

ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับ  
เทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ  
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้  
มีนาคม 2560

ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับ  
เทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ  
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

มีนาคม 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับ  
เทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ  
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้  
มีนาคม 2560

มนต์วัลลี สิทธิประเสริฐ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 31คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling ) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 6 ห้อง ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ ใช้เวลาทดลอง จำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยใช้แผนการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.67 3) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82.88

THE EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING USING CREATIVE  
PROBLEM SOLVING PROCESS TOGETHER WITH THINK-TALK-WRITE TECHNIQUE ON  
MATHEMATICS PROBLEM SOLVING ABILITY AND MATHEMATICS COMMUNICATION OF  
EIGHTH GRADE STUDENTS



AN ABSTRACT  
BY  
MONWALEE SITTIPRASERT

Presented in partial fulfillment of the requirements for the  
Master of Education Degree in Educational Science and Learning Management  
at Srinakharinwirot University

March 2017

Monwalee Sittiprasert. (2017). *The Effects of Organizing Mathematics learning using Creative Problem Solving Process together with Think-Talk-Write Technique on Mathematics Problem Solving Ability and Mathematics Communication of Eighth Grade Students*. Master thesis, M.Ed. (Educational Science and Learning Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory: Committee. Asst. Prof. Dr. Chommanad Cheausuwantavee.

The purpose of this research was to compare the before and after problem solving abilities and mathematics communication among eighth grade students using creative problem solving process with the Think-Talk-Write technique and comparison criteria

The subjects in this study consisted of thirty one eighth grade students in the first semester of 2016 academic year from Takfawichaprasit School, Takfa, Nakhonsawan Province. They were selected using cluster random sampling technique. The duration of the experiment was eighteen periods of fifty minutes. The One-Group Pretest-Posttest Design was used in this study. The research instruments included mathematics using creative problem solving processes together with Think-Talk-Write technique lesson plans, a mathematical problem solving ability test, a mathematical writing communication ability test and mathematical speaking communication observation form. The data were statistically analyzed using mean, standard deviation, a t-test for dependent samples and t-test for one sample.

The findings were as follows: 1) The mathematical problem solving abilities of the students after being taught using creative problem solving processes together with the Think-Talk-Write technique were higher than before being taught at a .01 level of significance. 2) The mathematical problem solving abilities of the students after being taught using creative problem solving processes together with the Think-Talk-Write technique were significantly higher than the criterion of 70 percent at a .01 level of significance and an average testing score of 85.67 percent. 3) The levels of mathematical writing and speaking communication were taught using a creative problem solving processes together with the Think-Talk-Write technique were higher than before being taught at a .01 level of significance. and 4) The levels of mathematical writing and speaking communication after being taught using creative problem solving process together with the Think-Talk-Write technique were significantly higher than the criterion of 70 percent at a .01 level of significance and an average testing score of 82.88 percent.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับ  
เทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ  
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ

มนต์วัลลี สิทธิประเสริฐ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์จักรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี)

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา ช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง ตลอดจนรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ อาจารย์ดร.สุณิสา สุมิตรณะ กรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ มีชาญ คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์เจตนา จี๋กังวาฬ อาจารย์จันทรา พวงยอด และอาจารย์เพ็ญนิภา ศรีสุข ผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาใช้เวลาอันมีค่าตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และได้กรุณาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ และคณะครูโรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ร.ต.ท. ธรรมนูญ สิทธิประเสริฐ นางจิตติพรรณ สิทธิประเสริฐ และขอขอบคุณนายจตุพงษ์ เก่งวินิจ และญาติพี่น้องทุกท่านที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตสาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและส่งเสริมกำลังใจตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่มีความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่านซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวชื่อนามในที่นี้ได้ทั้งหมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ในโอกาสนี้ด้วย

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่แต่บิดามารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

