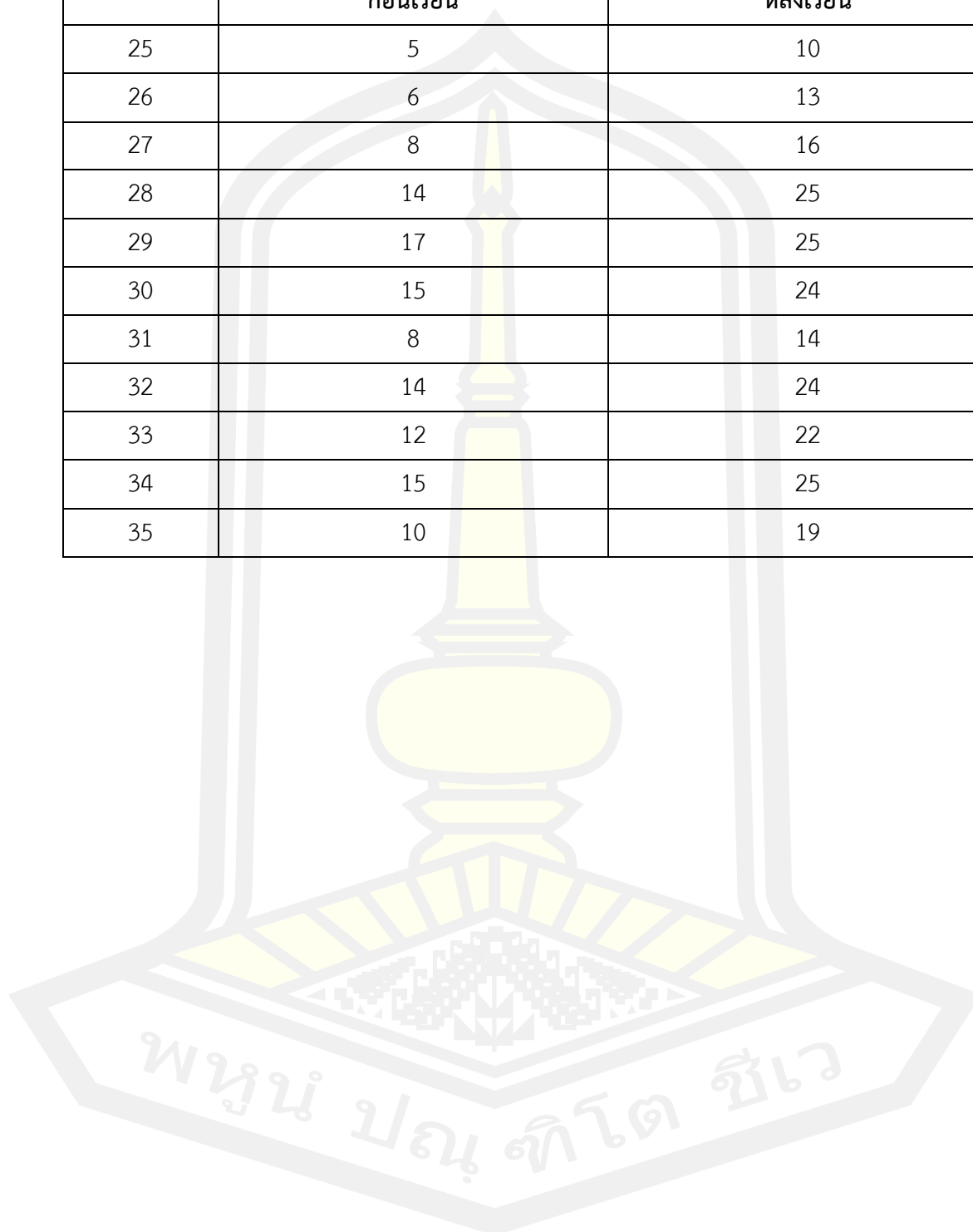
ผู้ประเมิน	ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์	ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน
คนที่ 1	20.60	0.97
คนที่ 2	20.43	

จากตารางจะเห็นได้ว่าผู้ประเมินคนที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ย 20.60 20.43 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินมีค่าเท่ากับ 0.97

ตารางที่ 32 แสดงคะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลัง ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach)
ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องความน่าจะเป็น

เลขที่	คะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	7	15
2	6	13
3	12	23
4	12	23
5	12	25
6	15	23
7	14	22
8	13	23
9	11	19
10	12	20
11	15	25
12	16	24
13	10	16
14	9	16
15	13	21
16	16	24
17	12	23
18	12	17
19	16	25
20	14	22
21	14	25
22	15	23
23	14	18
24	8	19

เลขที่	คะแนนความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
25	5	10
26	6	13
27	8	16
28	14	25
29	17	25
30	15	24
31	8	14
32	14	24
33	12	22
34	15	25
35	10	19



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวเกวลิ มาทา
วันเกิด	13 พฤศจิกายน 2540
สถานที่เกิด	อำเภอตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	16 หมู่ 16 บ้านน้อยหม้อทอง ตำบลจานลาน อำเภอพนา จังหวัดอำนาจเจริญ 37180
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	-พ.ศ. 2555 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านจานลาน อ.พนา จ.อำนาจเจริญ -พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพนาศึกษา อ.พนา จ.อำนาจเจริญ -พ.ศ. 2562 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม -พ.ศ. 2565 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พหุบัณฑิต ชีวะ