

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2554

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2554

ธีรเชษฐ์ เรื่องสุขอนันต์. (2554). การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง. ปริญญาโท กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์, อาจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด.

ความมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 9 คน โดยมีนักเรียน 3 คนเป็นนักเรียนเป้าหมาย เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย (1) กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที (2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น (3) แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในกิจกรรมการเรียนรู้นี้ นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ และกระบวนการในการระดมสมอง ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย โดยใช้เนื้อหา คณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิต ที่ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการแก้ปัญหา ตลอดจนมีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองหน้าชั้นเรียน ซึ่งผลการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง มีดังนี้

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองมากขึ้น นักเรียนสามารถ (1) คิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด (2) คิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน (3) คิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และ (4) คิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่องที่นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยจำนวนมากภายในเวลาที่กำหนด นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น ทำให้มีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น ส่งผลให้นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งผลเฉลยเหล่านั้นเป็นผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกัน ต่อมาเมื่อลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่นที่นักเรียนต้องคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดนั้น นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่ม

ของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง และมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของ  
ผลเฉลยที่เขียนอธิบายได้ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใต้อยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม



THE STUDY OF THE MATTHAYOMSUKSA I STUDENTS' BEHAVIOR ON  
FLUENCY AND FLEXIBILITY THINKING ON GEOMETRY VIA MATHEMATICAL  
PROBLEM-SOLVING AND BRAINSTORMING ACTIVITIES



Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the  
Master of Education Degree in Mathematics  
at Srinakharinwirot University

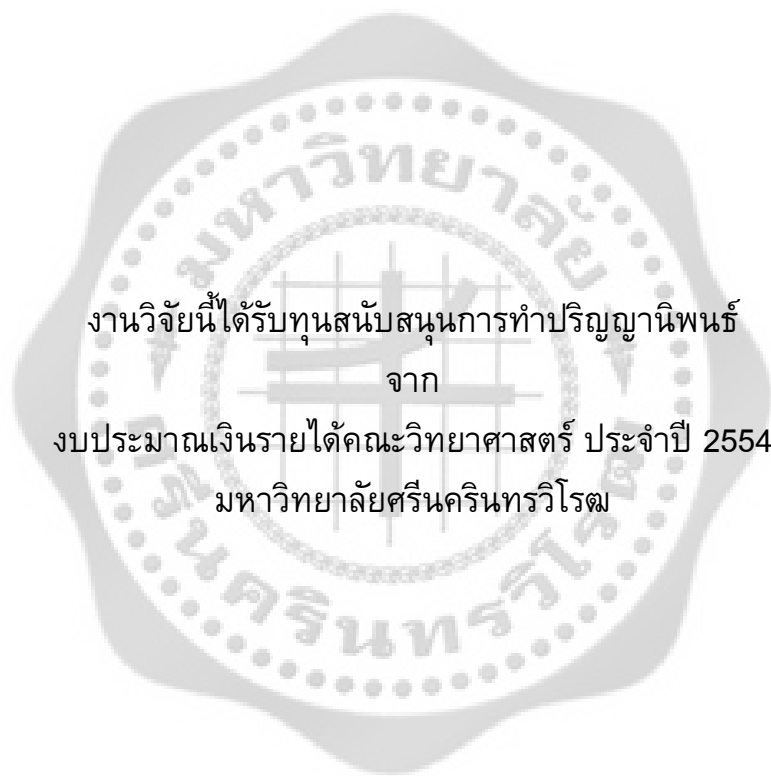
May 2011

Teerachat Rueanganan. (2011). *The Study of the Matthayomsuksa I Students' Behavior on Fluency and Flexibility Thinking on Geometry via Mathematical Problem-Solving and Brainstorming Activities*. Master thesis, M.Ed. (Mathematics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr.Rungfa Janjaruporn, Dr.Songchai Ugsonkid.

The purpose of the research was to study of the Matthayomsuksa I students' behaviors on fluency and flexibility thinking on geometry via mathematical problem-solving and brainstorming activities. Qualitative research methodology was employed in collecting and analyzing data. Nine Matthayomsuksa I students of Srinakharinwirot University, Prasanmit Demonstration School (Secondary) were participated in this study. Three of them were selected as target students for case study. The research instruments consisted of (1) mathematical problem solving and brainstorming activities, (2) observation forms, and (3) problem solving interview forms.

The activity provided the students to learn the process of problem solving. They had a lot of experience on solving non routine problems. Each problem could be solved more than one solution via mathematics content in lower secondary school level. In experimental class, students participated in cooperative learning, discussion, and presentation. Results of the study were as follows:

While the mathematics instructional activities were conducted, the students including target students work on more problems. The students had the ability to (1) solve the problems more than one solution, (2) solve the problems having more than one category of solutions, (3) select the solution or group of solutions such that they corresponded to the given situations or conditions, and (4) provide the appropriate rule to categories the solutions. That is, in fluency activities, when the students had more experience on problem solving and brainstorming, they adapted and applied appropriate problem-solving strategies and decreased some solution processes, so that they gained more solutions in the given period. The gained solutions were various. In flexibility activities, when the students had to select the solution or a group of solutions that corresponded to the given situations or conditions, they could do well, and provided the appropriate rule to categories the solutions. There was no solution to be more than one group.



งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำปฏิญานិพนธ์  
จาก  
งบประมาณเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2554  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ปริญญาานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง

ของ

ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์)

(อาจารย์ ดร.อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด)

(อาจารย์ ดร.เรืองวรินทร์ อินทรวงษ์ สราญรักษ์สกุล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ท่านทั้งสองได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ อาจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด และอาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์และอาจารย์ ดร.เรืองวรินทร์ อินทรวงษ์ สราญรักษ์สกุล ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่า และให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณอาจารย์วรรณพร เลิศอวาาส และอาจารย์ชญาภา ใจโปร่ง ที่ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และให้คำปรึกษาในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสินศักดิ์ และคุณแม่เนย์รัตน์ เรืองสุขอนันต์ และครอบครัวที่ได้ให้ทั้งกำลังใจและกำลังใจทรัพย์สนับสนุน การศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณพี่ ๆ ปริญญาเอก คณิตศาสตร์ศึกษา และเพื่อน ๆ ปริญญาโท คณิตศาสตร์ทุกคนที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดา และครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณความดีนี้ให้แก่ผู้มีพระคุณ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์นี้ทุก ๆ ท่าน

ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์

## สารบัญ

บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b> .....	1
ภูมิหลัง .....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	6
ความสำคัญของการวิจัย .....	6
ขอบเขตของการวิจัย .....	6
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย .....	7
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย .....	7
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย .....	7
ตัวแปรที่ศึกษา .....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	7
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	10
แนวคิดเกี่ยวกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น .....	11
ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	11
ลักษณะของผู้มีความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	13
การเสริมสร้างและพัฒนาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	16
การวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	25
แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	29
ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	29
ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	31
กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	35
แนวคิดเกี่ยวกับการระดมสมอง .....	37
ความหมายและหลักการของการระดมสมอง.....	37
ขั้นตอนของการระดมสมอง.....	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระดมสมอง.....	44

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า	
<b>3</b>	<b>วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	47
	การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง .....	47
	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย .....	47
	การกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการ ระดมสมอง.....	48
	ความมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้.....	48
	ขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้.....	48
	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ .....	50
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	52
	กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต.....	52
	แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น.....	53
	แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	54
	การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	55
	แผนแบบการวิจัย .....	55
	การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	55
	การวิเคราะห์ข้อมูล .....	56
<b>4</b>	<b>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b> .....	57
	พฤติกรรมด้านความคิดคล่อง เรื่อง เรขาคณิต.....	58
	ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด.....	58
	นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด.....	59
	นักเรียนคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น.....	61
	ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน.....	65
	นักเรียนคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น.....	65
	นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น.....	80
	พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต.....	83
	ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับ สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด.....	83

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>4 (ต่อ)</b>	
ด้านการคิดแล้วเลือกเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย.....	86
นักเรียนมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น.....	87
นักเรียนมีคำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น.....	98
<b>5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b> .....	100
ความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีดำเนินการวิจัย โดยสังเขป .....	100
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย .....	105
ข้อเสนอแนะ .....	109
<b>บรรณานุกรม</b> .....	110
<b>ภาคผนวก</b> .....	118
<b>ประวัติย่อผู้วิจัย</b> .....	198

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนและร้อยละของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ จากจำนวนผลเฉลยทั้งหมด.....	60
2 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ การระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .....	120



## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กระบวนการแก้ปัญหาเป็นแนวเส้นตรง.....	33
2 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต.....	34
3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ที่ใช้ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต.....	49
4 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาและการระดมสมอง.....	51
5 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของนักเรียนด้วยกลยุทธ์เดาและตรวจสอบ ในกิจกรรม “กระดาษจุดหรรษากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” .....	61
6 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของนักเรียนด้วยกลยุทธ์การแจกแจงกรณี ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” .....	62
7 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของนักเรียนด้วยกลยุทธ์สร้างตารางของนักเรียน ในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” .....	63
8 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของนักเรียนด้วยกลยุทธ์สร้างตารางของนักเรียน ในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” .....	64
9 รูปแบบของผลเฉลย ในกิจกรรม “กระดาษจุดหรรษากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”.....	66
10 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “กระดาษจุดหรรษากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ของธารา.....	67
11 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “กระดาษจุดหรรษากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ของวายุ.....	68
12 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “กระดาษจุดหรรษากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ของอัคนี.....	68
13 รูปแบบที่ 1 รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”.....	69
14 รูปแบบที่ 2 รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” .....	69
15 รูปแบบที่ 3 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าของผลเฉลย “สี่เหลี่ยมพิศวง” .....	70
16 รูปแบบที่ 4 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” .....	71
17 รูปแบบที่ 5 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”.....	72
18 รูปแบบที่ 6 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”.....	73
19 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” ของธารา.....	74
20 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” ของวายุ.....	74
21 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” ของอัคนี.....	75

## บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
22 รูปแบบที่ 1 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” .....	75
23 รูปแบบที่ 2 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” .....	76
24 รูปแบบที่ 3 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” .....	76
25 รูปแบบที่ 4 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” .....	76
26 รูปแบบที่ 5 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” .....	76
27 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” ของอัคนี.....	77
28 รูปแบบที่ 1 จำนวนวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด 1 รูปในกิจกรรม“วงกลมมหัศจรรย์”.	78
29 รูปแบบที่ 2 จำนวนวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด 2 รูปในกิจกรรม“วงกลมมหัศจรรย์”.	78
30 รูปแบบที่ 3 จำนวนวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด 3 รูปในกิจกรรม“วงกลมมหัศจรรย์”.	78
31 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” ของวายุ.....	79
32 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทดของนักเรียน ในกิจกรรม “กระดาษจุดหรรษากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” .....	80
33 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทดของนักเรียน ในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก”.....	81
34 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทดของนักเรียน ในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” .....	82
35 การคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ในกิจกรรม “กระดาษจุดหรรษากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” .....	84
36 การคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” .....	85
37 การคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” .....	85
38 การคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์”.....	86
39 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่.....	87
40 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวน เฉพาะ.....	87
41 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาพื้นที่ที่มีความยาวด้านเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็นจำนวนเต็ม.....	88



## บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
42 เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่ของวายุ.....	88
43 เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ ของอัครนี้.....	88
44 เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาพื้นที่ที่มีความยาวด้านเป็นจำนวนเต็มและไม่เป็นจำนวน เต็มของธรรมา.....	89
45 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนของแกนสมมาตร.....	90
46 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านเท่ากันทุกด้าน และรูปที่มี ความยาวด้านไม่เท่ากันทุกด้าน.....	90
47 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 3 การพิจารณารูปที่มีมุมฉากและไม่มีมุมฉาก.....	91
48 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 4 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านทั้ง 4 ด้านเป็นตัวเลขชุด เดียวกัน.....	91
49 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 5 การพิจารณารูปที่เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานและไม่เป็นสี่เหลี่ยม	92
50 เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนของแกนสมมาตรของธรรมา.....	92
51 เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านเท่ากันทุกด้าน และรูปที่มีความยาว ด้านไม่เท่ากันทุกด้านของวายุ.....	93
52 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่ใช้เป็นจำนวนเฉพาะ และไม่เป็นจำนวนเฉพาะ.....	93
53 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่มีความจุมากที่สุดที่เป็นจำนวน เฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ.....	94
54 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่มีความจุน้อยที่สุดเป็นจำนวนคู่ และเป็นจำนวนคี่.....	94
55 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 4 การพิจารณาจำนวนเรือทั้ง 3 ชนิดที่ใช้คละกันในการขนส่ง.....	95
56 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 5 การพิจารณาแบบรูปของจำนวนลำเรือ.....	95
57 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจากจำนวนรูปวงกลมรูปใหญ่.....	96
58 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาจากจำนวนรูปวงกลมรูปเล็ก.....	96
59 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาจำนวนรูปวงกลมทั้งหมดที่เป็นจำนวนเฉพาะ และเป็นจำนวนเฉพาะ.....	96
60 เกณฑ์ที่ 4 การพิจารณาจำนวนรูปวงกลมทั้งหมดเป็นจำนวนคู่และเป็น จำนวนคี่ของอัครนี้.....	97

## บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
61 เกณฑ์ที่ 5 การพิจารณาจากเศษที่เหลือจากการหารของจำนวนรูปวงกลม ของธรรา.....	97
62 เกณฑ์ที่ 6 การพิจารณาจำนวนรูปวงกลมที่มี 14 รูป มากกว่า 14 รูป และน้อยกว่า 14 รูป.....	98



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

ในปัจจุบัน มนุษย์มีการคิดค้นและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ผลิตผล ผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากมาย เช่น ในทางการแพทย์มีการค้นคว้าผลิตตัวยาที่สามารถฆ่าเชื้อมะเร็งได้โดยไม่ทำให้มีผลข้างเคียงไปทำลายเซลล์อื่น ๆ หรือผลิตอุปกรณ์การแพทย์ขนาดเล็กที่สามารถสอดเข้าไปในร่างกายเพื่อการรักษาโรคเฉพาะที่บางอย่างได้ ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มีการประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ดีเอ็นเอ ที่มีอัตราเร็วถึงสิบพันล้านครั้งต่อนาที่ สามารถประมวลผลได้ 1 ล้านล้านคำสั่งพร้อมกัน แต่ใช้พลังงานเพียง 1 ในหมื่นล้าน หรือ  $10^{-10}$  วัตต์ ซึ่งการคิดค้นและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ผลิตผล ผลิตภัณฑ์ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ดังกล่าวล้วนเกิดจากความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creative thinking หรือ creativity) ของมนุษย์ทั้งสิ้น

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวคนทุกคนและสามารถส่งเสริมคุณลักษณะนี้ให้พัฒนาสูงขึ้นได้โดยการสอนฝึกฝนและการฝึกปฏิบัติที่ถูกต้อง ยิ่งเด็กได้รับการส่งเสริมตั้งแต่เยาว์วัยได้เร็วเท่าใดก็ยิ่งจะเป็นผลดีเท่านั้น (อารี พันธุ์มณี. 2547; 2: อ้างอิงจาก Torrance. 1965) การฝึกฝนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิด มีจินตนาการในการประยุกต์ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ อยากรู้อยากเห็น อยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ๆ อยู่เสมอ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551: 132-133)

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 145-151) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันและคณะ ได้ทำการศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (factor analysis) ของสติปัญญาอย่างต่อเนื่องมานานกว่า 20 ปี โดยเน้นศึกษาเรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความมีเหตุมีผล และการแก้ปัญหา ในการศึกษา กิลฟอร์ดได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The structure of intellect model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่างๆ และอธิบายว่า ในบรรดาสมรรถภาพทางสมองเหล่านั้น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางที่เรียกว่าลักษณะการคิดออกนอกนัยหรือการคิดแบบกระจาย (divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) ความคิดริเริ่ม (originality) และความคิดละเอียดละออ (elaboration)

ความคิดคล่องเป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ผลเฉลย (solution) จำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี การคิดให้ได้ผลเฉลยจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือวิธีที่หลากหลาย

เป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นเอาผลเฉลยของปัญหาออกมา ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่าผู้ที่มีความคิดคล่องมากจะมีโอกาสสร้างผลเฉลยที่แปลกและเฉียบคมได้มากกว่าผู้ที่มีความคิดคล่องน้อยกว่า ส่วน**ความคิดยืดหยุ่น**เป็นความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนผลเฉลยตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือกหรือนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไปจึงนับได้ว่าทั้ง**ความคิดคล่อง**และ**ความคิดยืดหยุ่น**ต่างก็เป็น**พื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์** ในการคิดให้ได้ผลเฉลยจำนวนมากที่แตกต่างกันผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นยังต้องจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยให้มีความแปลกแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน จากนั้นจึงนำเอาผลเฉลยที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาเปรียบเทียบกันว่าผลเฉลยใดจะเป็นผลเฉลยที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ได้ เวลา การลงทุน ความยากง่าย ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่าผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นสูงจะมีโอกาสสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้มากกว่าผู้คิดซ้ำๆ อยู่ในแนวทางเดิมตลอดเวลา ขณะที่**ความคิดริเริ่ม**เป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ผลเฉลยที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากผลเฉลยอื่นๆ เป็นผลเฉลยที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่แตกต่างจากผลเฉลยอื่นๆ ที่มีอยู่เดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจะต้องมีความกล้าคิดนอกกรอบ กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน และบ่อยครั้งที่ต้องอาศัยความคิดจินตนาการในการประยุกต์ กล่าวคือต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย สำหรับ**ความคิดละเอียดลออ**เป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ผลเฉลยที่มีรายละเอียดอย่างลุ่มลึกหลายแง่มุมของแต่ละผลเฉลยของปัญหาจนกระทั่งสามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานขึ้นมาได้สำเร็จ ความคิดละเอียดลออเป็นส่วนเสริมให้องค์ประกอบสำคัญ 3 ข้อข้างต้นมีความสมบูรณ์นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ

เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของการคิดและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics : NCTM) ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่มีบทบาทอย่างมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลก ได้ระบุไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ.1999: การพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับอนุบาลถึงเกรด 12 (Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12) ว่า “การสอนให้คิดต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน” (Krulik and Rudnick. 1999) ซึ่งสิ่งนี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ในทุกๆ ระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ รวมทั้งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วย

สำหรับประเทศไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะ กระบวนการคิดประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อแก้ปัญหาและเรียนรู้จากประสบการณ์จริงสำหรับให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการตามเป็นการเฉพาะ โดยกำหนดไว้ในมาตรา 24 หมวดที่ 4 ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่ง 2 ใน 6 ข้อ คือ (1) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญ

สถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และ (2) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542: 13)

เพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และเพื่อให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ 6 สาระ ซึ่งได้แก่ (1) จำนวนและการดำเนินการ (2) การวัด (3) เรขาคณิต (4) พีชคณิต (5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ (6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์(กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 47)

สำหรับสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ ดังนี้

มาตรฐาน 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

**ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical creative thinking)** เป็นมาตรฐานการเรียนรู้หนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะ “เด็กที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในวันนี้ จะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สูงในวันหน้า” (อารี พันธุ์มณี. 2547: 47- 48) แต่ในการจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ครูมุ่งเน้นที่เนื้อหาคณิตศาสตร์มากกว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้น้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินภายนอกรอบแรกในช่วงปี 2544-2548 มาตรฐานที่ 4 ด้านผู้เรียน ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ที่ระบุว่า มีโรงเรียนเพียงร้อยละ 10.4 ของโรงเรียนทั่วประเทศจำนวน 30,010 โรงเรียน ที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี ในเรื่องการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ **มีความคิดสร้างสรรค์** คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550: 16-17)

นอกจากนั้น ผลการศึกษาของ ซิมป์สัน (อารี พันธุ์มณี. 2547; 58: อ้างอิงจาก Simpson. 1922) เกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้านจินตนาการของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า เมื่อเด็กเข้าเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในด้านจินตนาการของเด็กอยู่ในระดับต่ำ และจะเพิ่มขึ้นในตอนปลายประถมศึกษาปีที่ 3 แล้วเริ่มลดลงอีกเมื่อขึ้นชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงครึ่งหลังของชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 6 ต่อจากนั้นก็ลดลงเมื่อเข้าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และลดลงเรื่อยจนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ทอแรนซ์ (Torrance, 1962) ในการศึกษาของมินนิโซตา (Minnesota Studies) เกี่ยวกับการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษา พบว่า พัฒนาการความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จะสูงขึ้นจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และจะเริ่มลดลงในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 แล้วจะเริ่มพัฒนาการต่อไปในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 พอถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะกลับลดน้อยลง และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนปลายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากผลการศึกษาของนักการศึกษาดังกล่าว พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และจินตนาการอยู่ในระดับต่ำและลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเข้าสู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเมื่อวิเคราะห์ถึงสาระการเรียนรู้ที่สำคัญในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า สาระที่ 3 เรขาคณิต ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้สำคัญที่ช่วยเสริมสร้างและพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นได้ แต่ผลการศึกษาของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2549) ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปี พ.ศ. 2546 – 2548 พบว่า ระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนเกือบทั้งหมดอยู่ในระดับพื้นฐาน (Level 0) นั่นคือ สามารถจำแนก ระบุชื่อ เปรียบเทียบ ปฏิบัติการเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและทรงเรขาคณิตได้โดยอาศัยลักษณะภายนอกของรูปเรขาคณิตหรือทรงเรขาคณิต และมีนักเรียนที่ระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนอยู่ระดับหนึ่ง (Level 1) เพียงสองคนเท่านั้น นั่นคือ วิเคราะห์รูปเรขาคณิตและทรงเรขาคณิตในรูปขององค์ประกอบหรือความสัมพันธ์ ตลอดจนค้นพบสมบัติหรือกฎต่างๆ ของทรงเรขาคณิตได้

ดังนั้นจากผลการศึกษาข้างต้น การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในทุกช่วงวัย จึงเป็นสิ่งสำคัญที่พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู นักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรให้ความสนใจศึกษาเข้าใจ ลักษณะธรรมชาติ พฤติกรรมและกระบวนการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของเด็กแต่ละวัย ทั้งนี้เพื่อจะได้ให้ความช่วยเหลือ ฝึกฝนและส่งเสริมให้เด็กได้พัฒนาศักยภาพด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างเต็มที่และต่อเนื่อง อันจะเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในวัยผู้ใหญ่ต่อไป

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและต้องการองค์ประกอบเกื้อหนุนที่เหมาะสม จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการฝึกและวิธีสอนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ นักการศึกษาได้ศึกษา ค้นคว้ากระบวนการฝึกและวิธีการสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายวิธี แต่ที่นิยมกันมากมีอยู่ 2 วิธี ได้แก่ การแก้ปัญหา (Problems solving) และการระดมสมอง (Brainstorming) (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2523: 32)

**การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อใช้ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์

**การระดมสมอง** เป็นกระบวนการของกลุ่มบุคคลที่พยายามค้นหาผลเฉลยของปัญหาหรือรวบรวมความคิดที่แวบขึ้นทันทีของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่ง ออสบอร์น (Osborn) ได้เสนอในหนังสือจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) ในปี ค.ศ. 1957 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้บุคคลมีความคิดหลายทิศทาง คิดได้มากในช่วงเวลาที่จำกัด ที่นำไปสู่การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั่นเอง (Osborn. 1963) โดยมีหลักการสำคัญในการระดมสมอง 4 ประการ ดังนี้

1. ห้ามการวิพากษ์วิจารณ์ โดยการตัดสินใจแนวคิดใดๆ จะกระทำได้อีกต่อเมื่อการระดมความคิดได้เสร็จสิ้นไปแล้ว ซึ่งจุดประสงค์ของการระดมความคิดในขั้นตอนนั้นก็เพื่อสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่และหลากหลายในการแก้ปัญหา

2. สามารถคิดนอกกรอบและเสนอแนวคิดได้อย่างอิสระ โดยมีความคิดที่แปลกใหม่มากเท่าใดก็ยิ่งดี เพราะในการแลกเปลี่ยนความคิดที่แปลกใหม่จะเกิดประโยชน์มากกว่าการแลกเปลี่ยนความคิดปกติ

3. เน้นปริมาณของความคิด โดยการเน้นปริมาณการคิดยิ่งมากเท่าใดก็ยิ่งดี เพราะแนวโน้มที่จะนำไปสู่ผลเฉลยที่คาดหวังไว้จะมากยิ่งขึ้น

4. การรวบรวมและปรับปรุงความคิด นอกเหนือจากการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาแล้ว ผู้เข้าร่วมจะต้องช่วยกันปรับปรุงแนวคิดที่ช่วยกันระดมขึ้นมาให้ดียิ่งขึ้น และถ้าเราสามารถสังเคราะห์แนวคิดทั้งหลายเข้าด้วยกันได้ก็ถือว่าเป็นการสร้างแนวคิดใหม่เช่นกัน (Isaksen. 1998 : 4)

สมศักดิ์ ภูวิภาดารวรรณ (วรวัลย์ อินทรรัตน์. 2540; 2: อ้างอิงจาก สมศักดิ์ ภูวิภาดารวรรณ. 2536) ได้กล่าวสนับสนุนว่า การระดมสมองเป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนเพื่อนำสู่แนวทางในการแก้ปัญหาที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็นเชิงสร้างสรรค์ มีความคิดหลากหลาย แปลกใหม่ และการระดมสมองเป็นการแสดงความคิดเห็นที่ดีและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงทักษะที่จำเป็นต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดละออ ซึ่งกระบวนการในการระดมสมองมีหลักการและขั้นตอนที่เน้นกระบวนการกลุ่มในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ปริมาณความคิดที่มากในเวลาที่ยำกั้น นอกจากนี้ผลการวิจัยที่ผ่านมายังพบว่า การระดมสมองโดยกลุ่มบุคคลสามารถที่จะก่อให้เกิดแนวความคิดต่างๆ ในการแก้ปัญหาได้มากกว่าการคิดเพียงคนเดียวประมาณร้อยละ 65-93 (อารี แสงขำ. 2550: 9)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับครูในการตรวจสอบความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น หรือพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน ตลอดจนเป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นให้กับนักเรียนต่อไป

## ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เป็นข้อมูลสำหรับครูในการตรวจสอบพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เป็นแนวทางในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ
4. เป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ

## ขอบเขตของการวิจัย

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 9 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ตั้งแต่ 3.0 ขึ้นไป และเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจากงานเขียนของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์ครูประจำชั้นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความกล้าแสดงออก การสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้ยังใช้การพิจารณาจากงานเขียน การสัมภาษณ์ แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วคัดเลือกนักเรียนที่กล้าแสดงออกสามารถสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้ดีขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) และเพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้กล้องวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง



### ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 24 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ซึ่งแบ่งเป็นระยะเวลาสำหรับดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 12 คาบเรียน และระยะเวลาสำหรับสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองของนักเรียนเป้าหมาย จำนวน 12 คาบเรียน

### เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็น เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ซึ่งได้แก่ รูปเรขาคณิต 2 มิติและ 3 มิติ การหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิต 2 มิติและปริมาตรของทรงเรขาคณิตที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่และต้องการค้นหาผลเฉลย โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้ผลเฉลยของสถานการณ์นั้นในทันที
2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อใช้ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. กระบวนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอน/วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา และขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล
4. การระดมสมอง หมายถึง กระบวนการของกลุ่มบุคคลในการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาและผลเฉลยของปัญหามากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด โดยเน้นการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มอย่างทั่วถึงและหลากหลาย และการไม่วิพากษ์วิจารณ์แนวคิดของสมาชิกในกลุ่ม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดและพิจารณาปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้นำกลุ่มแจ้งให้สมาชิกในกลุ่มได้ทราบและเข้าใจรายละเอียดของปัญหา

ขั้นที่ 2 ทบทวนปัญหา เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มนำเสนอแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 คัดเลือกประเด็นปัญหาเบื้องต้น เป็นขั้นตอนที่คัดเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นระดมสมอง เป็นขั้นตอนที่ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือก แล้วนำเสนอแนวคิดที่คาดว่าจะเป็ผลเฉลยของตนออกมา โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดของสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 คัดเลือกผลเฉลย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มช่วยกันคัดเลือกผลเฉลยที่เข้าช้หรือไม่น่าจะเป็นไปได้ทั้งไป เพื่อให้เหลือเฉพาะผลเฉลยของปัญหาเท่านั้น

5. **ความคิดคล่อง** หมายถึง ความสามารถในการคิดหาผลเฉลยได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว ได้ผลเฉลยในปริมาณที่มากและแตกต่างกันภายในเวลาที่จำกัด ซึ่งในที่นี้พิจารณาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านต่างๆ ดังนี้

5.1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด

5.2 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

6. **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์คิดแล้วเลือกนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด หรือจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยให้มีความแปลกแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน ซึ่งในที่นี้พิจารณาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านต่างๆ ดังนี้

6.1 ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

6.2 ด้านการคิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย

7. **พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านความคิดคล่องและด้านความคิดยืดหยุ่น โดยพิจารณาจาก

7.1 ผลงานเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.2 ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 3 คน ขณะนักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

7.3 ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตและกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

8. กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีจุดมุ่งหมายหลักคือ เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ และกระบวนการระดมสมอง ซึ่งในระหว่างลงมือปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนจะได้มีการแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหา ตลอดจนได้ฝึกฝนประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเรื่อง เรขาคณิต ที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่าหนึ่งผลเฉลยในเวลาที่กำหนด และหาผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ภายหลังการแก้ปัญหานักเรียนได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและการอภิปรายผลการแก้ปัญหานำชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหา

9. แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น หมายถึง แบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อบันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย แบบตรวจสอบรายการ (check list) และแบบบันทึกภาคสนาม (field note) ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและผู้บันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นยังมีกล้องวิดีโอช่วยในบันทึกรายละเอียดบรรยากาศการทำกิจกรรม บทสนทนาและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละครั้ง โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่างๆ ต่อไปนี้

#### ตอนที่ 1 ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

- 1.1 ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.2 ลักษณะของผู้มีความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.3 การเสริมสร้างและพัฒนาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.4 การวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

#### ตอนที่ 2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

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

#### ตอนที่ 3 การระดมสมอง

- 3.1 ความหมายและหลักการของการระดมสมอง
- 3.2 ขั้นตอนของการระดมสมอง
- 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระดมสมอง

## ตอนที่ 1 ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

### 1.1 ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 145-151) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกันและคณะ ได้ทำการศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ของสติปัญญาอย่างต่อเนื่องมานานกว่า 20 ปี โดยเน้นศึกษาเรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความมีเหตุมีผลและการแก้ปัญหา ในการศึกษา กิลฟอร์ดได้นำเสนอ แบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The structure of intellect model ที่เรียกว่า SI) ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นสมรรถภาพทางสมองหนึ่งของมนุษย์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือที่เรียกว่า **ความคิดนอกเนกนัยหรือความคิดแบบกระจาย (Divergent thinking)** ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) ความคิดริเริ่ม (originality) และความคิดละเอียดละออ (elaboration)

กิลฟอร์ดได้ให้ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ดังนี้

**ความคิดคล่อง** เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาผลเฉลย (solution) ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีผลเฉลยในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่า ผู้ที่มีความคิดคล่องมากจะมีโอกาสสร้างผลเฉลยที่แปลกและนิยมได้มากกว่าผู้ที่มีความคิดคล่องน้อยกว่า โดยแบ่งความคิดคล่องออกเป็น

- 1) ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (word fluency) ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว
- 2) ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (associational fluency) ซึ่งเป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด
- 3) ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (expressional fluency) ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ
- 4) ความคล่องแคล่วในการคิด (ideational fluency) ซึ่งเป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

**ความคิดยืดหยุ่น** เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาผลเฉลยได้หลายประเภทและหลายทิศทาง ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่า ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นสูงจะมีโอกาสสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้มากกว่าผู้ที่ยึดติดอยู่ ในแนวทางเดิมตลอดเวลา โดยแบ่งความคิดยืดหยุ่นออกเป็น

1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (spontaneous flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่าง อย่างอิสระ

2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (adaptive flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

จากแนวคิดของกิลฟอร์ดข้างต้น อาร์รี พันธมณี (2545: 39-41) ยังได้กล่าวเสริมว่า **ความคิดคล่อง**นับว่าเป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด ก่อนอื่นจึงจำเป็นต้องคิด คิดออกมาให้ได้มาก หลาย ๆ อย่างและแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกับกันว่าความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่ามากที่สุด โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ใช้ เวลา การลงทุน ความยากง่าย บุคลากรเป็นต้น ส่วน**ความคิดยืดหยุ่น** จะเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป หลีกเสี่ยงการซ้ำซ้อน หรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น นับได้ว่าความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เป็นความคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ได้หลายหมวดหมู่หลายประเภท ตลอดจนสามารถเตรียมทางเลือกไว้หลาย ๆ ทาง ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นความคิดเสริมคุณภาพให้ดีขึ้น

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 136-142) ได้กล่าวสนับสนุนว่า **“ความคิดคล่อง**เป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ผลเฉลยจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี การคิดให้ได้ผลเฉลยจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือวิธีที่หลากหลายเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นเอาผลเฉลยของปัญหาออกมา” ในขณะที่ **“ความคิดยืดหยุ่น**เป็นความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือก / นำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป จึงนับได้ว่าทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นต่างก็เป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในความคิดคล่องที่มีการคิดให้ได้ผลเฉลยจำนวนมากที่แตกต่างกัน ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นยังต้องจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยให้มีความแปลกแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน จากนั้นจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาเปรียบเทียบกับกันว่า ความคิดใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ได้ เวลา การลงทุน ความยากง่าย”

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ดังนี้

1. **ความคิดคล่อง** หมายถึง ความสามารถในการคิดหาผลเฉลยได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว ได้ผลเฉลยในปริมาณที่มากและแตกต่างกันภายในเวลาที่จำกัด ซึ่งในที่นี้พิจารณาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านต่างๆ ดังนี้

1.1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด

1.2 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

2. **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือกนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด หรือจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยให้มีความแปลกแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน ซึ่งในที่นี้พิจารณาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านต่างๆ ดังนี้

2.1 ด้านการคัดเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

2.2 ด้านการคัดเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย

### 1.2 ลักษณะพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นนับว่าเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นลักษณะของพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาลักษณะของพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมาดังนี้

แมคคินนอน (Mackinnon. 1960. อ้างอิงจาก อารี พันธุ์มณี. 2545: 14) ได้ศึกษาลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะเป็นผู้ที่ตื่นตัวตลอดเวลา (Alert) มีความสามารถในการใช้สมาธิ มีความสามารถในการพิจารณาวิเคราะห์ความคิดอย่างถี่ถ้วนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และมีความสามารถในการสอบสวน ค้นหารายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างละเอียดกว้างขวาง คุณลักษณะอีกประการหนึ่งก็คือ เป็นผู้ที่เปิดรับประสบการณ์ต่าง ๆ อย่างไม่หลีกเลี่ยง (Openness to Experience) ชอบแสดงออกมากกว่าที่จะเก็บกดไว้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523: 9) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ 15 ประการ ดังนี้

- 1) มีความอยากรู้อยากเห็น
- 2) ประหลาดใจหรือสนใจในสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่
- 3) ชอบเสี่ยง
- 4) มีความสามารถในการคิดอย่างกว้าง ลึกซึ้ง
- 5) ไม่ชอบคล้อยตามผู้อื่น
- 6) เป็นอิสระทั้งความคิดและการกระทำ
- 7) มีความพินิจพิจารณาละเอียดลออ
- 8) มีความยืดหยุ่น ทั้งความคิดและการกระทำสามารถดัดแปลงแก้ไขวิธีการ และการทำงานได้อย่างเหมาะสม
- 9) ทำงานเพื่อความสุขของตนเอง มิได้หวังผลหรือการยกย่องจากผู้อื่น
- 10) มีความไวต่อปัญหา

- 11) มีความเต็มใจที่จะทำสิ่งต่างๆ เกิดขึ้นใหม่อยู่เสมอ
- 12) มีความคิดของตนเองไม่ซ้ำใคร
- 13) คิดลึกซึ้งแตกฉาน
- 14) รู้จักตัดแปลงความคิดให้เหมาะสม
- 15) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

ในขณะที่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545 : 28-30) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับบุคลิกลักษณะของเด็กที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

- 1) ไม่ยอมให้ความร่วมมือ ถ้าไม่เห็นด้วย
- 2) ไม่ร่วมกิจกรรมที่ไม่ชอบ
- 3) ชอบทำงานคนเดียวเป็นเวลานาน
- 4) มีความสนใจอย่างกว้างขวางในเรื่องต่าง ๆ
- 5) ชอบซักถาม
- 6) ชอบพูดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการคิดแบบใหม่
- 7) เปื่อหน่ายความซ้ำซากจำเจ
- 8) กล้าทดลองทำเพื่อพิสูจน์ความคิดของตนเองถึงแม้จะไม่แน่ใจถึงผลที่เกิดขึ้น
- 9) มีอารมณ์ขันอยู่เนืองนิตย์
- 10) มีอารมณ์อ่อนไหวง่าย
- 11) ซาบซึ้งกับสุนทรียภาพ เช่นซาบซึ้งในดนตรีและศิลปะต่าง ๆ เป็นต้น
- 12) ไม่หงุดหงิดกับความไร้ระเบียบหรือความยุ่งเหยิงที่คนอื่นทนไม่ได้
- 13) ไม่สนใจว่าตนเองจะแปลกกว่าคนอื่น
- 14) มีปฏิกริยาโต้แย้งไม่เห็นด้วย
- 15) ช่างสังเกต ช่างจดช่างจำรายละเอียดสิ่งต่าง ๆ เป็นอย่างดี
- 16) ไม่ชอบการบังคับ กำหนดกฎเกณฑ์ ตีกรอบความคิดให้ทำตามกติกา
- 17) ถ้าเป็นสิ่งที่ตนเองไม่สนใจหรือไม่เห็นด้วยจะหมดความสนใจง่าย ๆ
- 18) ชอบเหม่อลอยสร้างจินตนาการ
- 19) ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ ถ้าอธิบายเหตุผล
- 20) มีความยืดหยุ่น คิดได้หลายทิศทาง เช่น สามารถคิดแก้ปัญหาเดียวกันได้

หลายวิธี เป็นต้น

- 21) สามารถคิดหรือทำได้หลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน
- 22) แสดงความคิดได้หลากหลายในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง



- 23) ชอบสร้างแล้วรื้อ รื้อแล้วสร้างใหม่เพื่อความแปลกใหม่
- 24) ชอบมีคำถามแปลก ๆ ทำทายเป็นคิด
- 25) ชอบคิดหรือริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ มากกว่าคนอื่น
- 26) ชอบเป็นคนแรกที่คิดหรือทำเรื่องใหม่
- 27) มีความรู้ลึกซึ้งเกี่ยวกับอภิสภาพและความเป็นอิสระทางความคิด
- 28) ชอบหมกมุ่นอยู่กับความคิด
- 29) ในสายตาของคนทั่วไปดูว่าเป็นคน “แปลก” กว่าคนอื่น
- 30) เห็นความเชื่อมโยง เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ที่คนทั่วไปมองไม่เห็น
- 31) มีความวิจิตรพิสดารในการทำสิ่งต่าง ๆ
- 32) ช่างสังเกต สามารถเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ที่คนอื่นมองไม่เห็น
- 33) สามารถผสมผสานความคิดหรือสิ่งที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โดยไม่มีใครคิดและทำ

มาก่อน

นอกจากนี้ ฌ็องฌูฟงซ์ เจริญพิทย์ (2542: 147) ยังได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมสำคัญของผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ประการ ซึ่งพอจะอนุโลมให้เป็นลักษณะสำคัญของผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน มีดังนี้

- 1) มีความอยากรู้อยากเห็น
- 2) มีความไวต่อปัญหา
- 3) มีความคิดแหวกแนว
- 4) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
- 5) ชอบการเปลี่ยนแปลง
- 6) ทำงานเพื่อความพอใจ
- 7) อารมณ์ขัน

**ความอยากรู้อยากเห็น** หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงความต้องการที่จะเรียนรู้ หรือเพิ่มเติมจากสิ่งที่รู้แล้วหรือยังไม่รู้ เพื่อปรับปรุงความรู้เดิมหรือเพื่อให้ได้ความรู้ด้านต่าง ๆ

**ความไวต่อปัญหา** หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการเกิดความคิดอย่างฉับพลันสืบเนื่องจากการรับรู้หรือการได้ประสบกับเหตุการณ์ในด้านต่าง ๆ

**ความคิดแหวกแนว** หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีแนวคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลโดยทั่วไปที่มีต่อประเด็นขบคิดอย่างเดียวกันในด้านต่าง ๆ

**ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด** หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดหรือทำในสิ่งที่ยากหรือต้องใช้ความพยายามมากกว่าปกติในด้านต่าง ๆ

**ชอบการเปลี่ยนแปลง** หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดชอบทำในสิ่งแปลกใหม่และหลีกเลี่ยงการคิดและทำในสิ่งที่ซ้ำซากจำเจในด้านต่าง ๆ

**ทำงานเพื่อความพอใจ** หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการคิดหรือทำงาน โดยมีความพอใจที่จะได้ใช้ความรู้ความคิดของตน) เป็นแรงจูงใจมากกว่าการได้รับสินจ้างรางวัลหรือคำชมเชย

**อารมณ์ขัน** หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีมุมมองที่หลากหลายและใช้มุมมองที่หลากหลายนั้นผ่อนคลายความตึงเครียดในลักษณะของความสนุกสนานหรือมีอารมณ์ขัน

### 1.3 การเสริมสร้างและพัฒนาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

การเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็นในสังคมปัจจุบัน เพราะสังคมเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และมีปัญหาใหม่ ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา การฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากขบวนการและวิธีการคิดใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้นเป็นสิ่งจำเป็นเพราะสังคมกำลังต้องการบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์มาช่วยกันแก้ปัญหาของชุมชน โดยมีสมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ (Basic Assumption) ดังนี้

- 1) ทุกคนย่อมมีขีดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์
- 2) การฝึกอบรมสามารถเพิ่มพูนเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ได้
- 3) กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์เหมือนกันหมดในกิจกรรมทุกแขนงและในสาขาวิชา (วิชัย วงษ์ใหญ่; 2523: 9)

สมมติฐานดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของทอเรนซ์ (Torrance. 1965. อ้างอิงจาก อารี พันธุ์มณี. 2547: 89) ที่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน ฝึกฝนและการฝึกปฏิบัติที่ถูกวิธี นอกจากนี้โรเจอร์ส (Rogers. 1959. อ้างอิงจาก อารี พันธุ์มณี. 2547: 89) ก็ให้ความเห็นเช่นเดียวกันกับนักการศึกษาท่านอื่นดังนี้ “ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไม่สามารถบังคับให้เกิดขึ้นได้ แต่สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้” การฝึกฝนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิด จินตนาการในการประยุกต์ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ อยากรู้อยากเห็น อยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ (สรวท. 2551: 132-133) ดังนั้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จึงควรได้รับการเสริมสร้างหรือพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน และถือเป็นเป้าหมายหลักที่พ่อแม่ ครู และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนพึงตระหนักถึงความสำคัญ ให้ความสำคัญอย่างจริงจังและสนับสนุนเป็นพิเศษ เพื่อให้เด็กมีโอกาสพัฒนา

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนอย่างเต็มที่ จะได้เจริญเติบโตเป็นเด็กที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และเป็นผู้ใหญ่ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อันเป็นสิ่งที่ประเทศชาติต้องการยิ่ง

ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นเราสามารถชี้แนวทางการพัฒนาความคิดที่นำไปสู่ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเช่นเดียวกับแนวทางการพัฒนาความคิดที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ ซึ่งนักการศึกษาสำคัญหลายคนได้นำเสนอแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาความคิดที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

ทอร์เรนซ์ (อาร์ พันธ์มณี. 2547; 91-92: อ้างอิงจาก Torrance. 1959.) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกัน ได้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเรียนการสอน ในการศึกษาทอร์เรนซ์ได้เสนอ หลักในการส่งเสริมหรือเสริมสร้างความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่เน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นสำคัญไว้หลายประการ ดังนี้

1) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถามแปลกๆ ของนักเรียน โดยไม่ควรมุ่งเน้นคำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว ในการแก้ปัญหาแม้นักเรียนจะใช้วิธีเดาและตรวจสอบ ครูควรจะยอมแล้วกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ค้นหา ใช้การสังเกตและประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อพิสูจน์การเดาของตน

2) ครูควรตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลกๆ ของนักเรียนด้วยใจเป็นกลาง เมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องใด แม้จะเป็นความคิดที่ยังไม่เคยได้ยินมาก่อน ครูก็อย่าเพิ่งตัดสินใจและลดทอนความคิดนั้น แต่ควรรับฟังไว้ก่อน

3) ครูควรกระตุ้นหรือรื้อฟื้นต่อคำถามแปลกๆ ของนักเรียนด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้นักเรียนหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง

4) ครูควรแสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น จากภาพที่นักเรียนวาด ครูอาจนำไปเป็นลวดลายถ้วยชามหรือภาชนะ เป็นปฏิทินบัตร ส.ค.ส. เป็นต้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความภูมิใจและมีกำลังใจที่จะคิดสร้างสรรค์ต่อไป

5) ครูควรกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้ออกาสและเตรียมการให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องนักเรียนที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูอาจเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและการบรรยายลงบ้าง แต่เพิ่มการให้นักเรียนมีส่วนร่วมริเริ่มกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น

6) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ โดยไม่ต้องใช้วิธีขู่ด้วยคะแนน หรือการสอบ การตรวจสอบ เป็นต้น

7) ครูควรพึงระลึกว่าการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในนักเรียนจะต้องใช้เวลาพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป

8) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชย เมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

ขณะที่ บลอนด์และคลอสไมเออ (อาร์ี พันธมณี. 2547; 92-93: อ้างอิงจาก Blaunt & Klausmier. 1965) ได้เสนอแนะวิธีการที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1) ครูควรสนับสนุนและกระตุ้นการแสดงความคิดหลายๆ ด้าน ตลอดจนการแสดงออกทางอารมณ์

2) ครูควรเน้นสถานการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถอันจะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ เช่น ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น เป็นต้น ตลอดจนไม่จำกัดการแสดงออกของนักเรียนให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน

3) ครูอย่าพยายามหล่อหลอม หรือกำหนดแบบให้นักเรียนมีความคิดและมีบุคลิกภาพเหมือนกันไปหมดทุกคน แต่ควรสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ตลอดจนความคิดและวิธีการที่แปลกๆ ใหม่ๆ ด้วย

4) ครูอย่าเข้มงวดกวดขันหรือยึดมั่นอยู่กับจารีตประเพณี หรือยอมรับการกระทำหรือผลงานเพียง 2 หรือ 3 อย่างเท่านั้นแล้วถือสิ่งอื่นใดที่นอกเหนือไปจากแบบแผนเป็นสิ่งผิด

5) ครูอย่าสนับสนุนหรือให้รางวัลแต่เฉพาะผลงานหรือการกระทำซึ่งมีผู้ทดลองทำเป็นที่ยอมรับกันแล้ว ผลงานแปลกๆ ใหม่ๆ ควรมีโอกาสได้รับรางวัลหรือคำชมเชยด้วย

นอกจากนี้ วอลล์ลาซ (Gallagher & Gallagher. 1994; 328: อ้างอิงจาก Wallas. 1926) ได้นำเสนอกระบวนการพัฒนาความคิดที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2) ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นตอนที่อยู่ในความสับสนวุ่นวายทั้งข้อมูลเก่าและใหม่ ซึ่งยังไม่ได้นำมาจัดระบบความคิดใหม่

3) ขั้นความคิดกระจ่าง (Illumination) เป็นขั้นของการจัดระบบแนวคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน

4) ขั้นทดสอบความคิดหรือพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นที่ได้รับความคิด 3 ขั้นข้างต้น เพื่อพิสูจน์ว่าความคิดนี้เป็นจริง

ขณะที่ ทอร์เรนซ์ (อาร์ี พันธมณี. 2540; 6-8: อ้างอิงจาก Torrance & Myers. 1972) ได้จำแนกกระบวนการเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็น 5 ขั้นตอน คือ

1) การค้นหาความจริง (Fact-finding) เป็นการพิจารณาคำตอบอันเกิดจากความรู้สึกกังวลหรือสับสนวุ่นวายในจิตใจแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร จากสาเหตุอะไร ต้องพิจารณาว่าสิ่งที่ทำให้เกิดความรู้สึกเหล่านั้นคืออะไร

2) การค้นพบปัญหา (Problem-finding) เป็นการเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นหรือมองเห็นปัญหาเมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว

3) การตั้งสมมติฐาน (Idea-finding) เป็นการรวบรวมความคิดและตั้งสมมติฐานแล้วรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

4) การค้นพบคำตอบ (Solution-finding) เป็นการค้นพบคำตอบหลังจากที่ทดสอบแนวคิดและสมมติฐาน

5) การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance finding) เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์ และพัฒนาแนวคิดต่อไปว่าสิ่งที่ค้นพบจะนำไปสู่การเกิดแนวคิดและข้อค้นพบใหม่ต่อไปที่เรียกว่า สิ่งใหม่ที่ท้าทาย

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523: 5-6) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีขั้นตอนดังนี้

#### 1) เปิดใจกว้าง (Receptivity openness)

การเปิดใจกว้างต้องอาศัยที่ตนเองเป็นหลักใหญ่ 2 ประการคือ

- 1.1) ต้องพัฒนาจิตใจของตนเองให้เป็นบุคคลที่มีใจกว้างขวาง
- 1.2) มีความมั่นใจและความเชื่อมั่นว่าจะทำอะไร

#### 2) การให้เวลาพักความคิด (Incubation)

ความคิดจะเกิดขึ้นได้ดีนั้นขึ้นอยู่กับการช่วยอันเป็นพื้นฐานอันดับแรก แต่จะเกิดความคิดสร้างสรรค์ต่อไปได้อย่างดีนั้น ควรจะมีการพักความคิดเพื่อที่จะรวบรวมสิ่งต่าง ๆ อันจะเป็นหนทางไปสู่การพัฒนา ซึ่งจะช่วยให้ได้มีอิสระภาพเสรี ในการแสดงออกจากการนึกคิดที่ดูซึมจากสิ่งกระตุ้น

#### 3) การมีอิสระเสรีในการแสดงออก (Freedom to made of expression)

การคิดได้มีการพัก ดูดซึมจากสิ่งที่กระตุ้นและพร้อมที่จะแสดงออก แต่ถ้าความคิดนี้ขาดอิสระเสรีในการแสดงออก หรือถูกขัดจำกัดวงโดยเฉพาะในการแสดงออก จะทำให้ความคิดสร้างสรรค์หยุดชะงักและไม่พรั่งพรูออกมาเท่าที่ควร เพราะฉะนั้นการสร้างบรรยากาศในการแสดงออกให้มีอิสระเสรีนั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

4) บรรยากาศที่จะช่วยอำนวยความสะดวกความคิดสร้างสรรค์และการประเมินผลขึ้นอยู่กับทัศนคติของแต่ละบุคคล (A Climate with external to evaluate for creative worker expression)

การสร้างเสริมบรรยากาศที่จะช่วยอำนวยความสะดวกความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็นยิ่งที่จะต้องคำนึงถึง การประเมินผลความคิดสร้างสรรค์นั้นขึ้นอยู่กับ ทัศนคติของแต่ละบุคคล โปรดระลึกว่าทัศนคติของแต่ละบุคคลเป็นสิ่งมีค่า ไม่ควรนำเอาต้นคิด (Originality) ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานอื่นเพื่อการประเมินผล

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ (2546: 13-18) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนี้

- 1) คิดกำหนดปัญหาให้ชัดเจน เป็นขั้นเริ่มต้นของกระบวนการคิดเพื่อกำหนดเป้าหมายของการคิดให้ชัดเจน จะช่วยให้กระบวนการคิดมีลำดับขั้นและเป็นไปอย่างถูกต้องทิศทาง
- 2) คิดหาคำตอบที่หลากหลาย เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ให้มากที่สุด และหลากหลายแนวทางหลังจากที่ประเด็นปัญหามีความชัดเจนแล้ว
- 3) คิดพิจารณาไตร่ตรอง วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบและสมเหตุสมผล เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์มาช่วยในการพิจารณา แล้ววิเคราะห์ความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
- 4) ตัดสินใจ เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนตัดสินใจเลือกใช้คำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหา และสามารถกลับไปดูคำตอบแล้วตัดสินใจเลือกคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ได้ ถ้าคำตอบหรือแนวทางที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้ได้ผลจริงนั้น นอกจากจากบทบาทและขั้นตอนการพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของครูโรงเรียนจะต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศในโรงเรียนและในห้องเรียน การจัดและเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์การเรียนการสอนหรือสื่อการสอนประเภทต่างๆ ด้วย บรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ บรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับและการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการอภิปราย หรืองานวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องมีอิสระที่จะสร้างสรรค์ได้ตามความพอใจ ดังที่ ซอมเมอร์ (อาร์ พันธ์มณี. 2547; 109: อ้างอิงจาก Sommer. 1970) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนที่มีคุณค่าในการส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้น จะต้องจัดให้มีชั่วโมงว่าง และมีที่ว่างเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทำงานอย่างอิสระในเวลาที่เขาต้องการ และสนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม แต่ต้องอนุญาตให้นักเรียนได้แยกออกจากกลุ่มและทำงานเพียงคนเดียวเมื่อเขาต้องการช่วงเวลาเช่นนั้น

สมิทและฮิลเดรท (อาร์ พันธ์มณี. 2547; 109: อ้างอิงจาก Smith & Hildreth. 1971) ได้กล่าวสนับสนุนว่า บรรยากาศในโรงเรียนและในห้องเรียนมีผลต่อการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนมาก ห้องเรียนที่มีนักเรียนสามารถแสดงความคิดใหม่ๆ แปลกๆ ของตนเองเต็มที่ และนักเรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระ ไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดจนเกินไป รวมทั้งมีการส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนได้รู้จักแก้ปัญหา ย่อมเป็นห้องเรียนที่สนับสนุนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่มีลักษณะดังนี้

- 1) เน้นสถานการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถอันจะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ เช่น ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น เป็นต้น โดยไม่จำกัดการแสดงออกของนักเรียนให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน
- 2) ส่งเสริมให้นักเรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถามแปลกๆ ของนักเรียน โดยไม่ได้มุ่งเน้นคำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว
- 3) ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า
- 4) สนับสนุนและกระตุ้นการแสดงความคิดของนักเรียนหลายๆ ด้าน ตลอดจนการแสดงออกทางอารมณ์
- 5) กระตุ้นหรือรับฟังคำถามแปลกๆ ของนักเรียนด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้นักเรียนหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง
- 6) ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลกๆ ของนักเรียนด้วยใจเป็นกลาง เมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องใด แม้จะเป็นความคิดที่ยังไม่เคยได้ยินมาก่อน ครูก็อย่าเพิ่งตัดสินใจและลิดรอนความคิดนั้น แต่ควรรับฟังไว้ก่อน
- 7) แสดงให้นักเรียนเห็นว่าความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้
- 8) กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้อาสาและเตรียมการให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องนักเรียนที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 9) เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ โดยไม่ใช้วิธีชี้ด้วยคะแนน หรือการสอบ การตรวจสอบ เป็นต้น
- 10) เปลี่ยนบทบาทของครูเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและการบรรยายลงบ้าง แต่เพิ่มการให้นักเรียนมีส่วนร่วมริเริ่มกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น

#### 1.4 การวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

การวัดและประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไม่เพียงแต่ทำให้ทราบระดับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้น แต่ยังสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ด้วย นับว่าผลการวัดและประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จะทำให้การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ผลสมบูรณ์ขึ้น

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและต้องการองค์ประกอบเกื้อหนุนที่เหมาะสม การวัดและประเมินผลองค์ประกอบหรือตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากองค์ประกอบสำคัญ 2 ใน 4 ที่จะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ดังนั้นเราสามารถใช้นวทางการวัดและประเมินความคิดคล่อง

และความคิดยืดหยุ่น เช่นเดียวกับแนวทางการวัดและประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ นักการศึกษาสำคัญหลายคนได้นำเสนอแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับแนวทางการวัดและประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ ซึ่ง อารี พันธุ์มณี (2547: 209-212) ได้ประมวลการวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักการศึกษาเหล่านั้น สรุปได้ดังนี้

- 1) การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์
- 2) การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด ซึ่งเป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม รูปสี่เหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ
- 3) การดูรอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น ซึ่งวิธีนี้มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี
- 4) การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน ซึ่งนักจิตวิทยาสำคัญหลายคนมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่งหรือเป็นจุดวิกฤตของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจในการเขียนเชิงสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะ
- 5) การทำแบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อและที่ใช้ภาพเป็นสื่อเพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย แบบทดสอบความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มาตรฐานที่นิยมและเป็นที่ยอมรับกันมาก ได้แก่ แบบทดสอบการวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด และแบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์

สำหรับการตรวจให้คะแนนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อารี พันธุ์มณี (2547: 219-220) ได้แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 1) **ความคิดคล่องตัว (fluency)** ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบให้ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณการตอบสนองได้มากในเวลาจำกัด คะแนนความคิดคล่องตัวคือคะแนนที่ได้จากการวาดภาพที่ชัดเจน และการสื่อความหมายได้ในแต่ละกิจกรรม
- 2) **ความคิดยืดหยุ่น (flexibility)** ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดได้หลายทิศทาง หลายประเภท หลายชนิด หลายกลุ่ม และคำตอบไม่ได้จัดอยู่ในกลุ่มหรือประเภทเดียวกัน คะแนนความคิดยืดหยุ่นจะพิจารณาจากจำนวนประเภทหรือกลุ่มของคำตอบ อาจให้ประเภทหรือกลุ่มละ 1 คะแนน



3) **ความคิดริเริ่ม (originality)** ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น คะแนนความคิดริเริ่มจะพิจารณาจากคำตอบที่นักเรียนตอบ ถ้ามีนักเรียนตอบตั้งแต่ 1-5 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นความคิดแปลกและได้คะแนนมากที่สุด ถ้ามีนักเรียนตอบมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นความคิดธรรมดาได้คะแนนต่ำตั้งแต่ 0 ขึ้นไป

4) **ความคิดละเอียดลออ (elaboration)** ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดรายละเอียดที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์แล้วทำให้ภาพชัดเจนและได้ความหมายสมบูรณ์ เช่น ในภาพที่มีรายละเอียด แต่ละส่วนจะให้คะแนนส่วนละ 1 คะแนน เป็นต้น

สำหรับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้พัฒนาแบบทดสอบไว้ดังนี้

บาลกา (Balka. 1974: 634) ได้ทำการศึกษาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา และสร้างเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ศึกษาและครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวต้องผ่านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งสามกลุ่มที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันร้อยละ 80 ขึ้นไป พบว่าเกณฑ์ที่ใช้วัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1) ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2) ความสามารถในการกำหนดแบบรูปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

3) ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4) ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น

5) ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

6) ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้

เฮย์ล็อค (Haylock. 1985: 547; 1987: 48-59) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ความคิดนอกเนกนัย (divergent thinking) และความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นทางการคิด (ability to break from mental sets by overcoming fixations in mathematics) ซึ่งแบบทดสอบประกอบด้วย การแก้ปัญหา การตั้งปัญหา และการจัดกลุ่มใหม่ (redefinition) เพื่อวัดความคิดนอกเนกนัย ส่วนความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นทางการคิดพิจารณาจากการยึดติดกับขั้นตอนวิธี (algorithmic fixation) และการจำกัดขอบเขตของการคิด (content universe fixation)

สำหรับประเทศไทย สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533: 153-158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนามา

จากกรอบแนวคิดของบาลกา เพื่อวัดความสามารถของนักเรียนที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 7 ด้าน ดังนี้

1) ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นมาเมื่อคำนวณแล้วได้ผลลัพธ์ตรงกับคำตอบที่กำหนดให้

2) ความสามารถในการสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีการเดิมจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

4) ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราวทำนายเหตุการณ์ต่างๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์ครั้งนั้น แล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

5) ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

6) ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไปใช้ได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

7) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือเรขาคณิต หรือรูปเรขาคณิต 2 มิติ หรือ 3 มิติ หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้กฎเกณฑ์ หรือสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัด

กรมวิชาการ (2534: 48-50) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลักการเดียวกันกับแบบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้านภาษาหรือด้านศิลปะ คือให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลายๆ ทาง หลายๆ แบบให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วย

1) แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วให้สร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

2) แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลาย ๆ แบบ แตกต่างกันให้มากที่สุด

3) แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดซึ่งตัวเลขที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด

4) แบบสร้างรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

5) แบบประกอบภาพเจ็ดมหัศจรรย์ (Tangrams) ประกอบด้วย 7 ชิ้นที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวัดผลและประเมินผล โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจาก (1) ผลงานเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง จากไปกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง (2) ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนเป้าหมายขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น และ (3) ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง โดยใช้แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกล้องวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

### 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

เนื่องจากความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นงานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นจึงประกอบไปด้วยงานวิจัยทางด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความคิดอเนกนัย ดังนี้

เฮย์ลล็อก (Haylock. 1987: 48-59) ได้ศึกษาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-12 ปี ในประเทศอังกฤษ จำนวน 280 คน โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อทำความเข้าใจและประเมินลักษณะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนเป็น 4 กลุ่มตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ กลุ่มสูงมาก (very high) กลุ่มสูง (above average) กลุ่มปานกลาง (average) และกลุ่มต่ำ (below average) พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดและความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยสูงกว่า กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

วาร์เนอร์ และคณะ (Warner; et al.2003: Online) ได้ทำการศึกษาว่า ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจอย่างไร โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถและความสามารถกัน และเป็นอาสาสมัครเข้าร่วมกิจกรรมนี้ โดยใช้เวลานอกเวลาเรียน จำนวน 12 สัปดาห์ ในการดำเนินกิจกรรมผู้วิจัยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มจำนวน 3-5 คน เพื่อนำเสนอและอภิปรายผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจาก วีดิโอเทป ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์

อีริก (Eric. 2008: online) ได้ศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยในการศึกษาค้นคว้าได้ใช้การแก้ปัญหาเป็นกลุ่มซึ่งแต่ละกลุ่มมีจำนวนนักเรียน 4 – 5 คน จากนั้นใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตเพื่อช่วยในการมองภาพของรูปเรขาคณิต แล้วนำผลที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรม ซึ่งผลการศึกษาพบว่านักเรียนไม่เพียงแต่จะมีพัฒนาการทางการคิดด้านคณิตศาสตร์เท่านั้นแต่นักเรียนยังมีพัฒนาการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อีกด้วย

ไลฟน์ (Livne; et al.2008: Online) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาปลายเปิดซึ่งมีผลเฉลยหลายผลเฉลย ในการศึกษาค้นคว้าได้ใช้โปรแกรม RUMReady ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในด้านพีชคณิตผ่านการแก้ปัญหาปลายเปิดและกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วม คือ นักเรียนในระดับมัธยมศึกษา เกรด 11 และเกรด 12 จำนวน 112 คน (ชาย 47 คน หญิง 65 คน) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์หลักของการศึกษา คือ 1) ศึกษาความสามารถของนักเรียนในการหาผลเฉลยทั้ง 2 ประเภทคือ ผลเฉลยโดยตรง และผลเฉลยที่แปลกใหม่ แตกต่างกันหรือไม่ 2) ศึกษาความสามารถของนักเรียนในการหาผลเฉลยด้านผลเฉลยโดยตรง และผลเฉลยที่แปลกใหม่ ผ่านการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองหรือไม่ โดยผลการศึกษาพบว่า

1) ความสามารถในการหาผลเฉลยที่แตกต่างกัน ทั้ง 2 ประเภทก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน

2) ความสามารถในการหาผลเฉลยโดยตรงหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและความสามารถในการหาผลเฉลยที่แปลกใหม่หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองเช่นกัน

สำหรับประเทศไทย นัญจिता โพธิ์เพชร (2545) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนวัดราชบพิศ กรุงเทพฯ แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 47 คน พบว่า

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

3) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

4) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ทิพย์บุปผา สาคร (2546) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดและจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนเซนต์ฟรังซิสซาเวียร์คอนแวนต์ ซึ่งเป็นนักเรียนหญิงและกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างมา 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 44 คน ซึ่งได้โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม แล้วมาทำการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด จำนวน 12 กิจกรรม ในเวลา 3 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

1) นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดแล้วมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปานจิต รัตนพล (2547) ได้ศึกษาผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร จำนวน 110 คน ผลการศึกษาพบว่า

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ 50%

2) หลังการทดลองนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนต่ำ

3) นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ หลังการทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นกว่าก่อนทดลอง

4) หลังการทดลอง นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูงมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลางและต่ำ แต่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลางมีความคิดสร้างสรรค์ไม่สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนต่ำ

สุวัชน อินทสังข์ (2547) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแบบเอนกนัยของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์การเรียนทางคณิตศาสตร์ต่างกัน เปรียบเทียบความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์การเรียนทางคณิตศาสตร์ต่างกัน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบเอนกนัย ความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2546 จำนวน 127 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์ คือ กลุ่มสูงมาก สูง ปานกลาง และต่ำ ผลการวิจัยได้ข้อสรุปดังนี้

1) นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่างกันมีความสามารถในการคิดแบบเอนกนัยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่มสูงมากกับนักเรียนกลุ่มสูงที่แตกต่างกันแต่ไม่มีนัยสำคัญ

2) นักเรียนกลุ่มสูงมากสามารถเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มต่ำและกลุ่มปานกลางอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ส่วนความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอีกสี่คู่ที่เหลือไม่มีนัยสำคัญ

3) ความสามารถในการคิดแบบเอนกนัยและความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดต่างก็สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .68 และ .39 ตามลำดับ

4) ความสามารถในการคิดแบบเอนกนัยสัมพันธ์กับความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .30

5) ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบเอนกนัยกับความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดเป็นความสัมพันธ์ไม่แท้โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสาเหตุร่วม

รุจิอาภา รุจิยาปนนท์ (2550) ได้พัฒนากิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การทดสอบด้วยแบบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การสังเกตพฤติกรรมการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และการสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปฏิบัติด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมพร หลิมเจริญ (2552) ได้พัฒนาหลักสูตรเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 และประเมินประสิทธิภาพเสริม ฯ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาหลักสูตร ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาหลักสูตร และประเมินคุณภาพของหลักสูตรโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบประสิทธิภาพของหลักสูตร ผลการศึกษา ใต้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยคุณลักษณะ 2 มิติ คือ 1) มิติด้านการคิด ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และ 2) มิติด้านจิตใจและบุคลิกภาพ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็นและความเชื่อมั่นในตนเอง หลักสูตรเสริมสำหรับส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้เป็นหลักสูตรที่ไม่ยึดเนื้อหาเป็นหลัก (content free) มีสาระสำคัญประกอบด้วย แนวคิด หลักการ วัตถุประสงค์ โครงสร้างของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล ในการพัฒนาเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทั้งสองมิติ ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรไปเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีโครงสร้างเนื้อหา 4 หน่วยการเรียนรู้ และใช้เวลารวมทั้งสิ้น 29 ชั่วโมง กิจกรรมหลักที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ใช้เทคนิคการระดมพลังสมอง และกิจกรรมการสอนสืบสวนสอบสวนแบบอิงอริยสัจสี่ การตรวจสอบประสิทธิภาพของหลักสูตร ผู้วิจัย ใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แผนการทดลองแบบ randomized pretest-posttest control group design กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งเลือกมาโดยใช้กระบวนการสุ่มโดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนห้องเรียนละ 30 คน กำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการสุ่ม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีระดับการคิดเห็นต่อหลักสูตรเสริมอยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินหลักสูตรเสริมพบว่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด หลังการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการสอน ด้านระยะเวลา ด้านภาษาในคำชี้แจงในแผนการสอน บางหน่วยเพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้น แล้วจัดทำ เป็นหลักสูตรเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ฉบับสมบูรณ์

## ตอนที่ 2 การแก้ปัญหา

### 2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้ระบุไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ.1980: การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน (Problem Solving in School Mathematics) ว่า “การแก้ปัญหาต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” (Krulik. 1980) ซึ่งสิ่งนี้ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ในบรรดานักการศึกษาเหล่านั้น มีนักการศึกษาสำคัญหลายคนได้ให้ความหมายของ “ปัญหา” และ “การแก้ปัญหา” ไว้ดังนี้

แฟรงค์ เลสเตอร์ (Frank Lester. 1978: 54) ได้ให้คำจำกัดความของ “ปัญหา” (problem) ว่าเป็น “สถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลได้กระทำต่องานนั้นเพื่อให้ได้วิธีหาคำตอบที่สมบูรณ์” ซึ่งคำจำกัดความดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจาก เรย์ ซัยแดม และลินด์ควิสต์ (Rey, Suydam & Lindquist. 2004: 98) ซึ่งให้คำจำกัดความไว้ว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลต้องการบางสิ่ง แต่ไม่รู้ทันทีว่าจะอะไรที่ต้องทำเพื่อให้ได้สิ่งนั้นมา” นอกจากนี้ โปซาเมนเทียและครูลิก (Posamentier & Krulick. 1998: 1) ได้ให้คำจำกัดความว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลเผชิญและต้องการค้นหาคำตอบโดยวิธีการหาคำตอบยังไม่รู้ในทันที” ขณะที่ ครูลิกและรูนด์นิก (Krulik & Rundnick. 1993: 6) ยังได้ให้คำจำกัดความเช่นเดียวกันว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลต้องการที่จะค้นหาคำตอบ แต่ยังไม่รู้วิธีการที่จะหาคำตอบ”

สำหรับประเทศไทย สมเดช บุญประจักษ์ (2543: 2) กล่าวว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาที่ต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ” ส่วน เอนก จันทรวงศ์ (2545: 6) กล่าวว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่ต้องการคำตอบ โดยที่ผู้แก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยหาคำตอบของคำถามหรือสถานการณ์นั้นๆ”

นอกจากนี้ รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005: 5) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 7) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนวิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที”

นักการศึกษาข้างต้นต่างเห็นว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลต้องการค้นหาคำตอบแต่ยังไม่รู้ทันทีว่าจะอะไรที่ต้องทำเพื่อให้ได้คำตอบนั้นมา” ถ้าปัญหานั้นง่ายเกินไปจนบุคคลรู้วิธีการหาคำตอบหรือคำตอบทันทีแล้วปัญหานั้นก็ไม่ใช่อีกต่อไป และปัญหาสำหรับผู้เรียนคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับผู้เรียนอีกคนหนึ่งก็ได้

นอกจากความหมายของปัญหา นักการศึกษายังได้ให้คำจำกัดความของ “การแก้ปัญหา” อีกในหลากหลายความหมาย เช่น แฟรงค์ เลสเตอร์ (Frank Lester. 1978: 54) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหา (problem solving) เป็นเซตของการกระทำที่มีต่องานของการแก้ปัญหา” ขณะที่ โพลยา (Polya. 1981: ix) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหาคือการค้นหาแนวทางการหลบหลีกความยากลำบากและอุปสรรค เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ไม่สามารถสำเร็จได้ในทันที” ส่วน ครูลิกและรูนด์นิก (Krulik; & Rudnick. 1987: 4) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหาคือกระบวนการซึ่งบุคคลใช้ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย” ขณะที่ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 52) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหาคือการดำเนินการต่องานที่วิธีการหาคำตอบยังไม่รู้มาก่อน”

สำหรับประเทศไทย ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาคงต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหา” นอกจากนี้ รุ่งฟ้า



จันทน์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005: 5) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 7) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

**ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่และต้องการค้นหาผลเฉลย โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

**การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อใช้ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์

## 2.2 ประเภทของปัญหา

ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝน และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลากหลายรูปแบบ ซึ่งนักการศึกษาได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

### 2.2.1 พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา

โพลยา (Polya. 1957: 154) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- 1) ปัญหาให้ค้นหาคำตอบ (Problem to find an answer) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือให้หาวิธีการและคำอธิบายเหตุผล
- 2) ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแสดงการให้เหตุผลว่า “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง” หรือ “ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ”

### 2.2.2 พิจารณาจากลักษณะของปัญหา

บิทเทอร์ ฮาร์ทฟิลด์ และ เอ็ดเวิร์ดส์ (Bitter; Hartfield; & Edwards. 1989: 37) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) เป็นปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ
- 2) ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery problems) เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียว แต่มีวิธีการหาคำตอบหลายวิธี
- 3) ปัญหาแนะให้ค้นพบ (Guided discovery problems) เป็นปัญหาที่ต้องมีการแนะแนวทางในการหาคำตอบ

### 2.2.3 พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา

เลสเตอร์ (Lester. 2001: 570) เมเยอร์และเฮการ์ตี (Mayer; & Hegarty. 1996: 32) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัญหาที่คุ้นเคย และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย

1) ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนมีความคุ้นเคยกับโครงสร้างและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น มักพบเห็นในหนังสือเรียน ส่วนมากเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก

2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non routine problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยกับโครงสร้างและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา มักไม่ค่อยพบในหนังสือเรียน เมื่อต้องเผชิญกับปัญหาเหล่านี้ นักเรียนต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันจึงจะแก้ปัญหาได้ ส่วนมากเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ซึ่งปัญหาประเภทนี้ถูกนำมาใช้ในการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

สำหรับงานวิจัยนี้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ และใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิต ที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

### 2.3 กระบวนการแก้ปัญหา

เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่นักเรียนจะต้องฝึกฝนพัฒนาให้เกิดขึ้น แต่มีนักเรียนจำนวนมากไม่รู้ว่าจะต้องดำเนินการแก้ปัญหานั้นอย่างไร หรือมีกระบวนการแก้ปัญหายังไร เพื่อให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ ครูควรปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาย่อยรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาดตามแนวคิดของโพลยา (Polya. 1957: 5-19) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา** ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหานักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปซ้ำมา พิจารณาหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

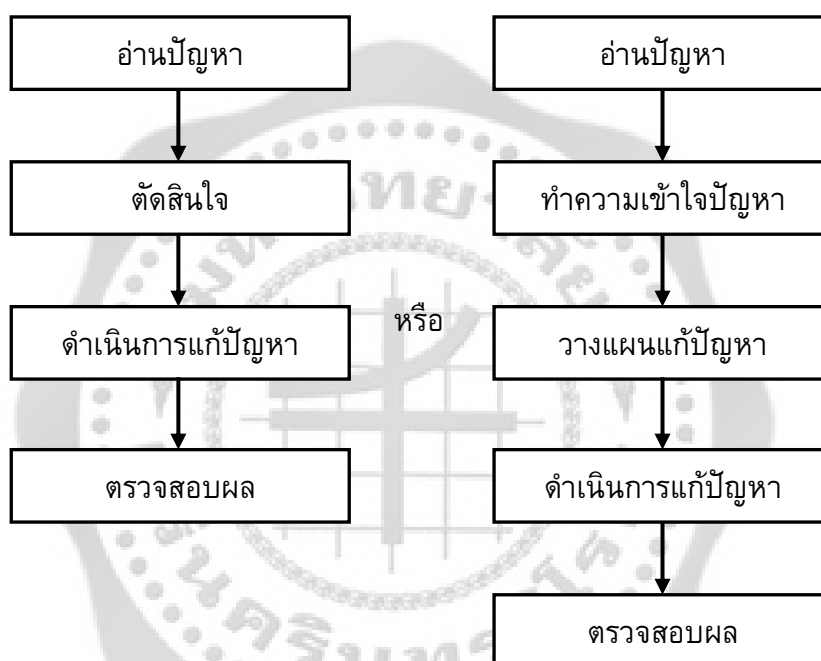
**ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา** ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

**ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน** ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของ

แผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาใหม่

**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล** ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหอย่างอื่นอีกหรือไม่

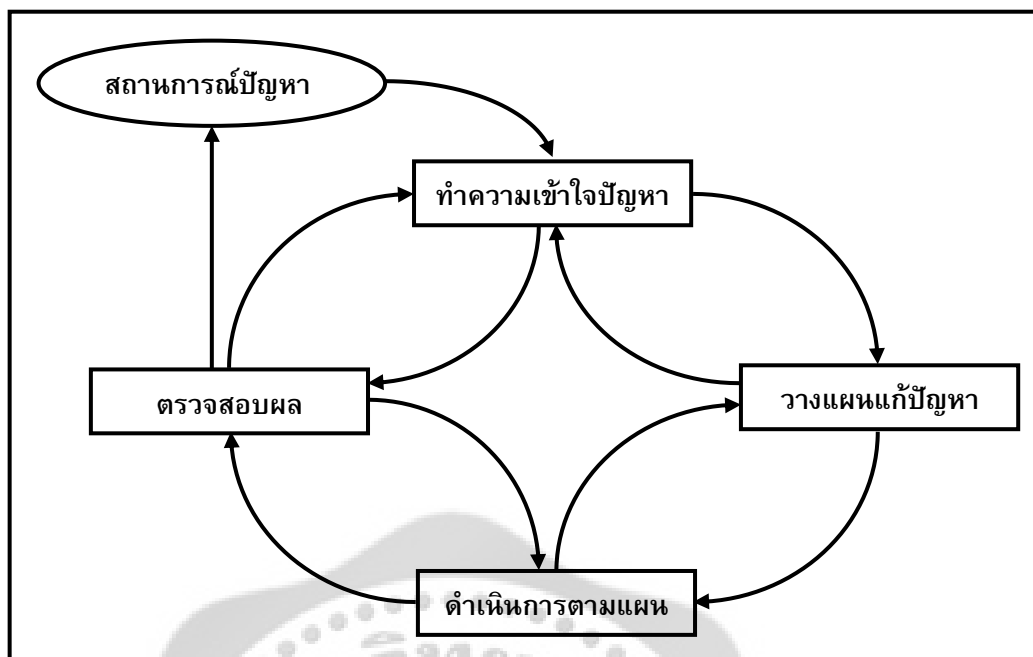
เนื่องจากคนส่วนใหญ่มองว่ากระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนเป็นแนวเส้นตรง โดยไม่มีการกระทำย้อนกลับ ซึ่ง รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005: 14) ได้แสดงไว้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กระบวนการแก้ปัญหาเป็นแนวเส้นตรง

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

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ (Wilson; Fernandez; & Hadaway. 1993: 60–62) จึงเสนอแนะกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต (Dynamic problem-solving process) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่สนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาในรูปแบบที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ ซึ่ง รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005: 15) ได้แสดงไว้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

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

จากกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตในภาพประกอบ 2 อธิบายได้ดังนี้ เมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ จนกระทั่งหาคำตอบได้ สุดท้ายตรวจสอบผล พิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

สำหรับทิศทางของลูกศรนั้น เป็นการพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และคิดว่ามีความเข้าใจปัญหาดีแล้ว ก็เคลื่อนการกระทำไปสู่ขั้นวางแผนแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหามาตามแผนที่วางไว้ แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ นักเรียนก็อาจจะย้อนกลับไปวางแผนใหม่ หรืออาจต้องกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ เพื่อปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

**กระบวนการแก้ปัญหา** หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา และกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ซึ่งประกอบด้วย

4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ โอมาร์ (Omar. 2006) ได้ทำการศึกษากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เรขาคณิตทรงลูกบาศก์กับนักเรียนในเกรด 8 โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย (1). เพื่อศึกษาผลของการใช้กิจกรรมเรขาคณิตทรงลูกบาศก์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2). เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งผลการศึกษาพบว่า หลังจากการทดลองนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนทดลอง แต่เจตคติของนักเรียนพบว่าไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนทดลองและหลังทดลอง

อดิยิมิ (Adeyemi. 2008) ได้ศึกษาผลของการใช้วิธีการสอนแบบร่วมมือและการแก้ปัญหากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 150 คน (ชาย 80 และหญิง 70 คน) ซึ่งผลของการศึกษาพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแบบปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าผลของการสอนในแต่ละยุทธวิธีของครูส่งผลต่อความรู้สึกรักของผู้เรียนอีกด้วย

สำหรับประเทศไทย ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มใหญ่ ขั้นการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มย่อย ขั้นนำเสนอผลการปฏิบัติของกลุ่มย่อยต่อกลุ่มใหญ่ ขั้นปฏิบัติรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า

1) กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนข้างต่ำ ในระหว่างเรียนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนค่อยๆพัฒนาขึ้นจากการแก้ปัญหาค่าที่ต้องใช้การถามกระตุ้นแนวทางการแก้ปัญหาย่างละเอียด

2) ผลการประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา พบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนในทุกด้าน ได้แก่ การสำรวจศึกษา การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและการสื่อความคิดในการแก้ปัญหานักเรียนทุกคนในกลุ่มทดลองอยู่ในระดับ “ต้องแก้ไข” พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาระหว่างเรียนในทุกด้านของนักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาขึ้นไปอยู่ในระดับ “ดี” และ “ดีมาก” และในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียน พบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาค้นหาในทุกด้านของนักเรียนอยู่ในระดับ “ดี”

3) ผลการประเมินเจตคติหลังเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

4) ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 ของนักเรียนในกลุ่มทดลองกับเกณฑ์ปกติของโรงเรียน โดยการทดสอบค่า Z พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ปกติของโรงเรียน

เอนก จันทรจรรยา (2545) ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนการสอน การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา พัฒนาโดยการฝึกแก้ปัญหาผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา และแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของวิลสัน เฟอร์นันเดซและฮาตาเวย์ พร้อมทั้งฝึกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 54.21/46.36 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังไว้คือ 75/75 และ ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้ชุดการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนใช้ชุดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุ่งฟ้า จันท์จรรุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005) ได้พัฒนาโปรแกรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและศึกษาผลของโปรแกรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ที่มีต่อศักยภาพในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า คะแนนมัธยฐานในด้านศักยภาพในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนมัธยฐานของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนมัธยฐานในด้านความเชื่อที่เหมาะสมเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหของ กลุ่มทดลองไม่สูงกว่าคะแนนมัธยฐานของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระหว่างที่โปรแกรมนี้ดำเนินการอยู่ เมื่อนักศึกษาครุในกลุ่มทดลองมีประสบการณ์แก้ปัญหามากขึ้น นักศึกษาครุได้ใช้เวลามากขึ้นในการทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา และอภิปรายกลุ่มก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหา ในการปรับและเลือกใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหานั้น นักศึกษาครุสามารถสร้างแผนภาพประกอบ หรือแผนผังได้ชัดเจนขึ้น มีระบบในการแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด และมีการนิยามตัวแปรและสมการที่เหมาะสมขึ้น อีกทั้งยังมีการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สนับสนุนมากขึ้นด้วย

กองสิน อ่อนवाद (2550) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านปากห้วย อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย จำนวน 28 คน ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีพีทาโกรัสที่จัดกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีพีทาโกรัสและแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนหลังจากนั้นดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจนครบทั้ง 6 แผน แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนและแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้การเรียนแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

### ตอนที่ 3 การระดมสมอง

#### 3.1 ความหมายและหลักการของการระดมสมอง

**การระดมสมองหรือการระดมความคิด (Brainstorming)** เป็นเทคนิควิธีหนึ่งในการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creative thinking หรือ creativity) ซึ่ง ออสบอร์น (Osborn) ได้เสนอในหนังสือจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) ในปี ค.ศ. 1957 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้บุคคลมีความคิดหลายทิศทาง คิดได้มากในช่วงเวลาที่จำกัด ที่นำไปสู่การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั่นเอง ซึ่งออสบอร์นได้ให้ความหมายว่า การระดมสมองเป็นเทคนิคหรือวิธีการที่กลุ่มบุคคลพยายาม ค้นหาผลเฉลยของปัญหา โดยการรวบรวมความคิดที่แวบขึ้นทันทีของสมาชิกในกลุ่มบุคคลนั้น (Osborn, 1963) โดยมีหลักการสำคัญในการระดมสมอง 4 ประการ ดังนี้

1) ห้ามการวิพากษ์วิจารณ์ โดยการตัดสินใจใด ๆ จะกระทำได้อีกต่อเมื่อการระดมความคิดได้เสร็จสิ้นไปแล้ว ซึ่งจุดประสงค์ของการระดมความคิดในขั้นตอนนี้ก็เพื่อสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่และหลากหลายในการแก้ปัญหา

2) สามารถจินตนาการและเสนอแนวคิดได้อย่างอิสระ โดยความคิดที่แปลกใหม่มากเท่าใดก็ยิ่งดี เพราะในการแลกเปลี่ยนความคิดที่แปลกใหม่จะเกิดประโยชน์มากกว่าการแลกเปลี่ยนความคิดปกติ

3) เน้นปริมาณของความคิด โดยการเน้นปริมาณการคิดยิ่งมากเท่าใดก็ยิ่งดี เพราะแนวโน้มที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่คาดหวังไว้จะมากยิ่งขึ้น

4) การรวบรวมและปรับปรุงความคิด นอกเหนือจากการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาแล้ว ผู้เข้าร่วมจะต้องช่วยกันปรับปรุงแนวคิดที่ช่วยกันระดมให้ดียิ่งขึ้น และถ้าเราสามารถนำเอาแนวคิดหลายๆ แนวคิดมารวมกันได้ก็ถือว่าเป็นการสร้างแนวคิดใหม่เช่นกัน (Isaksen, 1998: 4)

เราไม่สามารถจะคิดวิพากษ์ (Critical) และคิดสร้างสรรค์ในเวลาเดียวกัน การระดมสมองช่วยส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศของการสร้างสรรค์ ช่วยส่งเสริมจินตนาการ ช่วยสอนให้เกิดลักษณะของคิดสร้างสรรค์ (Creative attitudes) และเป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาความคิดที่หลากหลายก่อนที่จะแก้ไขปัญหา (สมพร หลิมเจริญ, 2552: 61) การระดมสมอง จึงเป็นวิธีการที่

กลุ่มบุคคลใช้ในการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (creative problem-solving) และการสรรหาแนวคิดใหม่ๆ (the generation of new ideas) สิ่งนี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจการระดมสมองมาเป็นเทคนิควิธีหนึ่งในการจัดการเรียนรู้

สำหรับประเทศไทย กรมวิชาการ (2534: 22) ได้ให้ความหมายว่า การระดมสมองเป็นการให้โอกาสคิดอย่างอิสระที่สุด โดยเลื่อนการประเมินการคิดออกไปไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ในระหว่างที่มีการคิด การวิจารณ์หรือการประเมินผลใดๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นในระหว่างการคิด จะเป็นสิ่งขัดขวางความคิดสร้างสรรค์ โดยมีจุดประสงค์ที่สำคัญของการระดมสมองก็เพื่อจะนำไปสู่การที่สามารถแก้ปัญหาได้

ในขณะที่ บุญชม ศรีสะอาด (2541: 64) ได้ให้ความหมายว่า การระดมสมอง เป็นการให้ผู้เรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็น ให้ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่ผู้เรียนเสนอมานั้น มีการบันทึกความคิดหรือข้อเสนอแนะทั้งหมด

ชัยพร พงษ์สันต์รัตน์ (2544: 4) กล่าวว่า การระดมสมอง เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่มีการวิจารณ์ระหว่างความคิดทุกคนในกลุ่มจะช่วยกันคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดภายในเวลาที่กำหนดให้

ราชบัณฑิตยสถาน (2551: 49) ให้ความหมายว่า การระดมสมอง เป็นการประชุมแสดงความคิดเห็นอย่างมีเสรี เพื่อให้ได้ความคิดด้านต่าง ๆ มากที่สุด เน้นการมีส่วนร่วมของสมาชิกอย่างทั่วถึงและหลากหลาย โดยไม่สรุปหรือโต้แย้ง หลังจากนั้นจึงนำประเด็นทั้งหมดไปวิเคราะห์สังเคราะห์ เพื่อให้เกิดประโยชน์ตามวัตถุประสงค์

นอกจากนี้สมคิด กอมณี (2544: 5) และวรวัลย์ อินทรรัตน์ (2540: 5) ยังได้ให้ความหมายของการระดมสมองในลักษณะเดียวกัน ซึ่งเป็นลักษณะของกิจกรรมที่ช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ดังนี้ การระดมสมอง หมายถึง การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยที่ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมมือช่วยกันคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

นอกจากแนวคิดและความหมายของการระดมสมองแล้วหลักการพื้นฐานที่ใช้ในการระดมสมองก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้การระดมสมองบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ได้ ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอหลักการในการระดมสมองไว้ดังนี้ รอลินสัน (Rawlinson. 1981: 38-41) กล่าวว่าหลักการสำคัญของการระดมสมองประกอบด้วย 4 หลักการดังนี้