มนต์วัลลี สิทธิประเสริฐ

## สารบัญ

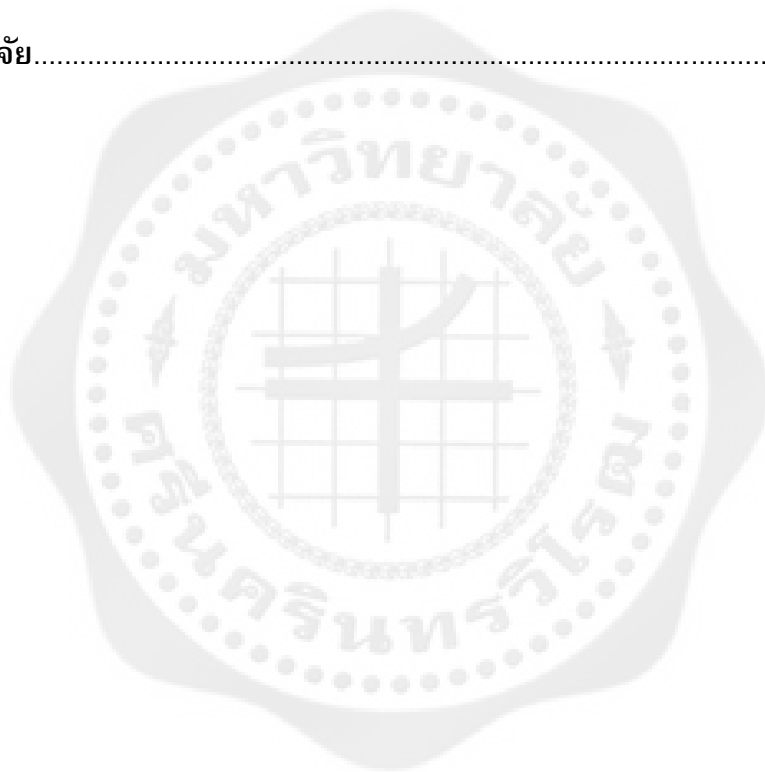
บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
	ความสำคัญของการวิจัย.....	5
	ขอบเขตของการวิจัย.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
	สมมติฐานการวิจัย.....	10
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.....	12
	ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.....	12
	แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.....	13
	บทบาทและลักษณะครูในการสอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.....	19
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.....	20
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Think-Talk-Write.....	21
	ความหมายของเทคนิค Think-Talk-Write.....	21
	ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write.....	22
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write...	23
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถใน	
	การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	23
	ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	23
	ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	24
	กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	26
	แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	28
	แนวทางการวัดและการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหา	
	ทางคณิตศาสตร์.....	30
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	34

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>2 (ต่อ)</b>	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	36
ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	36
ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	38
แนวทางการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	40
การวัดและการประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	48
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>51</b>
กำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	51
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	51
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	64
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....</b>	<b>68</b>
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	68
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
<b>5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>73</b>
สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย.. .....	73
สรุปผลการวิจัย.....	74
อภิปรายผล.....	75
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	79
ข้อเสนอแนะ .....	79
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>81</b>

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	88
ภาคผนวก ก.....	89
ภาคผนวก ข.....	91
ภาคผนวก ค.....	95
ภาคผนวก ง .....	99
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	133



## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนแสดงกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ได้พัฒนาขึ้นโดย Treffinger and Isaksen ในปี 1985.....	15
2 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เวอร์ชัน 4.....	16
3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกรม วิชาการ.....	30
4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ ชาร์ลส์ เลขเตอร์ และโอเฟเฟอร์.....	31
5 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	32
6 เกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของซูซาน เลน.....	43
7 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ	45
8 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ วรรณศิริ หลงรัก.....	46
9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	57
10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน...	61
11 เกณฑ์การวัดพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด.	63
12 แบบแผนการวิจัย.....	64
13 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ.....	69
14 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการ แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์ เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70).....	70
15 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ.....	71

## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70).....	71
17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write.....	92
18 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	92
19 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน.....	93
20 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างระหว่างข้อความในการประเมินในแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดกับพฤติกรรมสื่อสารด้านการพูด .....	93
21 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	94
22 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน.....	94
23 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (คะแนนเต็ม 45 คะแนน).....	96
24 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	97
25 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (คะแนนเต็ม 12 คะแนน).....	98

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
2 รูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ รุ่น 6.1.....	18



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคน ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจและสติปัญญา โดยมุ่งเน้นการพัฒนาคนให้เต็มตามศักยภาพ ดังที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 มาตรา 23 ได้เห็นถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ จากการเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ และได้เน้นเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ไว้ในมาตรา 24 ว่าสถานศึกษาควรจัดให้เนื้อหาสาระและกิจกรรมสอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2553: 8-9)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบทำให้สามารถคาดการณ์วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่นๆที่เกี่ยวข้องคณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. [สสวท.] 2551: 1) อีกทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระที่ 6 เป็นสาระเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 13)

แต่การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรโดยที่ผ่านมามีว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดีแต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แสดงเหตุผลอ้างอิงการสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท. 2551: 1) และอีกปัจจัยหนึ่งคือ ครูสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีบรรยาย ครูควรปรับปรุงวิธีการสอนด้วยการลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บรรยายมาเป็นผู้ประสานงานในการเรียน ให้คำแนะนำ และเปิดโอกาสให้นักเรียนพูดแสดงความคิดเห็น ลงมือปฏิบัติโดยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน มีการทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (ยุพิน พิพิธกุล. 2539: 3-4)

ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินระดับชาติพบว่าผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ในปีการศึกษา 2555 – 2557 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ซึ่งพบวาคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ย 26.95, 25.54 และ 29.65 คะแนนตามลำดับและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนเฉลี่ย 22.73, 20.48 และ 21.74 คะแนนตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2557: ออนไลน์) ประกอบกับผลการประเมินผลนานาชาติ PISA 2012 ที่เน้นการประเมินคณิตศาสตร์เป็นหลัก ผลการประเมินพบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 427 คะแนนซึ่งต่ำกว่าระดับนานาชาติที่มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 494 คะแนน (สสวท. 2557ข: 38-40) และผลการประเมินผลนานาชาติ TIMSS 2011 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 427 คะแนน ซึ่งแปลผลความสามารถของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ (สสวท. 2557ก: 9-11) ทั้งนี้ผลการประเมินในปี 2011 ยังน้อยลงกว่าผลการประเมินในปี 2007 ซึ่งจากรายงานผลโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ ใน พ.ศ. 2550 พบว่า ทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนลดลง จากสภาพปัญหาดังกล่าวเป็นผลมาจากจุดเน้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยเมื่อเทียบกับนานาชาติยังให้ความสำคัญในการฝึกทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ด้อยกว่าประเทศต่างๆ ทั้งในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีการเน้นในระดับปานกลาง และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีการเน้นในระดับน้อย หรือแทบไม่เน้นเลยในการจัดการเรียนการสอน ทั้งที่การฝึกฝนให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาหรือหาคำอธิบายที่ให้นักเรียนแสดงแนวคิดและตอบอย่างอิสระ ให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ในการสอบเป็นส่วนหนึ่งของการสอนปกติเป็นวิธีการที่ส่งผลให้การเรียนมีคุณภาพ (สสวท. 2553: ออนไลน์)

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 471) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับนักเรียนที่จะเติบโตไปสู่สังคมข่าวสารว่าจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบกับในชีวิตประจำวันมนุษย์ต้องเผชิญกับปัญหามากมาย อาทิ ปัญหาการเดินทาง ปัญหาการเรียน ปัญหาการทำงาน ในบรรดาปัญหาเหล่านี้มีทั้งปัญหาที่ไม่ซับซ้อน สามารถแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม และปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากจนไม่สามารถแก้ปัญหาในทันที จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ทักษะและกระบวนการ และเทคนิคต่างๆ มาช่วยแก้ปัญหา เลือกเทคนิคหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตลอดจนมีประสบการณ์ ในการแก้ปัญหามาก่อนก็จะสามารถแก้ปัญหาได้ดีและมีประสิทธิภาพ (สสวท. 2551: 6)

การแก้ปัญหาเป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ เมื่อต้องแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยความสามารถในการสื่อสาร เพราะนอกจากการอ่านเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและค้นหาคำตอบแล้ว ยังต้องพูดหรือเขียนเพื่ออธิบายความรู้ความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ตลอดจนการแสดงวิธีทำและการให้เหตุผลอีกทั้งวิชา

คณิตศาสตร์มีเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรมที่ต้องใช้สัญลักษณ์ตัวแปรตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการสื่อสารให้ความรู้ที่มีความกะทัดรัดและชัดเจน (สวท. 2551: 6)