1) การหยุดการตัดสินหรือวิพากษ์วิจารณ์ความคิด หมายถึง การที่บุคคลใดในกลุ่มเสนอความคิดออกมาแล้วสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องหยุดการตัดสิน วิพากษ์วิจารณ์ และประเมินความคิดของบุคคลนั้น ๆ



2) การปล่อยให้ความคิดสั้นไหลออกมา หมายถึง การที่บุคคลได้แสดงความคิดเห็นออกมาอย่างอิสระ หลาย ๆ ลักษณะไม่ว่าจะเป็นความคิดที่ดีหรือไม่ก็ตามความคิดเห็นเหล่านั้นก็จะถูกจดบันทึกเอาไว้

3) การเน้นที่ปริมาณความคิด หมายถึง การเสนอปริมาณความคิดเห็นออกมาอย่างมากมายโดยคำนึงถึงปริมาณความคิดมากกว่าคุณภาพของความคิด ซึ่งความคิดเห็นทุกอย่างที่เสนอขึ้นมานั้นจะถูกยอมรับและนำไปพิจารณาในขั้นต่อ ๆ ไป

4) การผสมผสานความคิด หมายถึง การเก็บและรวบรวมความคิดของสมาชิกในกลุ่มมาพิจารณาเพื่อพัฒนาและปรับปรุง ซึ่งการพัฒนาและปรับปรุงแนวคิดของบุคคลอื่น ๆ ผู้ที่เป็นเจ้าของแนวความคิดเดิมต้องเปิดใจกว้างและยอมรับแนวคิดของผู้อื่นด้วยจึงจะทำให้การระดมสมองเป็นไปอย่างสมบูรณ์

รอสสิเตอร์และไลเลน (Rossiter & Lilien. 1994: 62 - 68) ได้ขยายหลักการพื้นฐานในการระดมสมอง ออกเป็น 6 หลักการดังนี้

1) หลักการระดมความคิดเป็นหลักการที่สำคัญที่จะต้องเน้นที่ปริมาณแนวคิดให้มาก โดยการระดมความคิดเป็นสิ่งที่จำเป็นในการสร้างความคิดที่ดี ๆ มากมาย

2) เป้าหมายของการระดมความคิดต้องมีความเฉพาะเจาะจงต่อปัญหาและมีปริมาณที่มากพอและเหมาะสม

3) หลักการระดมความคิดควรเริ่มจากการระดมความคิดด้วยตนเองก่อนเป็นขั้นแรกแล้วจึงใช้กระบวนการกลุ่มตามมา

4) ใช้กระบวนการกลุ่มในการแลกเปลี่ยนและถ่วงถ่วงแนวคิด

5) เลือกแนวคิดสุดท้ายด้วยตนเอง โดยใช้หลักการที่เรียกว่า I-G-I คือ Individual - Group - Individual ซึ่ง Individual จะเป็นหลักการที่สำคัญของการระดมความคิดโดยใช้เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการระดมความคิด

6) ในการระดมความคิดควรให้ระยะเวลาในการครุ่นคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

สำหรับประเทศไทย อารี พันธุ์มณี (2547: 133) กล่าวว่า บรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ บรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับและการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการอภิปราย หรืองานทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องมีอิสระที่จะสร้างสรรค์ความพึงพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการในการระดมความคิดดังนี้

1) ประวิงการตัดสินใจ หมายถึง การที่บุคคลใดในกลุ่มเสนอความคิดเห็นขึ้นมาจะไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสินใจความคิดใดๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็ความคิดดี มีคุณภาพหรือมีประโยชน์น้อยก็ตาม

2) อิสระทางความคิด หมายถึง ยอมรับความคิดที่บุคคลเสนอและสนับสนุนความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำ ถือว่าความคิดยิ่งแปลกยิ่งใหม่ไม่ซ้ำก็ยิ่งดี อันจะเป็นทางนำไปสู่ความคิดริเริ่ม

3) ส่งเสริมปริมาณความคิด หมายถึงให้ได้ปริมาณความคิดมาก ความคิดยิ่งมากเท่าใดก็จะดีเท่านั้น และกระตุ้นให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตนโดยไม่มีกำหนดยับยั้งความคิดของผู้ใดแต่อย่างใด

4) การระดมความคิดและการปรุ้งแต่งความคิด หมายถึง หลังจากได้ระดมพลังสมองเพื่อปล่อยให้ความคิดฟุ้งงูและผ่านข้อ 1 – 3 แล้วก็นำเอาความคิดทั้งหมดมาประมวลกัน แล้วพิจารณาตัดสินร่วมกันว่าความคิดใดจะให้คุณค่ามากกว่ากัน และจัดเรียงลำดับความคิดโดยใช้เกณฑ์กำหนดในเรื่องเวลา บุคลากร งบประมาณ เป็นต้น

### 3.2 ขั้นตอนของการระดมสมอง

การระดมสมองจะดำเนินไปได้ด้วยดีและบรรลุตามจุดมุ่งหมายได้นั้น ต้องอาศัยการดำเนินงานที่เป็นขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความสำคัญและต้องดำเนินการในแต่ละขั้นให้เสร็จสิ้นเสียก่อนที่จะข้ามไปยังขั้นตอนอื่น ๆ

รอลินสัน (Rawlinson. 1981: 40-54) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการระดมสมองไว้ว่า ขั้นตอนของการระดมสมองเป็นสิ่งสำคัญเพราะจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การระดมสมองประสบความสำเร็จและลุล่วงไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน 3 ขั้นตอนแรกที่จะช่วยกำหนดทิศทางของการระดมสมองให้ไปในทิศทางที่ถูกต้องได้ ซึ่งขั้นตอนในการระดมสมองของรอลินสันประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดและพิจารณาปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกในการระดมสมองซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องแจ้งให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้ทราบและเข้าใจรายละเอียดของปัญหา หลังจากนั้นร่วมกันพิจารณาถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไขว่าลักษณะของปัญหาเป็นอย่างไร โดยในขั้นตอนนี้ไม่ควรใช้เวลามากเกินไปเพราะจะทำให้การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาหลงลึกในรายละเอียดมากเกินไปจนทำให้เกิดความสับสนในกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 2 การทบทวนปัญหา เป็นขั้นตอนที่พยายามหาวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยพยายามใช้คำถามกระตุ้นให้คิดว่า “อย่างไร...” หมายถึง การกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มเสนอว่ามีวิธีการอย่างไรบ้างในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งจดบันทึกประเด็นต่าง ๆ ที่ได้เสนอไว้

ขั้นที่ 3 คัดเลือกประเด็นปัญหาเบื้องต้น เป็นขั้นตอนที่คัดเลือกประเด็นปัญหาซึ่งอาจมีหลายประเด็นที่เป็นไปได้ แต่อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้ผู้นำกลุ่มต้องพยายามให้สมาชิกในกลุ่มคัดเลือกประเด็นที่จะระดมสมองให้เหลือเพียง 1 หรือ 2 ประเด็นเท่านั้น โดยอาจจะใช้การเลือกประเด็นโดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันเลือกหรือผู้นำกลุ่มเป็นผู้ตัดสินใจในการเลือกประเด็นเองก็ได้

ขั้นที่ 4 เร้าและกระตุ้นความสนใจในที่ประชุม ขั้นตอนนี้เป็นการกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับสมาชิกในกลุ่มก่อนที่สมาชิกในกลุ่มจะปล่อยให้ความคิดลื่นไหลออกมา ซึ่งจะทำให้ผู้เข้าร่วมประชุมเกิดความเข้าใจในประเด็นที่จะระดมสมองร่วมกัน นอกจากนั้นผู้นำต้องพยายามใช้คำถามกระตุ้นว่า “มีแนวคิดอื่น ๆ อีกหรือไม่” เพื่อเป็นการกระตุ้นให้สมาชิกพร้อมที่จะเสนอความคิดออกมา ซึ่งในขั้นตอนนี้ไม่ควรใช้เวลาเกิน 5 นาที

ขั้นที่ 5 ขั้นระดมสมอง เป็นขั้นของการระดมความคิดหลังจากที่ผู้นำและสมาชิกในกลุ่มได้คัดเลือกประเด็นที่จะระดมความคิดไว้แล้ว จากนั้นก็ให้ผู้เข้าร่วมประชุมแสดงความคิดเห็นของตนออกมา โดยที่ผู้นำจะเขียนแนวคิดของแต่ละคนไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้แนวคิดทุกแนวคิดจะล้นไหลออกมาอย่างอิสระโดยไม่มีการคัดค้านหรือวิพากษ์วิจารณ์ โดยขั้นตอนนี้ต้องอาศัยความเงียบและไม่ส่งเสียงที่เป็นกรรบกวนในการระดมสมอง

ขั้นที่ 6 คัดเลือกแนวคิด เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการระดมสมองหลังจากผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอแนวคิดต่าง ๆ มากพอสมควรแล้ว ก็ช่วยกันคัดเลือกแนวคิดที่ไม่ค่อยดีหรือไม่น่าจะเป็นไปได้ทั้งไป เพื่อให้เหลือเฉพาะแนวคิดที่สามารถจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริงเท่านั้น

และจังกฤษณ์ สาราญใจ (ชัยพร พงษ์พิสันต์รัตน์. 2544 : 30; อ้างอิงจาก จังกฤษณ์ สาราญใจ. 2527ข: 159 – 162) ยังได้อธิบายถึงขั้นตอนของการระดมสมองไว้ว่า

ขั้นที่ 1 อธิบายความหมายและวิธีการระดมสมองให้ผู้เรียนเข้าใจว่า การระดมสมอง คือวิธีการคิดหาแนวคิดให้ได้จำนวนมากที่สุดในช่วงเวลาหนึ่ง โดยเน้นว่าจะต้องคิดออกมาให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้ในช่วงนี้จะไม่มีการตัดสินวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเหล่านั้น

ขั้นที่ 2 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยเพื่อระดมสมอง ขนาดของกลุ่มควรมีประมาณ 3 – 11 คน ในแต่ละกลุ่มอาจมีเด็กหญิงทั้งหมดหรือเด็กชายทั้งหมดหรือคละกันก็ได้ จำนวนสมาชิกในกลุ่มควรเป็นจำนวนคี่ เพราะจะได้มีเสียงส่วนใหญ่ได้ง่ายและจะหลีกเลี่ยงการมีคะแนนเท่ากัน 2 พวกขึ้นได้

ขั้นที่ 3 เลือกผู้นำกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม แต่ละกลุ่มควรมีผู้นำกลุ่มที่จะเป็นผู้เสนอปัญหาและคอยประสานงานให้กลุ่มดำเนินกิจกรรมไปตามกระบวนการระดมสมอง ส่วนเลขานุการก็จะมีหน้าที่จดบันทึกแนวคิดทั้งหมดที่แต่ละคนเสนอขึ้นมา

ขั้นที่ 4 เลือกปัญหาที่จะนำมาระดมสมองควรเป็นปัญหาที่เร้าใจให้เกิดความสนใจ การเลือกปัญหาเช่นนี้ไม่ใช่ของง่าย ตอนแรกอาจเริ่มด้วยปัญหาต่างๆ ที่หลายคนอาจสนใจหลังจากนั้นจึงนำปัญหาเชิงวิชาการเข้ามาใช้ได้ ในการเลือกปัญหาควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกปัญหานั้นด้วย จะทำให้เป็นที่สนใจแก่ผู้เรียนได้มาก

ขั้นที่ 5 กำหนดขอบเขตของปัญหา ปัญหาที่เสนอเพื่อการระดมสมอง อาจเป็นปัญหาที่ต้องใช้ความรู้ในหลายวิชามาแก้ไข อย่างไรก็ตามจะต้องมีการเลือกปัญหาให้เหมาะสมและกำหนดขอบเขตให้แน่นอน ทั้งนี้ก็เพื่อให้แน่ใจว่าปัญหานั้นเฉพาะเจาะจงไม่กว้างจนเกินไป และปัญหาที่ง่ายไม่ซับซ้อน

ขั้นที่ 6 เริ่มประชุมระดมสมอง ก่อนอื่นควรอธิบายให้สมาชิกเข้าใจว่าปัญหาคืออะไร มีขอบเขตแค่ไหน และผู้นำกลุ่มควรจะได้อภิปรายทำความเข้าใจกับหลัก 4 ข้อของการระดมสมองกับสมาชิกก่อน อาจพิมพ์เป็นเอกสารแจกก็ได้ เมื่อเตรียมขั้นตอนเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้นำกลุ่มจะเริ่มขอข้อแนะนำว่าปัญหานั้นจะแก้ไขอย่างไร ในช่วงนี้ผู้นำกลุ่มต้องคอยควบคุมสถานการณ์ให้มีการเสนอความคิดอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย ตลอดเวลาที่ระดมสมองเลขานุการต้องจดบันทึกความคิดต่างๆ ไว้อย่างสั้น

ขั้นที่ 7 ประเมินผลแนวความคิดที่เสนอขึ้นมา เมื่อการระดมสมองเสร็จสิ้นลงแล้ว เลขานุการของกลุ่มควรจัดเรียงแนวความคิดทั้งหมดที่ได้รับการเสนอแนะจากที่ประชุมเพื่อที่จะได้ตัดสินใจเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาต่อไป

อารี แสงขำ (2550: 14-15) กล่าวถึงขั้นตอนในการระดมสมอง ซึ่งสามารถแบ่งเป็นลำดับขั้นได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 อธิบายความหมายของการระดมสมองให้ทราบว่า การระดมสมองเป็นวิธีการหาแนวความคิดให้ได้จำนวนมากที่สุด

ขั้นที่ 2 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยเพื่อระดมสมอง ขนาดของกลุ่มประมาณ 3 – 11 คน อาจเป็นหญิงล้วน หรือชายล้วน หรือคละกันก็ได้ จำนวนสมาชิกในกลุ่มควรเป็นจำนวนคู่ เพราะจะได้มีเสียงส่วนใหญ่และหลีกเลี่ยงการมีคะแนนเท่ากัน

ขั้นที่ 3 เลือกผู้นำกลุ่ม แต่ละกลุ่มย่อยควรมีผู้นำกลุ่มการเสนอปัญหา และคอยประสานงานให้กลุ่มดำเนินกิจกรรมไปตามกระบวนการระดมสมอง

ขั้นที่ 4 เลือกปัญหาที่นำมาระดมสมอง ควรเลือกปัญหาเริ่มต้นด้วยปัญหาง่าย ๆ ที่หลาย ๆ คนสนใจ การเลือกปัญหาต้องเหมาะสมกับวัยและพัฒนาการของเด็กประกอบกันไปด้วย

ขั้นที่ 5 กำหนดขอบเขตของปัญหาควรกำหนดขอบเขตให้แน่นอนทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าปัญหานั้นเฉพาะเจาะจงไม่กว้างจนเกินไป และเป็นปัญหาที่ง่ายไม่ซับซ้อน และปัญหานั้นควรเป็นปัญหาที่มีคำตอบได้หลายทาง

ขั้นที่ 6 เริ่มประชุมระดมพลังสมอง ก่อนอื่นต้องอธิบายปัญหาให้สมาชิกได้เข้าใจว่าปัญหาคืออะไร มีขอบเขตแค่ไหน ในการนำเสนอความคิดจะต้องไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดของใครคนใดคนหนึ่ง มีการนำเสนอความคิดได้หลากหลายหรือจะขยายความคิดของผู้หนึ่งก็ได้ ให้อิสระทางความคิดอย่างเต็มที่

ขั้นที่ 7 ต้องมีการจดบันทึกความคิดของทุกคนไว้ เพื่อใช้ในการประเมินผลหรือหาข้อสรุป

ขั้นที่ 8 ประเมินความคิดที่สมาชิกเสนอ เมื่อเสร็จสิ้นการระดมสมองผู้นำอาจมีการจัดเรียงเรียงความคิด เพื่อตัดสินใจเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เกณฑ์ที่ใช้ประเมินต้องเหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา ปัญหาแต่ละปัญหาควรมีรายการของเกณฑ์ที่ใช้ประเมินโดยเฉพาะ

ขั้นที่ 9 สรุปความคิดที่ได้นำไปแก้ปัญหา

ซึ่งสมคิด กอมณี, วรวัลย์ อินทรรัตน์และสมศักดิ์ สมเสนาะได้เสนอหลักการและขั้นตอนของการระดมสมองในลักษณะของกิจกรรมที่ช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

สมคิด กอมณี (2544: 5) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยที่ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมมือช่วยกันคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยในการฝึกการระดมสมองจะแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ในกลุ่มประกอบด้วยประธาน เลขานุการ และสมาชิก ประธานมีหน้าที่กระตุ้นให้สมาชิก แสดงความคิดเห็นคำตอบของการฝึกการระดมสมอง ซึ่งแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นนำ ได้แก่ ชี้แจงวัตถุประสงค์ แนวทางในการเข้าร่วมกิจกรรมและเป้าหมายของการระดมสมอง

ขั้นกิจกรรม ได้แก่ อธิบายและยกตัวอย่างและแจกปัญหาให้นักเรียนลองฝึกคิด และแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และสรุปรวบรวมความคิดเห็นในกลุ่ม แล้วให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มรายงานต่อกลุ่มใหญ่ พร้อมทั้งส่งความคิดเห็นของแต่ละกลุ่มให้ผู้วิจัย

ขั้นสรุป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุป ประโยชน์ที่ได้จากการเข้าร่วมกิจกรรมวิธีการระดมสมองในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วรวัลย์ อินทรรัตน์ (2540: 5) และสมศักดิ์ สมเสนาะ (2537: 6 – 7) กล่าวในทำนองเดียวกันว่าการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยที่ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมมือช่วยกันคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยในการฝึกการระดมสมองจะแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ในกลุ่มประกอบด้วยประธาน เลขานุการ และสมาชิก ประธานมีหน้าที่กระตุ้นให้สมาชิก แสดงความคิดเห็นคำตอบของการฝึกการระดมสมอง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นกำหนดจุดประสงค์ แจกปัญหาแก่นักเรียนในกลุ่ม เพื่อให้ทราบเป้าหมายของการระดมความคิด

ขั้นอุ่นเครื่อง ได้แก่การที่ได้อธิบาย และยกตัวอย่างให้นักเรียนลองฝึกคิด

ขั้นระดมความคิด นักเรียนช่วยกันระดมความคิดเห็นในกลุ่ม ได้แก่ การที่ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นจากปัญหาที่ได้รับในระยะเวลาที่กำหนด และประธานสรุปรวบรวมความคิดเห็นในกลุ่ม แล้วให้ตัวแทนของกลุ่มรายงานต่อกลุ่มใหญ่ พร้อมทั้งส่งความคิดเห็นของแต่ละกลุ่มให้ผู้วิจัยและผู้วิจัยให้นักเรียนทราบผลความก้าวหน้า กลุ่มใดที่ได้คะแนนสูงสุดในแต่ละสัปดาห์จะให้การเสริมแรงเป็นรางวัล

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของการระดมสมอง ดังนี้

**การระดมสมอง** หมายถึง กระบวนการของกลุ่มบุคคลในการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาและผลเฉลยของปัญหามากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด โดยเน้นการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มอย่างทั่วถึงและหลากหลาย และการไม่วิพากษ์วิจารณ์แนวคิดของสมาชิกในกลุ่ม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดและพิจารณาปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้นำกลุ่มแจ้งให้สมาชิกในกลุ่มได้ทราบและเข้าใจรายละเอียดของปัญหา

ขั้นที่ 2 ทบทวนปัญหา เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มนำเสนอแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 คัดเลือกประเด็นปัญหาเบื้องต้น เป็นขั้นตอนที่คัดเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นระดมสมอง เป็นขั้นตอนที่ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือก แล้วนำเสนอแนวคิดที่คาดว่าจะจะเป็นผลเฉลยของตนออกมา โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดของสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 คัดเลือกผลเฉลย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มช่วยกันคัดเลือกผลเฉลยที่เข้าข้อหรือไม่น่าจะเป็นไปได้ทั้งไป เพื่อให้เหลือเฉพาะผลเฉลยของปัญหาเท่านั้น

### 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระดมสมอง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระดมสมองและมีความสัมพันธ์กับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

พานส์ และมิโด (อาร์ พันธ์มณี. 2545; 133: อ้างอิงจาก Parnes and Meadows. 1967) ได้ทดลองใช้วิธีระดมพลังสมองในการหาวิธีแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยให้ทุกคนพูดถึงวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งใช้วิธีทดลองศึกษาเปรียบเทียบ โดยให้กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีระดมสมอง คือ ให้ทุกคนพูดเท่าที่คิดออกมาไม่จำเป็นจะต้องเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ดีและที่เกี่ยวข้อง ให้พูดเท่าที่มีความคิดใดแวบเข้ามาในสมอง ส่วนกลุ่มที่ 2 ให้คิดวิธีการแก้ปัญหาเฉพาะความคิดที่ดีและมีความสัมพันธ์กับเรื่องผลปรากฏว่าในระยะเวลาแก้ปัญหาเท่ากัน กลุ่มที่ใช้วิธีการระดมพลังสมองมีความคิดแก้ปัญหาได้มากและได้ผลดีกว่ากลุ่มที่ต้องการออกความคิดเฉพาะความคิดที่ดีและเกี่ยวเนื่องกันเท่านั้น

หวัง และคณะ (Wang; et al. 2006) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมการระดมสมองในการสร้างความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยได้ทำการศึกษาลักษณะของการจัดกิจกรรมระดมสมองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทยใต้หวัน ซึ่งผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่าการจัดกิจกรรมด้วยการฝึกคิดรายบุคคลเหมาะสมกับระบบการดำเนินการที่เป็นขั้นตอน ส่วนการจัดกิจกรรมแบบระดมสมองที่เน้นการแสดงข้อคิดเห็นไม่เหมาะสมกับระบบการดำเนินการที่เป็นขั้นตอน หรือไม่มีความยืดหยุ่นในการแสดงออกทางความคิด

สมศักดิ์ สมเสนาะ (2537) ได้ทำการศึกษาผลของการเปรียบเทียบผลของการฝึกการระดมสมองและการฝึกคิดเป็นรายบุคคลที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมพิทยาคม จังหวัดอุบลราชธานี โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ซึ่งผลของการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกการระดมสมองและนักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดเป็นรายบุคคลมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วรวัลย์ อินทรรัตน์ (2540) ได้ศึกษาผลของการระดมพลังสมองตามแนวคิดของวิลเลียมส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิพัฒนา กรุงเทพมหานคร ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

1) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการฝึกการระดมพลังสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นผลมาจากผู้วิจัยจัดกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดหาคำตอบได้จำนวนมาก หลายแง่ หลายมุม และแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยแบ่งนักเรียน

ออกเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันช่วยกันคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนระดมพลังสมองในกลุ่มย่อยอย่างอิสระและทุกคนแสดงความคิดเห็น ได้อย่างเต็มที่ไม่ว่าความคิดนั้นจะผิดหรือถูก ความคิดเห็นของแต่ละคนจะได้รับการยอมรับ จึงมีผลทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น มีความคิดคล่องแคล่ว ความคิดละเอียดละออ และความคิดริเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการทดลอง

2) นักเรียนที่ได้รับการฝึกระดมพลังสมองมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นมากกว่า นักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกระดมพลังสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เพราะการระดมพลังสมองเป็นประสบการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างอิสระ ฝึกการใช้เหตุผลความร่วมมือกันเป็นกลุ่ม นักเรียนต้องช่วยกันคิด เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของกิจกรรมในแต่ละครั้ง นักเรียนได้ทราบแนวคิดที่หลากหลายจากสมาชิกในกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นเห็นผลงานของตนเองที่ผู้วิจัย ได้แสดงความก้าวหน้าของการฝึกในแต่ละสัปดาห์ของแต่ละกลุ่ม ทำให้นักเรียนชื่นชมในผลงานของกลุ่มตนเอง เห็นความก้าวหน้าของกลุ่มตนเอง

เอกรัฐ อิศรานานนท์ (2546) ได้ศึกษาผลของเทคนิคระดมพลังสมองและการฝึกใช้แผนผังทางปัญญาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดหนองจอก(ภักดีนเรศราษฎร์) จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำจำนวน 30 คน ซึ่งได้รับการสุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการฝึกแบบเทคนิคการระดมพลังสมอง และกลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกแบบเทคนิคแผนผังทางปัญญาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของทอแรนซ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ (t-test)

ผลของการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการฝึกแบบเทคนิคระดมพลังสมอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการฝึกแบบ เทคนิคแผนผังทางปัญญา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3) นักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบเทคนิคระดมพลังและนักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบเทคนิคแผนผังทางปัญญามีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราณี ยุติธรรม (2549) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ การแก้โจทย์ปัญหา ด้วยกระบวนการระดมสมองสร้างมโนทัศน์ และเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหา ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการระดมสมองสร้าง มโนทัศน์ กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนดาราสุมทรภูเก็จ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาภูเก็ต จำนวน 2 ห้องเรียน ผู้วิจัยสุ่มแยกกลุ่มโดยการจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการระดมสมองสร้างมโนทัศน์ จำนวน 10 แผน กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้ผู้เรียนระดม

สมองแก้โจทย์ปัญหาพร้อมกับเขียนผังมโนทัศน์ โดยมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ เตรียมพร้อมและจูงใจ โยงใยความรู้เดิม เสริมสร้างความรู้ใหม่ ร่วมใจระดมสมอง กลั่นกรองเป็นมโนทัศน์ เร่งรัดหาคำตอบ ตรวจสอบ ประเมินผลงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ ปัญหาร้อยละแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .89 แบบ อัตนัยจำนวน 2 ข้อ มีค่า ความเชื่อมั่น .76 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน ได้แก่ สถิติที และการ วิเคราะห์ความ แปรปรวนร่วม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียน ที่เรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการระดมสมองสร้างมโนทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ด้านการแก้โจทย์ ปัญหาของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ การแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการระดม สมองสร้างมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

ชาติสยาม ธรรมจินดา (2552) ได้ศึกษาการนำแนวทางในการระดมสมองมาประยุกต์ใช้ ในการเรียนการสอนพบว่าจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา รวมถึงสามารถคิด พิจารณาและแก้ปัญหาต่างๆได้ด้วยตนเอง โดยมุ่งเน้นที่ปริมาณความคิดมากกว่าคุณภาพ ซึ่งช่วย แก้ปัญหาการไม่ตอบคำถามของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้ดีขึ้น สร้าง ความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นกล้าแสดงออก ยอมรับความ คิดเห็นของผู้อื่น และเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ทั้งนี้ผู้เรียนที่ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจ ในการเรียนรู้แบบระดมสมองที่ระดับ 4.46 จาก 5 คะแนน



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และในการวิจัยครั้งนี้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ผู้วิจัยจะนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative analysis) ซึ่งมีขั้นตอนของการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่าง
2. กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต
3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. เก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 9 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ตั้งแต่ 3.0 ขึ้นไป และเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิตของนักเรียน ใช้การพิจารณาจากงานเขียนและแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล่องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้ผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูประจำชั้นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความกล้าแสดงออก การสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน แล้วคัดเลือกนักเรียนที่กล้าแสดงออก สามารถสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้ดี จำนวน 3 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) เพื่อใช้ศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้การพิจารณาจากงานเขียน การสัมภาษณ์ แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล่องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียด ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจะสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

## 2. กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

### ความมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

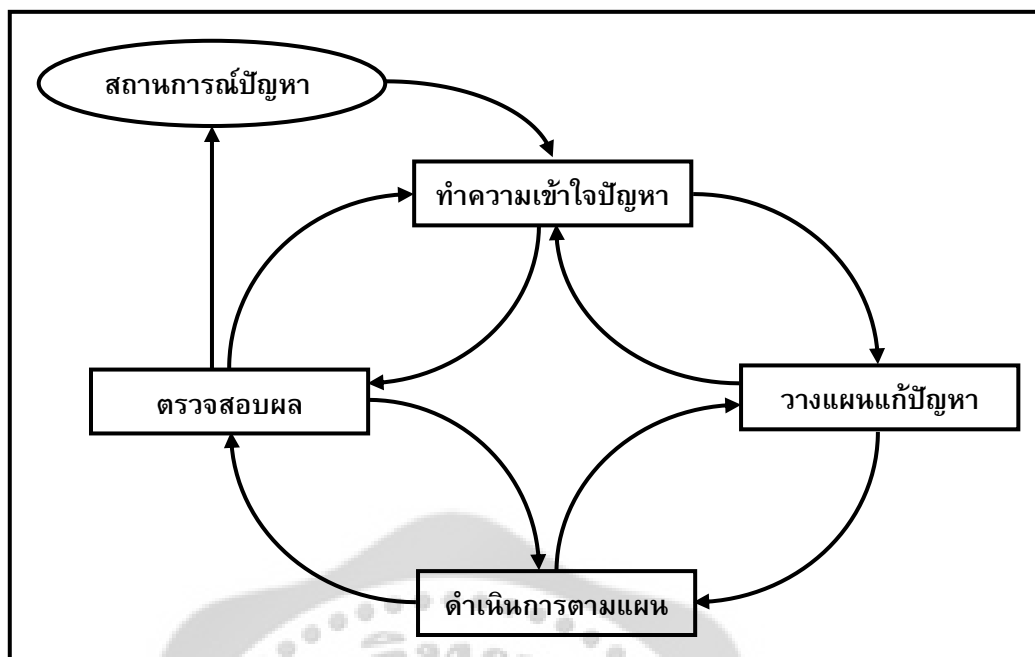
กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต มีจุดมุ่งหมายหลัก คือ เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### ขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น กิจกรรมการเรียนรู้ที่นำมาใช้ ได้แก่ กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คาบเรียน

ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ และกระบวนการระดมสมอง ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาคือตามแนวคิดของโพลยาเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้รับการยอมรับและแพร่หลายทั่วโลก ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่สนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหาคือตามแนวคิดของโพลยาในรูปแบบที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัวสามารถวนไปเวียนมาได้ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตที่ใช้ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต

นอกจากกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนยัง**ได้ฝึกฝนกระบวนการในการระดมสมอง** ซึ่งการระดมสมอง หมายถึง กระบวนการของกลุ่มบุคคลในการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาและผลเฉลยของปัญหามากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด โดยเน้นการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มอย่างทั่วถึงและหลากหลาย และการไม่วิพากษ์วิจารณ์แนวคิดของสมาชิกในกลุ่ม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดและพิจารณาปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้นำกลุ่มแจ้งให้สมาชิกในกลุ่มได้ทราบและเข้าใจรายละเอียดของปัญหา

ขั้นที่ 2 ทบทวนปัญหา เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มนำเสนอแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 คัดเลือกประเด็นปัญหาเบื้องต้น เป็นขั้นตอนที่คัดเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ชั้นระดมสมอง เป็นขั้นตอนที่ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือก แล้วนำเสนอแนวคิดที่คาดว่าจะเป็ผลเฉลยของตนออกมา โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดของสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 คัดเลือกผลเฉลย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มช่วยกันคัดเลือกผลเฉลยที่เข้าข้อหรือไม่น่าจะเป็นไปได้ทั้งไป เพื่อให้เหลือเฉพาะผลเฉลยของปัญหาเท่านั้น

ตลอดจนได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิต ที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น นักเรียนจะได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่าหนึ่งผลเฉลยในเวลาที่กำหนด และเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ตลอดจนกำหนดเกณฑ์ในการการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้

ภายหลังการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหา ซึ่งได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ลักษณะผลเฉลยและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มผลเฉลย แล้วให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาเหล่านั้น และเพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน ครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปผลการแก้ปัญหาที่ถูกต้องอีกครั้ง

#### แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที

เพื่อศึกษาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 คาบเรียน 1-3

ช่วงที่ 2 คาบเรียน 4-9

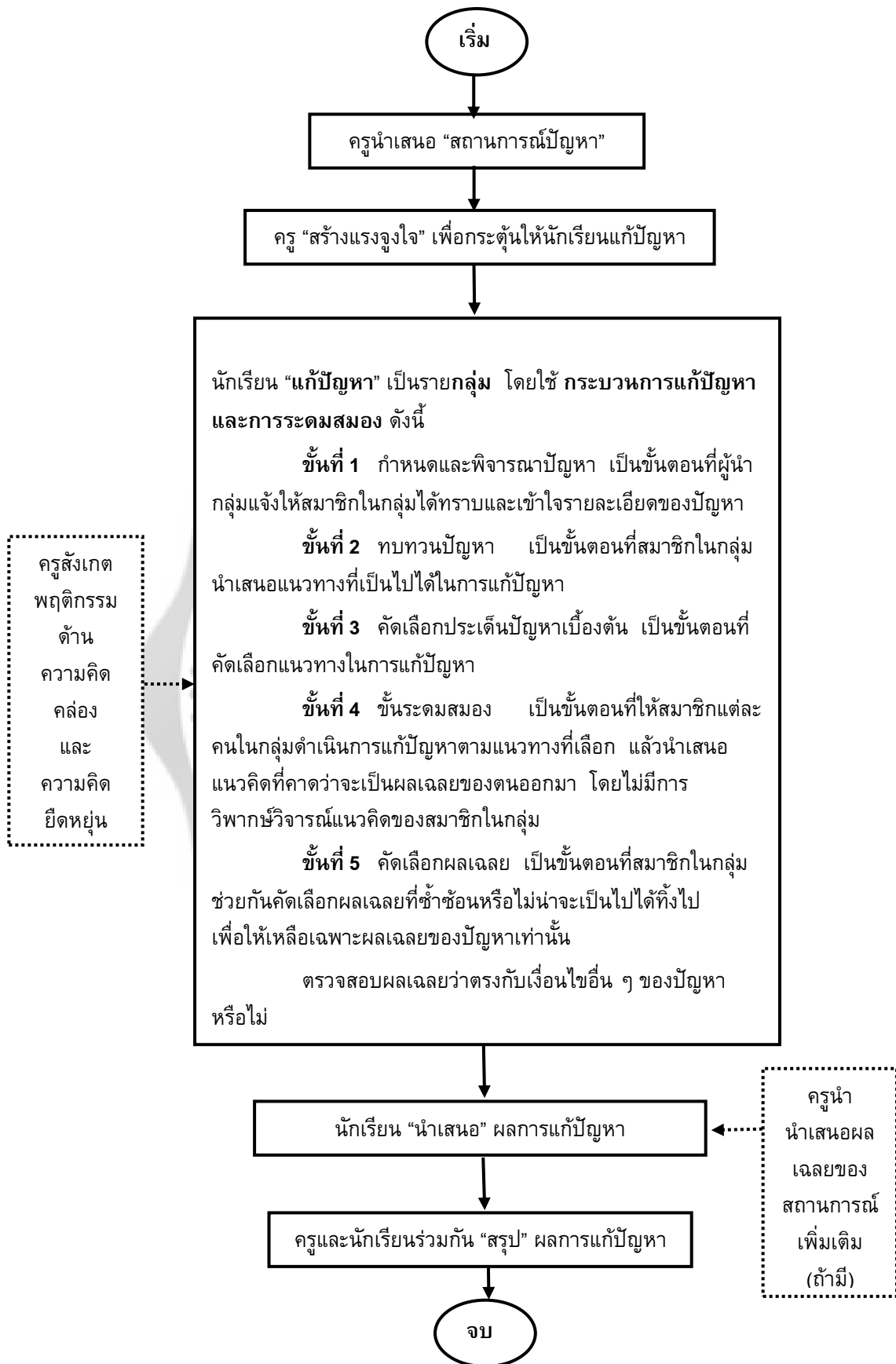
ช่วงที่ 3 คาบเรียน 10-12

โดยแต่ละช่วงมีรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

**ช่วงที่ 1 (คาบเรียน 1-3)** กิจกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียนที่ 1 เป็นการแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง และสำรวจความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีอยู่เดิมผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยอย่างง่าย ในคาบเรียนที่ 2-3 เป็นการศึกษาคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย

**ช่วงที่ 2 (คาบเรียน 4-9)** กิจกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียน 4-9 เป็นการเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาและการระดมสมอง

**ช่วงที่ 3 (คาบเรียน 10-12)** กิจกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียน 10-12 เป็นการตรวจสอบความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาและการระดมสมอง

### 3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต (2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และ (3) แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนการสร้างดังนี้

#### 3.1 กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต

กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจุดมุ่งหมายหลัก คือ เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล การเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน

3.1.2 รวบรวมปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิต ที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น หลังจากนั้นแสดงกระบวนการค้นหาผลเฉลยพร้อมคำอธิบายอย่างละเอียด

3.1.3 รวบรวมสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ และใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิต ที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

3.1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน โดยระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแต่ละคาบเรียน

3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น พร้อมจุดมุ่งหมายและขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนด เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

คะแนน +1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน 0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

3.1.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นทั้งหมดไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียน

สาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร(ฝ่ายมัธยม) ซึ่งในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและผู้บันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหา โดยบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น พร้อมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนดังกล่าวจำนวน 2 คน เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเหล่านั้นภายหลังการแก้ปัญหา

3.1.8 นำผลการสังเกตและสัมภาษณ์ที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องมาวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลและแนวทางในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.1.9 ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

## 3.2 แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อบันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขณะลงมือแก้ปัญหา ตามลำดับ ซึ่งประกอบด้วยแบบตรวจสอบรายการ (check list) และแบบบันทึกภาคสนาม (field note) ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและผู้บันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

3.2.2 รวบรวมข้อความที่เกี่ยวข้องกับลักษณะพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

3.2.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและขอบเขตที่กำหนดไว้

3.2.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่สร้างขึ้น พร้อมจุดมุ่งหมายและขอบเขตที่กำหนด เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความ โดยกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อความ ดังนี้

คะแนน +1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน 0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

3.2.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่สร้างขึ้น มาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำขอเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

3.2.6 นำแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่สร้างขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มนาร์องจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร(ฝ่ายมัธยม) (กลุ่มเดียวกับกลุ่มที่นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองนาร์อง) ซึ่งในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและผู้บันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาและการระดมสมอง โดยบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

3.2.7 นำผลการสังเกตที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนาร์องมาวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลและแนวทางในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.2.8 ปรับแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นให้เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

### 3.3 แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละครั้ง โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง และมีกล้องวิดีโอช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3.2 รวบรวมข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละข้อคำถามสามารถยืดหยุ่นได้ตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์

3.3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและขอบเขตที่กำหนดไว้

3.3.4 นำแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น พร้อมจุดมุ่งหมายและขอบเขตที่กำหนด เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความ โดยกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อคำถาม ดังนี้

คะแนน +1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน 0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้



3.3.5 นำแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

3.3.6 นำแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มนาร์องจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร(ฝ่ายมัธยม) (กลุ่มเดียวกับกลุ่มที่นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองนาร์อง) ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง และมีกล้องวิดีโอช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.7 นำผลการสัมภาษณ์ที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนาร์องมาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลและแนวทางในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.8 ปรับแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสม เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

#### 4. เก็บรวบรวมข้อมูล

##### แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบกลุ่มเดียว (One group design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วพิจารณาผลการทดลอง

##### การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตรฝ่ายมัธยม จำนวน 9 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 24 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ซึ่งแบ่งเป็นระยะเวลาสำหรับดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 12 คาบเรียน และระยะเวลาสำหรับสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหา 12 คาบเรียน นักเรียนเป้าหมาย ซึ่งรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. ในการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต แต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็น (1) ผู้สอนและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ (2) ผู้สังเกตและผู้บันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และ (3) ผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายแต่ละคนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

2. ในขณะดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและผู้บันทึก

พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

3. ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต มีการใช้กล้องวิดีโอเพื่อบันทึกรายละเอียดบรรยากาศการเรียนการสอน บทสนทนาและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

## 5. วิเคราะห์ข้อมูล

### 1. ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1.1 งานเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2 ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน ขณะนักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

1.3 ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

2. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลตามขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative analysis) โดยใช้ผู้วิเคราะห์ 3 คน ซึ่งได้แก่ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยอธิบายและชี้แจงให้ผู้วิเคราะห์อีก 2 คน เข้าใจจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วให้ผู้วิเคราะห์ทั้ง 3 คน แยกกันวิเคราะห์อย่างอิสระ

สำหรับในกรณีที่ผู้วิเคราะห์ทั้งสามคนมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน จะใช้การอภิปรายแสดงเหตุผลการวิเคราะห์ของแต่ละคน โดยพิจารณาจากวิดิทัศน์ที่บันทึกเกี่ยวกับรายละเอียดบรรยากาศการเรียนการสอน บทสนทนาและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหา และบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วร่วมกันหาข้อสรุป ทั้งนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ถ้าเห็นด้วยกับเหตุผลที่ผู้วิเคราะห์คนอื่นนำเสนอ ในขณะที่เดียวกันผู้วิจัยได้บันทึกผลที่เกิดจากการวิเคราะห์ร่วมกันไว้ เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจในขั้นของการสรุปผลต่อไป

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จุดมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่องเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 พฤติกรรมด้านความคิดคล่อง เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนจากกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง และตอนที่ 2 พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนจากกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง

การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน ร่วมกันวิเคราะห์ (1) ผลงานเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง (2) ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนเป้าหมายขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น และ (3) ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง โดยมีแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกล้องวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยพิจารณาการแสดงออกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านความคิดคล่องและด้านความคิดยืดหยุ่น ซึ่งพฤติกรรมหรือการแสดงออกด้านความคิดคล่องพิจารณาการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด และการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกันของนักเรียน ในขณะที่พฤติกรรมหรือการแสดงออกด้านความคิดยืดหยุ่นพิจารณาการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และการคิดเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ผู้วิจัยอธิบายพฤติกรรมข้างต้นของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและนักเรียนเป้าหมายจำนวน 3 คน ซึ่งได้แก่ ชารา วายุและอัคนี (นามสมมติ) โดยที่ชาราเป็นนักเรียนที่ชอบความท้าทาย ชอบ

ซักถามและมีความเป็นผู้นำ ส่วนนายและอค์นี่เป็นนักเรียนที่ชอบซักถามเป็นบางครั้งและชอบลงมือทำงานด้วยตนเอง

เพื่ออธิบายพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่องเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ผู้วิจัยแบ่งกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 คาบเรียน 1-3

ช่วงที่ 2 คาบเรียน 4-9

ช่วงที่ 3 คาบเรียน 10-12

ในแต่ละช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่นักเรียนมีพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่เด่นชัดมาอธิบายรายละเอียดพฤติกรรมของนักเรียน ดังนี้

ช่วงที่ 1 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียน 2 มาอธิบายว่า พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีอยู่เดิมผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยอย่างง่ายและการระดมสมองเป็นอย่างไรบ้าง

ช่วงที่ 2 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียน 7 และ 8 มาอธิบายว่า พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลงและเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ช่วงที่ 3 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียน 11 มาอธิบายว่า พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลงในช่วงที่ 2 และยังคงแสดงอยู่อย่างสม่ำเสมอในช่วงที่ 3

รายละเอียดของพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง มีดังนี้

## **ตอนที่ 1 พฤติกรรมด้านความคิดคล่อง เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนจากกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง**

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่อง เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด และการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน ขณะนักเรียนลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง

### **1.1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด**

ในการศึกษาการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ในเวลาที่กำหนด และระยะเวลาที่นักเรียนใช้ในการคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลย ดังที่กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้าเห็นว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ใน

กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด และนักเรียนคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

### (1) นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 2 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “กระดาษจุดทศรัศกักรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสลงในกระดาษจุดขนาด  $7 \times 7$  ตารางหน่วยให้มีพื้นที่แตกต่างกันมากที่สุด โดยมีเวลาในการแก้ปัญหาและระดมสมองเพื่อคิดหาผลเฉลย 20 นาที ซึ่งปัญหานี้มีทั้งหมด 18 ผลเฉลย (ดูรายละเอียดสถานการณ์ปัญหาและผลเฉลยในภาพผนวก) นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ประมาณ 8 ผลเฉลย (ร้อยละ 44.44 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยที่สุด 7 ผลเฉลย (ร้อยละ 38.89 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และมีนักเรียนบางคนได้มากที่สุด 11 ผลเฉลย (ร้อยละ 61.11 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ธาราคิดหาผลเฉลยได้ 10 ผลเฉลย (ร้อยละ 55.56 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) ในขณะที่วายุคิดหาผลเฉลยได้ 8 ผลเฉลย (ร้อยละ 44.44 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และอัคนีคิดหาผลเฉลยได้ 11 ผลเฉลย (ร้อยละ 61.11 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด)