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบายชี้แจงแสดง ความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ที่ผ่านมาการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ยังไม่ได้เน้นเรื่องการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอมากนัก ผู้เรียนจึงยังมีความสามารถในด้านนี้ไม่ดีพอจะเห็นได้จากการที่ผู้เรียนจำนวนมากไม่สามารถนำเสนอ ข้อมูลให้ผู้อื่นเห็นภาพรวมหรือเข้าใจประเด็นสำคัญๆของสิ่งที่ต้องการนำเสนอได้หรือไม่สามารถสื่อ ความหมายเรื่องบางเรื่องให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้ การพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสื่อสารสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจได้จึงมีความจำเป็น (อัมพร ม้าคอง. 2553: 56-57) ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในห้องเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสสื่อสารกับครูและ เพื่อนร่วมชั้นเรียน

จากความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าทั้งสองทักษะมีความสำคัญและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้อิทธิพล คณิตศาสตร์ซึ่งการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่ง คือ การแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ เนื่องจากจะมีวิธีการค้นหาคำตอบที่แตกต่างกันออกไป มีความสลับซับซ้อน และค้นพบ แนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมขณะนั้น การแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ทักษะการคิดและเครื่องมือการคิดเพื่อค้นหาวิธีการหาคำตอบหรือ วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวคิดใน การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ดีที่สุดและแปลกใหม่ การฝึกทักษะการคิดแบบนี้จึงเป็นประโยชน์ต่อ นักเรียนอย่างมากโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะเน้นการร่วมกันระดมความคิดอย่าง อิสระเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาจำนวนมากที่จะนำไปเลือกใช้ถือเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคน ได้ใช้ความคิดและเสนอแนวคิดของตนเองกับกลุ่ม โดยที่สมาชิกในกลุ่มไม่ตัดสินว่าถูกหรือผิด จึงทำ ให้ช่วยส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา สอดคล้องกับอรรถพร ณ สวรรณรัตน์ (2552: 114-115) ได้ศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เทคนิค Think-Talk-Write เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจมาประกอบ การสอนเพื่อเน้นทักษะการคิด พูดและเขียน โดยคิดในประเด็นที่สงสัยหรือต้องการหาคำตอบ พูด แลกเปลี่ยนอภิปรายความคิดและเขียนข้อสรุปจากการอภิปรายเทคนิค Think-Talk-Write นอกจาก ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนแล้วยังส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารโดยตรงด้วย ประกอบกับฮุนเกอร์ และ ลาฟลิน (Huinker; & Laughlin. 1996: 81) ได้กล่าวว่าการคิดและการพูด เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะนำไปสู่การเขียน ถ้านักเรียนไม่สามารถพูดอธิบายความคิดทางคณิตศาสตร์ ของตนเอง พวกเขาจะไม่สามารถเขียนอธิบายความคิดนั้น ได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของฮุนท์รี เเรนิ

(สุตารัตน์ ภิรมย์ราช. 2555: 55; อ้างอิงจาก Untarti Reni. 2010) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิค Think-Talk-Write ในการเรียนเพื่อปรับปรุงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 9 พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการสอบถามครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน และจากประสบการณ์ตรงของผู้วิจัย พบว่านักเรียนโดยส่วนใหญ่มีปัญหาการเรียนเรื่อง การประยุกต์อัตราส่วนและร้อยละ เนื่องจากนักเรียนทำคะแนนได้ไม่ดีและไม่ถึงร้อยละ 50 เป็นจำนวนมาก (จากการสอบเก็บคะแนนประจำบทเรียน) ซึ่งเนื้อหาเรื่องการประยุกต์อัตราส่วนและร้อยละ เป็นเนื้อหาที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 อีกทั้งเนื้อหายังเป็นเรื่องในชีวิตประจำวัน เช่น กำไร ขาดทุน การลดราคาสินค้า แต่นักเรียนยังไม่เข้าใจหลักการ หรือไม่สามรถแก้ปัญหาโจทย์ที่เกี่ยวกับการประยุกต์อัตราส่วนและร้อยละได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครูคณิตศาสตร์และผู้ที่สนใจในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ไปพัฒนาการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70

## ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับครูคณิตศาสตร์หรือผู้สนใจ ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาอื่นหรือเนื้อหาอื่นให้มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมสอดคล้องกับผู้เรียน

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 165 คน

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) จับสลากมา 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 31 คน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนโดยละความสามารถ

### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละซึ่งมีเนื้อหาทยอยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วน จำนวน 4 คาบ
2. การประยุกต์เกี่ยวกับร้อยละ จำนวน 7 คาบ
3. การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 3 คาบ