ในช่วงที่ 2 คาบเรียน 7 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมที่มีเส้นรอบรูปเป็น 20 หน่วย ให้ได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งปัญหานี้มีทั้งหมด 18 ผลเฉลย นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ประมาณ 9 ผลเฉลย (ร้อยละ 50.00 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยที่สุด 8 ผลเฉลย (ร้อยละ 44.44 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และมีนักเรียนบางคนได้มากที่สุด 12 ผลเฉลย (ร้อยละ 66.67 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ธาราคิดหาผลเฉลยได้ 12 ผลเฉลย (ร้อยละ 66.67 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) ในขณะที่วายุคิดหาผลเฉลยได้ 9 ผลเฉลย (ร้อยละ 50 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และอัคนีคิดหาผลเฉลยได้ 11 ผลเฉลย (ร้อยละ 61.11 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด)

ต่อมาในคาบเรียน 8 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนหาวิธีการในการขนส่งสินค้าที่บรรจุอยู่ในตู้คอนเทนเนอร์จำนวน 480 ตู้ ด้วยเรือบรรทุกสินค้าที่มีความจุแตกต่างกัน ซึ่งปัญหานี้มีทั้งหมด 17 ผลเฉลย นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ประมาณ 10 ผลเฉลย (ร้อยละ 58.82 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยที่สุด 7 ผลเฉลย (ร้อยละ 41.18 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และมีนักเรียนบางคนได้มากที่สุด 15 ผลเฉลย (ร้อยละ 88.24 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) สำหรับ

นักเรียนเป้าหมาย ธาราคิดหาผลเฉลยได้ 15 ผลเฉลย (ร้อยละ 88.24 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) ในขณะที่วายุคิดหาผลเฉลยได้ 9 ผลเฉลย (ร้อยละ 52.94 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และอัคนีคิดหาผลเฉลยได้ 15 ผลเฉลย (ร้อยละ 88.24 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด)

ในช่วงที่ 3 คาบเรียน 11 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนหาวิธีสร้างวงกลมที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ชนิด บนตารางรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาด  $84 \times 84$  ตารางหน่วย โดยให้เหลือพื้นที่ว่างน้อยที่สุด ซึ่งปัญหานี้มีทั้งหมด 9 ผลเฉลย นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ประมาณ 8 ผลเฉลย (ร้อยละ 88.89 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยสุด 7 ผลเฉลย (ร้อยละ 77.78 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และมีนักเรียนบางคนได้มากที่สุด 9 ผลเฉลย (ร้อยละ 100 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมายทั้งสามคนคิดหาผลเฉลยได้ 9 ผลเฉลย (ร้อยละ 100 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด)

จากรายละเอียดของข้อมูลทั้ง 3 ช่วงในกิจกรรมที่ 2, 7, 8 และ 11 สามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

**ตาราง 1** จำนวนและร้อยละของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ จากจำนวนผลเฉลยทั้งหมด

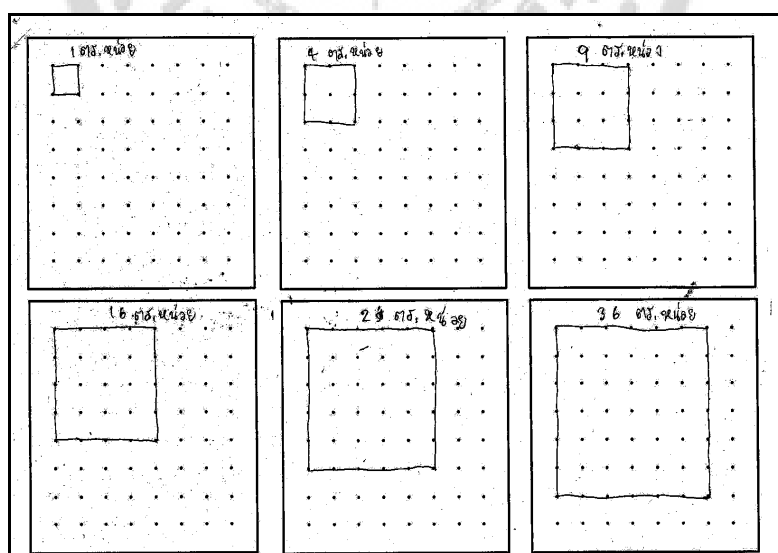
กิจกรรมการเรียนรู้		จำนวน ของผลเฉลย ทั้งหมด	จำนวนของผลเฉลย ที่นักเรียนหาได้ (ร้อยละ)			จำนวนของผลเฉลย ที่นักเรียนเป้าหมายหาได้ (ร้อยละ)		
ช่วงที่	คาบ เรียน		น้อยที่สุด	สูงที่สุด	โดยเฉลี่ย	ธารา	วายุ	อัคนี
1	2	18 ผลเฉลย	7 (38.89)	11 (61.11)	8 (44.00)	10 (55.56)	8 (44.44)	11 (61.11)
2	7	18 ผลเฉลย	8 (44.44)	12 (66.67)	9 (50.00)	12 (66.67)	9 (50.00)	11 (61.11)
2	8	17 ผลเฉลย	7 (41.18)	15 (88.24)	10 (58.82)	15 (88.24)	9 (52.94)	15 (88.24)
3	11	9 ผลเฉลย	7 (77.78)	9 (100.00)	8 (88.89)	9 (100.00)	9 (100.00)	9 (100.00)

จากตารางข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จึงคิดหาผลเฉลยได้มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งนักเรียนยังคงคิดหาผลเฉลยได้มากขึ้นจนถึงที่สุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ในช่วงแรกวายุคิดหาผลเฉลยได้น้อยกว่าร้อยละ 50

ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่ออายุได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองมากขึ้น วายุกิดหาผลเฉลยได้มากขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 ในขณะที่ช่วงแรกธาราและอัคนีคิดหาผลเฉลยได้มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด และยังคงคิดหาผลเฉลยได้มากขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 คน ที่พบว่าสาเหตุที่ทำให้สามารถคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นนั้นเนื่องมาจากนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งและได้แลกเปลี่ยนความคิดจากการระดมสมองของสมาชิกในกลุ่มเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง

## (2) นักเรียนคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 2 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “กระดาษจุดทศรชากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 5 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยทั้งสามเป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกัน สำหรับนักเรียนเป้าหมายธาราใช้เวลาประมาณ 4 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 จากนั้นใช้เวลาประมาณ 30 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ในขณะที่ วายูและอัคนีใช้เวลาประมาณ 5 นาที ในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 จากนั้นใช้เวลาประมาณ 30 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งเป็นผลเฉลยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังภาพประกอบ 5

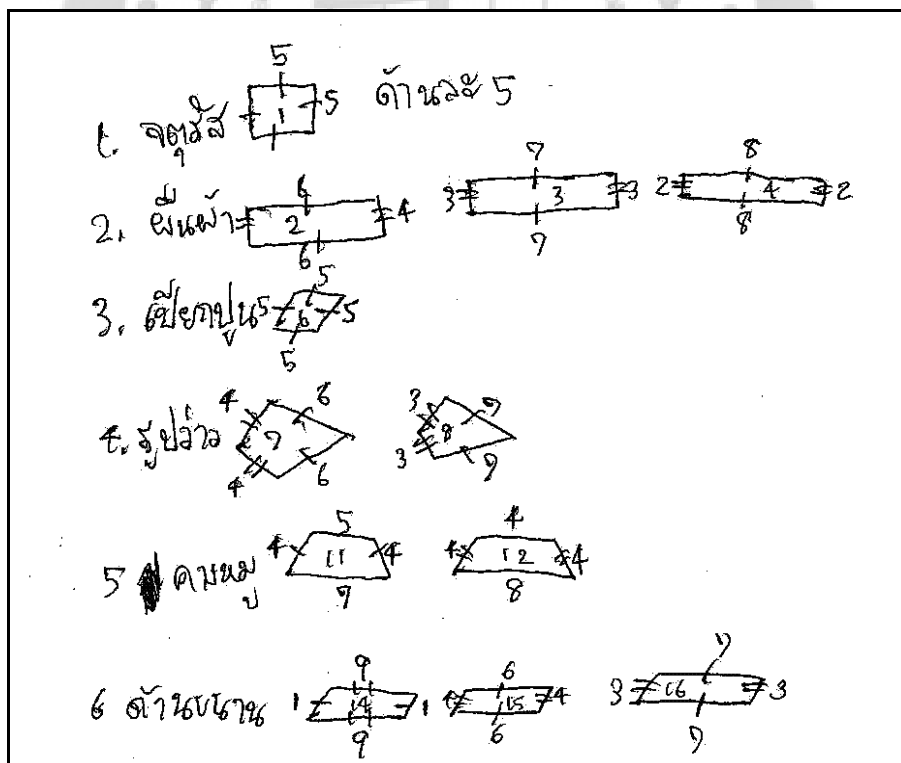


ภาพประกอบ 5 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของนักเรียนด้วยกลยุทธ์เดาและตรวจสอบ  
ในกิจกรรม “กระดาษจุดทศรชากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

นอกจากนั้น เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมนี้ ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับวิธีคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลย พบว่า นักเรียนเป้าหมายทั้งสามคนใช้กลยุทธ์การคาดเดาและตรวจสอบ ทำให้ใช้เวลาในการคิดหาผลเฉลยแรกนานกว่าผลเฉลยที่ 2 และผลเฉลยที่ 3

ต่อมาในช่วงที่ 2 คาบเรียน 7 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 4 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยที่ 2 และผลเฉลยที่ 3 เป็นผลเฉลยอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แต่อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรก สำหรับนักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 คน ชารา วายุ และอัคนี ใช้เวลาประมาณ 4 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 จากนั้นใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยที่ 2 และผลเฉลยที่ 3 เป็นผลเฉลยอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แต่อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรก

นอกจากนั้นเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมนี้ ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับวิธีคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลย พบว่า นักเรียนใช้กลยุทธ์การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยแจกแจงตามลักษณะของรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งได้แก่ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ทำให้นักเรียนใช้เวลาในการคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของนักเรียนด้วยกลยุทธ์การแจกแจงที่เป็นไปได้ ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”



ต่อมาในคาบเรียน 8 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 4 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยทั้งสามเป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกัน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ธาราใช้เวลาประมาณ 5 นาที ในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 20 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 จากนั้นใช้เวลาประมาณ 20 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ในขณะที่ วายุและอัคนีใช้เวลาประมาณ 5 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 จากนั้นใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งเป็นผลเฉลยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน นอกจากนั้นเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมนี้ ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับวิธีคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลย พบว่านักเรียนใช้กลยุทธ์สร้างตารางแสดงจำนวนของเรือที่ใช้ในการขนส่งในแต่ละบริษัท ซึ่งทำให้นักเรียนใช้เวลาในการคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น ดังภาพประกอบ 7

A	1	2	3	4	1
B	1	2	2	2	2
C	17	10	6	2	14

ผลเฉลยที่ 1 หมายถึง การใช้จำนวนเรือของบริษัท A จำนวน 1 ลำ บริษัท B จำนวน 1 ลำและบริษัท C จำนวน 17 ลำ

ภาพประกอบ 7 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของนักเรียนด้วยกลยุทธ์สร้างตารางของนักเรียนในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก”

ในช่วงที่ 3 คาบเรียน 11 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 4 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 15 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยที่ 2 และผลเฉลยที่ 3 เป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกัน แต่อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรก สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ธาราใช้เวลาประมาณ 4 นาที ในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 15 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 จากนั้นใช้เวลาประมาณ 15 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ในขณะที่ วายุและอัคนีใช้เวลาประมาณ 4 นาที ในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 จากนั้นใช้เวลาประมาณ 15 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยที่ 2 และผลเฉลยที่ 3 เป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกัน แต่อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรก นอกจากนั้นเมื่อเสร็จสิ้น

กิจกรรมนี้ ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับวิธีคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลย พบว่านักเรียนใช้กลยุทธ์สร้างตารางแสดงจำนวนของวงกลมในแต่ละขนาด ทำให้นักเรียนใช้เวลาในการคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น ดังภาพประกอบ 8

วิธี	○	○	●
1	3	1	5
2	2	3	6
3	2	2	10
4	2	1	14
5	1	5	6
6	1	4	10
7	1	3	14
8	1	2	18
9	1	1	26

ผลเฉลยที่ 1 หมายถึง การใช้วงกลมขนาดใหญ่ จำนวน 3 รูป วงกลมขนาดกลางจำนวน 1 รูป และวงกลมขนาดเล็ก จำนวน 5 รูป

ภาพประกอบ 8 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของนักเรียนด้วยกลยุทธ์สร้างตารางของนักเรียน ในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์”

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาโดยเฉลี่ยประมาณ 5 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 และผลเฉลยอื่น ๆ ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาเร็วขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 4 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 และผลเฉลยอื่น ๆ สำหรับในช่วงที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงใช้เวลาเร็วขึ้นในการคิดหาผลเฉลย โดยใช้เวลาประมาณ 4 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 20 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 15 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 และผลเฉลยอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับวิธีคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยให้เร็วขึ้น โดยนักเรียนกล่าวว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้คิดหาผลเฉลยได้เร็วขึ้นนั้นเนื่องมาจากมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และได้แลกเปลี่ยนความคิดจากการระดมสมองของสมาชิกในกลุ่ม จึงทำให้สามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้นนั่นเอง

## 1.2 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

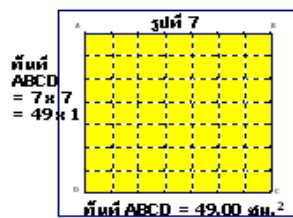
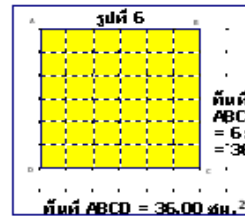
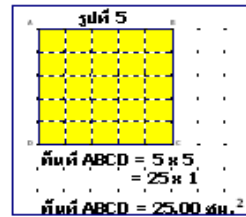
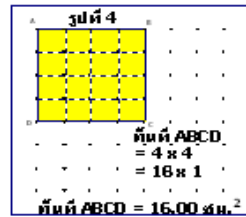
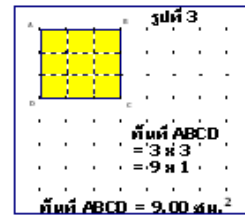
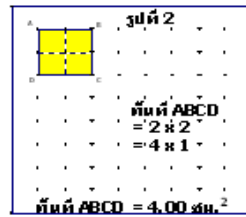
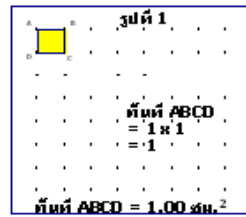
ในการศึกษาการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกันของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนรูปแบบของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ ลักษณะของผลเฉลยในแต่ละรูปแบบ และขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลย ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละปัญหามีรูปแบบของผลเฉลยมากกว่าหนึ่งรูปแบบ (มีอย่างน้อยสามรูปแบบ) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น และนักเรียนมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

### (1) นักเรียนคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น

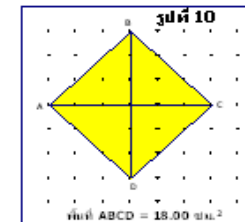
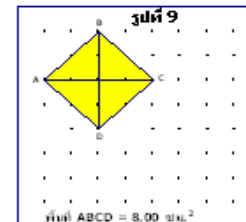
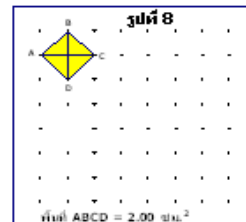
ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 2 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “กระดาษจุดทศรากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” นักเรียนต้องสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสลงในกระดาษจุดขนาด  $7 \times 7$  ตารางหน่วย โดยให้มีพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแตกต่างกันจำนวนมาก ซึ่งปัญหานี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากลักษณะของมุมที่ฐานของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับด้านของกระดาษจุด มีรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด 4 รูปแบบ ซึ่งได้แก่

- |             |  |
|-------------|--|
| รูปแบบที่ 1 | ด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนานกับด้านของกระดาษจุด<br>ดังภาพประกอบ 9 (รูปที่ 1 - 7)                              |
| รูปแบบที่ 2 | ด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำมุม 45 องศากับด้านของกระดาษจุด<br>ดังภาพประกอบ 9 (รูปที่ 8 - 10)                    |
| รูปแบบที่ 3 | ด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำมุมระหว่าง 0 องศาถึง 45 องศา<br>กับด้านของกระดาษจุดดังภาพประกอบ 9 (รูปที่ 11 - 15)  |
| รูปแบบที่ 4 | ด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำมุมระหว่าง 45 องศาถึง 90 องศา<br>กับด้านของกระดาษจุดดังภาพประกอบ 9 (รูปที่ 16 - 18) |

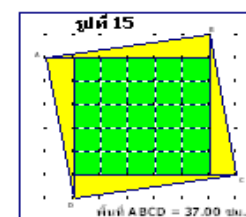
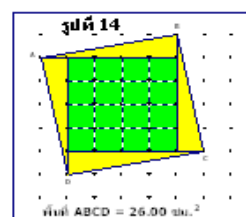
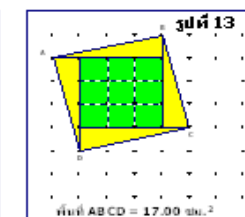
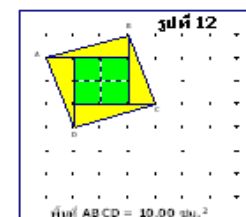
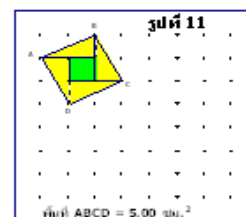
รูปแบบที่ 1 : รูปที่ 1 - 7

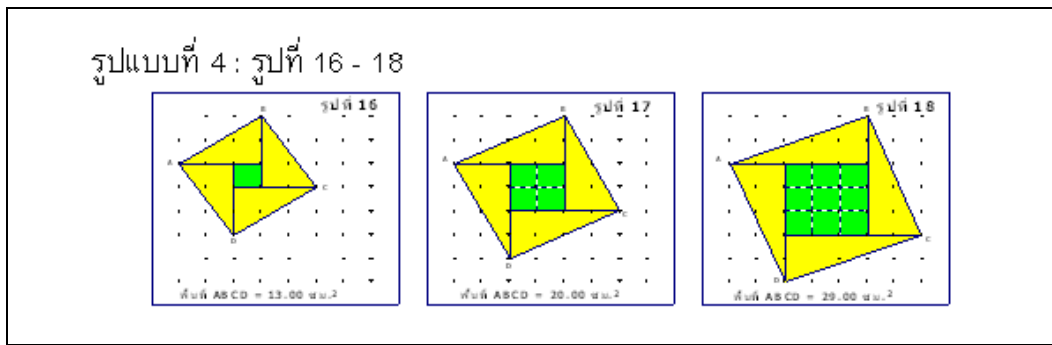


รูปแบบที่ 2 : รูปที่ 8 - 10



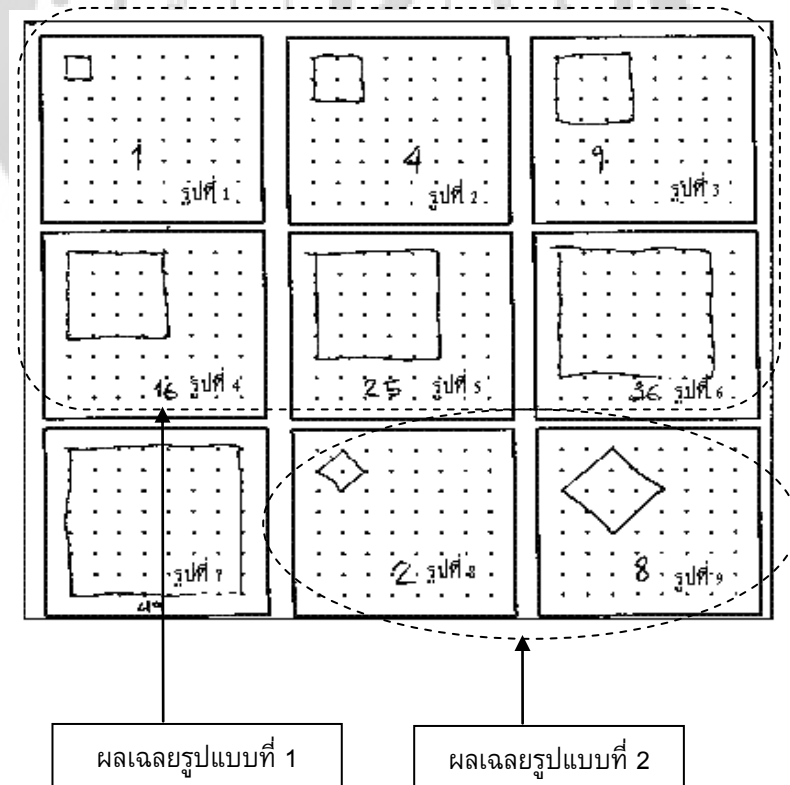
รูปแบบที่ 3 : รูปที่ 11 - 15





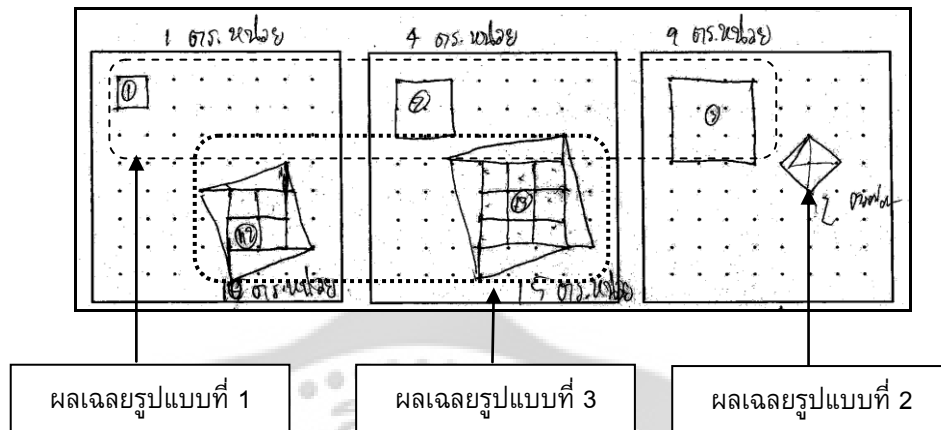
ภาพประกอบ 9 รูปแบบของผลเฉลย ในกิจกรรม “กระต่ายจุดทศรชากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 2 รูปแบบเท่านั้น ได้แก่ รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 โดยแต่ละรูปแบบนักเรียนสามารถหาได้เพียงบางส่วนเท่านั้น สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ธาราคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ซึ่งธาราสามารถหาผลเฉลยได้ครบในแต่ละรูปแบบ ดังภาพประกอบ 10

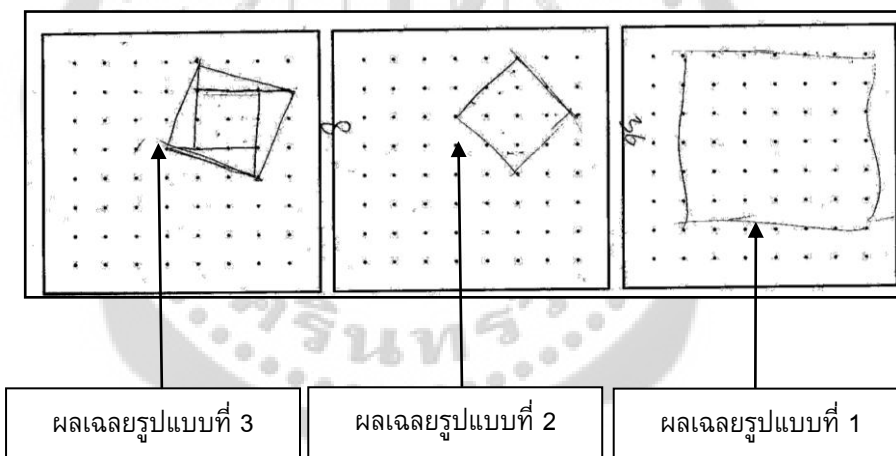


ภาพประกอบ 10 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “กระต่ายจุดทศรชากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”  
ของธารา

ในขณะที่วายุและอัคนีคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ซึ่งวายุและอัคนีหาผลเฉลยได้เพียงบางส่วนในแต่ละรูปแบบดังภาพประกอบ 11 และภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 11 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “กระต่ายจุดहरรรษากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”ของวายุ



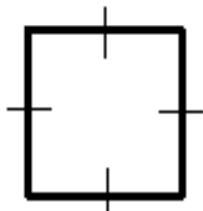
ภาพประกอบ 12 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “กระต่ายจุดहरรรษากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”ของอัคนี

ในช่วงที่ 2 คาบเรียน 7 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมที่มีเส้นรอบรูปยาว 20 หน่วย และไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ให้ได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งปัญหานี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากลักษณะของรูปสี่เหลี่ยม มีรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด 6 รูปแบบ ซึ่งได้แก่

- รูปแบบที่ 1      รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส      ดังภาพประกอบ 13
- รูปแบบที่ 2      รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน      ดังภาพประกอบ 14

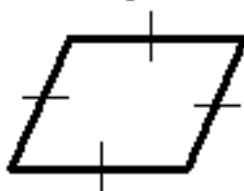
รูปแบบที่ 3	รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังภาพประกอบ 15
รูปแบบที่ 4	รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังภาพประกอบ 16
รูปแบบที่ 5	รูปสี่เหลี่ยมรูปร่าง ดังภาพประกอบ 17
รูปแบบที่ 6	รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ดังภาพประกอบ 18

1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 5 หน่วย

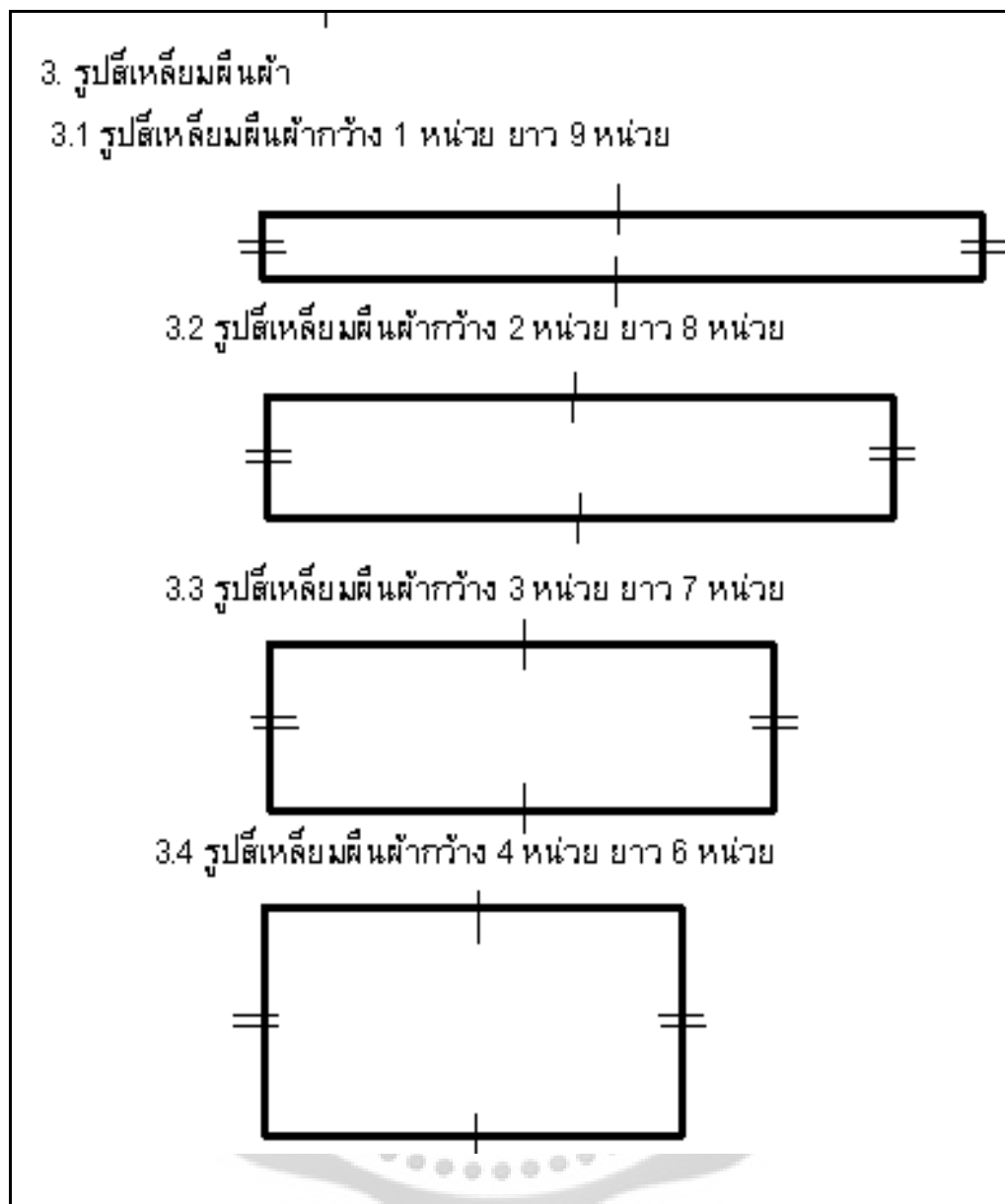


ภาพประกอบ 13 รูปแบบที่ 1 รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”

2. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ยาวด้านละ 5 หน่วย

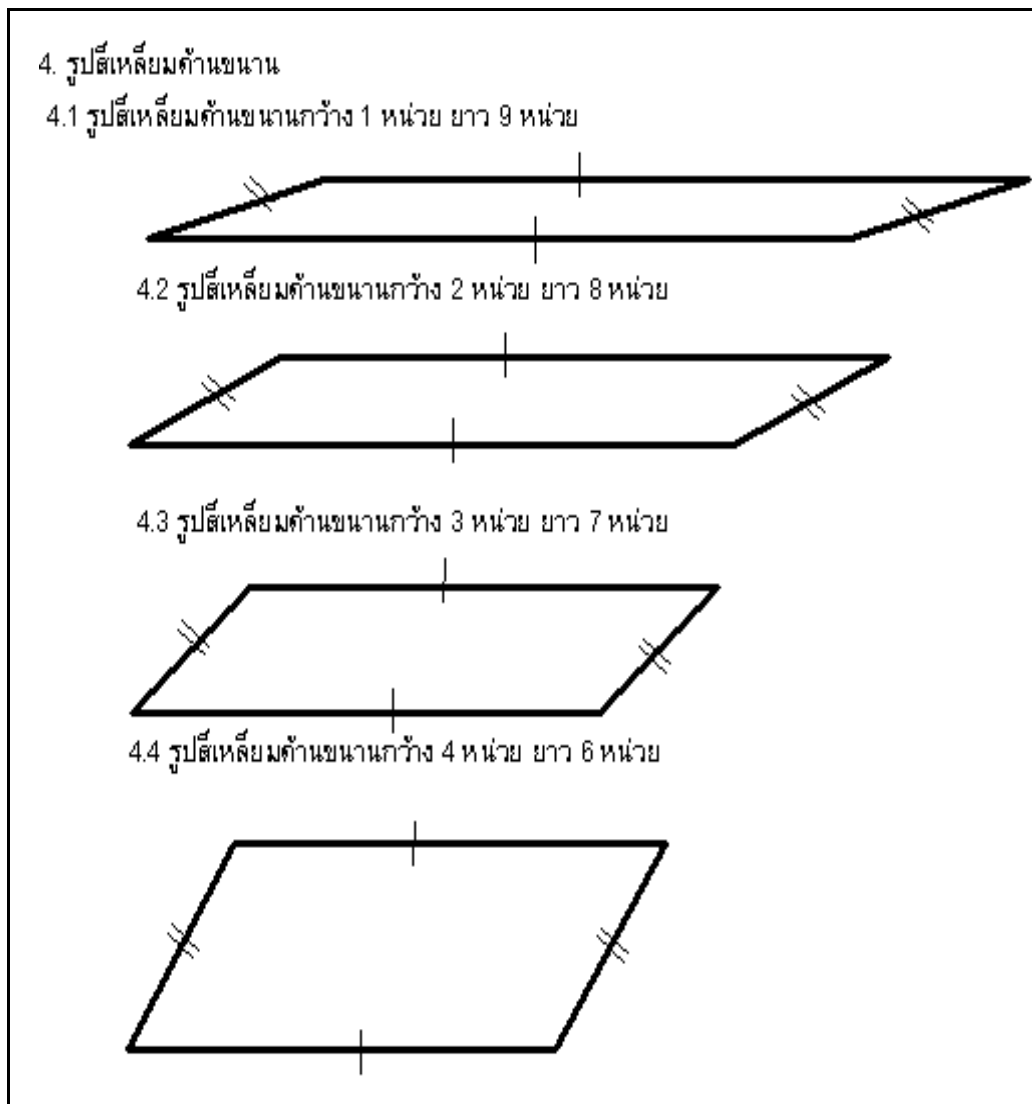


ภาพประกอบ 14 รูปแบบที่ 2 รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”



ภาพประกอบ 15 รูปแบบที่ 3 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าของผลเฉลย “สี่เหลี่ยมพิศวง”

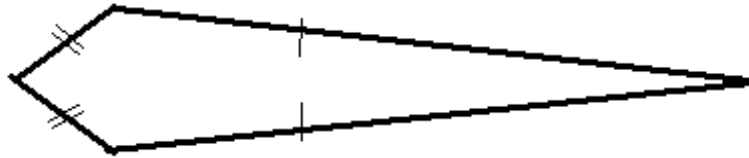




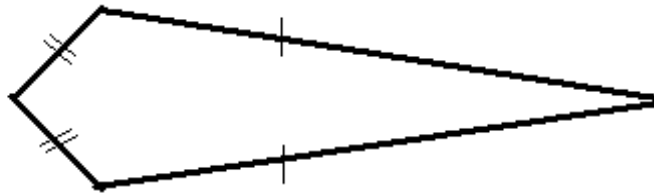
ภาพประกอบ 16 รูปแบบที่ 4 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”

5. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

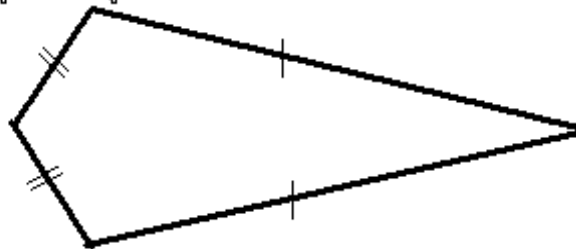
5.1 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 1 หน่วย ยาว 9 หน่วย



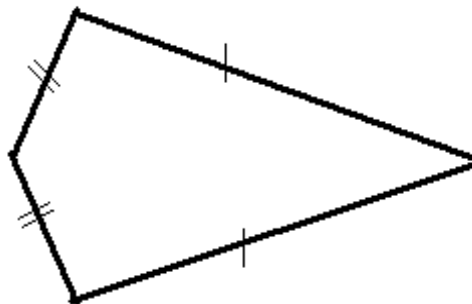
5.2 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 2 หน่วย ยาว 8 หน่วย



5.3 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 3 หน่วย ยาว 7 หน่วย



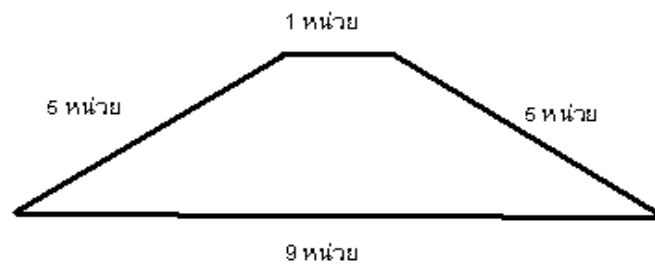
5.4 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 4 หน่วย ยาว 6 หน่วย



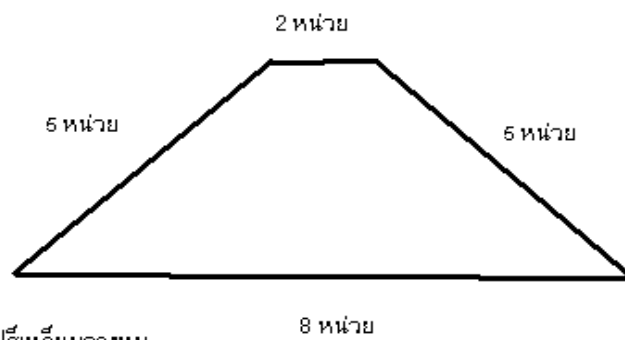
ภาพประกอบ 17 รูปแบบที่ 5 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”

6. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

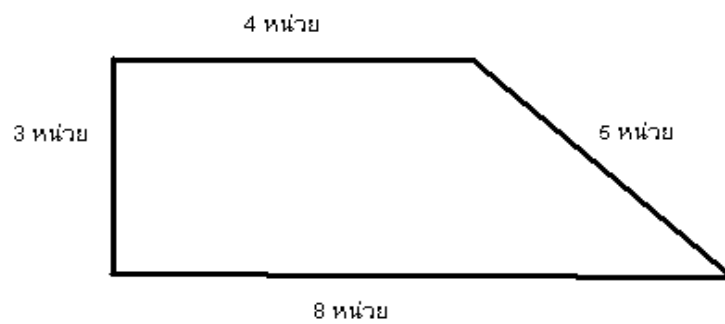
6.1 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



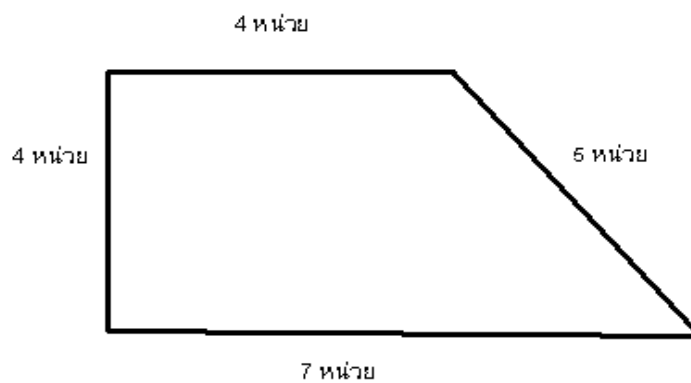
6.2 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



6.3 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

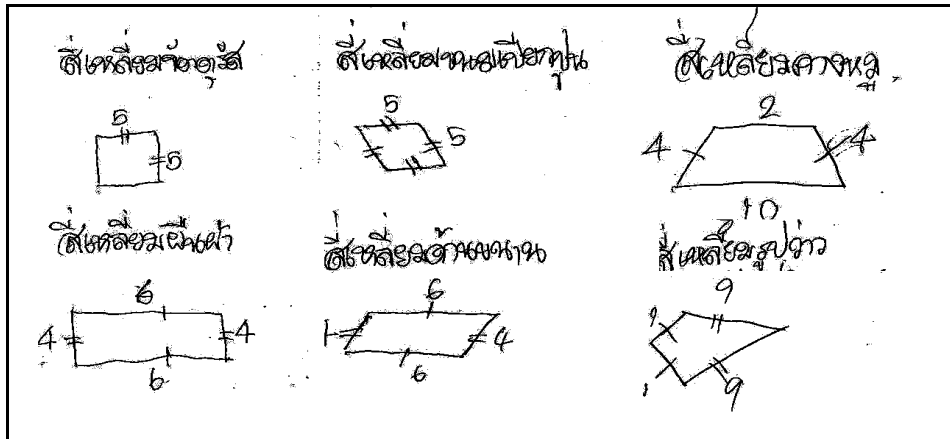


6.4 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



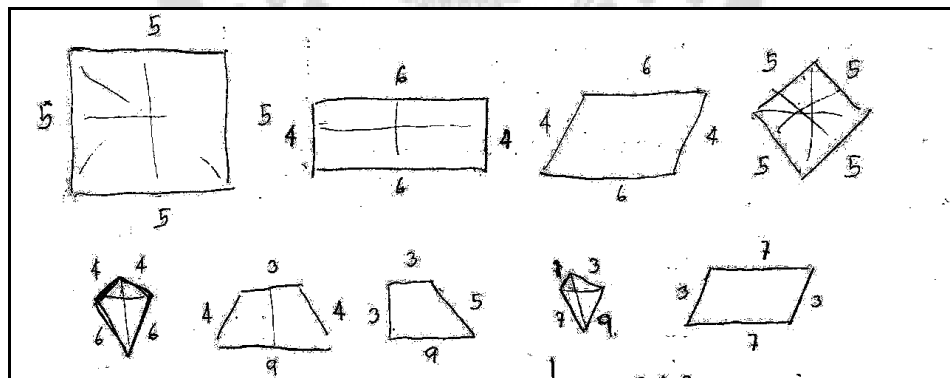
ภาพประกอบ 18 รูปแบบที่ 6 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผล การสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้เพียง 5 รูปแบบเท่านั้น ได้แก่ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 รูปแบบที่ 4 และรูปแบบที่ 5 โดยที่แต่ ละรูปแบบนักเรียนสามารถหาได้เพียงบางส่วน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ธาราคิดหารูปแบบของ ผลเฉลยได้ครบทั้ง 6 รูปแบบ ดังภาพประกอบ 19



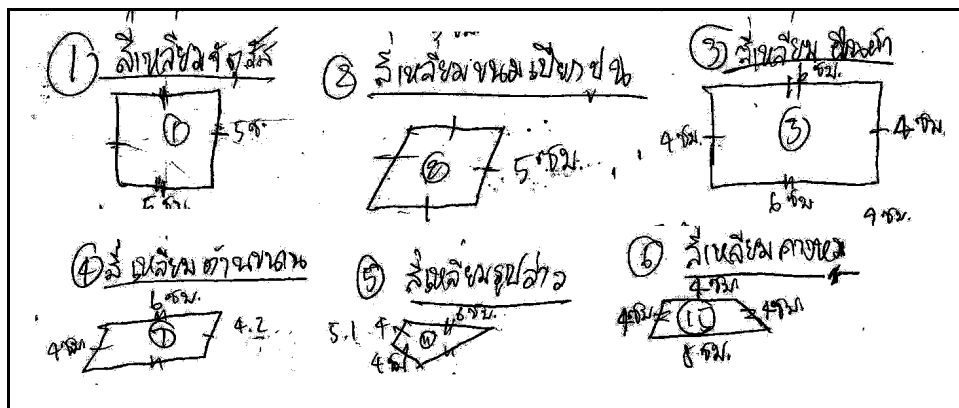
ภาพประกอบ 19 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” ของธารา

วายุคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 6 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 รูปแบบที่ 4 รูปแบบที่ 5 และรูปแบบที่ 6 ดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” ของวายุ

อัคนีคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 6 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 รูปแบบที่ 4 รูปแบบที่ 5 และรูปแบบที่ 6 ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” ของอัครนี้

ต่อมาในคาบเรียน 8 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” ซึ่งนักเรียนต้องหาวิธีการในการขนส่งสินค้าที่บรรจุอยู่ในตู้คอนเทนเนอร์จำนวน 480 ตู้ ด้วยเรือบรรทุกสินค้าที่มีความจุแตกต่างกัน ซึ่งปัญหานี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากจำนวนเรือที่สามารถบรรทุกน้ำหนักได้มากที่สุด มีรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด 6 รูปแบบ ซึ่งได้แก่

รูปแบบที่ 1 จำนวนเรือของบริษัท A ที่มีความจุมากที่สุด 5 ลำ

ดังภาพประกอบ 22

รูปแบบที่ 2 จำนวนเรือของบริษัท A ที่มีความจุมากที่สุด 4 ลำ

ดังภาพประกอบ 23

รูปแบบที่ 3 จำนวนเรือของบริษัท A ที่มีความจุมากที่สุด 3 ลำ

ดังภาพประกอบ 24

รูปแบบที่ 4 จำนวนเรือของบริษัท A ที่มีความจุมากที่สุด 2 ลำ

ดังภาพประกอบ 25

รูปแบบที่ 5 จำนวนเรือของบริษัท A ที่มีความจุมากที่สุด 1 ลำ

ดังภาพประกอบ 26

กลุ่มที่ 1			
วิธีที่	จำนวนเรือ บริษัทที่ A	จำนวนเรือ บริษัทที่ B	จำนวนเรือ บริษัทที่ C
1	5	1	1

ภาพประกอบ 22 รูปแบบที่ 1 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก”

<b>กลุ่มที่ 2</b>			
<b>วิธีที่</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ A</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ B</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ C</b>
2	4	2	2
3	4	1	5

ภาพประกอบ 23 รูปแบบที่ 2 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก”

<b>กลุ่มที่ 3</b>			
<b>วิธีที่</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ A</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ B</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ C</b>
4	3	3	3
5	3	2	6
6	3	1	9