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเนื้อหา 14 คาบคาบละ 50 นาที ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบและทดสอบหลังเรียน 2 คาบ รวม 18 คาบ

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง การเรียนการสอนที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา แล้วระดมความคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จากนั้นทำการเลือกวิธีการที่แปลกใหม่และเหมาะสม เป็นที่ยอมรับของกลุ่มเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ตามลำดับของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ตามแนวคิดของแทรฟฟิงเกอร์ ไอซัคเซนและโดวาล (Treffinger; Isaksen; & Dorval, 2003) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge)

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อกำเนิดความคิด (Generating Ideas)

ขั้นที่ 3 ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action)

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach)

2. เทคนิค **Think-Talk-Write** หมายถึง การสอนที่เน้นทักษะการคิด พูด และเขียน โดยคิดในประเด็นที่สงสัยหรือต้องการหาคำตอบ พูดแลกเปลี่ยนอภิปรายความคิดและเขียนข้อสรุปจากการอภิปราย โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการคิด (Think) เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนคิด เมื่อนักเรียนเจอปัญหา หรือการกระตุ้นนักเรียนให้คิดที่จะแก้ปัญหา หรือคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งมีการบันทึกเกี่ยวกับการคิดโดยใช้ภาษาของตนเอง

ขั้นตอนการพูด (Talk) เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุย หรืออภิปรายความคิด ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะนำความคิดมาพูดคุยกันด้วยภาษาที่เป็นกันเอง หรือสะท้อนความคิดของตนเองร่วมกับผู้อื่น

ขั้นตอนการเขียน (Write) เป็นขั้นตอนการเขียนคำตอบที่ได้จากการคิดและอภิปรายร่วมกันของขั้นตอนแรกและขั้นตอนที่สอง โดยนักเรียนจะเขียนคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นอย่างถูกต้อง

3. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค **Think-Talk-Write** หมายถึง การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบหรือวิธีในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนทำความเข้าใจปัญหา แล้วระดมความคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และเลือกวิธีการที่แปลกใหม่ เหมาะสมที่สุดนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด และอภิปรายร่วมกันจนนักเรียนสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม และเขียนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน และถูกต้องซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge)

ครูกระตุ้นนักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่กำหนดให้ (Think) โดยค้นหาสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ต้องการ รวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ มองหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนด

ให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และพิจารณาว่าจะต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดมาใช้ แล้ว  
ให้แสดงความคิดเห็นของตนกับกลุ่ม (Talk) และเขียนประเด็นที่ได้ (Write)

#### ขั้นที่ 2 ขั้นก่อกำเนิดความคิด (Generating Ideas)

นักเรียนระดมความคิดเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี อาจเป็น  
วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างกันออกไป หรือเป็นการต่อยอดจากวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม  
(Think) แล้วนำเสนอความคิดของตนออกมา นักเรียนในกลุ่มต้องยอมรับฟังทุกความคิดเห็น (Talk)  
และจดบันทึกทุกวิธีที่นำเสนอเพื่อนำไปคัดเลือกความเหมาะสม ความแปลกใหม่ และความเป็นไป  
ได้ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป (Write)

#### ขั้นที่ 3 ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action)

นักเรียนในกลุ่มจะต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่ได้นำเสนอไว้ (Think)  
จากนั้นนักเรียนร่วมกันประเมินหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยจะต้องมีการให้เหตุผล  
ประกอบในการเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้นด้วย (Talk) ซึ่งวิธีที่เลือกควรเป็นวิธีที่แปลกใหม่สำหรับ  
นักเรียน มีความเหมาะสม เป็นไปได้ น่าสนใจ และเป็นที่ยอมรับ บันทึกวิธีที่เลือกและขั้นตอน  
ดำเนินการ เพื่อที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาในขั้นตอนต่อไป(Write)

#### ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach)

นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ไปปฏิบัติ โดยปรับให้เหมาะสมกับตนเอง  
(Think) ร่วมกันทบทวนแผนที่วางไว้ พิจารณาความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน และวิธีที่เลือกใช้  
ระหว่างการแก้ปัญหา (Talk) ดำเนินการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน และบันทึกผลที่ได้ (write)