ภาพประกอบ 24 รูปแบบที่ 3 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก”

<b>กลุ่มที่ 4</b>			
<b>วิธีที่</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ A</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ B</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ C</b>
7	2	5	1
8	2	4	4
9	2	3	7
10	2	2	10
11	2	1	13

ภาพประกอบ 25 รูปแบบที่ 4 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก”

<b>กลุ่มที่ 5</b>			
<b>วิธีที่</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ A</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ B</b>	<b>จำนวนเรือ บริษัทที่ C</b>
12	1	6	2
13	1	5	5
14	1	4	8
15	1	3	11
16	1	2	14
17	1	1	17

ภาพประกอบ 26 รูปแบบที่ 5 ของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก”

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้เพียง 4 รูปแบบเท่านั้น ได้แก่ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 4 โดยที่แต่ละรูปแบบนักเรียนสามารถหาผลเฉลยได้เพียงบางส่วน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ธารา วายุและอัคนีคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 4 รูปแบบเช่นกัน ได้แก่ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 และ รูปแบบที่ 4 ดังภาพประกอบ 27

วิธีที่ 1	บริษัท A (ลำ)	บริษัท B (ลำ)	บริษัท C (ลำ)
1	1	2	4
2	1	4	4
3	1	6	2
4	2	2	10
5	2	4	4
6	3	2	6
7	3	4	6
8	4	2	2

ผลเฉลยที่ 1 หมายถึง การใช้จำนวนเรือของบริษัท A 1 ลำ จำนวนเรือของบริษัท B 2 ลำ จำนวนเรือของบริษัท C 1 ลำ

ภาพประกอบ 27 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” ของอัคนี

ในช่วงที่ 3 คาบเรียน 11 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” นักเรียนหาวิธีสร้างวงกลมที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ชนิด บนตารางรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาด  $84 \times 84$  ตารางหน่วย โดยให้เหลือพื้นที่ว่างน้อยที่สุด ซึ่งปัญหานี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากจำนวนรูปวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด มีรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด 3 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 จำนวนวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด 1 รูป

ดังภาพประกอบ 28

รูปแบบที่ 2 จำนวนวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด 2 รูป

ดังภาพประกอบ 29

รูปแบบที่ 3 จำนวนวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด 3 รูป

ดังภาพประกอบ 30

รูปแบบที่ 1			
ผลเฉลย ที่	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 21 หน่วย	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 14 หน่วย	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 7 หน่วย
1	1	5	6
2	1	4	10
3	1	3	14
4	1	2	18
5	1	1	22

ภาพประกอบ 28 รูปแบบที่ 1 จำนวนวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด 1 รูปในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์”

รูปแบบที่ 2			
ผลเฉลย ที่	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 21 หน่วย	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 14 หน่วย	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 7 หน่วย
6	2	3	6
7	2	2	10
8	2	1	14

ภาพประกอบ 29 รูปแบบที่ 2 จำนวนวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด 2 รูปในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์”

รูปแบบที่ 3			
ผลเฉลย ที่	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 21 หน่วย	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 14 หน่วย	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 7 หน่วย
9	3	1	5

ภาพประกอบ 30 รูปแบบที่ 3 จำนวนวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุด 3 รูปในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์”

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ครบทั้ง 3 รูปแบบ โดยนักเรียนทุกคนสามารถหาผลเฉลยได้ครบในแต่ละรูปแบบ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ชารา วายุและอัคนีคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ครบทั้ง 3 รูปแบบเช่นกัน ดังภาพประกอบ 31



ลำดับที่:	21	14	7
1	3	1	5
2	2	3	6
3	2	2	10
4	2	1	14
5	1	5	6
6	1	4	10
7	1	3	14
8	1	2	18
9	1	1	22

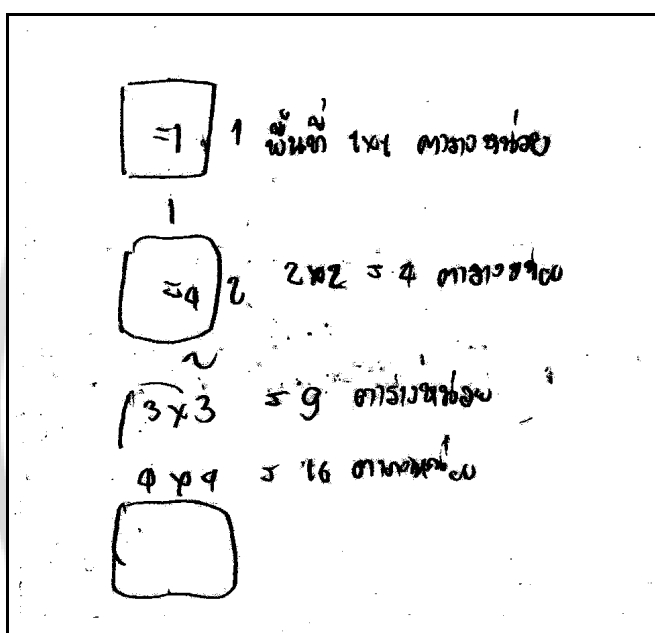
ผลเฉลยที่ 1 หมายถึง  
การใช้วงกลมขนาด  
ใหญ่จำนวน 3 รูป  
วงกลมขนาดกลาง  
จำนวน 1 รูป และ  
วงกลมขนาดเล็ก  
จำนวน 5 รูป

ภาพประกอบ 31 รูปแบบของผลเฉลยในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” ของวายุ

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จึงคิดหารูปแบบผลเฉลยได้มากขึ้น กล่าวคือ ในคาบเรียน 7 นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด และคาบเรียน 8 นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมดเช่นกัน ซึ่งนักเรียนยังคงคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้มากขึ้นจนถึงสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 นั่นคือนักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับวิธีคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น โดยนักเรียนกล่าวว่าสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คิดหาผลเฉลยได้เร็วขึ้นนั้น เนื่องจากมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และได้แลกเปลี่ยนความคิดจากการระดมสมองของสมาชิกในกลุ่ม จึงทำให้สามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและรูปแบบของผลเฉลยได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้นนั่นเอง

## (2) นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 2 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “กระดาษจุดทศรากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลามากในการคิดหาผลเฉลยทั้งหมดในกระดาษทศ แล้วตอบในกระดาษคำตอบ ทำให้เมื่อใกล้เวลาที่กำหนดนักเรียนต้องเร่งรีบในการเขียนผลเฉลยในกระดาษคำตอบ ซึ่งบางครั้งทำให้เขียนผลเฉลยได้ไม่ครบ สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 คน ธารา วายุและอัคนีใช้ระยะเวลาในการคิดหาผลเฉลยแรกนานกว่าผลเฉลยที่ 2 และผลเฉลยที่ 3 โดยคิดหาผลเฉลยทั้งหมดในกระดาษทศแล้วตอบในกระดาษคำตอบ ดังภาพประกอบ 32



ภาพประกอบ 32 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทศของนักเรียน ในกิจกรรม “กระดาษจุดทศรากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

ในช่วงที่ 2 คาบเรียน 7 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาเฉลยน้อยกว่าช่วงแรกในการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทศ ซึ่งนักเรียนคิดไปเขียนไป โดยคิดหาผลเฉลยทีละผลเฉลยในกระดาษทศ แล้วเขียนผลเฉลยเหล่านั้นในกระดาษคำตอบ สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 คน ธารา วายุและอัคนีใช้เวลาเฉลยน้อยกว่าช่วงแรกเช่นกันในการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทศ โดยคิดหาผลเฉลยทีละผลเฉลยในกระดาษทศ ซึ่งนักเรียนคิดไปเขียนไป แล้วเขียนผลเฉลยเหล่านั้นในกระดาษคำตอบ นอกจากนี้นักเรียนยังปรับขั้นตอนในการคิดให้กระชับขึ้น ทำให้ใช้เวลาเฉลยน้อยกว่าช่วงแรกในการคิดหาผลเฉลย

ต่อมาในคาบเรียน 8 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงแสดงพฤติกรรมเช่นเดียวกับคาบเรียน 7 กล่าวคือ นักเรียนคิดไปเขียนไป

โดยนักเรียนคิดหาผลเฉลยที่ละผลเฉลยในกระดาษทด แล้วเขียนผลเฉลยเหล่านั้นในกระดาษคำตอบ และยังคงปรับขั้นตอนในการคิดให้กระชับขึ้น สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 คน ชารา วายุ และอัคนี ยังคงใช้เวลาเฉลยน้อยกว่าช่วงแรกในการคิดหาผลเฉลยเช่นกัน ซึ่งนักเรียนคิดหาผลเฉลยที่ละผลเฉลยในกระดาษทด แล้วเขียนผลเฉลยเหล่านั้นในกระดาษคำตอบ และปรับขั้นตอนในการคิดให้กระชับขึ้น ดังภาพประกอบ 33

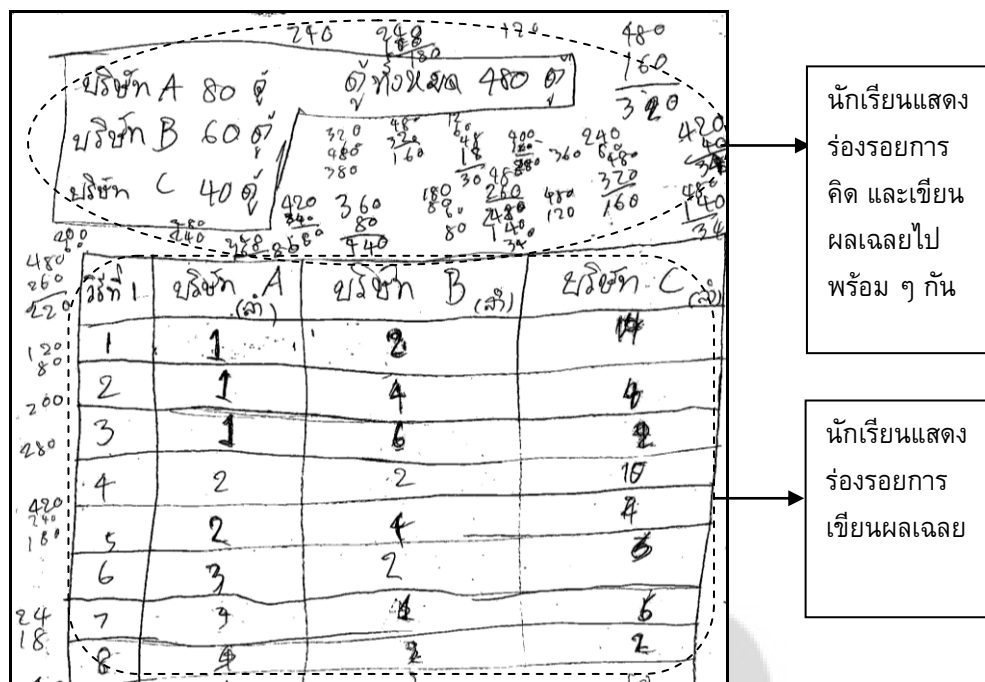
Handwritten student work showing calculations and a table. The calculations include  $180 \times 24 = 4320$ ,  $4320 - 960 = 3360$ , and  $3360 \times 3 = 10080$ , leading to a final result of  $11520 \text{ m}^3$ . The table below shows data for three companies (A, B, C) across five categories (1-5).

A =	1	2	3	4	5
B =	1	2	2	4	2
C =	1	10	3	4	1

Callout boxes describe the student's process: "นักเรียนแสดง ร่องรอยการ คิด และเขียน ผลเฉลยไป พร้อม ๆ กัน" and "นักเรียนแสดง ร่องรอยการ เขียนผลเฉลย".

ภาพประกอบ 33 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทดของนักเรียน ในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก”

ในช่วงที่ 3 คาบเรียน 11 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 คน ชารา วายุและอัคนียังคงใช้เวลาเฉลยน้อยกว่าช่วงแรกในการคิดหาผลเฉลยเช่นกัน ซึ่งนักเรียนคิดหาผลเฉลยที่ละผลเฉลยในกระดาษทด คิดไปเขียนไป แล้วเขียนผลเฉลยเหล่านั้นในกระดาษคำตอบ และปรับขั้นตอนในการคิดให้กระชับขึ้น ทำให้การวางแผนและเลือกใช้ทฤษฎีในการแก้ปัญหา เปลี่ยนแปลงจากช่วงแรกเป็นการเลือกใช้ทฤษฎีสร้างตารางจึงทำให้การนำเสนอผลเฉลยเป็นไปอย่างรวดเร็วกว่าช่วงแรก ดังภาพประกอบ 34



ภาพประกอบ 34 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทดของนักเรียน ในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์”

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่และนักเรียนเป้าหมาย ชารา วายุ และ อัคริณีใช้เวลามากในการคิดหาผลเฉลยทั้งหมดในกระดาษทด แล้วตอบในกระดาษคำตอบ ทำให้เมื่อใกล้เวลาที่กำหนดนักเรียนต้องเร่งรีบในการเขียนผลเฉลยในกระดาษคำตอบ ซึ่งบางครั้งทำให้เขียนผลเฉลยได้ไม่ครบ ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่และนักเรียนเป้าหมายจึงใช้เวลาน้อยลงกว่าช่วงแรกในการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทด ซึ่งนักเรียนคิดไปเขียนไป โดยคิดหาผลเฉลยทีละผลเฉลยในกระดาษทด แล้วเขียนผลเฉลยเหล่านั้นในกระดาษคำตอบ นอกจากนี้นักเรียนยังปรับขั้นตอนในการคิดให้กระชับขึ้น และยังคงแสดงพฤติกรรมเช่นนี้จนถึงสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น โดยนักเรียนกล่าวว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้คิดหาผลเฉลยได้เร็วขึ้นนั้น เนื่องจากมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และได้แลกเปลี่ยนความคิดจากการระดมสมองของสมาชิกในกลุ่ม สามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้นจึงทำให้กำหนดขั้นตอนในการหาผลเฉลยได้ชัดเจนและกระชับมากขึ้นนั่นเอง

## ตอนที่ 2 พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนจาก กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นโดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และการคิดแล้วเลือกเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น

### 2.1 ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับ สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

ในการศึกษาการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาขั้นตอนในการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ดังที่กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้าว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย (มีอย่างน้อยเก้าผลเฉลย) ดังนั้นในการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนต้องมีผลเฉลยจำนวนมากแล้วจึงเลือกผลเฉลยที่ต้องการได้ จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น โดยคิดแล้วเลือกจากผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง ถ้าพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการนักเรียนจะคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด มีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น คาบเรียน 2 กิจกรรม “กระดาษจุดทศรัศกักับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” หลังจากนักเรียนระดมสมองเพื่อคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของปัญหาแล้ว กิจกรรมนี้ยังต้องการให้นักเรียนระดมสมองเพื่อเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดด้วย สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดในกิจกรรมนี้ คือ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่น้อยที่สุดและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่มากที่สุด ซึ่งในการเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดนักเรียนส่วนใหญ่พิจารณาผลเฉลยที่ตนเองมีก่อน เมื่อพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการทำให้นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยอีกครั้ง ในกิจกรรมนี้นักเรียนทุกคนมีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด จึงทำให้สามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ต้องการหาได้ทันที รวมทั้งนักเรียนเป้าหมาย ชารา วายุ และ

อัคนี้ มีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเช่นกัน ดังภาพประกอบ 35

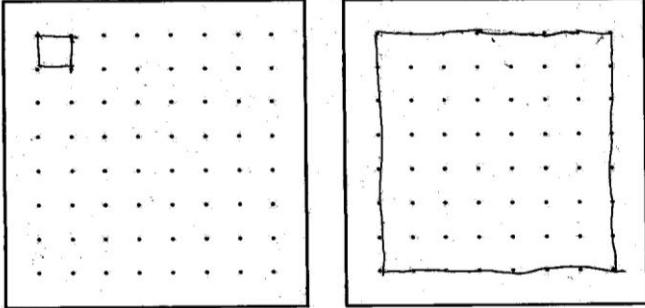
คำถามข้อที่ 1 ถ้าต้องการรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่น้อยและมากที่สุดจะสามารถสร้างได้อย่างไร และมีพื้นที่เท่าไร

สร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เล็กที่สุด ดังภาพข้างล่าง

๒๘ ตารางหน่วย

๑๖ ตารางหน่วย

๑๖ ตารางหน่วย



ภาพประกอบ 35 การคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ในกิจกรรม “กระต่ายจุดทศวรรษกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

สำหรับช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 7 กิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” หลังจากนักเรียนระดมสมองเพื่อคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของปัญหาแล้ว กิจกรรมนี้ยังต้องการให้นักเรียนระดมสมองเพื่อเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดด้วย สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดในกิจกรรมนี้ คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีแกนสมมาตรมากที่สุด ดังที่กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ว่า ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้คิดเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่ต้องการได้ทันที ดังภาพประกอบ 36

<p><b>คำถามข้อที่ 1</b> ถ้าต้องการรูปสี่เหลี่ยมที่มีแกนสมมาตรมากที่สุดควรสร้างรูปสี่เหลี่ยมแบบใด และแต่ละด้านมีความยาวเป็นเท่าใด</p> <p>รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขอบด้านละเท่ากันทุกด้านยาวเท่ากันมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก เหนือละด้านยาว 5 ซม. มี 4 แกนสมมาตร</p>
---

ภาพประกอบ 36 การคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ในกิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”

ต่อมาในคาบเรียน 8 กิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” ซึ่งมีสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ วิธีการขนส่งที่มีจำนวนเรือในการขนส่งมากที่สุด ในกิจกรรมนี้มีนักเรียนเพียง 3 คน ที่มีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดจึงทำให้ทั้ง 3 คนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ต้องการหาได้ทันที สำหรับนักเรียนที่เหลือไม่มีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเลย จึงต้องคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด สำหรับนักเรียนเป้าหมาย มีเพียงธาราเท่านั้นที่มีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดจึงทำให้สามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ต้องการหาได้ทันที ในขณะที่วายุและอัคนีไม่มีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด จึงต้องคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่ต้องการ ดังภาพประกอบ 37

<p><b>คำถามข้อที่ 1</b> ถ้าต้องการเลือกวิธีที่ใช้จำนวนเรือมากที่สุดจะเลือกใช้วิธีใด</p> <p>วิธี A B C</p> <p><math>A = 1, B = 1, C = 17</math></p>
--

ภาพประกอบ 37 การคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ในกิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก”

สำหรับช่วงสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ในคาบเรียน 11 กิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” ซึ่งมีสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ วิธีสร้างวงกลมที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ชนิด บนตารางรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาด  $84 \times 84$  ตารางหน่วย โดยให้มีจำนวนของวงกลมมากที่สุด และเหลือพื้นที่

ว่างน้อยที่สุด ในกิจกรรมนี้นักเรียนทุกคนมีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด จึงทำให้สามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ต้องการหาได้ทันที รวมทั้งนักเรียนเป้าหมาย ชารา วายุ และอัคนี มีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเช่นกัน ดังภาพประกอบ 38

คำถามข้อที่ 1 ถ้าต้องการเลือกวิธีที่ใช้จำนวนวงกลมมากที่สุดจะเลือกใช้วิธีใด
วิธี ๒๔ ๑๑
๑๑ ๒๗ ๑ ๑๖
๑๖ ๒๗ ๑ ๑๖
๒๗ ๑๑ ๒๗ ๑๑

ภาพประกอบ 38 การคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ในกิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์”

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้เกือบทั้งหมด เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาและระดมสมองมากขึ้น นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น โดยคิดแล้วเลือกจากผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง ถ้าพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการนักเรียนจึงคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และบางครั้งนักเรียนยังสามารถหาผลเฉลยเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้เช่นกัน

## 2.2 ด้านการคิดแล้วเลือกเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย

ในการศึกษาการคิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาการกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยพร้อมคำอธิบายของนักเรียน ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่องนักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยจำนวนมากในเวลาที่กำหนด ดังนั้นในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น นักเรียนแต่ละคนต้องนำผลเฉลยจำนวนมากที่หาได้มาจัดเป็นกลุ่มๆ พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยดังกล่าว จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น และ (2) นักเรียนมีคำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น มีรายละเอียดดังนี้



### (1) นักเรียนมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น

ในคาบเรียน 2 กิจกรรม “กระต่ายจุดทศรัศกักับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่นที่นักเรียนต้องนำผลเฉลยจำนวนมากที่หาได้มาจัดกลุ่ม พร้อมกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยเหล่านั้น ในกิจกรรมนี้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจัดกลุ่มของผลเฉลยและกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ ซึ่งเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยมี 3 เกณฑ์ ได้แก่

- เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่
- เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ
- เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาพื้นที่ที่มีความยาวด้านเป็นจำนวนเต็มและไม่เป็นจำนวนเต็ม

จากเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยข้างต้น มีนักเรียน 5 คน (ร้อยละ 55.56 ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง) ที่ใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่ ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของตน ดังภาพประกอบ 39

<p><b>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</b></p> <p>หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ ใช้ ด้านที่มีพื้นที่</p> <p>เป็นเลขคู่ = เลขคี่</p> <p>จำนวนพื้นที่ 2 4 6 8 9 10</p> <p>คือ 1 3 5 7 11 12 13</p>
---

ภาพประกอบ 39 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่

ในขณะที่มีนักเรียน 2 คน (ร้อยละ 22.22 ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง) ที่ใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ ดังภาพประกอบ 40

<p><b>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</b></p> <p>หมวดหมู่ที่ 1 = พื้นที่ที่เป็นจำนวนเฉพาะ</p> <p>หมวดหมู่ที่ 2 = พื้นที่ที่ไม่เป็นจำนวนเฉพาะ</p>
--

ภาพประกอบ 40 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ

ส่วนเกณฑ์ที่ 3 มีนักเรียน 2 คน (ร้อยละ 22.22 ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง) ที่ใช้เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาพื้นที่ที่มีความยาวด้านเป็นจำนวนเต็มและไม่เป็นจำนวนเต็ม ดังภาพประกอบ 41

<p>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</p> <p>1. <u>ถ้าคี่พื้นที่ ก 1 → 4 → 9</u></p> <p>2. <u>ไม่เขียนกคี่</u></p>
---

ภาพประกอบ 41 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาพื้นที่ที่มีความยาวด้านเป็นจำนวนเต็มและไม่เป็นจำนวนเต็ม

สำหรับนักเรียนเป้าหมายอายุใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่ ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของตน ดังภาพประกอบ 42

<p>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</p> <p><del>1. ถ้าคี่พื้นที่ ก 1 → 4 → 9</del></p> <p>2. <u>จัดตามเลขคู่เลขคี่</u></p>
---

ภาพประกอบ 42 เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่ของอายุ

ในขณะที่นักเรียนเป้าหมายอัคนีใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ ดังภาพประกอบ 43

<p>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</p> <p><u>จำนวนเฉพาะ</u></p> <p><u>และไม่ใช่จำนวนเฉพาะ</u></p>
---

ภาพประกอบ 43 เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะของอัคนี

ส่วนชาราใช้เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาพื้นที่ที่มีความยาวด้านเป็นจำนวนเต็มและไม่เป็นจำนวนเต็ม  
ดังภาพประกอบ 44

<p>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</p> <p>การเขียนข้อที่ ๑</p> <p>ข้อใดที่ระบบ</p> <p>เช่น ระบบจัดที่ 1 ข้อ ๑ ข้อ ๒ ๓ ๔ ข้อ ๕</p> <p>ข้อ ๖ ๗ ข้อ ๘ ที่จัดเป็นของที่มีระบบ จาก 1-4 ๗ 9</p>
---

ภาพประกอบ 44 เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาพื้นที่ที่มีความยาวด้านเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็น  
จำนวนเต็มของชารา

สำหรับช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 7 กิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง”  
พบว่าในกิจกรรมนี้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจัดกลุ่มของผลเฉลยและกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของ  
ผลเฉลยได้ ซึ่งเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยมี 5 เกณฑ์ ได้แก่

- เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนของแกนสมมาตร
- เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านเท่ากันทุกด้านและรูปที่มีความยาว  
ด้านไม่เท่ากันทุกด้าน
- เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณารูปที่มีมุมฉากและไม่มีมุมฉาก
- เกณฑ์ที่ 4 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านทั้ง 4 ด้านเป็นตัวเลขชุดเดียวกัน
- เกณฑ์ที่ 5 การพิจารณารูปที่เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานและไม่มีสี่เหลี่ยมด้าน  
ขนาน

จากเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยข้างต้น มีนักเรียน 4 คน (ร้อยละ 44.44 ของ  
นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนของแกนสมมาตร ดังภาพประกอบ 45

คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ
66. ทฤษฎีสมมาตร
1. ความยาว (มี 4 ข้อ)
2. ลักษณะ (มี 2 ข้อ)
3. ลักษณะ (มี 1 ข้อ)
4. ลักษณะ (มี 2 ข้อ)
6. ความยาว (มี 2 ข้อ)

ภาพประกอบ 45 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนของแกนสมมาตร

ในขณะที่มีนักเรียน 1 คน (ร้อยละ 11.11 ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านเท่ากันทุกด้านและรูปที่มีความยาวด้านไม่เท่ากันทุกด้าน ดังภาพประกอบ 46

คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ
ด้านเท่ากัน และ ไม่เท่า
เท่า = 1, 2, 3
ไม่เท่า = 1, 2, 3

ภาพประกอบ 46 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านเท่ากันทุกด้าน และรูปที่มีความยาวด้านไม่เท่ากันทุกด้าน

ส่วนเกณฑ์ที่ 3 มีนักเรียน 1 คน (ร้อยละ 11.11 ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณารูปที่มีมุมฉากและไม่มีมุมฉาก คือนักเรียนเป้าหมายอันนี้ ดังภาพประกอบ 47

**คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ**

รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมฉากกับไม่มีมุมฉาก

กลุ่ม ① มีมุมฉาก

รูป ① ③ ④ ⑤ ⑥

กลุ่ม ② ไม่มีมุมฉาก

รูป ② ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱

ภาพประกอบ 47 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 3 การพิจารณารูปที่มีมุมฉากและไม่มีมุมฉาก

สำหรับเกณฑ์ที่ 4 มีนักเรียน 1 คน(ร้อยละ 11.11 ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 4 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านทั้ง 4 ด้านเป็นตัวเลขชุดเดียวกันประกอบ 48

**คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ**

**จัดหมวดหมู่ตาม ขนาด(เลข)**

ภาพประกอบ 48 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 4 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านทั้ง 4 ด้าน เป็นตัวเลขชุดเดียวกัน

และเกณฑ์ที่ 5 มีนักเรียน 2 คน (ร้อยละ 22.22 ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 5 การพิจารณารูปที่เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานและไม่เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังภาพประกอบ 49

<b>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</b>	
	ใช้เกณฑ์ที่ 4 หนึ่งฝ่ายด้านเท่ากัน
1.	มากกว่า 2 ด้าน คือ 1, 2
2.	เท่ากับ 2 ด้าน คือ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
3.	น้อยกว่า 2 ด้าน คือ 15

ภาพประกอบ 49 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 5 การพิจารณารูปที่เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานและไม่เป็นสี่เหลี่ยม  
สำหรับนักเรียนเป้าหมายพบว่าธาราใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนของแกนสมมาตรดัง  
ภาพประกอบ 50

<b>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</b>	
	แบ่งตามแกนสมมาตรที่มี
	ไม่มี
1	
2	
3	
4	

ภาพประกอบ 50 เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนของแกนสมมาตรของธารา

จากภาพประกอบข้างต้นจะพบว่า การพิจารณาจำนวนของแกนสมมาตรของธาราแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ ไม่มีแกนสมมาตร 1 หมายถึง รูปที่มีแกนสมมาตร 1 แกน 2 หมายถึง รูปที่มีแกนสมมาตร 2 แกน 3 หมายถึง รูปที่มีแกนสมมาตร 3 แกน และ 4 หมายถึง รูปที่มีแกนสมมาตร 4 แกน ในขณะที่อายุใช้ที่เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านเท่ากันทุกด้านและรูปที่มีความยาวด้านไม่เท่ากันทุกด้าน ดังภาพประกอบ 51

<p><b>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</b></p> <p>แต่ละด้าน เท่ากัน และ ไม่เท่า</p> <p>เท่า = 10, 10</p> <p>ไม่เท่า = 10, 10, 10</p>
---

ภาพประกอบ 51 เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณารูปที่มีความยาวด้านเท่ากันทุกด้าน และรูปที่มีความยาวด้านไม่เท่ากันทุกด้านของวงวู

ต่อมาคาบเรียน 7 กิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” พบว่าในกิจกรรมนี้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจัดกลุ่มของผลเฉลยและกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ ซึ่งเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยมี 5 เกณฑ์ ได้แก่

- เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่ใช้เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ
- เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่มีความจุมากที่สุดที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ
- เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่มีความจุน้อยที่สุดเป็นจำนวนคู่และเป็นจำนวนคี่
- เกณฑ์ที่ 4 การพิจารณาจำนวนเรือทั้ง 3 ชนิดที่ใช้คละกันในการขนส่ง
- เกณฑ์ที่ 5 การพิจารณาแบบรูปของจำนวนลำเรือ

จากเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยข้างต้น มีนักเรียน 1 คน (ร้อยละ 11.11 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) คือนักเรียนเป้าหมาย ธารา ใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่ใช้เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ ดังภาพประกอบ 52

<p><b>คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ</b></p> <p>แบ่งตามจำนวนเฉพาะของเรือที่ใช้</p>
---

ภาพประกอบ 52 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่ใช้เป็นจำนวนเฉพาะ และไม่เป็นจำนวนเฉพาะ

ในขณะที่มีนักเรียน 2 คน (ร้อยละ 22.22 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่มีความจุมากที่สุดที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ ดังภาพประกอบ 53

คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ

ใช้เกณฑ์ เรือธงเฉพาะ

1 เกณฑ์ที่จำนวนของลำ A เรือธงเฉพาะ

วิธีที่ 1, 2, 3, 4

2 เกณฑ์ที่จำนวนของลำ A ไม่

ภาพประกอบ 53 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่มีความจุมากที่สุดที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ

ส่วนเกณฑ์ที่ 3 มีนักเรียน 3 คน (ร้อยละ 33.33 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) ใช้การพิจารณาจำนวนลำเรือที่มีความจุน้อยที่สุดเป็นจำนวนคู่และเป็นจำนวนคี่ รวมถึงนักเรียนเป้าหมาย คือ วายุ ใช้เกณฑ์ดังกล่าวเช่นกัน ดังภาพประกอบ 54

คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ

ใช้จำนวนคู่ของลำ C ใช้จำนวนคี่เป็นเกณฑ์

เป็นคี่วิธี 1, 4, 7...

เป็นคี่วิธี 1, 3, 6, 2.

ภาพประกอบ 54 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาจำนวนลำเรือที่มีความจุน้อยที่สุดเป็นจำนวนคู่และเป็นจำนวนคี่

เกณฑ์ที่ 4 มีนักเรียน 1 คน (ร้อยละ 11.11 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) ใช้การพิจารณาจำนวนเรือทั้ง 3 ชนิดที่ใช้คละกันในการขนส่ง ดังภาพประกอบ 55



คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ

จัดหมวดหมู่แบบอิสระจำนวนหนึ่ง

เป็นแต่เฉพาะจำนวน

ภาพประกอบ 55 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 4 การพิจารณาจำนวนเรือทั้ง 3 ชนิดที่ใช้คลงกันในการขนส่ง

เกณฑ์ที่ 5 มีนักเรียน 2 คน(ร้อยละ 22.22 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) ใช้การพิจารณาแบบรูปของจำนวนลำเรือ รวมถึงนักเรียนเป้าหมาย คือ อัดนี้ ใช้เกณฑ์ดังกล่าวเช่นกัน ดังภาพประกอบ 56

คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ

การลำเรือ

10 ลำ

๑ ลำ

๘ ลำ

๖ ลำ

ภาพประกอบ 56 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 5 การพิจารณาแบบรูปของจำนวนลำเรือ

สำหรับช่วงสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ในคาบเรียน 11 กิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์”พบว่าในกิจกรรมนี้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจัดกลุ่มของผลเฉลยและกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ ซึ่งเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยมี 6 เกณฑ์ ได้แก่

- เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจากจำนวนรูปร่างกลมรูปใหญ่
- เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาจากจำนวนรูปร่างกลมรูปเล็ก
- เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาจำนวนรูปร่างกลมทั้งหมดที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ
- เกณฑ์ที่ 4 การพิจารณาจำนวนรูปร่างกลมทั้งหมดเป็นจำนวนคู่และเป็นจำนวนคี่
- เกณฑ์ที่ 5 การพิจารณาจากเศษที่เหลือจากการหารของจำนวนรูปร่างกลม
- เกณฑ์ที่ 6 การพิจารณาจำนวนรูปร่างกลมที่มี 14 รูป มากกว่า 14 รูป และน้อยกว่า 14 รูป

จากเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยข้างต้น มีนักเรียน 3 คน (ร้อยละ 33.33 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจากจำนวนรูปร่างกลุ่มรูปใหญ่ เช่นเดียวกับนักเรียนเป้าหมาย คือ วาย ที่ใช้เกณฑ์ดังกล่าว ดังภาพประกอบ 57

**คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ**

กลุ่ม 1 ใช้วงกลมใหญ่ 1 รูป ชั้นวี่ที่ 4, 5, 6, 7  
 2 รูป ชั้นวี่ที่ 1, 2, 8  
 3 รูป ชั้นวี่ที่ 3,

ภาพประกอบ 57 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจากจำนวนรูปร่างกลุ่มรูปใหญ่

ในขณะที่มีนักเรียน 2 คน (ร้อยละ 22.22 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาจากจำนวนรูปร่างกลุ่มรูปเล็ก ดังภาพประกอบ 58

**คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ**

แบ่ง ตามขนาด ของ วงกลม เล็ก

ภาพประกอบ 58 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาจากจำนวนรูปร่างกลุ่มรูปเล็ก

สำหรับเกณฑ์ที่ 3 มีนักเรียน 1 คน (ร้อยละ 11.11 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาจำนวนรูปร่างกลมทั้งหมดที่เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ ดังภาพประกอบ 59

**คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ**

จำนวนเฉพาะและไม่ใช่จำนวนเฉพาะ

ภาพประกอบ 59 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาจำนวนรูปร่างกลมทั้งหมดที่เป็นจำนวนเฉพาะ และเป็นจำนวนเฉพาะ

เกณฑ์ที่ 4 มีนักเรียน 1 คน (ร้อยละ 11.11 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) คือนักเรียนเป้าหมาย อัครนี้  
ใช้เกณฑ์ที่ 4 การพิจารณาจำนวนรูปร่างกลมทั้งหมดเป็นจำนวนคู่และเป็นจำนวนคี่  
ดังภาพประกอบ 60

**คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ**

กลุ่ม ① รูปร่างกลมทั้งหมดเป็นคู่ ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧

กลุ่ม ② รูปร่างกลมทั้งหมดเป็นคี่ ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧

ภาพประกอบ 60 เกณฑ์ที่ 4 การพิจารณาจำนวนรูปร่างกลมทั้งหมดเป็นจำนวนคู่ และเป็นจำนวน  
คี่ของอัครนี้

เกณฑ์ที่ 5 มีนักเรียน 1 คน (ร้อยละ 11.11 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) คือนักเรียนเป้าหมาย ชารา  
ใช้เกณฑ์ที่ 5 การพิจารณาจากเศษที่เหลือจากการหารของจำนวนรูปร่างกลม ดังภาพประกอบ 61

**คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ**

ใช้จำนวนออกภาคหาร 3 แล้วเศษเท่าไร

๑ คือ 1

1 คือ 5 6 7 8 9

๒ คือ ๒ ๓ 4

ภาพประกอบ 61 เกณฑ์ที่ 5 การพิจารณาจากเศษที่เหลือจากการหารของจำนวนรูปร่างกลม  
ของชารา

และเกณฑ์ที่ 6 มีนักเรียน 1 คน (ร้อยละ 11.11 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) ใช้เกณฑ์ที่ 6 การ  
พิจารณาจำนวนรูปร่างกลมที่มี 14 รูป มากกว่า 14 รูป และน้อยกว่า 14 รูป ดังภาพประกอบ 62

คำถามข้อที่ 1 หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ
จำหนวขง กวมทวมกกว่า 14รูป
1) จำหนวขง กวมทวมกกว่า 14รูป
2. จำหนวขง กวมทวมกกว่า 14 รูป
3 จำหนวขง กวมทวมกกว่า 14รูป

ภาพประกอบ 62 เกณฑ์ที่ 6 การพิจารณาจำนวนรูปวงกลมที่มี 14 รูป มากกว่า 14 รูป และน้อยกว่า 14 รูป

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ ใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 เกณฑ์และเมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า เป็นลักษณะของเกณฑ์ที่ใช้ความสัมพันธ์ของจำนวนและไม่ค่อยมีความซับซ้อน เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้มีการระดมสมองขณะแก้ปัญหา และนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถคิดหาผลเฉลยได้ทันเวลาจึงใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มเหมือนกับเพื่อนสมาชิกคนอื่นๆ ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักเรียนได้มีการปรึกษาหารือทางคณิตศาสตร์และระดมสมองมากขึ้นทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เกณฑ์ที่มีความแตกต่างมากกว่าในช่วงแรก และเกณฑ์ที่ได้นั้นมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น เกณฑ์จากความสัมพันธ์ของจำนวน ความยาวด้าน ความจุ แกนสมมาตร และมุม เป็นต้น และยังคงแสดงพฤติกรรมเช่นนี้จนถึงสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 สำหรับนักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 คน ธารา วายุและอัคนีมีการแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้นเช่นกัน

## (2) นักเรียนมีคำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น

ในคาบเรียน 2 กิจกรรม “กระต่ายจุดหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ในการอธิบายรายละเอียดของเกณฑ์ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้คำอธิบายที่สั้น เป็นเพียงวลีหรือประโยคสั้นๆ ซึ่งไม่ได้อธิบายความหมายของคำ วลีหรือประโยคเหล่านั้น และเนื่องจากนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม จึงทำให้รายละเอียดของเกณฑ์ที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกัน รวมทั้งนักเรียนเป้าหมาย ธารา วายุ และอัคนีใช้คำอธิบายที่สั้น เป็นเพียงวลีหรือประโยคสั้นๆ ซึ่งไม่ได้อธิบายความหมายของคำ วลีหรือประโยคเหล่านั้นเช่นกัน

สำหรับช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 7 กิจกรรม “สี่เหลี่ยมพิศวง” นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ในการอธิบายรายละเอียดของเกณฑ์ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้คำอธิบายที่กระชับขึ้น เป็น

ประโยคสั้นๆ และอธิบายความหมายของประโยคเหล่านั้น และเนื่องจากนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น จึงทำให้ได้รายละเอียดของเกณฑ์ที่ได้มีลักษณะแตกต่างกันมากขึ้น รวมทั้งนักเรียนเป้าหมาย ธารา วายุ และอัคนีใช้คำอธิบายที่กระชับขึ้น เป็นประโยคสั้นๆ และอธิบายความหมายของประโยคเหล่านั้นเช่นกัน

ต่อมาในคาบเรียน 8 กิจกรรม “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมาย ธารา วายุ และอัคนี สามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ในการอธิบายรายละเอียดของเกณฑ์ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้คำอธิบายที่กระชับขึ้น เป็นประโยคสั้นๆ และอธิบายความหมายของประโยคเหล่านั้น และเนื่องจากนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น จึงทำให้ได้รายละเอียดของเกณฑ์ที่ได้มีลักษณะแตกต่างกันมากขึ้น

สำหรับช่วงสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ในคาบเรียน 11 กิจกรรม “วงกลมมหัศจรรย์” นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมาย ธารา วายุ และอัคนี สามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ในการอธิบายรายละเอียดของเกณฑ์ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้คำอธิบายที่กระชับ เป็นประโยคสั้นๆ และอธิบายความหมายของประโยคเหล่านั้นได้ชัดเจนมากขึ้น และเนื่องจากนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น จึงทำให้ได้รายละเอียดของเกณฑ์ที่ได้มีลักษณะแตกต่างกันมากขึ้นเช่นกัน

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ในการอธิบายรายละเอียดของเกณฑ์ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้คำอธิบายที่สั้น เป็นเพียงวลีหรือประโยคสั้นๆ ซึ่งไม่ได้อธิบายความหมายของคำ วลีหรือประโยคเหล่านั้นรวมถึงนักเรียนเป้าหมายใช้ วลีหรือข้อความสั้น ๆ แทนคำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่ม โดยไม่ได้มีการขยายความเกณฑ์การจัดกลุ่มดังกล่าว ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายสามารถใช้คำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่หลากหลายและกระชับ เป็นประโยคสั้นๆ และอธิบายความหมายของประโยคเหล่านั้น ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่และนักเรียนเป้าหมายยังคงแสดงพฤติกรรมเช่นนี้จนถึงสิ้นสุดกิจกรรมในช่วงที่ 3

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

##### ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง

##### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นข้อมูลสำหรับครูในการตรวจสอบพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เป็นแนวทางในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
4. เป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ

##### วิธีดำเนินการวิจัย

##### 1. กำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 9 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ตั้งแต่ 3.0 ขึ้นไป และเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิตของนักเรียน ใช้การพิจารณาจากงานเขียนและแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้ผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูประจำชั้นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความกล้าแสดงออก การสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน แล้วคัดเลือกนักเรียนที่กล้าแสดงออก สามารถสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้ดี จำนวน 3 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) เพื่อใช้ศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้การพิจารณาจากงานเขียน การสัมภาษณ์ แบบสังเกตพฤติกรรม

ด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกลองวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

## 2. กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองเรื่อง เรขาคณิต

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

### ขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น กิจกรรมการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้แก่ กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คาบเรียน ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ และกระบวนการระดมสมอง ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยาเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้รับการยอมรับและแพร่หลายทั่วโลก ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่สนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยาในรูปแบบที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้

นอกจากกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนยังได้ฝึกฝนกระบวนการในการระดมสมอง ซึ่งการระดมสมอง หมายถึง กระบวนการของกลุ่มบุคคลในการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาและผลเฉลยของปัญหามากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด โดยเน้นการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มอย่างทั่วถึงและหลากหลาย และการไม่วิพากษ์วิจารณ์แนวคิดของสมาชิกในกลุ่ม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดและพิจารณาปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้นำกลุ่มแจ้งให้สมาชิกในกลุ่มได้ทราบและเข้าใจรายละเอียดของปัญหา

ขั้นที่ 2 ทบทวนปัญหา เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มนำเสนอแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 คัดเลือกประเด็นปัญหาเบื้องต้น เป็นขั้นตอนที่คัดเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ชั้นระดมสมอง เป็นขั้นตอนที่ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือก แล้วนำเสนอแนวคิดที่คาดว่าจะจะเป็นผลเฉลยของตนออกมา โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดของสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 คัดเลือกผลเฉลย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มช่วยกันคัดเลือกผลเฉลยที่เข้าข้อหรือไม่น่าจะเป็นไปได้ทิ้งไป เพื่อให้เหลือเฉพาะผลเฉลยของปัญหาเท่านั้น

ตลอดจน*ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย* (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น นักเรียนจะได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่าหนึ่งผลเฉลยในเวลาที่กำหนด และเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ตลอดจนกำหนดเกณฑ์ในการการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้

ภายหลังการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะ*ได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน* โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหา ซึ่งได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ลักษณะผลเฉลยและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มผลเฉลย แล้วให้นักเรียน*มีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหา*เหล่านั้น และเพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันครูและนักเรียนจะร่วมกัน*สรุปผลการแก้ปัญหา*ที่ถูกต้องอีกครั้ง

### 3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต (2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และ (3) แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหา กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจุดมุ่งหมายหลัก คือ เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อบันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขณะลงมือแก้ปัญหา ตามลำดับ ซึ่งประกอบด้วยแบบตรวจสอบรายการ (check list) และแบบบันทึกภาคสนาม (field note) ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยและ



ผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและผู้บันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกต พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละครั้ง โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง และมีกล้องวิดีโอช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 4. เก็บรวบรวมข้อมูล

##### แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบกลุ่มเดียว (One group design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่างแล้วพิจารณาผลการทดลอง

##### การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตรฝ่ายมัธยม จำนวน 9 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 24 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ซึ่งแบ่งเป็นระยะเวลาสำหรับดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 12 คาบเรียน และระยะเวลาสำหรับสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหา 12 คาบเรียน นักเรียนเป้าหมายในการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต แต่ละคาบเรียน ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็น (1) ผู้สอนและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ (2) ผู้สังเกตและผู้บันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และ (3) ผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายแต่ละคนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและผู้บันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต มีการใช้กล้องวิดีโอเพื่อบันทึกรายละเอียดบรรยายากการเรียนการสอน บทสนทนาและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

## 5. วิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีดังนี้

1. งานเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน ขณะนักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น
3. ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลตามขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative analysis) โดยใช้ผู้วิเคราะห์ 3 คน ซึ่งได้แก่ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยอธิบายและชี้แจงให้ผู้วิเคราะห์อีก 2 คน เข้าใจจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วให้ผู้วิเคราะห์ทั้ง 3 คน แยกกันวิเคราะห์อย่างอิสระ

สำหรับในกรณีที่ผู้วิเคราะห์ทั้งสามคนมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน จะใช้การอภิปรายแสดงเหตุผลผลการวิเคราะห์ของแต่ละคน โดยพิจารณาจากวีดิทัศน์ที่บันทึกเกี่ยวกับรายละเอียดบรรยากาศการเรียนการสอน บทสนทนาและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหา และบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วร่วมกันหาข้อสรุป ในขณะที่เดียวกันผู้วิจัยได้บันทึกผลที่เกิดจากการวิเคราะห์ร่วมกันไว้ เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจในขั้นของการสรุปผลต่อไป

## สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยและผลการสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523 : 32) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหา (Problems solving) และการระดมสมอง (Brainstorming) เป็นกระบวนการฝึกและวิธีการสอนที่เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นได้

### ตอนที่ 1 พฤติกรรมด้านความคิดคล่อง เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนจากกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่อง เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องโดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด และการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง

#### 1.1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด

การศึกษาค้นคว้าการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ในเวลาที่กำหนด และระยะเวลาที่นักเรียนใช้ในการคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลย ดังที่กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้าว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้นี้แต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด และนักเรียนคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

#### (1) นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองของนักเรียนในด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด พบว่า เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น

ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จึงคิดหาผลเฉลยได้มากขึ้น ซึ่งลักษณะพฤติกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับ ลักษณะพฤติกรรมของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ ฌ็อง-ฌัก กูว์ซอง (2542: 17) ที่กล่าวว่า ความไวต่อปัญหา เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงการเกิดความคิดอย่างฉับพลัน สืบเนื่องจากการรับรู้หรือการได้ประสบกับเหตุการณ์ในด้านต่าง ๆ

## (2) นักเรียนคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองของนักเรียนในด้านการคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น พบว่า เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่จึงสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้นเช่นกัน จากในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กลยุทธ์เดาและตรวจสอบนักเรียนได้ปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาในช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 คือการใช้กลยุทธ์แจกแจงกรณีที่เป็นไปได้และกลยุทธ์การสร้างตารางจึงส่งผลต่อการคิดหาผลเฉลยของนักเรียนแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น ซึ่งลักษณะพฤติกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับ ลักษณะพฤติกรรมของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ ฌ็อง-ฌัก กูว์ซอง (2542: 17) ที่กล่าวว่า พฤติกรรมที่ชอบการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดชอบทำในสิ่งแปลกใหม่และหลีกเลี่ยงการคิดและทำในสิ่งที่ซ้ำซากจำเจในด้านต่าง ๆ

## 2. ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

ในการศึกษาการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกันของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนรูปแบบของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ ลักษณะของผลเฉลยในแต่ละรูปแบบ และขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลย ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละปัญหามีรูปแบบของผลเฉลยมากกว่าหนึ่งรูปแบบ จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น และนักเรียนมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

### (1) นักเรียนคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองของนักเรียนในด้านการคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้เพียงบางส่วน เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ใน

การกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จึงคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้มากขึ้น

## (2) นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองของนักเรียนที่ในด้านการมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลามากในการคิดหาผลเฉลยทั้งหมดในกระดาษทด แล้วตอบในกระดาษคำตอบ ทำให้เมื่อใกล้เวลาที่กำหนดนักเรียนต้องเร่งรีบในการเขียนผลเฉลยในกระดาษคำตอบ ซึ่งบางครั้งทำให้เขียนผลเฉลยได้ไม่ครบ เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่จึงใช้เวลาน้อยลงในการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทด ซึ่งนักเรียนคิดไปเขียนไป โดยคิดหาผลเฉลยที่ละผลเฉลยในกระดาษทด แล้วเขียนผลเฉลยเหล่านั้นในกระดาษคำตอบ นอกจากนี้นักเรียนยังปรับขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยให้กระชับ

## ตอนที่ 2 พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนจากกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นโดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และการคิดแล้วเลือกเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น

### 1. ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองของนักเรียนในด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาและระดมสมองมากขึ้น นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น โดยคิดแล้วเลือกจากผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง ถ้าพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการนักเรียนจึงคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และบางครั้งนักเรียนยังสามารถ

หาผลเฉลยเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้เช่นกัน ซึ่งลักษณะพฤติกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับลักษณะพฤติกรรมของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของวิชัย วงษ์ใหญ่ (2523 : 9) ที่กล่าวว่า ผู้ที่มีความยืดหยุ่นทางการคิดนั้น ต้องมีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำสามารถดัดแปลงแก้ไขวิธีการ และการทำงานได้อย่างเหมาะสม

## 2. ด้านการคิดแล้วเลือกเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย

ในการศึกษาการคิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาการกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยพร้อมคำอธิบายของนักเรียน ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่องนักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยจำนวนมากในเวลาที่กำหนด ดังนั้นในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น นักเรียนแต่ละคนต้องนำผลเฉลยจำนวนมากที่หาได้มาจัดเป็นกลุ่มๆ พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยดังกล่าว จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ นักเรียนมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น และนักเรียนมีคำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

### (1) นักเรียนมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองของนักเรียนในด้านการมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่ ใช้เกณฑ์ที่มีลักษณะเดียวกันและเมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า เป็นลักษณะของเกณฑ์ที่ใช้ความสัมพันธ์ของจำนวนและไม่ค่อยมีความซับซ้อน เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้มีการระดมสมองขณะแก้ปัญหา และนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถคิดหาผลเฉลยได้ทันเวลาจึงใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มเหมือนกับเพื่อนสมาชิกคนอื่น ๆ เมื่อนักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองมากขึ้นทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เกณฑ์ที่มีความแตกต่างกันมากยิ่งขึ้น และเกณฑ์ที่ได้นั้นก็มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

### (2) นักเรียนมีคำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองของนักเรียนในด้านการใช้คำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มี

ผลเฉลยโดยง่ายมากกว่าหนึ่งกลุ่ม ในการอธิบายรายละเอียดของเกณฑ์ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้คำอธิบายที่สั้น เป็นเพียงวลีหรือประโยคสั้นๆ ซึ่งไม่ได้อธิบายความหมายของคำ วลีหรือประโยคเหล่านั้น เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากขึ้น ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการกำหนดและพิจารณาปัญหา ทบทวนประเด็นปัญหา คัดเลือกประเด็นปัญหาที่ใช้ในการระดมสมองมากขึ้น นักเรียนจึงสามารถใช้คำอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่หลากหลายและกระชับมากขึ้น เป็นประโยคสั้นๆ และอธิบายความหมายของประโยคเหล่านั้นได้ชัดเจนมากขึ้นเช่นกัน

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน

เนื่องจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียน และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นมาตรฐานหนึ่งใน ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นเพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ครูอาจนำกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปจัดกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนที่มีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 หรือนำไปบูรณาการกับการเรียนการสอนปกติ สำหรับปัญหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย และหาผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด อย่างไรก็ตามนักเรียนที่จะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรขาคณิต ได้แก่ รูปเรขาคณิต 2 มิติ และรูปเรขาคณิต 3 มิติ การหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิต 2 มิติและปริมาตรของทรงเรขาคณิต

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นในลักษณะกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมองเป็นกลุ่มโดยเน้นการอภิปรายและมีส่วนร่วมจากสมาชิกทุกคนในกลุ่มอย่างทั่วถึง ดังนั้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีการจัดกิจกรรมวัดผลและประเมินผลเป็นรายบุคคลเพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป อาจปรับเปลี่ยนตัวแปรที่ศึกษา เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง สำหรับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรเพิ่มเป็น 15-20 คาบเรียน คาบเรียนละ 90-120 นาที เพื่อจะได้ศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นคณิตศาสตร์บางอย่างที่ยังไม่ปรากฏเด่นชัด





## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพมหานคร: ชุมชมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กองลิน อ่อนวาด. (2550). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ คม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เลย: มหาวิทยาลัยราชภัฏ เลย. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2534). *ความคิดสร้างสรรค์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.
- ชาติสยาม ธรรมจินดา. (2552). *การเรียนรู้แบบระดมสมอง*. การประชุมวิชาการวิศวกรรมศึกษา ครั้งที่ 7 “การพัฒนาการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางวิศวกรรมสู่สากล”.
- ชัยพร พงษ์พิสันต์รัตน์. (2544). *การเปรียบเทียบผลของวิธีระดมสมองและวิธีซีเนติกส์ที่มีต่อ ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* โรงเรียนวัดบวรนิเวศ กรุงเทพมหานคร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์: ทัศนะแบบองค์รวม*. กรุงเทพมหานคร : บริษัท เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอรี จำกัด.
- ทิพย์บุบผา สาคร. (2546). *การศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วย ความคิดแบบอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นัฏฐิตา โพธิ์เพชร. (2545). *การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพมหานคร: ชมรมเด็ก.
- ปราณี ยุติธรรม. (2547). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการระดม สมองสร้างมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ คม. (การสอน คณิตศาสตร์). ภูเก็ต: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต. ถ่ายเอกสาร.

- ปานจิต รัตนพล. (2547). ผลการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ คม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537, พฤศจิกายน–ธันวาคม). “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์”, วารสารคณิตศาสตร์. 38(434–435): 62–74.
- \_\_\_\_\_. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์. (2546). สอนให้คิด. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: คอมมา ดีไซน์ แอนด์พริ้น จำกัด.
- ไมตรี อินทรประสิทธิ์. (2549). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการ การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาด้วยยุทธวิธีปัญหาปลายเปิด. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว).
- รุจิอาภา รุจิยาพนนท์. (2550). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2551). พจนานุกรม ศัพท์ศึกษาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ราชบัณฑิตยสถาน.
- วรวัลย์ อินทรรัตน์. (2540). ผลของการฝึกกระดุมสมองตามแนวคิดของวิลเลียมส์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิพัฒนา กรุงเทพมหานคร . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523). กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กวัยก่อนเรียน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ส.เจริญการพิมพ์.

- สมคิด กอมณี. (2544). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม). ปรินูญานินพณ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2543). การแก้ปัญหา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สมพร หลิมเจริญ. (2552). การพัฒนาหลักสูตรเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 2. ปรินูญานินพณ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ สมเสนาะ. (2537). การเปรียบเทียบผลของการฝึกการระดมพลังสมองและการฝึกคิดเป็นรายบุคคลที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมพิทยาคม จังหวัดอุบลราชธานี. ปรินูญานินพณ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพมหานคร : Seven Printing Group.
- \_\_\_\_\_. (2545). สร้างสรรค์นักคิด : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิชสาราญราษฎร์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). รายงานการสังเคราะห์สภาวะการณ์และปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาไทย. กรุงเทพมหานคร : วี.ที.ซี. คอมมิวนิเคชั่น.
- สุรชัย อินทสังข์. (2547). การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการคิดแบบอเนกนัยและการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร. ปรินูญานินพณ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เอกรัฐ อีสรานานนท์. (2546). การเปรียบเทียบผลของเทคนิคระดมสมองและผลการฝึกใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดหนองจอก(ภักดีนรเศรษฐ์) เขตหนองจอก จังหวัดกรุงเทพมหานคร. ปรินูญานินพณ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เอนก จันทรจัญญ. (2545). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนการสอน. ปรินูญานินพณ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์).  
กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารี พันธุ์มณี. (2540). คิดอย่างสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: ต้นอ่อน แกรมมี จำกัด.
- \_\_\_\_\_. (2545). ฝึกให้คิดเป็นคิดให้สร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โยใหม่.
- \_\_\_\_\_. (2547). ฝึกให้คิดเป็นคิดให้สร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โยใหม่.
- อารี แสงฆ่า. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมสมอง. ปรินูญานินพณ์  
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Adeyemi, Babatunde A. (2008). Effects of cooperative learning and problem-solving  
strategies on junior secondary school student' s achievement in social studies,  
*Electronic Journal of Research in Educational Psycholog*, No 16, Vol 6(3) 2008,  
pp: 691-708.
- Balka, D.S. (1974). Creative ability in mathematics. *Arithmetic teacher*. 21(7): 633-636.
- Bitter, Gary G.; Hatfield, Mary M.; & Edwards, Noney Tanner. (1989). *Mathematics Method  
of the Elementary and Middle Schools. A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn  
and Bacon, Inc.
- Eric, Chan Chun Ming. (2008). *The use of mathematical modeling tasks to develop  
creativity*. 207-215. Retrieved August 11, 2010, from  
<http://dg.icme11.org/document/get/278>
- Gallagher, Jame J. & Gallagher, Shelagh A. (1994). *Teaching the Gifted Child*. 4<sup>th</sup>.  
Boston: Allyn and Bacon.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill.
- Haylock, D.W. (1985). Conflicts in the assessment and encouragement of mathematical  
creativity in schoolchildren. *International journal of mathematical education in  
science and technology*. 16(4): 547-553.
- \_\_\_\_\_. (1987). Mathematical creativity in schoolchildren. *The journal of creative  
behavior*. 21(1): 48-59.

- Isaksen, Scott G. (1998). A Review of Brainstorming Research: Six Critical Issues for Inquiry. *Creativity Research Unit Creative Problem Solving Group - Buffalo*. 4-5.
- Krulik, S. (1980). *Problem Solving in School Mathematics : Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics*. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics
- Krulik, Stephen; & Rudnick, Jesse A. (1987). *Problem Solving. A Handbook for Teachers*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- \_\_\_\_\_. (1993). *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teachers*. Needham Heights, Massachusetts : Allyn and Bacon.
- \_\_\_\_\_. (1999). Innovative tasks to improve critical and creative thinking skill. In Lee V. Stiff & Frances R. Curcio (Eds.) *Development Mathematics Reasoning in Grade K-12 : 1999 Yearbook*. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Lester, F. (1978). Mathematical Problem Solving in the Elementary School : Some Educational and Psychological Considerations. In L. L. Hatfield; & D. A. Bradbard (Eds.), *Mathematical Problem Solving : Papers from a Research Workshop*. Columbus, Ohio : ERIC / SMEAC.
- \_\_\_\_\_. (2001). Problem solving, overview. In L. S. Grinstead; & S. I. Lipsey (Eds.), *Encyclopedia of Mathematics Education*. pp.570-574. New York, New York : Routledge Falmer.
- Livne, Nava L.; Livne, Oren E. & Wight, Chales A. (2008). *Enhancing mathematical creativity through multiple solution to open-ended problems online*. Retrieved August 11, 2010, from <https://www.ruready.net/RUReady/front/team/NavaLivne.jsp>.
- Mayer, R. E.; & Hegarty, M. (1996). The Process of Understanding Mathematical Problems. In R. J. Sternberg; & T. Ben-Zeev (Eds.), *The Nature of Mathematical Thinking*. pp.29-53. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- \_\_\_\_\_. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Omar, B.S., (2006). *A Problem Solving Application In Mathematics Education*. Dissertation Thesis, M.S. Texas : Texas Tech University.

- Osborn, A. F., (1963). *Applied Imagination : Principles and Producedures of Creative Problem solving*. (3th eds). New York : Charles Scribner's and Sons.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It*. Princeton, New Jersey : Princeton University Press.
- \_\_\_\_\_. (1981). *Mathematical Discovery : On Understand, Learning, and Teaching Problem Solving*. New York : John Wiley & Son.
- Posamentier, A.; & Krulik, S. (1998). *Problem-Solving Strategies for Efficient and Elegant Solutions*. Thousand Oaks, California : Corwin Press.
- Rawlinson, J.Geoffrey. (1981). *Creative Thinking and Brainstorming*. Engiand : Gower Publish.
- Reys, R. E.; Suydam, M. N.; & Lindquist, M. M. (2004). *Helping Children Learn Mathematics*. 7th Ed. New Jersey : John Wiley & Sons.
- Rosster, John R.; & Lilien, Gary L. (1994). New "Brainstorming" Principles, *Australian Journal of Management*, Vol 19(1). 1994.
- Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.
- Wang, Hao-Ghuan; et al. (2006). Providing Support for Creative Group Brainstroming: Taxonomy and Technologies. *A short version introducing the technologies discussed in this workshop paper is included as a poster in the main conference of ITS 2006*. pp. 74-81.
- Warner, L. B.; et al. (2003). How does flexible mathematical thinking contribute to the growth of understanding?. In *Proceeding of the 27<sup>th</sup> Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education held jointly with the 25<sup>th</sup> Conference of PME-NA, V.4*. pp. 371-378. HI: International Group for the Psychology of Mathematics Education. Retrieved October 17, 2009, from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED501150>.

Wilson, J. W.; Fernandez, M. L.; & Hadaway, N. (1993). Mathematical Problem Solving. In *Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics*. Wilson P.S. pp. 57–78. New York : Macmillan Publish Company.









**ภาคผนวก ก**  
**การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

## การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัยนี้ ประกอบด้วย กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการระดมสมอง โดยผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาหรือไม่

เนื้อหาหรือไม่

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าไม่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

คำนวณค่า IOC ของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้แล้วเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีค่า

IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการคำนวณ IOC คือ  $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

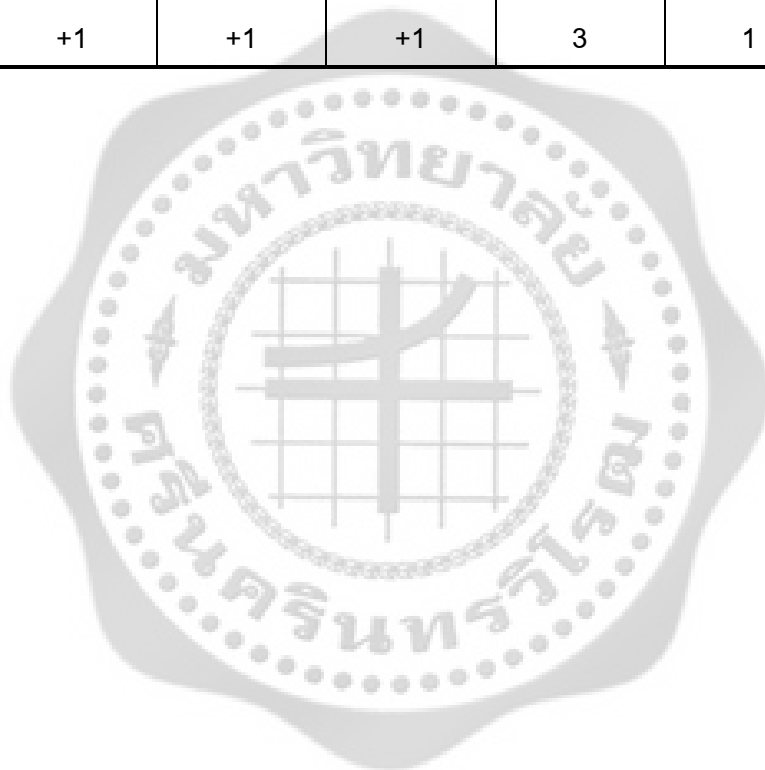
$N$  คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ตาราง 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง เรื่อง เรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 2 (ต่อ)

แผนก	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้



ภาคผนวก ข  
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กิจกรรมการเรียนรู้ : การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง กระจายจุดทศรชากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
เวลา 60 นาที

กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “กระจายจุดทศรชากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” เป็นกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการกลุ่มในการระดมสมอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) และกระบวนการในการระดมสมอง ตลอดจนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่า 1 ผลเฉลย และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ในการแก้ปัญหา

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในคาบเรียนนี้ คือ ปัญหา “กระจายจุดทศรชากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสลงในกระจายจุดให้มีพื้นที่แตกต่างกันมากที่สุด (สิ่งที่ต้องการหา) โดยกำหนดขนาดของกระจายจุดแต่ละรูปและเงื่อนไขในการสร้างมาให้ (สิ่งที่กำหนดมาให้) ซึ่งนักเรียนจะต้องสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสลงในกระจายจุดให้มีพื้นที่แตกต่างกันมากที่สุด และเลือกวิธีการในการจัดกลุ่มของผลเฉลยให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้

### 1. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.1.1 เข้าใจแนวคิดในการสร้างและหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้
- 1.1.2 นำสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสไปใช้ได้

#### 1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.2.1 ลงมือปฏิบัติและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตในการแก้ปัญหา
- 1.2.2 ลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการระดมสมองเพื่อแก้ปัญหา
- 1.2.3 มีโอกาสได้เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง

1.2.4 มีโอกาสได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาและผลเฉลยที่ได้ของตนเอง

1.2.5 มีโอกาสได้อธิบายเหตุผลในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้

#### 1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.3.1 มีความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่ม

1.3.2 มีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

## 2. สารระการเรียนรู้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับสาระเรขาคณิต ซึ่งได้แก่ เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับสาระการวัด ซึ่งได้แก่ เรื่องของมุมและการวัดขนาดของมุม

## 3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรม : กระดาษจุดทศรากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส(สำหรับนักเรียนคนละหนึ่งชุด)

3.2 กระดาษจุดขนาด 7×7 ตารางเซนติเมตร (สำหรับนักเรียนกลุ่มละหนึ่งชุด)

3.3 ผลเฉลย : กระดาษจุดทศรากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (สำหรับครูผู้สอน)

3.4 กล่องกระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมี จำนวน 3 ด้าม กระดาษชานอ้อยจำนวน 1 แผ่น สำหรับติดผลเฉลย (สำหรับนักเรียนกลุ่มละหนึ่งชุด)

3.5 แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม (สำหรับครูผู้สอน)

3.6 แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(สำหรับครูผู้สอน)

## 4. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ช่วงที่ 2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ช่วงที่ 3 การนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ใช้เวลาประมาณ 20 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ครูแจกใบกิจกรรม(ส่วนที่ 1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดและการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน) เรื่อง กระดาษจุดทศรากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและกล่องกระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมี จำนวน 3 ด้าม กระดาษชานอ้อยจำนวน 1 แผ่น สำหรับติดผลเฉลย ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

4.1.2 เพื่อดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาและการระดมสมองในขั้นตอนที่ 1 กำหนดและพิจารณาปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ตลอดจนสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมด้วยตนเองอีกครั้ง โดยเน้นย้ำว่าขณะอ่านและทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถขีดเขียนในใบกิจกรรมได้ตามความต้องการ

4.1.3 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและการทบทวนประเด็นปัญหาของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- “ปัญหานี้เป็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่องอะไร”

- “นักเรียนลองเล่าให้ฟังซิว่า ปัญหานี้มีว่อย่างไร”

- “สิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง”
- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการให้หาคืออะไร”
- “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีลักษณะและสมบัติอย่างไร”

เป็นต้น

4.1.4 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละคนวางแผนในการแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาต่อสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม

4.1.5 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบการคัดเลือกประเด็นปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหา เช่น

- “ความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง”
- “นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาช่วยในการแก้ปัญหานี้มากหรือน้อยเพียงใด”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้มีอะไรบ้าง”
- “นักเรียนคิดว่าจำเป็นหรือไม่ที่ วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้มีเพียงวิธีเดียว”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นักเรียนจะเลือกมาใช้ในการแก้ปัญหานี้คืออะไร”

เป็นต้น

4.1.6 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองในการหาผลเฉลยตามแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ โดยให้ร่วมกันหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ให้มากที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนด

4.1.7 ครูแนะนำให้นักเรียนคัดเลือกผลเฉลยที่เป็นไปได้แล้วเขียนลงในกระดาษจุดที่เตรียมไว้ พร้อมเขียนหมายเลขกำกับผลเฉลยเรียงลำดับ แล้วให้นักเรียนนำแผ่นกระดาษที่เขียนผลเฉลยติดบนกระดานอ้อยของแต่ละกลุ่ม

4.1.8 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกจำนวนผลเฉลยพร้อมทั้งเก็บกระดาษทดทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.1.9 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลย เช่น

- “ผลเฉลยที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่”
- “นักเรียนมีวิธีการในการตรวจสอบว่าผลเฉลยที่ได้นั้นแตกต่างกันหรือซ้ำซ้อนกันอย่างไร”
- “ถ้านักเรียนใช้วิธีการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสในการตรวจสอบผลเฉลยที่ได้แล้ววิธีการที่ใช้ในการหาพื้นที่นั้น ๆ นักเรียนใช้วิธีการใด ”
- “นักเรียนใช้วิธีการอื่น ๆ อีกหรือไม่ในหาพื้นที่ของผลเฉลยที่ได้”

- “ผลเฉลยที่ได้นั้นสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่”
- “นักเรียนคิดว่าน่าจะมีผลเฉลยอื่น ๆ อีกหรือไม่ เพราะเหตุใด”

เป็นต้น

**4.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น** ใช้เวลาประมาณ 20 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ครูแจกใบกิจกรรม(ส่วนที่ 2 ด้านการคัดเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด) เรื่อง กระดาษจุดทศรชากับรูปสี่เหลี่ยมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหา

4.2.2 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามข้อที่ 2 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เช่น

- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการให้หาคืออะไร”
- “เงื่อนไขที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้คืออะไร”
- “จากผลเฉลยที่ได้ในสถานการณ์ปัญหา ส่วนที่ 1 นักเรียนคิดว่ามีผลเฉลยบางส่วนของนักเรียนสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ใน ส่วนที่ 2 หรือไม่”
  - “ถ้ายังไม่มีผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้น นักเรียนจะสามารถหาผลเฉลยนั้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”
  - “ถ้านักเรียนหาผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้นได้แล้ว นักเรียนจะสามารถหาผลเฉลยเหล่านั้นได้ครบถ้วนหรือไม่ และทราบได้อย่างไรว่าผลเฉลยที่ตนเองหาได้นั้นครบถ้วนแล้ว”

เป็นต้น

4.2.3 ครูแนะนำให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มพิจารณาและคัดเลือกผลเฉลยในส่วนที่ 1 ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาในส่วนที่ 2 แล้ววาดภาพที่ได้ลงในกระดาษคำตอบ ส่วนที่ 2

4.2.4 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกผลเฉลยพร้อมทั้งเก็บกระดาษทดทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.2.5 เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาในส่วนที่ 2 เสร็จแล้ว ครูแจกใบกิจกรรมใน (ส่วนที่ 3 ด้านการคัดเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหา

4.2.6 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามส่วนที่ 3 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เช่น



- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาส่วนที่ 3 ต้องการให้หาคืออะไร”
- “เงื่อนไขหรือเกณฑ์ที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้คืออะไร”
- “จากผลเฉลยที่ได้ในสถานการณ์ปัญหา ส่วนที่ 1 และ 2 นักเรียนคิดว่าผลเฉลยที่ได้นั้นมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง”
  - “นักเรียนคิดว่าผลเฉลยที่ได้จะสามารถแยกประเภทหรือจัดกลุ่มได้หรือไม่”
  - “นักเรียนจะมีวิธีการแยกประเภทหรือจัดกลุ่มของผลเฉลยในส่วนที่ 3 ได้อย่างไรบ้าง”
  - “ในการแยกประเภทหรือจัดกลุ่มของผลเฉลยในส่วนที่ 3 นักเรียนต้องใช้ความรู้ ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง”

#### เป็นต้น

4.2.7 ครูแนะนำให้นักเรียนร่วมกันนำผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 – 2 มาพิจารณาว่ามีผลเฉลยใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร แล้วนำลักษณะที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการหาเกณฑ์มาจัดกลุ่มของผลเฉลยดังกล่าว

4.2.8 หลังจากได้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มแล้ว ให้นักเรียนเขียนเกณฑ์ลงในใบกิจกรรมส่วนที่ 3 แล้วจำแนกผลเฉลยออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

- 4.2.9 ครูตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น
- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้สามารถปรับเปลี่ยนให้แตกต่างจากเกณฑ์เดิมได้หรือไม่”
  - “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ใช้ความรู้ใหม่ในการตั้ง เกณฑ์หรือไม่”
  - “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจะแตกต่างจากเกณฑ์ของกลุ่มอื่น ๆ หรือไม่”

#### เป็นต้น

4.2.10 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกเกณฑ์พร้อมทั้งเก็บกระดาษทบทวนทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.3 การนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ใช้เวลาประมาณ 20 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอแนวคิดและผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.2 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถาม ส่วนที่ 1 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

- “เนื้อหา/ความรู้ ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาครั้งนี้”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่ใช้ในการแก้ปัญหาครั้งนี้”
- “ผลเฉลยของนักเรียนที่ได้ในการแก้ปัญหาครั้งนี้”
- “ผลเฉลยอื่น ๆ (ถ้ามี) ที่ได้ในการแก้ปัญหาครั้งนี้” เป็นต้น

4.3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย แนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 2 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอ แนวคิดและผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.4 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถาม ส่วนที่ 2 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

- “เงื่อนไขของผลเฉลยของสถานการณ์ปัญหาครั้งนี้”
- “ผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาครั้งนี้”

4.3.5 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย แนวคิดและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 3 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียน ในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอแนวคิดและเกณฑ์ที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.6 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของ ผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 3 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

- “เกณฑ์ต่าง ๆ ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย”
- “เกณฑ์อื่น ๆ ที่นอกเหนือจากเกณฑ์ที่นักเรียนพบในชั้นเรียน”
- “ความสมเหตุสมผลของเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย”

## 5. การวัดและประเมินการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้ จะพิจารณาจากแหล่งข้อมูลต่อไปนี้

5.1 ผลจากการทำ “ใบกิจกรรม : กระดาษจุดทศวรรษกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ของนักเรียน แต่ละคน

5.2 ผลจากการตอบคำถามของนักเรียนแต่ละคนในชั้นเรียน

5.3 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน ซึ่ง พิจารณาจาก แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ประเภท แบบ ตรวจสอบรายการ แบบบันทึกภาคสนาม และการสังเกตจากวิดีโอทัศน์

5.4 ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ภายหลังเสร็จสิ้นกิจกรรม

## 6. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

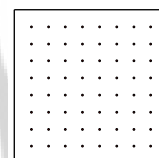
## กิจกรรม : กระดาษจุดหรรษา กับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

➤ ณ โรงเรียนหรรษาวิทยา หลังจากนักเรียนเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตต่าง ๆ แล้ว เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คุณครูจึงจัดกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติ ดังนี้

1) เขียนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 1 รูป ลงในกระดาษจุดที่

กำหนดขนาด  $7 \times 7$  ซึ่งมีระยะห่างของจุดแต่ละจุดใน

แนวตั้งและแนวนอน เป็น 1 เซนติเมตร (ดังรูป)



ให้มีพื้นที่เป็น 4 ตารางเซนติเมตร และ“จุดยอด” ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

แต่ละจุดเป็น “จุด” ในกระดาษจุดพร้อมแสดง “วิธีการคำนวณหาพื้นที่”

ในบริเวณที่ว่าง

2) เขียนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส อีกรูป (มากรูปเท่าที่จะเขียนได้)

ลงในกระดาษจุด แผ่นละ 1 รูป โดยแต่ละรูปต้องมี “พื้นที่ต่างกัน”

พร้อมแสดง “วิธีการคำนวณหาพื้นที่” ในบริเวณที่ว่าง



รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีลักษณะ  
อย่างไรนะ !



## ส่วนที่ 1

แบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม : กระดาษจุดธรรมชาติกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

คำถามข้อที่ 1 สิ่งที่คุณสังเกตเห็นปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 2 สิ่งที่คุณสังเกตเห็นปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 3 ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 4 ขั้นตอนหรือแนวคิดในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง

---

---

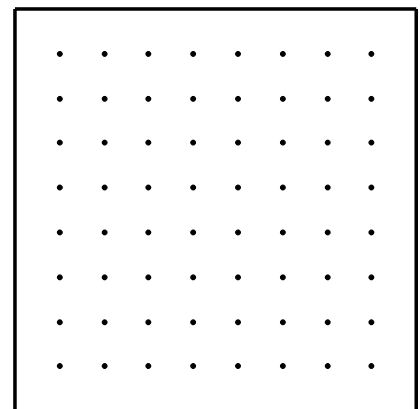
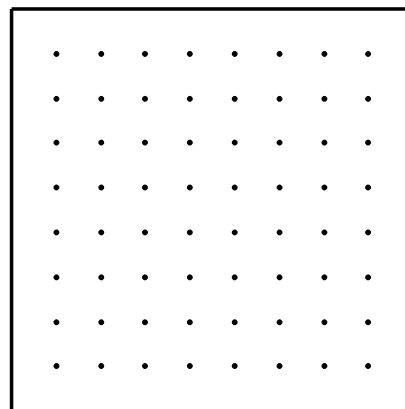
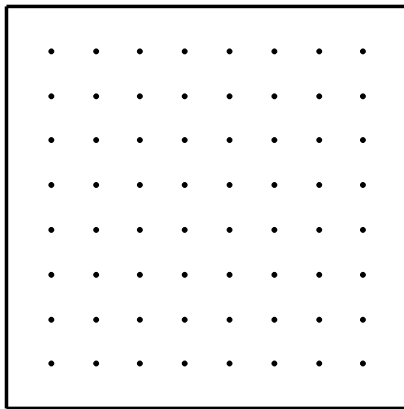
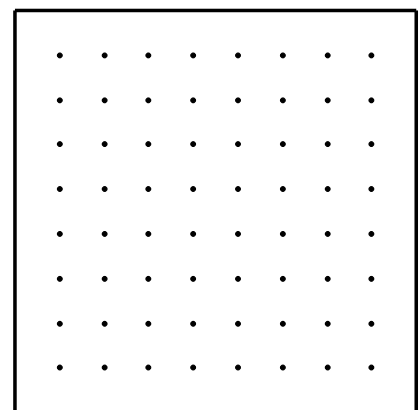
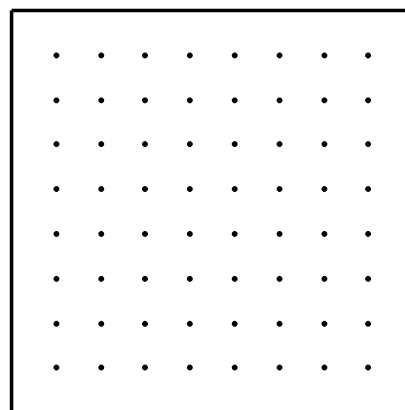
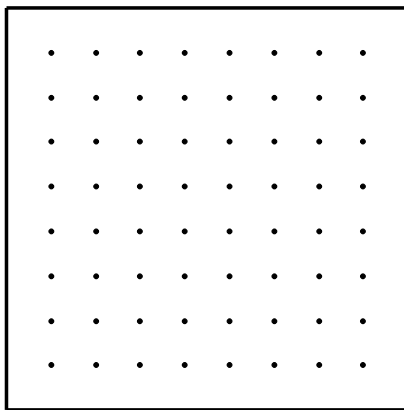
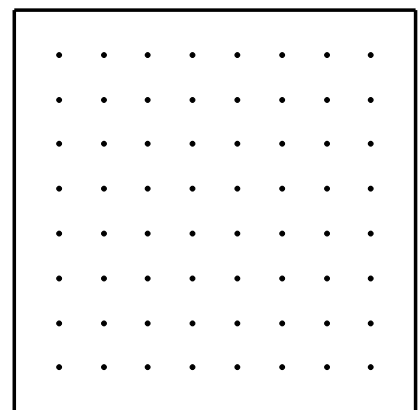
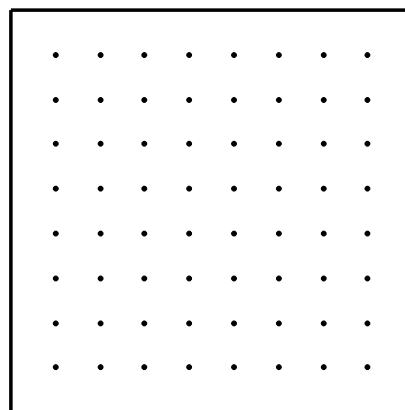
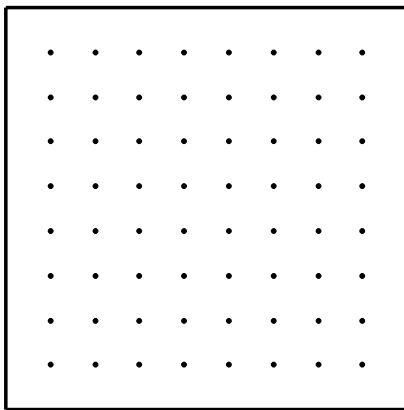
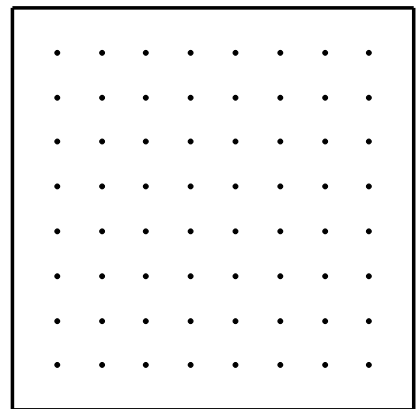
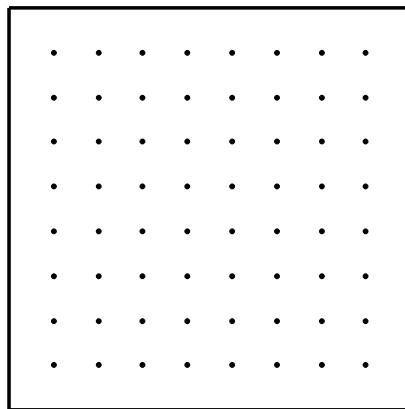
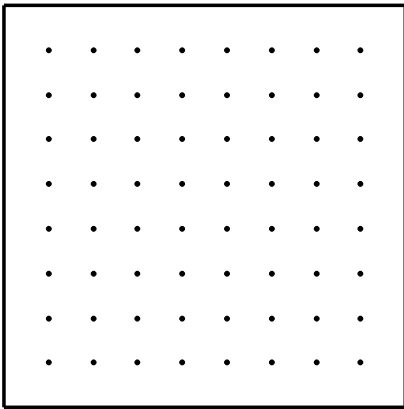
---

---

---

---

---



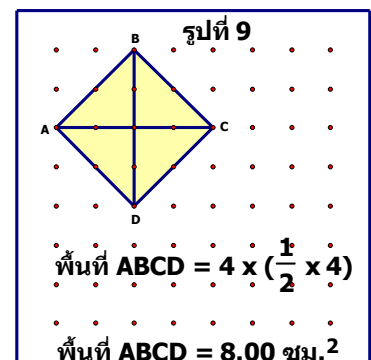
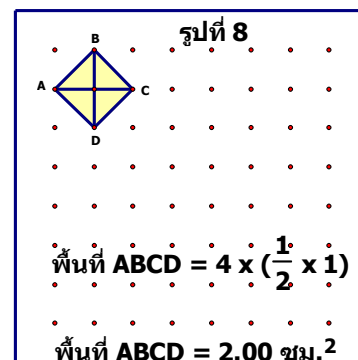
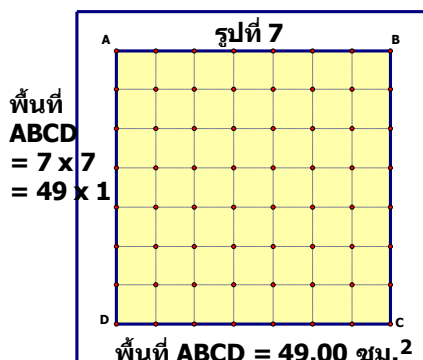
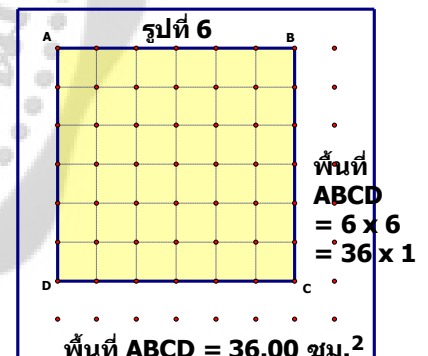
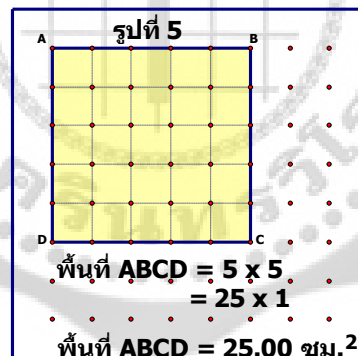
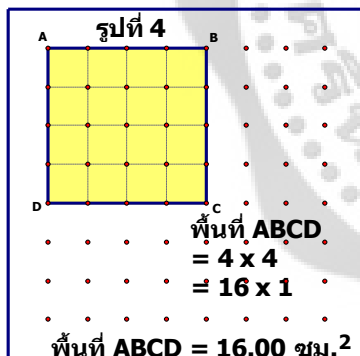
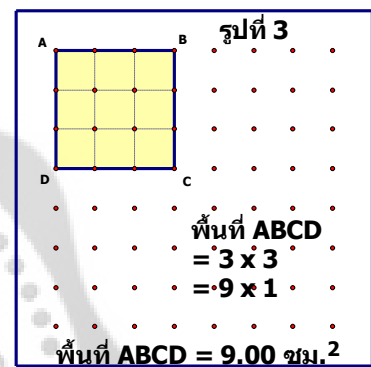
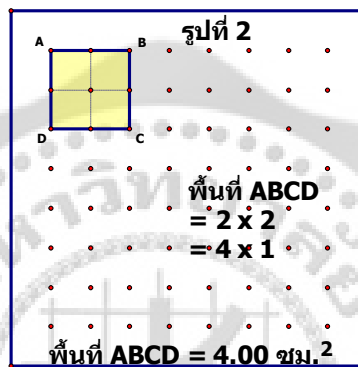
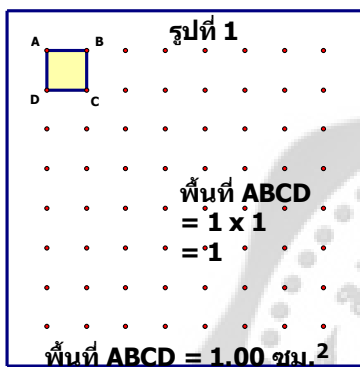




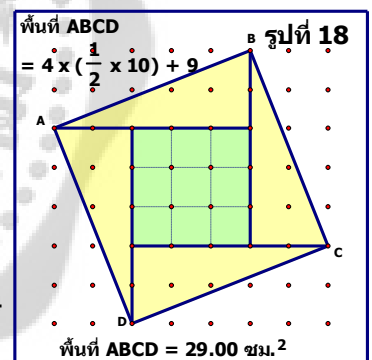
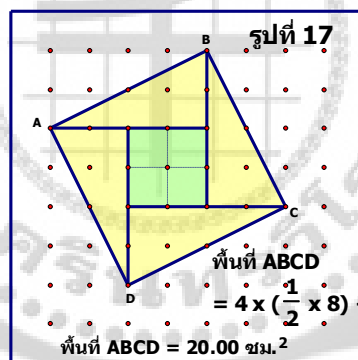
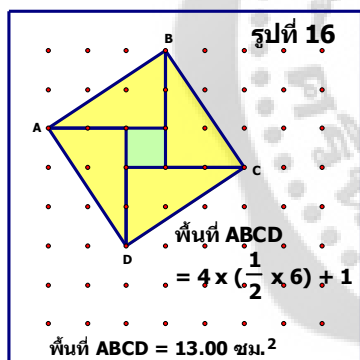
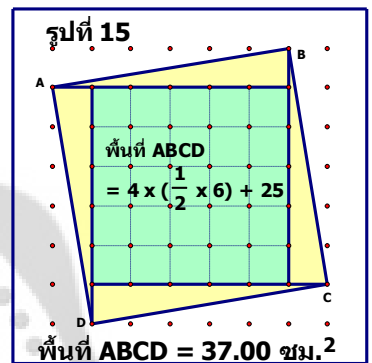
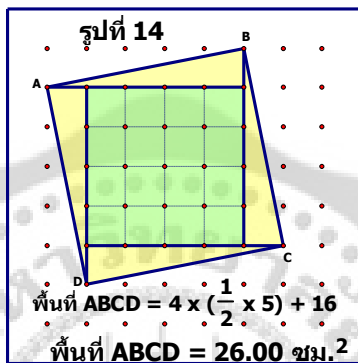
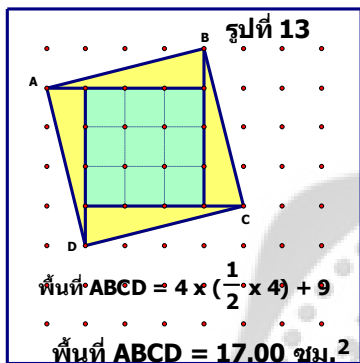
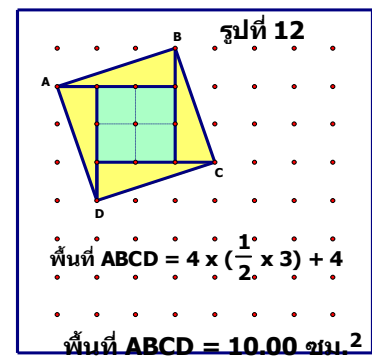
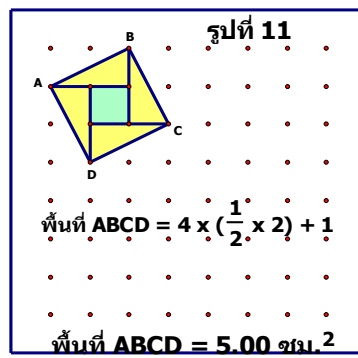
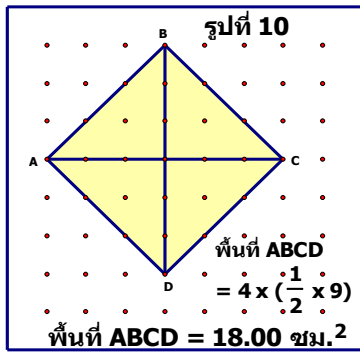
# ผลเฉลย กระดาษจุดหรรษา กับ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

## ผลเฉลยส่วนที่ 1

1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในกระดาษจุด ขนาด  $7 \times 7$  พร้อมวิธีการคำนวณหาพื้นที่ สี่ดังนี้

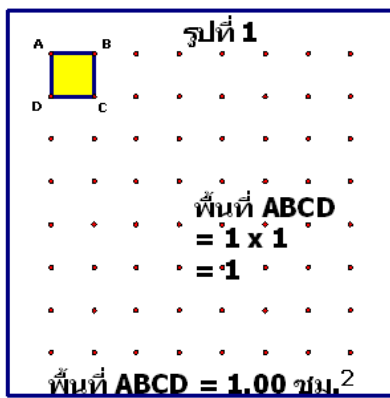




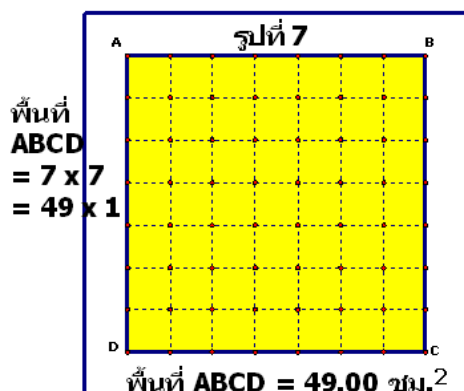


## ผลเฉลยส่วนที่ 2

1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่น้อยที่สุดคือ รูปที่ 1 มีพื้นที่ 1 ตารางหน่วย



2. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่มากที่สุดคือ รูปที่ 7 มีพื้นที่ 49 ตารางหน่วย



### ผลเฉลยส่วนที่ 3

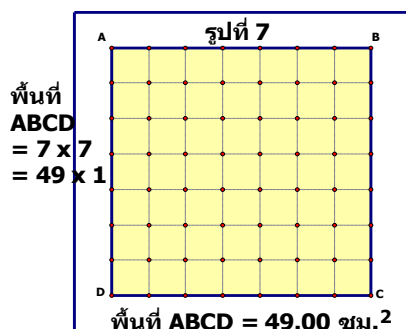
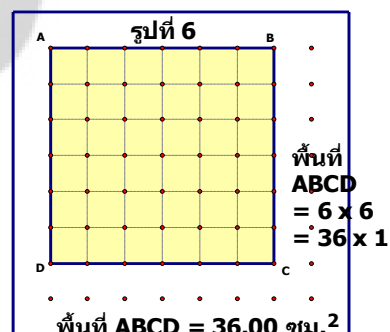
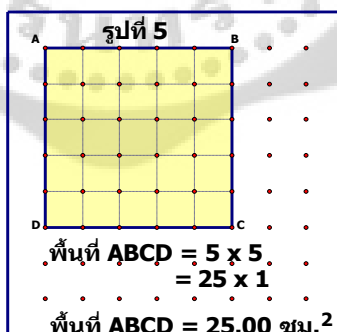
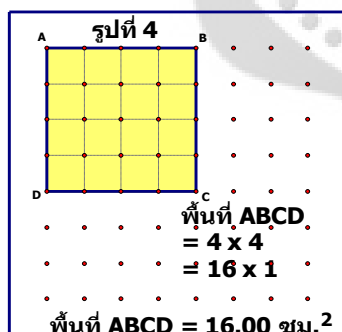
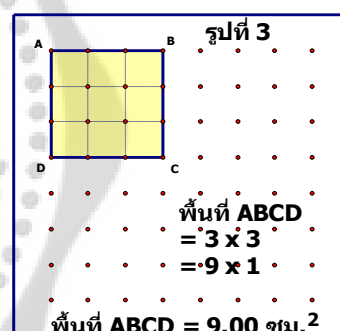
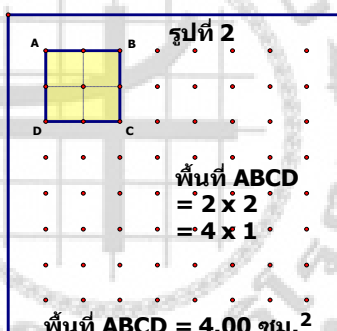
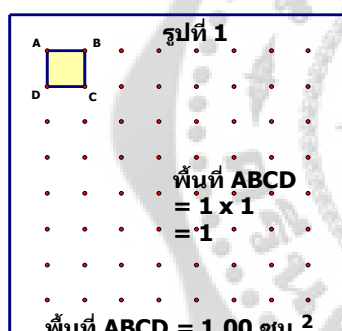
#### ตัวอย่างเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่

ในการจัดหมวดหมู่ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ในกระดาษจุด ขนาด  $7 \times 7$  ที่มีพื้นที่ที่แตกต่างกัน เราอาจพิจารณาจาก “วิธีการคำนวณหาพื้นที่” ซึ่งได้แก่

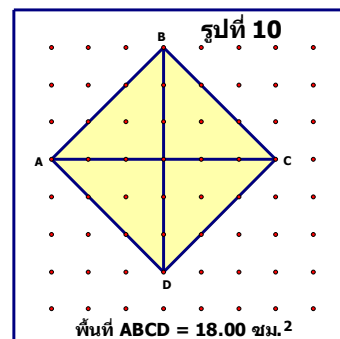
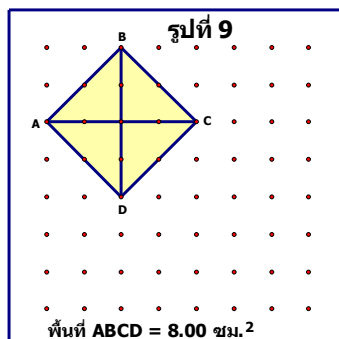
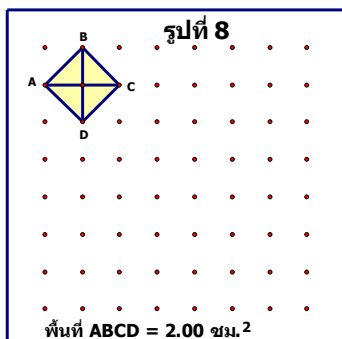
- 1) การใช้ “ผลบวกของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหนึ่งตารางหน่วย”
- 2) การใช้ “สูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”
- 3) การใช้ “สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก”

ซึ่งเราสามารถจัดหมวดหมู่ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ในกระดาษจุด ขนาด  $7 \times 7$  ที่มีพื้นที่ที่แตกต่างกัน ได้ดังนี้

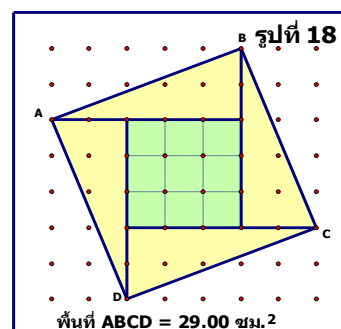
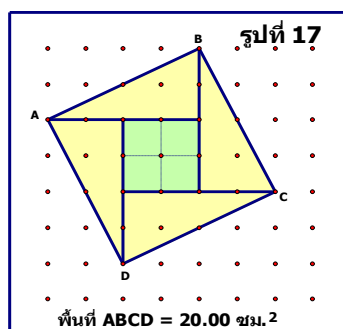
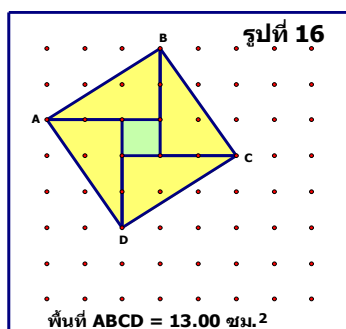
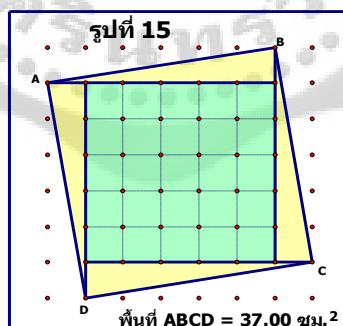
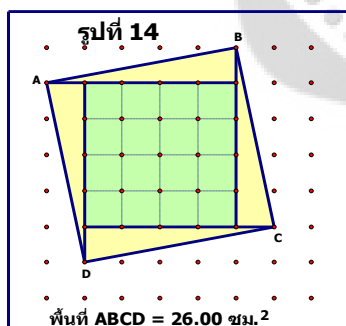
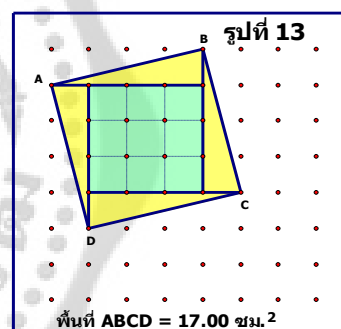
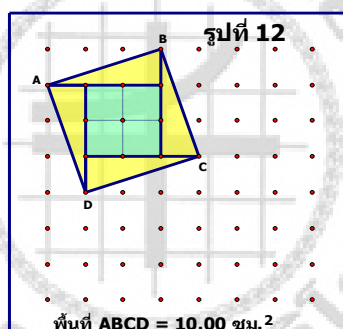
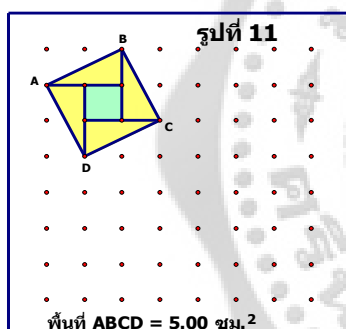
**หมวดที่ 1:** รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งสามารถคำนวณได้ โดยใช้ “สูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” เท่านั้น หรือใช้ “การหาผลบวกของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหนึ่งตารางหน่วย”



**หมวดที่ 2 :** รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งสามารถคำนวณได้  
โดยใช้ “สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก” เท่านั้น



**หมวดที่ 3 :** รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งสามารถคำนวณได้  
โดยใช้ “สูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”  
และ “สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก”



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กิจกรรมการเรียนรู้ : การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง สี่เหลี่ยมพิศวง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
เวลา 60 นาที

กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “สี่เหลี่ยมพิศวง” เป็นกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก **เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการกลุ่มในการระดมสมอง** ซึ่งจะทำให้นักเรียนตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ โพลยา (Polya) และกระบวนการในการระดมสมอง ตลอดจนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่า 1 ผลเฉลย และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ในการแก้ปัญหา

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในคาบเรียนนี้ คือ ปัญหา “สี่เหลี่ยมพิศวง” ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องเส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมให้ได้หลากหลายรูปแบบมากที่สุดและต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด นอกจากนี้นักเรียนจะต้องสร้างเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่แปลกใหม่และแตกต่างเช่นกัน

### 1. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.1.1 เข้าใจแนวคิดในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากความยาวของเส้นรอบรูป
- 1.1.2 นำสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมไปใช้ได้

#### 1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.2.1 ลงมือปฏิบัติและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตในแก้ปัญหา
- 1.2.2 ลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการระดมสมองเพื่อแก้ปัญหา
- 1.2.3 มีโอกาสได้เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง
- 1.2.4 มีโอกาสได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาและผลเฉลยที่ได้ของตนเอง
- 1.2.5 มีโอกาสได้อธิบายเหตุผลในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้

#### 1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.3.1 มีความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่ม

1.3.2 มีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

## 2. สารการเรียนรู้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับสาระเรขาคณิต ซึ่งได้แก่ เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม และเส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับสาระการวัดและการสร้าง

## 3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรม : สี่เหลี่ยมพิศวง (สำหรับนักเรียนคนละหนึ่งชุด)

3.2 กระดาษคำตอบ (สำหรับนักเรียนกลุ่มละหนึ่งชุด)

3.3 ผลเฉลย : สี่เหลี่ยมพิศวง (สำหรับครูผู้สอน)

3.4 กล่องกระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมี จำนวน 3 ด้าม กระดาษชานอ้อย จำนวน 1 แผ่น สำหรับติดผลเฉลย (สำหรับนักเรียนกลุ่มละหนึ่งชุด)

3.5 แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม (สำหรับครูผู้สอน)

3.6 แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(สำหรับครูผู้สอน)

## 4. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ **ช่วงที่ 1** การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง **ช่วงที่ 2** การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น **ช่วงที่ 3** การนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ใช้เวลาประมาณ 20 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ครูแจกใบกิจกรรม(ส่วนที่ 1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดและการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน) เรื่อง สี่เหลี่ยมพิศวงและกล่องกระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมี จำนวน 3 ด้าม กระดาษชานอ้อยจำนวน 1 แผ่น สำหรับติดผลเฉลย ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

4.1.2 เพื่อดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาและการระดมสมองในขั้นตอนที่ 1 กำหนดและพิจารณาปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ตลอดจนสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมด้วยตนเองอีกครั้ง โดยเน้นย้ำว่าขณะอ่านและทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถขีดเขียนในใบกิจกรรมได้ตามความต้องการ

4.1.3 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและการทบทวนประเด็นปัญหาของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- “ปัญหานี้เป็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่องอะไร”
- “นักเรียนลองเล่าให้ฟังสิว่า ปัญหานี้มีว่อย่างไร”
- “สิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง”
- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการให้หาคืออะไร”
- “เส้นรอบรูปหมายความว่าอย่างไร”
- “ความยาวของเส้นรอบรูปที่เป็นจำนวนเต็มหมายความว่าอย่างไร”

เป็นต้น

4.1.4 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละคนวางแผนในการแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาต่อสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม

4.1.5 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบการคัดเลือกประเด็นปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหา เช่น

- “ความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง”
- “นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาช่วยในการแก้ปัญหานี้มากหรือน้อยเพียงใด”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้มีอะไรบ้าง”
- “นักเรียนคิดว่าจำเป็นหรือไม่ที่ วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้มีเพียงวิธีเดียว”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นักเรียนจะเลือกมาใช้ในการแก้ปัญหานี้คืออะไร”

เป็นต้น

4.1.6 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองในการหาผลเฉลยตามแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ โดยให้ร่วมกันหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ให้มากที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนด

4.1.7 ครูแนะนำให้นักเรียนคัดเลือกผลเฉลยที่เป็นไปได้แล้วเขียนลงในกระดาษจุดที่เตรียมไว้ พร้อมเขียนหมายเลขกำกับผลเฉลยเรียงลำดับ แล้วให้นักเรียนนำแผ่นกระดาษที่เขียนผลเฉลยติดบนกระดาษชานอ้อยของแต่ละกลุ่ม

4.1.8 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ครูจะบันทึกจำนวนผลเฉลยพร้อมทั้งเก็บกระดาษทดทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.1.9 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลย เช่น

- “ผลเฉลยที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่”
- “นักเรียนมีวิธีการในการตรวจสอบว่าผลเฉลยที่ได้นั้นแตกต่างกันหรือซ้ำซ้อนกันอย่างไร”
- “ถ้านักเรียนใช้วิธีการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสในการตรวจสอบผลเฉลยที่ได้แล้ววิธีการที่ใช้ในการหาพื้นที่นั้น ๆ นักเรียนใช้วิธีการใด ”
- “นักเรียนใช้วิธีการอื่น ๆ อีกหรือไม่ในหาพื้นที่ของผลเฉลยที่ได้”
- “ผลเฉลยที่ได้นั้นสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่”
- “นักเรียนคิดว่าน่าจะมีผลเฉลยอื่น ๆ อีกหรือไม่ เพราะเหตุใด”

เป็นต้น

4.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ใช้เวลาประมาณ 20 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ครูแจกใบกิจกรรม(ส่วนที่ 2 ด้านการคัดเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด) เรื่อง สี่เหลี่ยมพิศวง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหา

4.2.2 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามข้อที่ 2 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เช่น

- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการให้หาคืออะไร”
- “เงื่อนไขที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้คืออะไร”
- “จากผลเฉลยที่ได้ในสถานการณ์ปัญหา ส่วนที่ 1 นักเรียนคิดว่ามีผลเฉลยบางส่วนของนักเรียนสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ใน ส่วนที่ 2 หรือไม่”
- “ถ้ายังไม่มีผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้น นักเรียนจะสามารถหาผลเฉลยนั้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”
- “ถ้านักเรียนหาผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้นได้แล้ว นักเรียนจะสามารถหาผลเฉลยเหล่านั้นได้ครบถ้วนหรือไม่ และทราบได้อย่างไรว่าผลเฉลยที่ตนเองหาได้นั้นครบถ้วนแล้ว”

เป็นต้น

4.2.3 ครูแนะนำให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มพิจารณาและคัดเลือกผลเฉลยในส่วนที่ 1



ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาใน ส่วนที่ 2 แล้ววาดภาพที่ได้ลงในกระดาษคำตอบ ส่วนที่ 2

4.2.4 ขณะนี้นักเรียนระดมสมองและคิดหาผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกผลเฉลยพร้อมทั้งเก็บกระดาษทดทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.2.5 เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาใน ส่วนที่ 2 เสร็จแล้ว ครูแจกใบกิจกรรมใน (ส่วนที่ 3 ด้านการคัดเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหา

4.2.6 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามส่วนที่ 3 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เช่น

- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาส่วนที่ 3 ต้องการให้หาคืออะไร”
- “เงื่อนไขหรือเกณฑ์ที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้คืออะไร”
- “จากผลเฉลยที่ได้ในสถานการณ์ปัญหา ส่วนที่ 1 และ 2 นักเรียนคิดว่าผลเฉลยที่ได้นั้นมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง”
- “นักเรียนคิดว่าผลเฉลยที่ได้จะสามารถแยกประเภทหรือจัดกลุ่มได้หรือไม่”
- “นักเรียนจะมีวิธีการแยกประเภทหรือจัดกลุ่มของผลเฉลยใน ส่วนที่ 3 ได้อย่างไรบ้าง”
- “ในการแยกประเภทหรือจัดกลุ่มของผลเฉลยใน ส่วนที่ 3 นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง”

เป็นต้น

4.2.7 ครูแนะนำให้นักเรียนร่วมกันนำผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 – 2 มาพิจารณาว่ามีผลเฉลยใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร แล้วนำลักษณะที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการหาเกณฑ์มาจัดกลุ่มของผลเฉลยดังกล่าว

4.2.8 หลังจากได้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มแล้ว ให้นักเรียนเขียนเกณฑ์ลงในใบกิจกรรมส่วนที่ 3 แล้วจำแนกผลเฉลยออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.2.9 ครูตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้สามารถปรับเปลี่ยนให้แตกต่างจากเกณฑ์เดิมได้หรือไม่”

- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ใช้ความรู้ใหม่ในการตั้งเกณฑ์หรือไม่”
- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจะแตกต่างจากเกณฑ์ของกลุ่มอื่น ๆ หรือไม่”

เป็นต้น

4.2.10 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกเกณฑ์พร้อมทั้งเก็บกระดาษทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.3 การนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ใช้เวลาประมาณ 20 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอแนวคิดและผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.2 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

- “เนื้อหา/ความรู้ ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่ใช้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
- “ผลเฉลยของนักเรียนที่ได้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
- “ผลเฉลยอื่น ๆ (ถ้ามี) ที่ได้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”

เป็นต้น

4.3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 2 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอแนวคิดและผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.4 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 2 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

- “เงื่อนไขของผลเฉลยของสถานการณ์ปัญหาค้างนี้”
- “ผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาค้างนี้”



## กิจกรรม : สีเหลี่ยมพิศวง

→ ในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนแห่งหนึ่งคุณครูต้องการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องของ “เส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม” คุณครูจึงจัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติดังนี้

ให้นักเรียนร่วมกันสร้างสรรค์ “รูปสี่เหลี่ยม” ให้ได้หลากหลายรูปแบบมากที่สุด โดยเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใดก็ได้ ซึ่งนักเรียน มีอุปกรณ์สำหรับการสร้างสรรค์เพียงแค่ว่า เชือกที่มีความยาว 20 เซนติเมตร เท่านั้น



เชือกยาว 20 เซนติเมตร



นอกจากนี้ในการในการสร้างสรรค์รูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปต้องทำให้ความยาวของแต่ละด้านเป็นจำนวนเต็มอีกด้วย แล้วนักเรียนกลุ่มนี้จะสร้างสรรค์รูปสี่เหลี่ยมแบบใดได้บ้าง  
หมายเหตุ : รูปสี่เหลี่ยมที่สร้าง ห้าม เป็นรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ

รูปสี่เหลี่ยมจะมีลักษณะ  
อย่างไรบ้างนะ !



## ส่วนที่ 1

แบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม : สีเหลี่ยมพิศวง

คำถามข้อที่ 1 สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 2 สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 3 ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 4 ขั้นตอนหรือแนวคิดในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

---

---

---

---



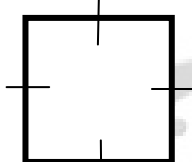


## ผลเฉลย กิจกรรมสี่เหลี่ยมพิศวง

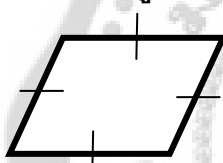
### ผลเฉลยส่วนที่ 1

ตัวอย่างผลเฉลยรูปสี่เหลี่ยมที่ต้องการสร้างจะต้องมีความยาวรอบรูป 20 เซนติเมตรและมีความยาวแต่ละด้านเป็นจำนวนเต็มได้ดังนี้

1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 5 หน่วย



2. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ยาวด้านละ 5 หน่วย

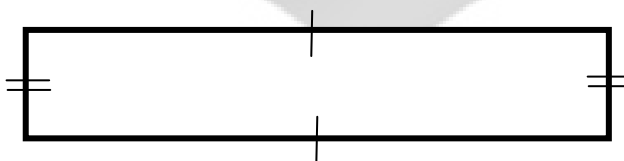


3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

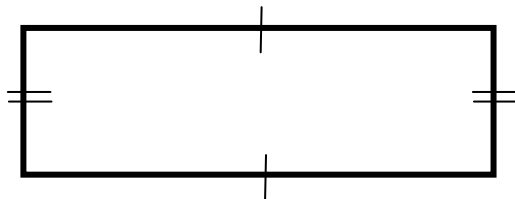
- 3.1 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 1 หน่วย ยาว 9 หน่วย



- 3.2 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 2 หน่วย ยาว 8 หน่วย

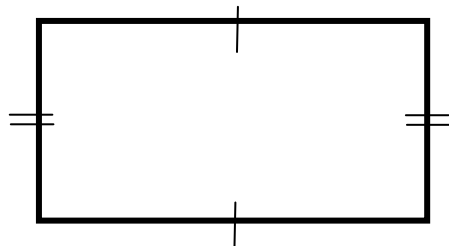


- 3.3 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 3 หน่วย ยาว 7 หน่วย



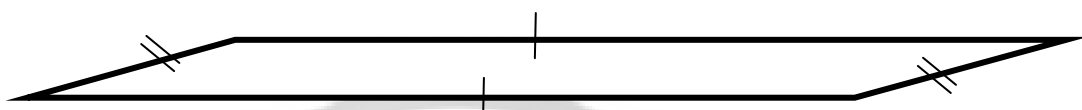


3.4 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 4 หน่วย ยาว 6 หน่วย



4. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

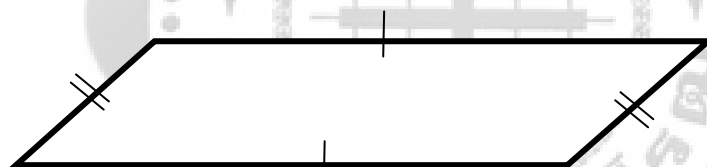
4.1 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานกว้าง 1 หน่วย ยาว 9 หน่วย



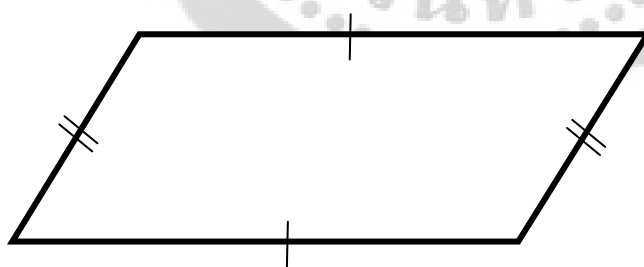
4.2 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานกว้าง 2 หน่วย ยาว 8 หน่วย



4.3 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานกว้าง 3 หน่วย ยาว 7 หน่วย

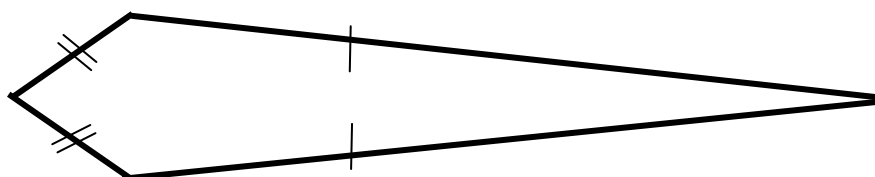


4.4 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานกว้าง 4 หน่วย ยาว 6 หน่วย

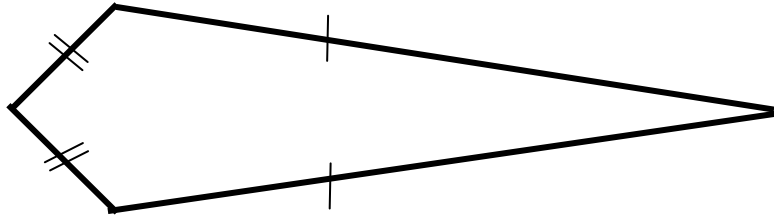


5. รูปสี่เหลี่ยมรูปวาว

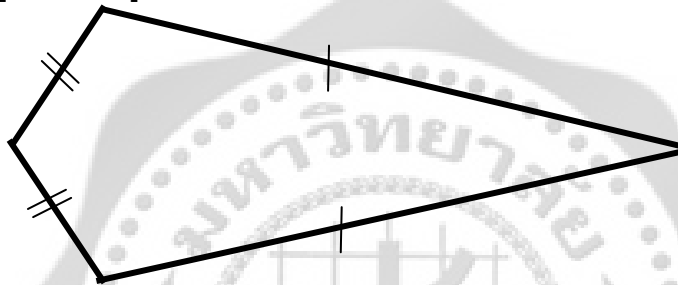
5.1 รูปสี่เหลี่ยมรูปวาวกว้าง 1 หน่วย ยาว 9 หน่วย



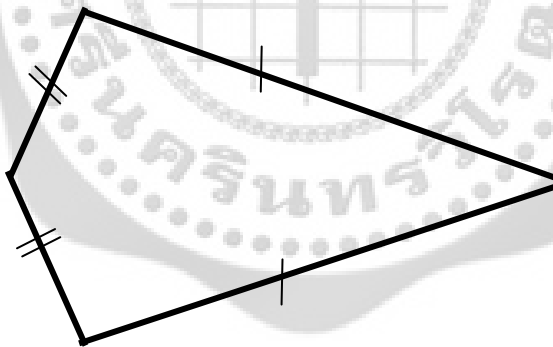
5.2 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 2 หน่วย ยาว 8 หน่วย



5.3 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 3 หน่วย ยาว 7 หน่วย

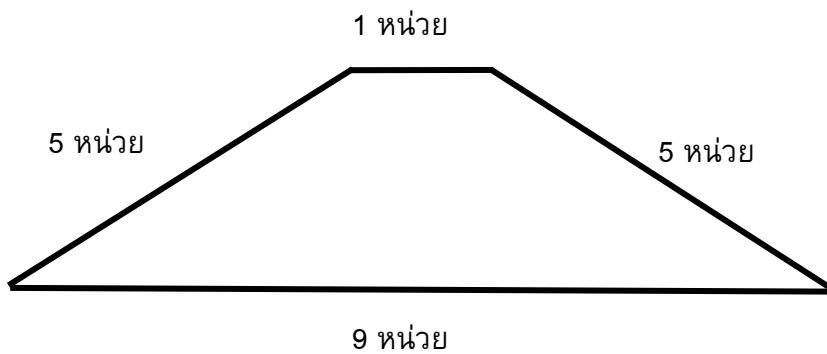


5.4 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 4 หน่วย ยาว 6 หน่วย

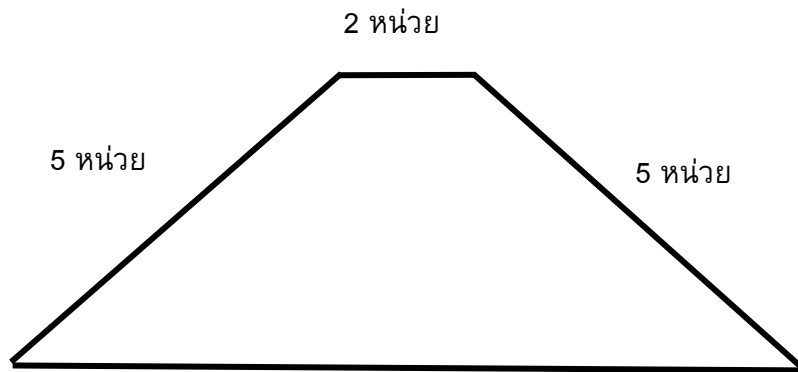


6. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

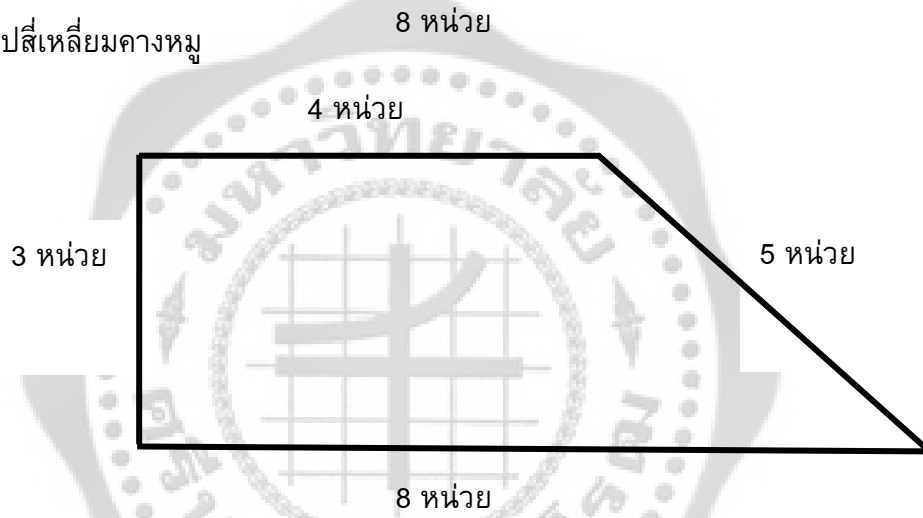
6.1 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



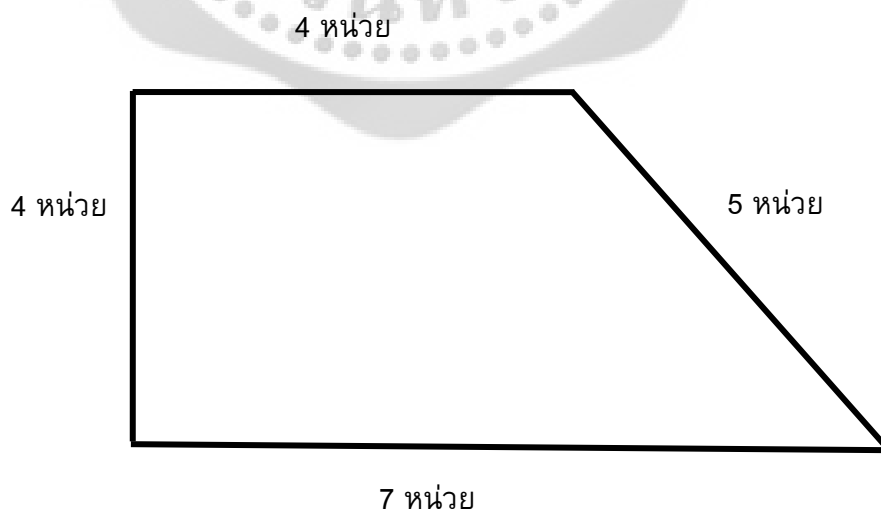
6.2 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



6.3 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



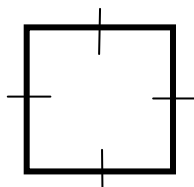
6.4 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



และผลเฉลยอื่น ๆ อีก

## ผลเฉลยส่วนที่ 2

1. ถ้าต้องการรูปสี่เหลี่ยมที่มีแกนสมมาตรมากที่สุดควรสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังนี้



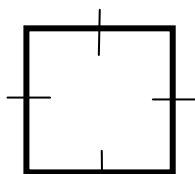
- ➔ แต่ละด้านมีความยาว 5 หน่วย
- ➔ และมีแกนสมมาตร 4 แกน



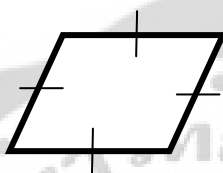
### ผลเฉลยส่วนที่ 3

ตัวอย่าง หลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ คือ ลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมที่ต่างกัน

กลุ่มที่ 1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 5 หน่วย



กลุ่มที่ 2. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ยาวด้านละ 5 หน่วย



กลุ่มที่ 3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

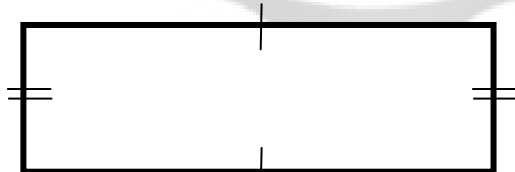
3.1 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 1 หน่วย ยาว 9 หน่วย



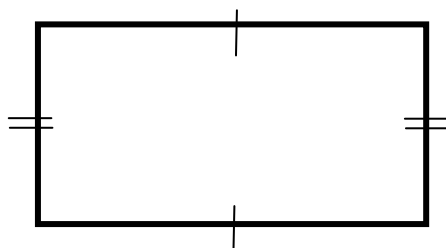
3.2 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 2 หน่วย ยาว 8 หน่วย



3.3 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 3 หน่วย ยาว 7 หน่วย

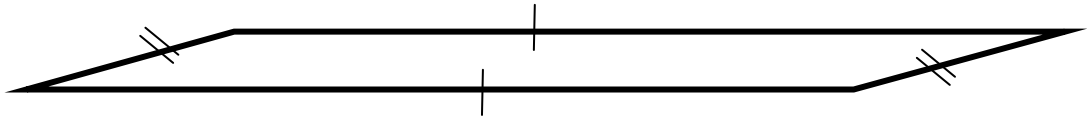


3.4 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 4 หน่วย ยาว 6 หน่วย

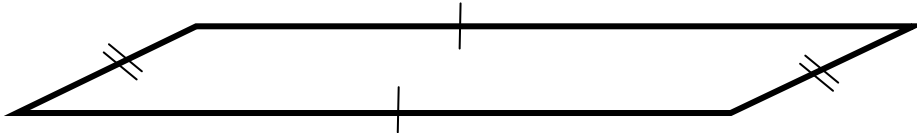


**กลุ่มที่ 4. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน**

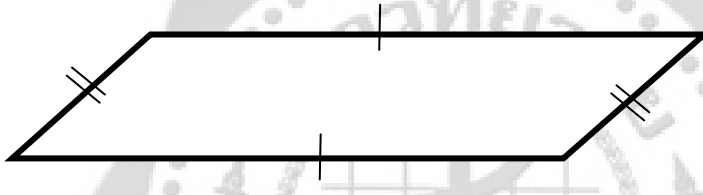
4.1 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานกว้าง 1 หน่วย ยาว 9 หน่วย



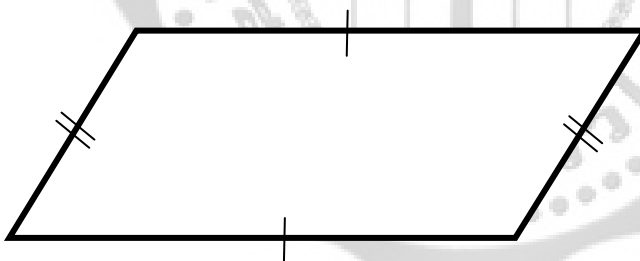
4.2 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานกว้าง 2 หน่วย ยาว 8 หน่วย



4.3 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานกว้าง 3 หน่วย ยาว 7 หน่วย

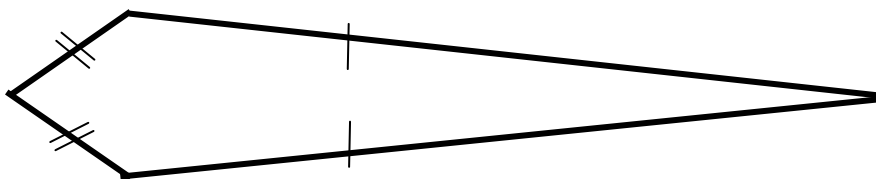


4.4 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานกว้าง 4 หน่วย ยาว 6 หน่วย

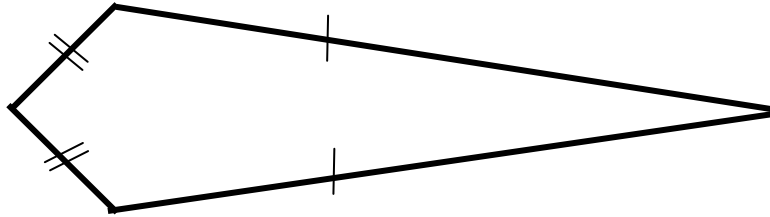


**กลุ่มที่ 5. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว**

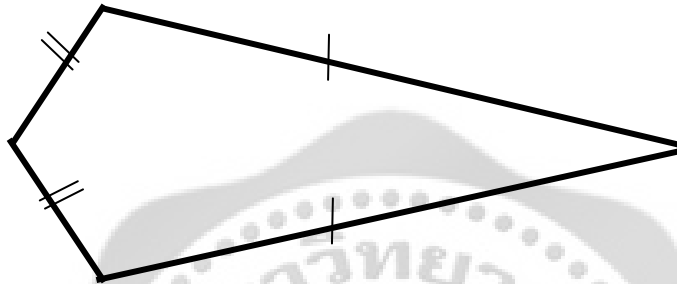
5.1 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 1 หน่วย ยาว 9 หน่วย



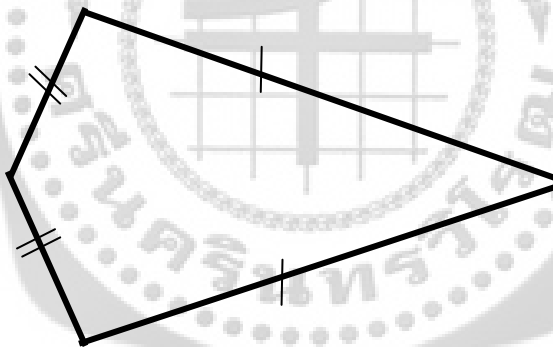
5.2 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 2 หน่วย ยาว 8 หน่วย



5.3 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 3 หน่วย ยาว 7 หน่วย

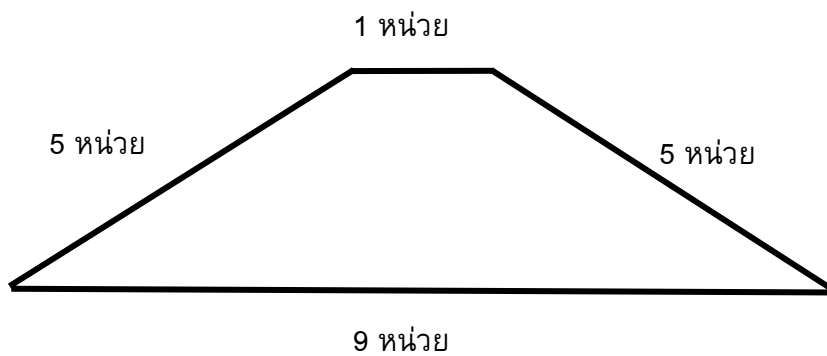


5.4 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวกว้าง 4 หน่วย ยาว 6 หน่วย

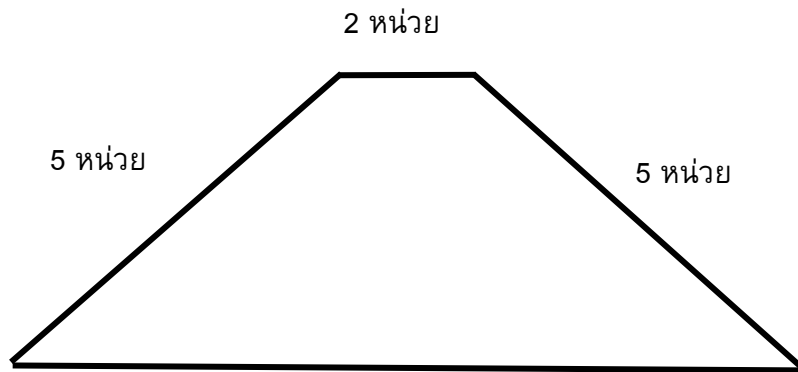


กลุ่มที่ 6. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

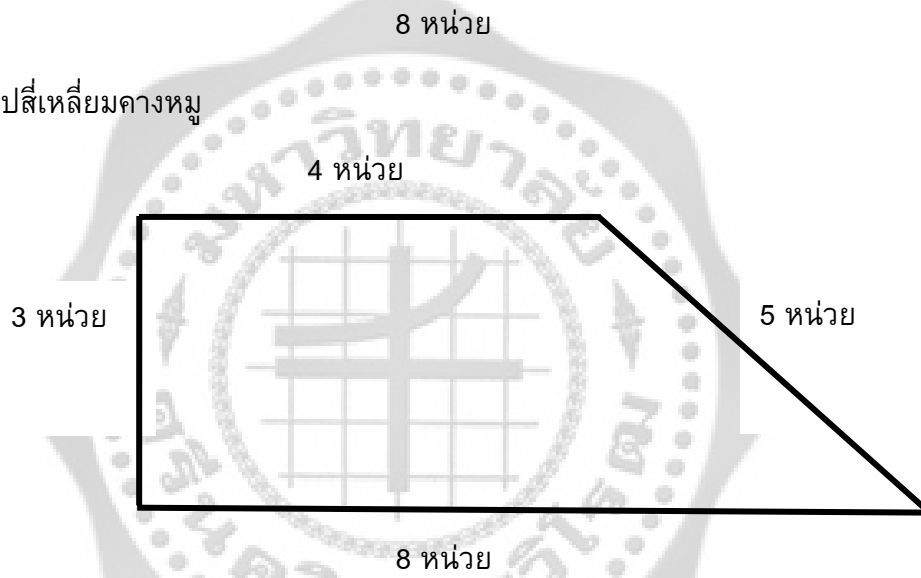
6.1 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



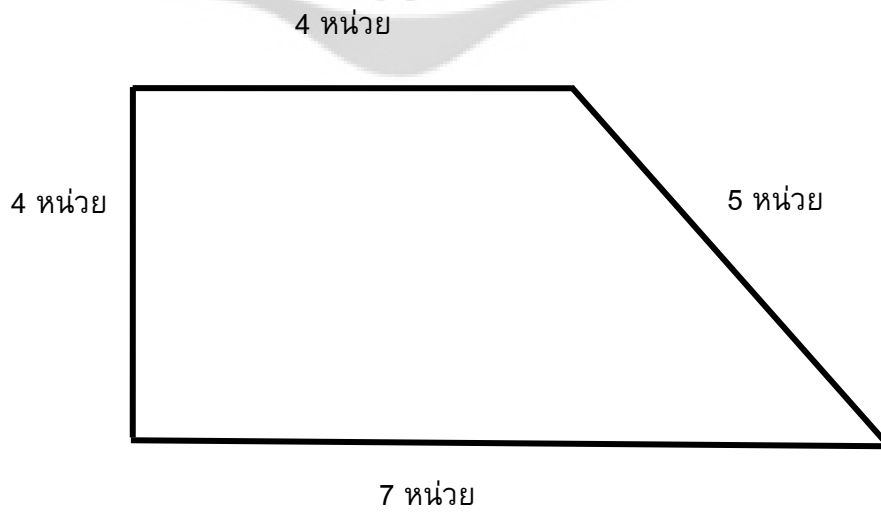
6.2 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



6.3 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



6.4 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู



และผลเฉลยอื่น ๆ อีก



หมายเหตุ : อาจใช้เกณฑ์ในลักษณะอื่น ๆ อีก เช่น

- การใช้แกนสมมาตรเป็นเกณฑ์
  - ลักษณะของมุมของรูปสี่เหลี่ยม
  - ความยาวแต่ละด้านของรูปสี่เหลี่ยม
- เป็นต้น



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กิจกรรมการเรียนรู้ : การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก

เวลา 60 นาที

กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” เป็นกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก **เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการกลุ่มในการระดมสมอง** ซึ่งจะทำให้นักเรียนตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) และกระบวนการในการระดมสมอง ตลอดจนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่า 1 ผลเฉลย และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ในการแก้ปัญหา

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในคาบเรียนนี้ คือ ปัญหา “บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก” ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในการแก้ปัญหาคาขนส่งทางน้ำตามที่เงื่อนไขกำหนด โดยต้องหาวิธีการในการขนส่งสินค้าให้ได้หลากหลายวิธีมากที่สุด

### 1. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.1.1 เข้าใจแนวคิดในการสร้างและหาปริมาตรและความจุของทรงเรขาคณิตได้
- 1.1.2 นำสมบัติของทรงเรขาคณิตไปใช้ได้

#### 1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.2.1 ลงมือปฏิบัติและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตในแก้ปัญหา
- 1.2.2 ลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการระดมสมองเพื่อแก้ปัญหา
- 1.2.3 มีโอกาสได้เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง
- 1.2.4 มีโอกาสได้นำเสนอกิจกรรมการแก้ปัญหาและผลเฉลยที่ได้ของตนเอง
- 1.2.5 มีโอกาสได้อธิบายเหตุผลในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้

#### 1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.3.1 มีความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่ม

1.3.2 มีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

## 2. สารการเรียนรู้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับสาระเรขาคณิต ซึ่งได้แก่ เรื่องปริมาตร และความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับสาระการวัด

## 3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรม : บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก (สำหรับนักเรียนคนละหนึ่งชุด)

3.2 ผลเฉลย : บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก (สำหรับครูผู้สอน)

3.3 กล่องกระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมี จำนวน 3 ด้าม กระดาษชานอ้อย จำนวน 1 แผ่น สำหรับติดผลเฉลย (สำหรับนักเรียนกลุ่มละหนึ่งชุด)

3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม (สำหรับครูผู้สอน)

3.5 แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(สำหรับครูผู้สอน)

## 4. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ **ช่วงที่ 1** การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง **ช่วงที่ 2** การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น **ช่วงที่ 3** การนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ใช้เวลาประมาณ 20 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ครูแจกใบกิจกรรม(ส่วนที่ 1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดและการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน) เรื่อง บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุกและกล่องกระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมี จำนวน 3 ด้าม กระดาษชานอ้อยจำนวน 1 แผ่น สำหรับติดผลเฉลย ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

4.1.2 เพื่อดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาและการระดมสมองในขั้นตอนที่ 1 กำหนดและพิจารณาปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ตลอดจนสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมด้วยตนเองอีกครั้ง โดยเน้นย้ำว่าขณะอ่านและทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถขีดเขียนในใบกิจกรรมได้ตามความต้องการ

4.1.3 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและการทบทวนประเด็นปัญหาของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- “ปัญหานี้เป็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่องอะไร”
- “นักเรียนลองเล่าให้ฟังสิว่า ปัญหานี้มีว่อย่างไร”
- “สิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง”
- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการให้หาคืออะไร”
- “ปริมาณของตู้คอนเทนเนอร์หาได้อย่างไร”
- “ความจุของเรือบริษัท A หาได้อย่างไร และมีความจุเท่าใด”
- “ความจุของเรือบริษัท B หาได้อย่างไร และมีความจุเท่าใด ”
- “ความจุของเรือบริษัท C หาได้อย่างไร และมีความจุเท่าใด ”

เป็นต้น

4.1.4 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละคนวางแผนในการแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาต่อสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม

4.1.5 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบการคัดเลือกประเด็นปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหา เช่น

- “ความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง”
- “นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาช่วยในการแก้ปัญหานี้มากหรือน้อยเพียงใด”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้มีอะไรบ้าง”
- “นักเรียนคิดว่าจำเป็นหรือไม่ที่ วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้มีเพียงวิธีเดียว”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นักเรียนจะเลือกมาใช้ในการแก้ปัญหานี้คืออะไร”

เป็นต้น

4.1.6 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองในการหาผลเฉลยตามแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ โดยให้ร่วมกันหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ให้มากที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนด

4.1.7 ครูแนะนำให้นักเรียนคัดเลือกผลเฉลยที่เป็นไปได้แล้วเขียนลงในกระดาษที่เตรียมไว้ พร้อมเขียนหมายเลขกำกับผลเฉลยเรียงลำดับ แล้วให้นักเรียนนำแผ่นกระดาษที่เขียนผลเฉลยติดบนกระดาษชานอ้อยของแต่ละกลุ่ม

4.1.8 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ครูจะบันทึกจำนวนผลเฉลยพร้อมทั้งเก็บกระดาษทดทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.1.9 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลย เช่น

- “ผลเฉลยที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่”
- “นักเรียนมีวิธีการในการตรวจสอบว่าผลเฉลยที่ได้นั้นแตกต่างกันหรือซ้ำซ้อนกันอย่างไร”
- “ถ้านักเรียนใช้วิธีการตรวจสอบผลเฉลยที่ได้ได้อย่างไร”
- “นักเรียนใช้วิธีการอื่น ๆ ในการตรวจสอบผลเฉลยหรือไม่”
- “ผลเฉลยที่ได้นั้นสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่”
- “นักเรียนคิดว่าน่าจะมีผลเฉลยอื่น ๆ อีกหรือไม่ เพราะเหตุใด”

เป็นต้น

4.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ใช้เวลาประมาณ 20 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ครูแจกใบกิจกรรม(ส่วนที่ 2 ด้านการคัดเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด) เรื่อง บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหา

4.2.2 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามข้อที่ 2 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เช่น

- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการให้หาคืออะไร”
- “เงื่อนไขที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้คืออะไร”
- “จากผลเฉลยที่ได้ในสถานการณ์ปัญหา ส่วนที่ 1 นักเรียนคิดว่ามีผลเฉลยบางส่วนของนักเรียนสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ใน ส่วนที่ 2 หรือไม่”
- “ถ้ายังไม่มีผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้น นักเรียนจะสามารถหาผลเฉลยนั้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”
- “ถ้านักเรียนหาผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้นได้แล้ว นักเรียนจะสามารถหาผลเฉลยเหล่านั้นได้ครบถ้วนหรือไม่ และทราบได้อย่างไรว่าผลเฉลยที่ตนเองหาได้นั้นครบถ้วนแล้ว”

เป็นต้น

4.2.3 ครูแนะนำให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มพิจารณาและคัดเลือกผลเฉลยในส่วนที่ 1 ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาในส่วนที่ 2 แล้ววาดภาพที่ได้ลงในกระดาษคำตอบส่วนที่ 2

4.2.4 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกผลเฉลยพร้อมทั้งเก็บกระดาษททั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.2.5 เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาในส่วนที่ 2 เสร็จแล้ว ครูแจกใบกิจกรรมใน (ส่วนที่ 3 ด้านการคัดเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหา

4.2.6 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามส่วนที่ 3 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เช่น

- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาลำดับที่ 3 ต้องการให้หาคืออะไร”
- “เงื่อนไขหรือเกณฑ์ที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้คืออะไร”
- “จากผลเฉลยที่ได้ในสถานการณ์ปัญหา ส่วนที่ 1 และ 2 นักเรียนคิดว่าผลเฉลยที่ได้นั้นมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง”
- “นักเรียนคิดว่าผลเฉลยที่ได้จะสามารถแยกประเภทหรือจัดกลุ่มได้หรือไม่”
- “นักเรียนจะมีวิธีการแยกประเภทหรือจัดกลุ่มของผลเฉลยในส่วนที่ 3 ได้อย่างไรบ้าง”
- “ในการแยกประเภทหรือจัดกลุ่มของผลเฉลยในส่วนที่ 3 นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง”

เป็นต้น

4.2.7 ครูแนะนำให้นักเรียนร่วมกันนำผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 – 2 มาพิจารณาว่ามีผลเฉลยใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร แล้วนำลักษณะที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการหาเกณฑ์มาจัดกลุ่มของผลเฉลยดังกล่าว

4.2.8 หลังจากได้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มแล้ว ให้นักเรียนเขียนเกณฑ์ลงในใบกิจกรรมส่วนที่ 3 แล้วจำแนกผลเฉลยออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.2.9 ครูตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้สามารถปรับเปลี่ยนให้แตกต่างจากเกณฑ์เดิมได้หรือไม่”
- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ใช้ความรู้ใหม่ในการตั้งเกณฑ์หรือไม่”
- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจะแตกต่างจากเกณฑ์ของกลุ่มอื่น ๆ หรือไม่”

#### เป็นต้น

4.2.10 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดย่ของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกเกณฑ์พร้อมทั้งเก็บกระดาษทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.3 การนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ใช้เวลาประมาณ 20 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอแนวคิดและผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.2 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

- “เนื้อหา/ความรู้ ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่ใช้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
- “ผลเฉลยของนักเรียนที่ได้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
- “ผลเฉลยอื่น ๆ (ถ้ามี) ที่ได้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”

#### เป็นต้น

4.3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 2 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอแนวคิดและผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.4 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 2 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

- “เงื่อนไขของผลเฉลยของสถานการณ์ปัญหาค้างนี้”





## กิจกรรม : บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก

▶ “ข้าว” นับเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรของไทยที่สร้างรายได้ให้แก่ประเทศเป็นอันดับ 1 และประเทศไทยยังเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลก ซึ่งประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์และมีพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การปลูกข้าว โดยพื้นที่สำหรับการปลูกข้าวที่สำคัญ คือ บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ถึงจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งข้าวที่เก็บเกี่ยวได้แล้วจะถูกขนส่งทางเรือจากต้นแม่น้ำมาที่กรุงเทพมหานครดังตัวอย่างในสถานการณ์ต่อไปนี้

บริษัทข้าวแห่งหนึ่งต้องการขนส่งข้าวสารลงตู้คอนเทนเนอร์ที่มีความกว้าง 2 เมตร ยาว 6 เมตรและสูง 2 เมตรจำนวน 480 ตู จากจังหวัดนครสวรรค์มายังกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้ทำสัญญากับบริษัทขนส่งทางเรือ 3 แห่ง โดย

บริษัท A มีเรือขนส่งที่มีความจุ 1,920 ลูกบาศก์เมตร

บริษัท B มีเรือขนส่งที่มีความจุ 1,440 ลูกบาศก์เมตร

บริษัท C มีเรือขนส่งที่มีความจุ 480 ลูกบาศก์เมตร

โดยในการขนส่งแต่ละครั้งต้องใช้บริการของบริษัททั้ง 3 พร้อมกัน และต้องบรรทุกให้เต็มตามน้ำหนักเรือ อยากรทราบว่าถ้าต้องการขนส่งข้าวสารทั้งหมดจะเลือกใช้บริการของบริษัททั้ง 3 ได้อย่างไรบ้าง



จะมีวิธีการเลือกการขนส่งอย่างไรบ้างนะ!



## ส่วนที่ 1

แบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม : บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสุข

คำถามข้อที่ 1 สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 2 สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 3 ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 4 ขั้นตอนหรือแนวคิดในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

---

---

---

---





## ผลเฉลย บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก

### ผลเฉลยส่วนที่ 1

**แนวการตอบ** คำถามส่วนที่ 1 เนื่องจากตู้คอนเทนเนอร์ 1 ตู้มีความกว้าง 2 เมตร ยาว 6 เมตรและสูง 2 เมตร จึงมีปริมาตร 24 ลูกบาศก์เมตร

บริษัท A มีเรือขนส่งที่มีความจุ 1,920 ลูกบาศก์เมตร แสดงว่าเรือ 1 ลำบรรจุตู้คอนเทนเนอร์ได้ 80 ตู้

บริษัท B มีเรือขนส่งที่มีความจุ 1,440 ลูกบาศก์เมตร แสดงว่าเรือ 1 ลำบรรจุตู้คอนเทนเนอร์ได้ 60 ตู้

บริษัท C มีเรือขนส่งที่มีความจุ 480 ลูกบาศก์เมตร แสดงว่าเรือ 1 ลำบรรจุตู้คอนเทนเนอร์ได้ 20 ตู้ ซึ่งจะมึวิธีในการเลือกเรือแต่ละบริษัทดังนี้

วิธีที่	จำนวนเรือ บริษัทที่ A	จำนวนเรือ บริษัทที่ B	จำนวนเรือ บริษัทที่ C
1	5	1	1
2	4	1	5
3	4	2	2
4	3	3	3
5	3	2	6
6	3	1	9
7	2	5	1
8	2	4	4
9	2	3	7
10	2	2	10
11	2	1	13
12	1	6	2
13	1	5	5
14	1	4	8
15	1	3	11
16	1	2	14
17	1	1	17

## ผลเฉลยส่วนที่ 2

**แนวการตอบ** ถ้าต้องการเลือกวิธีที่ใช้จำนวนเรือมากที่สุดจะเลือกใช้วิธีดังนี้

วิธีที่	จำนวนเรือ บริษัทที่ A	จำนวนเรือ บริษัทที่ B	จำนวนเรือ บริษัทที่ C
17	1	1	17

เลือกวิธีที่ 17 คือ จำนวนเรือ บริษัทที่ A      1 ลำ

จำนวนเรือ บริษัทที่ B      1 ลำ

จำนวนเรือ บริษัทที่ C      17 ลำ

รวมทั้งหมด 19 ลำ



### ผลเฉลยส่วนที่ 3

#### ตัวอย่างเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม

ใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มจากการเลือกเรือที่มีความจุมากที่สุด นั่นคือใช้บริษัท A เป็นเกณฑ์

#### กลุ่มที่ 1

วิธีที่	จำนวนเรือ บริษัทที่ A	จำนวนเรือ บริษัทที่ B	จำนวนเรือ บริษัทที่ C
1	5	1	1

#### กลุ่มที่ 2

วิธีที่	จำนวนเรือ บริษัทที่ A	จำนวนเรือ บริษัทที่ B	จำนวนเรือ บริษัทที่ C
2	4	1	5
3	4	2	2

#### กลุ่มที่ 3

วิธีที่	จำนวนเรือ บริษัทที่ A	จำนวนเรือ บริษัทที่ B	จำนวนเรือ บริษัทที่ C
4	3	3	3
5	3	2	6
6	3	1	9

#### กลุ่มที่ 4

วิธีที่	จำนวนเรือ บริษัทที่ A	จำนวนเรือ บริษัทที่ B	จำนวนเรือ บริษัทที่ C
7	2	5	1
8	2	4	4
9	2	3	7
10	2	2	10
11	2	1	13

#### กลุ่มที่ 5

วิธีที่	จำนวนเรือ บริษัทที่ A	จำนวนเรือ บริษัทที่ B	จำนวนเรือ บริษัทที่ C
12	1	6	2
13	1	5	5
14	1	4	8
15	1	3	11
16	1	2	14
17	1	1	17

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

กิจกรรมการเรียนรู้ : การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง วงกลมมหัศจรรย์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
เวลา 60 นาที

กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “วงกลมมหัศจรรย์” เป็นกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก **เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการกลุ่มในการระดมสมอง** ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) และกระบวนการในการระดมสมอง ตลอดจนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่า 1 ผลเฉลย และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ในการแก้ปัญหา

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในคาบเรียนนี้ คือ ปัญหา “วงกลมมหัศจรรย์” ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องวงกลม ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่รูปวงกลม รัศมี และเส้นรอบวง ในการสร้างรูปวงกลมบนพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้ได้หลากหลายรูปแบบมากที่สุด และนักเรียนต้องหาเกณฑ์หรือวิธีในการจัดกลุ่มให้หลากหลายและแตกต่างกันที่สุดเช่นกัน

### 1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.1.1 เข้าใจแนวคิดเรื่องวงกลม
- 1.1.2 นำสมบัติของวงกลมไปใช้ได้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.2.1 ลงมือปฏิบัติและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตในการแก้ปัญหา
- 1.2.2 ลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการระดมสมองเพื่อแก้ปัญหา
- 1.2.3 มีโอกาสได้เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาวงกลมมหัศจรรย์และการระดมสมอง
- 1.2.4 มีโอกาสได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาและผลเฉลยที่ได้ของตนเอง
- 1.2.5 มีโอกาสได้อธิบายเหตุผลในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.3.1 มีความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่ม



1.3.2 มีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

## 2. สารการเรียนรู้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับสาระเรขาคณิต ซึ่งได้แก่ วงกลม

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับสาระการวัดและการสร้าง

## 3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรม : วงกลมมหัศจรรย์ (สำหรับนักเรียนคนละหนึ่งชุด)

3.2 ผลเฉลย : วงกลมมหัศจรรย์ (สำหรับครูผู้สอน)

3.3 ก่องกระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมี จำนวน 3 ด้าม กระดาษชานอ้อย จำนวน 1 แผ่น สำหรับติดผลเฉลย (สำหรับนักเรียนกลุ่มละหนึ่งชุด)

3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม (สำหรับครูผู้สอน)

3.5 แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(สำหรับครูผู้สอน)

## 4. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ **ช่วงที่ 1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง** **ช่วงที่ 2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น** ช่วงที่ 3 การนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ใช้เวลาประมาณ 20 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ครูแจกใบกิจกรรม(ส่วนที่ 1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดและการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน) เรื่อง วงกลมมหัศจรรย์ กระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมี จำนวน 3 ด้าม กระดาษชานอ้อยจำนวน 1 แผ่น สำหรับติดผลเฉลย ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

4.1.2 เพื่อดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาและการระดมสมองในขั้นตอนที่ 1 กำหนดและพิจารณาปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ตลอดจนสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมด้วยตนเองอีกครั้ง โดยเน้นย้ำว่าขณะอ่านและทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถขีดเขียนในใบกิจกรรมได้ตามความต้องการ

4.1.3 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและการทบทวนประเด็นปัญหาของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- “ปัญหานี้เป็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่องอะไร”

- “นักเรียนลองเล่าให้ฟังซิว่า ปัญหานี้มีอะไรบ้าง”
- “สิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง”
- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการให้หาคืออะไร”
- “พื้นที่ของรูปวงกลมหาได้อย่างไร”
- “เส้นรอบวงของวงกลมหาได้อย่างไร”
- “รูปวงกลมที่ใหญ่ที่สุดจะบรรจุลงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้กี่รูป”

เป็นต้น

4.1.4 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละคนวางแผนในการแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาต่อสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม

4.1.5 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบการคัดเลือกประเด็นปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหา เช่น

- “ความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง”
- “นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาช่วยในการแก้ปัญหานี้มากหรือน้อยเพียงใด”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้มีอะไรบ้าง”
- “นักเรียนคิดว่าจำเป็นหรือไม่ที่ วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้มีเพียงวิธีเดียว”
- “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่นักเรียนจะเลือกมาใช้ในการแก้ปัญหานี้คืออะไร”

เป็นต้น

4.1.6 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองในการหาผลเฉลยตามแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ โดยให้ร่วมกันหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ให้มากที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนด

4.1.7 ครูแนะนำให้นักเรียนคัดเลือกผลเฉลยที่เป็นไปได้แล้วเขียนลงในกระดาษที่เตรียมไว้ พร้อมเขียนหมายเลขกำกับผลเฉลยเรียงลำดับ แล้วให้นักเรียนนำเสนอแผ่นกระดาษที่เขียนผลเฉลยติดบนกระดาษฐานอ้อยของแต่ละกลุ่ม

4.1.8 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกจำนวนผลเฉลยพร้อมทั้งเก็บกระดาษทดทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

- 4.1.9 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลย เช่น
- “ผลเฉลยที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่”
  - “นักเรียนมีวิธีการในการตรวจสอบว่าผลเฉลยที่ได้นั้นแตกต่างกันหรือซ้ำซ้อนกันอย่างไร”
  - “ถ้านักเรียนใช้วิธีการตรวจสอบผลเฉลยที่ได้ได้อย่างไร”
  - “นักเรียนใช้วิธีการอื่น ๆ ในการตรวจสอบผลเฉลยหรือไม่”
  - “ผลเฉลยที่ได้นั้นสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่”
  - “นักเรียนคิดว่าน่าจะมีผลเฉลยอื่น ๆ อีกหรือไม่ เพราะเหตุใด”

เป็นต้น

4.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ใช้เวลาประมาณ 20 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ครูแจกใบกิจกรรม(ส่วนที่ 2 ด้านการคัดเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด) เรื่อง วงกลมมหัศจรรย์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหา

4.2.2 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามข้อที่ 2 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เช่น

- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการให้หาคืออะไร”
- “เงื่อนไขที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้คืออะไร”
- “จากผลเฉลยที่ได้ในสถานการณ์ปัญหา ส่วนที่ 1 นักเรียนคิดว่ามีผลเฉลยบางส่วนของนักเรียนสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ใน ส่วนที่ 2 หรือไม่”
- “ถ้ายังไม่มีผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้น นักเรียนจะสามารถหาผลเฉลยนั้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”
- “ถ้านักเรียนหาผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้นได้แล้ว นักเรียนจะสามารถหาผลเฉลยเหล่านั้นได้ครบถ้วนหรือไม่ และทราบได้อย่างไรว่าผลเฉลยที่ตนเองหาได้นั้นครบถ้วนแล้ว”

เป็นต้น

4.2.3 ครูแนะนำให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มพิจารณาและคัดเลือกผลเฉลยในส่วนที่ 1 ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาในส่วนที่ 2 แล้วตอบลงในกระดาษคำตอบส่วนที่ 2

4.2.4 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรม

เหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกผลเฉลยพร้อมทั้งเก็บกระดาษหัดทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.2.5 เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาใน ส่วนที่ 2 เสร็จแล้ว ครูแจกใบกิจกรรมใน (ส่วนที่ 3 ด้านการคัดเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหา

4.2.6 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามส่วนที่ 3 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เช่น

- “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาส่วนที่ 3 ต้องการให้หาคืออะไร”
- “เงื่อนไขหรือเกณฑ์ที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้คืออะไร”
- “จากผลเฉลยที่ได้ในสถานการณ์ปัญหา ส่วนที่ 1 และ 2 นักเรียนคิดว่าผลเฉลยที่ได้นั้นมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง”
  - “นักเรียนคิดว่าผลเฉลยที่ได้จะสามารถแยกประเภทหรือจัดกลุ่มได้หรือไม่”
  - “นักเรียนจะมีวิธีการแยกประเภทหรือจัดกลุ่มของผลเฉลยในส่วนที่ 3 ได้อย่างไรบ้าง”
  - “ในการแยกประเภทหรือจัดกลุ่มของผลเฉลยในส่วนที่ 3 นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง”

เป็นต้น

4.2.7 ครูแนะนำให้นักเรียนร่วมกันนำผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 – 2 มาพิจารณาว่ามีผลเฉลยใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร แล้วนำลักษณะที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการหาเกณฑ์มาจัดกลุ่มของผลเฉลยดังกล่าว

4.2.8 หลังจากได้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มแล้ว ให้นักเรียนเขียนเกณฑ์ลงในใบกิจกรรมส่วนที่ 3 แล้วจำแนกผลเฉลยออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.2.9 ครูตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้สามารถปรับเปลี่ยนให้แตกต่างจากเกณฑ์เดิมได้หรือไม่”
- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ใช้ความรู้ใหม่ในการตั้งเกณฑ์หรือไม่”
- “นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยจะแตกต่างจากเกณฑ์ของกลุ่มอื่น ๆ หรือไม่”

เป็นต้น

4.2.10 ขณะที่นักเรียนระดมสมองและคิดหาเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย ครู (และผู้ช่วยวิจัย 2 คน) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูจะบันทึกเกณฑ์พร้อมทั้งเก็บกระดาษทตทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพต่อไป

4.3 การนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ใช้เวลาประมาณ 20 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอแนวคิดและผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.2 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 1 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

- “เนื้อหา/ความรู้ ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
  - “วิธีการ/ยุทธวิธี ที่ใช้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
  - “ผลเฉลยของนักเรียนที่ได้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
  - “ผลเฉลยอื่น ๆ (ถ้ามี) ที่ได้ในการแก้ปัญหาค้างนี้”
- เป็นต้น

4.3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 2 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอแนวคิดและผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.4 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 2 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

- “เงื่อนไขของผลเฉลยของสถานการณ์ปัญหาค้างนี้”
- “ผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาค้างนี้”

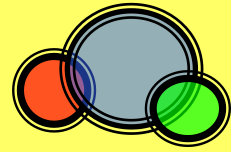
4.3.5 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรายงานกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 3 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอแนวคิดและเกณฑ์ที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.3.6 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวคิดและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้ในคำถามส่วนที่ 3 ซึ่งประเด็นในการอภิปรายมีดังนี้

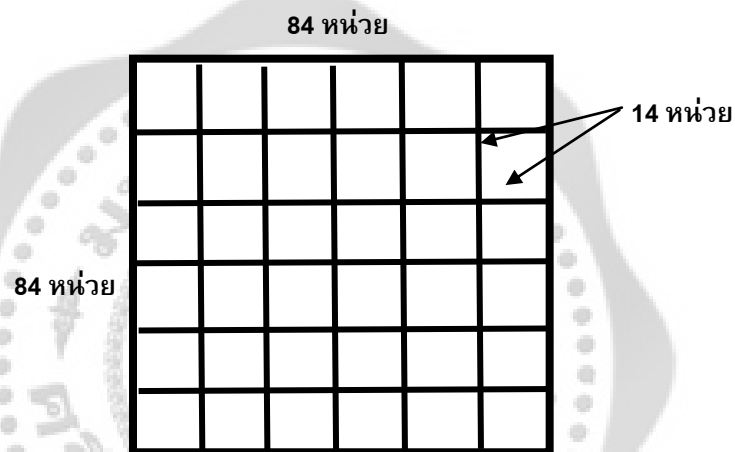
- “เกณฑ์ต่าง ๆ ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย”



## กิจกรรม : วงกลมมหัศจรรย์



- กำหนดให้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาวของแต่ละด้านเป็น 84 หน่วย  
และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปเล็กมีความยาวของแต่ละด้านเป็น 14 หน่วย



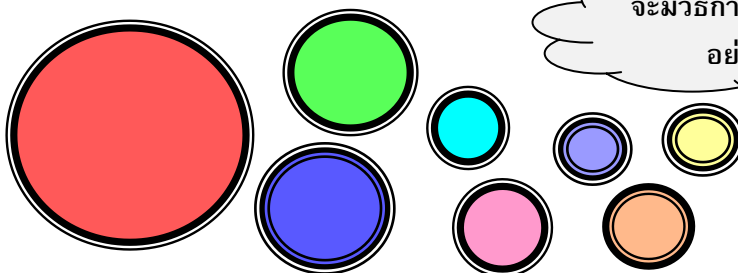
ถ้าต้องการสร้างรูปวงกลม 3 ชนิด ซึ่งประกอบด้วย

ชนิดที่ 1 รูปวงกลมรัศมี 7 หน่วย

ชนิดที่ 2 รูปวงกลมรัศมี 14 หน่วย

ชนิดที่ 3 รูปวงกลมรัศมี 21 หน่วย

โดยในการสร้างวงกลมลงบนพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะต้องใช้วงกลม  
ทั้ง 3 ชนิดและให้เหลือที่ว่างน้อยที่สุดในการสร้างแต่ละครั้ง แล้วจะ  
สามารถสร้างรูปวงกลมได้อย่างไรบ้าง



จะมีวิธีการสร้างรูปวงกลมได้  
อย่างไรบ้างนะ!



## ส่วนที่ 1

แบบรายงานผลการปฏิบัติการ : วงกลมมหัศจรรย์

คำถามข้อที่ 1 สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 2 สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 3 ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

คำถามข้อที่ 4 ขั้นตอนหรือแนวคิดในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง

---

---

---

---

---

---

---

---







## ผลเฉลย กิจกรรมวงกลมมหัศจรรย์

### ผลเฉลยส่วนที่ 1

แนวการตอบ ในการสร้างรูปวงกลม 3 ชนิด ซึ่งประกอบด้วย

ชนิดที่ 1 รูปวงกลมรัศมี 7 หน่วย

ชนิดที่ 2 รูปวงกลมรัศมี 14 หน่วย

ชนิดที่ 3 รูปวงกลมรัศมี 21 หน่วย

วิธีที่	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 21 หน่วย	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 14 หน่วย	จำนวนชิ้นของวงกลม รัศมี 7 หน่วย
1	1	5	6
2	1	4	10
3	1	3	14
4	1	2	18
5	1	1	22
6	2	3	6
7	2	2	10
8	2	1	14
9	3	1	5

## ผลเฉลยส่วนที่ 2

แนวการตอบ ถ้าต้องการเลือกวิธีที่ใช้จำนวนวงกลมมากที่สุดจะเลือกใช้วิธี

วิธีที่	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 21 หน่วย	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 14 หน่วย	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 7 หน่วย
5	1	1	22

เลือกวิธีที่ 5 จำนวนชั้นของวงกลมรัศมี 7 หน่วย คือ 1 ชั้น  
 จำนวนชั้นของวงกลมรัศมี 14 หน่วย คือ 1 ชั้น  
 จำนวนชั้นของวงกลมรัศมี 21 หน่วย คือ 22 ชั้น  
 รวม 24 ชั้น



### ผลเฉลยส่วนที่ 3

#### ตัวอย่างเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม

ใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มจากการเลือกวงกลมที่มีรัศมีมากที่สุด

#### เกณฑ์ที่ 1

วิธีที่	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 21 หน่วย	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 14 หน่วย	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 7 หน่วย
1	1	5	6
2	1	4	10
3	1	3	14
4	1	2	18
5	1	1	22

#### เกณฑ์ที่ 2

วิธีที่	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 21 หน่วย	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 14 หน่วย	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 7 หน่วย
6	2	3	6
7	2	2	10
8	2	1	14

#### เกณฑ์ที่ 3

วิธีที่	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 21 หน่วย	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 14 หน่วย	จำนวนชั้นของวงกลม รัศมี 7 หน่วย
9	3	1	5



ภาคผนวก ค

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

**แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น**

ชื่อกิจกรรม \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

ชื่อนักเรียน \_\_\_\_\_

	พฤติกรรม	คะแนน	ข้อสังเกตเพิ่มเติม (ถ้ามี)
1	ระบุสิ่งที่กำหนดมาให้ได้อย่างถูกต้อง		
2	ระบุสิ่งที่ต้องการหาได้อย่างถูกต้อง		
3	ระบุเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง		
4	มีการขีดเขียน/วาดรูปประกอบในการค้นหาผลเฉลย		
5	ตั้งใจฟังคำถามของครูหรือผู้อื่น		
6	ขอซักถามครูหรือผู้อื่น		
7	มีความกระตือรือร้นในการค้นหาผลเฉลย		
8	สามารถนำความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องมาใช้ได้ทันที		
9	มีการคิดอย่างเป็นระบบ		
10	สามารถหาผลเฉลยได้จำนวนมาก		
11	สามารถหาผลเฉลยได้หลายลักษณะที่แตกต่างกัน		
12	เลือกใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มผลเฉลยได้อย่างเหมาะสม		
13	เลือกใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มผลเฉลยที่แตกต่างจากผู้อื่น		
14	มีการเปลี่ยนวิธีการคิดใหม่ เมื่อวิธีการเดิมไม่ได้ผล		
15	เลือกผลเฉลยได้สอดคล้องกับสถานการณ์เงื่อนไขที่กำหนด		
16	อยากรู้ผลเฉลยของผู้อื่น		
18	มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลเฉลยของตนเอง		
19	มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน		

การให้คะแนน 0: ไม่มี    1: ระบุไม่ได้    2: มี

**แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น**

ชื่อกิจกรรม \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

ชื่อนักเรียน \_\_\_\_\_

**พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น**

**1. การฝึกความคิดคล่อง**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**2. การฝึกความคิดยืดหยุ่น**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---





ภาคผนวก ง  
แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหา

## แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนเป้าหมาย

ชื่อกิจกรรม \_\_\_\_\_ กระดาษจุดทศรชากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

ชื่อนักเรียน \_\_\_\_\_

### ประเด็นที่สัมภาษณ์

### บันทึกคำตอบของนักเรียน

1. ปัญหาที่ต้องการให้หาอะไรบ้าง \_\_\_\_\_
2. ปัญหากำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง \_\_\_\_\_
3. เงื่อนไขสำคัญของปัญหา คืออะไร \_\_\_\_\_
4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการปัญหามี  
อะไรบ้าง \_\_\_\_\_
5. ต้องนำความรู้วิชาอื่นมาใช้ในการปัญหาหรือไม่  
วิชาอะไร (ถ้ามี) \_\_\_\_\_
6. คำว่า “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” หมายความว่าอย่างไร \_\_\_\_\_
7. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่นักเรียนสร้างในแต่ละรูปมี  
ลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร \_\_\_\_\_
8. การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำได้อย่างไร \_\_\_\_\_
9. นักเรียนมีวิธีการอื่นในการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม  
จัตุรัสหรือไม่ (ถ้ามีทำได้อย่างไร) \_\_\_\_\_
10. นักเรียนเริ่มต้นการคิดแก้ปัญหาอย่างไร \_\_\_\_\_
11. นักเรียนมีหลักการคิดหาคำตอบอื่นๆอย่างไร \_\_\_\_\_
12. นักเรียนคิดว่ามีคำตอบอื่นที่แตกต่างจากของ  
ตนเองอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด \_\_\_\_\_
13. นักเรียนคิดว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของตนเอง  
เหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด  
(ถ้าไม่ดีจะแก้ไขอย่างไร) \_\_\_\_\_
14. นักเรียนคิดว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของตนเอง  
แปลกใหม่และแตกต่างจากของคนอื่น  
หรือไม่ เพราะเหตุใด \_\_\_\_\_
15. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของตนเอง  
ถูกต้อง \_\_\_\_\_

## แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนเป้าหมาย

ชื่อกิจกรรม \_\_\_\_\_ ชื่อผู้สัมภาษณ์ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

ชื่อนักเรียน \_\_\_\_\_

### ประเด็นที่สัมภาษณ์

### บันทึกคำตอบของนักเรียน

1. ปัญหาที่ต้องการให้หาอะไรบ้าง \_\_\_\_\_
2. ปัญหากำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง \_\_\_\_\_
  
3. เงื่อนไขสำคัญของปัญหานี้คืออะไร \_\_\_\_\_
4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการปัญหามี  
อะไรบ้าง \_\_\_\_\_
5. ต้องนำความรู้วิชาอื่นมาใช้ในการปัญหาหรือไม่  
วิชาอะไร (ถ้ามี) \_\_\_\_\_
6. คำว่า “รูปสี่เหลี่ยม” หมายความว่าอย่างไร \_\_\_\_\_
7. รูปสี่เหลี่ยมที่นักเรียนรู้จักมีกี่ประเภท แล้ว  
นักเรียนสามารถนำรูปทุกประเภทมาเป็นผลเฉลย  
ของคำถามได้หรือไม่ \_\_\_\_\_
8. “เส้นรอบรูป” ส่งผลต่อการสร้างรูปสี่เหลี่ยมหรือไม่  
อย่างไร \_\_\_\_\_
9. นักเรียนใช้วิธีการอย่างไรในการคัดเลือกผลเฉลย  
ให้สอดคล้องกับเงื่อนไข \_\_\_\_\_
10. นักเรียนเริ่มต้นการคิดแก้ปัญหาอย่างไรและใช้วิธี  
ใดในการหาคำตอบ \_\_\_\_\_
11. นักเรียนมีหลักการคิดหาคำตอบอื่นๆอย่างไร \_\_\_\_\_
12. นักเรียนคิดว่ามีคำตอบอื่นที่แตกต่างจากของ  
ตนเองอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด \_\_\_\_\_
13. นักเรียนคิดว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของตนเอง  
เหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด  
(ถ้าไม่ดีจะแก้ไขอย่างไร) \_\_\_\_\_
14. นักเรียนคิดว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของตนเอง  
แปลกใหม่และแตกต่างจากของผู้อื่น  
หรือไม่ เพราะเหตุใด \_\_\_\_\_
15. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของตนเอง  
ถูกต้อง \_\_\_\_\_

## แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนเป้าหมาย

ชื่อกิจกรรม \_\_\_\_\_ บริษัทขนส่งทางน้ำแสนสนุก \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

ชื่อนักเรียน \_\_\_\_\_

### ประเด็นที่สัมภาษณ์

### บันทึกคำตอบของนักเรียน

1. ปัญหานี้ต้องการให้ทำอะไรบ้าง \_\_\_\_\_
2. ปัญหากำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง \_\_\_\_\_
  
3. เงื่อนไขสำคัญของปัญหานี้ คืออะไร \_\_\_\_\_
4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการปัญหามี  
อะไรบ้าง \_\_\_\_\_
5. ต้องนำความรู้วิชาอื่นมาใช้ในการปัญหาหรือไม่  
วิชาอะไร (ถ้ามี) \_\_\_\_\_
6. นักเรียนมีหลักการอย่างไรในการหาปริมาตรของ  
ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากอย่างไร \_\_\_\_\_
7. นักเรียนใช้หลักเกณฑ์อย่างไรในการนำปริมาตร  
ของข่าวสารที่ได้ไปใส่ไว้ในเรือแต่ละลำ \_\_\_\_\_
8. นักเรียนใช้วิธีการอย่างไรในการคัดเลือกผลเฉลย  
ให้สอดคล้องกับเงื่อนไข \_\_\_\_\_
9. นักเรียนมีวิธีการอื่นในการคัดเลือกผลเฉลย  
ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือไม่ (ถ้ามีทำได้  
อย่างไร) \_\_\_\_\_
10. นักเรียนเริ่มต้นการคิดแก้ปัญหาอย่างไร \_\_\_\_\_
11. นักเรียนมีหลักการคิดหาคำตอบอื่นๆอย่างไร \_\_\_\_\_
12. นักเรียนคิดว่ามีคำตอบอื่นที่แตกต่างจากของ  
ตนเองอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด \_\_\_\_\_
13. นักเรียนคิดว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของตนเอง  
เหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด  
(ถ้าไม่ดีจะแก้ไขอย่างไร) \_\_\_\_\_
14. นักเรียนคิดว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของตนเอง  
แปลกใหม่และแตกต่างจากของคนอื่น  
หรือไม่ เพราะเหตุใด \_\_\_\_\_
15. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของตนเอง  
ถูกต้อง \_\_\_\_\_

## แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนเป้าหมาย

ชื่อกิจกรรม \_\_\_\_\_ วงกลมมหัศจรรย์ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

ชื่อนักเรียน \_\_\_\_\_

### ประเด็นที่สัมภาษณ์

### บันทึกคำตอบของนักเรียน

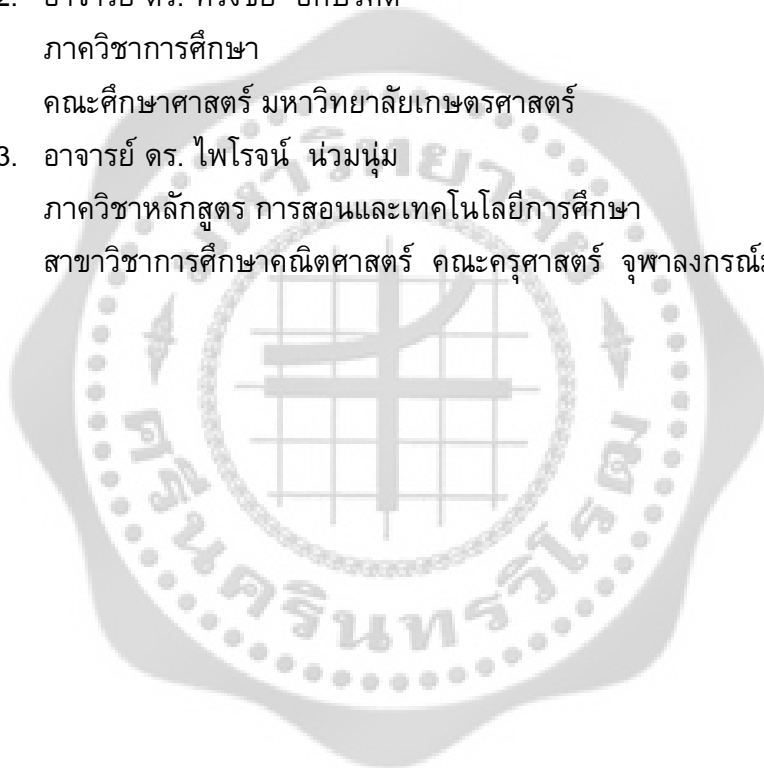
1. ปัญหานี้ต้องการให้ทำอะไรบ้าง \_\_\_\_\_
2. ปัญหากำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง \_\_\_\_\_
3. เงื่อนไขสำคัญของปัญหานี้ คืออะไร \_\_\_\_\_
4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการปัญหามี  
อะไรบ้าง \_\_\_\_\_
5. ต้องนำความรู้วิชาอื่นมาใช้ในการปัญหาหรือไม่  
วิชาอะไร (ถ้ามี) \_\_\_\_\_
6. รัศมี สัมพันธ์กับความยาวในแต่ละช่องของรูป  
สี่เหลี่ยมจัตุรัสอย่างไร \_\_\_\_\_
7. พื้นที่วงกลมหาได้อย่างไร \_\_\_\_\_
8. พื้นที่วงกลมในแต่ละรูปมีความสัมพันธ์กัน  
อย่างไร \_\_\_\_\_
9. นักเรียนใช้วิธีการอย่างไรในการคัดเลือกผลเฉลย  
ให้สอดคล้องกับเงื่อนไข \_\_\_\_\_
10. นักเรียนเริ่มต้นการคิดแก้ปัญหาอย่างไร \_\_\_\_\_
11. นักเรียนมีหลักการคิดหาคำตอบอื่นๆอย่างไร \_\_\_\_\_
12. นักเรียนคิดว่ามีคำตอบอื่นที่แตกต่างจากของ  
ตนเองอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด \_\_\_\_\_
13. นักเรียนคิดว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของตนเอง  
เหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด  
(ถ้าไม่ดีจะแก้ไขอย่างไร) \_\_\_\_\_
14. นักเรียนคิดว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของตนเอง  
แปลกใหม่และแตกต่างจากของคนอื่น  
หรือไม่ เพราะเหตุใด \_\_\_\_\_
15. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของตนเอง  
ถูกต้อง \_\_\_\_\_



## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และแบบสัมภาษณ์ กระบวนการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่  
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
2. อาจารย์ ดร. ทรงชัย อักษรคิด  
ภาควิชาการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์ ดร. ไพโรจน์ นวมนุ้ม  
ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา  
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ประวัติย่อผู้วิจัย



## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์
วันเดือนปีเกิด	16 มิถุนายน 2527
สถานที่เกิด	เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	15/38 สุขุมวิท 113 สำโรงเหนือ เมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10270
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร(ฝ่ายมัธยม)
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ. 2549	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ (เกียรตินิยมอันดับ 2) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2554	การศึกษาระดับมหาบัณฑิต (กศ.ม) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