**4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึงพฤติกรรมของนักเรียนใน  
การหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยความรู้ ทักษะรวมถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ใน  
การหาคำตอบโดยใช้วิธีการที่เหมาะสมและแปลกใหม่ โดยพิจารณาจากคะแนนการทำแบบทดสอบ  
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย  
จำนวน 5 ข้อ วัดความสามารถ 4 ด้านดังนี้

4.1 การทำความเข้าใจ ผู้เรียนสามารถระบุได้ว่าโจทย์ถามอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์  
กำหนดให้ และระบุความสัมพันธ์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

4.2 การรวบรวมความคิดและเตรียมการแก้ปัญหา ผู้เรียนรู้ว่าต้องนำความรู้เรื่องใดมา  
ใช้ในการแก้ปัญหา สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้หลากหลาย เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่  
เหมาะสม และบอกขั้นตอนวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้

4.3 การดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้ได้คำตอบของ  
ปัญหา โดยอาศัยทักษะการคิดคำนวณและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน

4.4 การสรุปคำตอบ ผู้เรียนสามารถสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง  
ครบถ้วนสมบูรณ์ตามที่โจทย์ต้องการ

**5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์** หมายถึงพฤติกรรมของนักเรียนในการพูด การเขียน การใช้ภาษา หลักการ ความรู้และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิดที่เป็นตัวแทนการคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

5.1 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนหมายถึง พฤติกรรมในการเขียนอธิบายแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลนำมาประกอบแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และอธิบายเพื่อสื่อแนวคิดในการหาคำตอบของตนเองโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ

5.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงการอธิบายแนวทางการคิด การใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ และการสรุปของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม ซึ่งวัดโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จำนวน 4 ข้อ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูดเป็นแบบรูบรีค (Rubric Assessment) วัดโดยให้นักเรียนพูดแสดงแนวคิดในการหาคำตอบจากโจทย์หลังทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

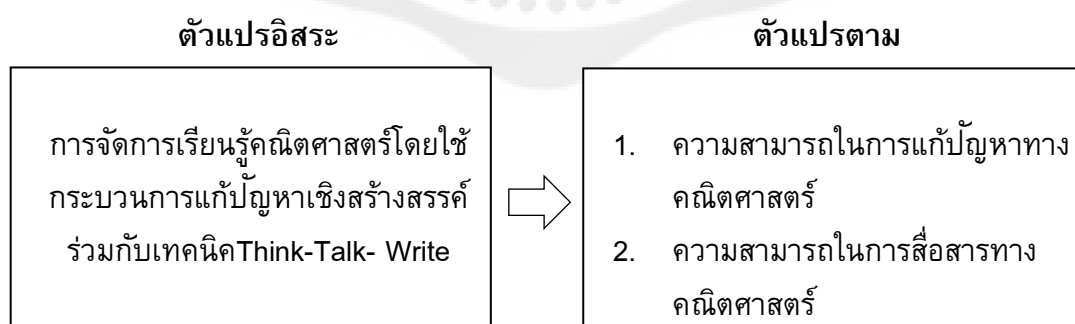
**6. เกณฑ์** หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวมซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนรู้จากเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553: 17-18) ดังนี้

80 – 100	หมายถึง	ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม
75 – 79	หมายถึง	ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
70 – 74	หมายถึง	ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี
65 – 69	หมายถึง	ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างดี
60 – 64	หมายถึง	ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

55 – 59	หมายถึง	ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
50 – 54	หมายถึง	ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
0 – 49	หมายถึง	ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

### กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของแทรฟฟิงเกอร์ ไอแซคเซน และโดวอล (Treffinger;Isaksen; & Dorval. 2003) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ขั้นที่ 2 ขั้นก่อกำเนิดความคิด (Generating Ideas) ขั้นที่ 3 ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach)และศึกษาเทคนิคThink-Talk-Write ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการคิด (Think) เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนคิด เมื่อนักเรียนเจอปัญหา ขั้นตอนการพูด (Talk) เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุยหรืออภิปรายความคิด และขั้นตอนการเขียน (Write) เป็นขั้นตอนการเขียนคำตอบ โดยให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้จากการคิดและอภิปรายร่วมกัน นักเรียนจะเขียนคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นอย่างถูกต้องด้วยตนเองโดยการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีกรอบแนวคิดของการวิจัยดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนตากฟ้าวิชา ประสิทธิ์ จังหวัดนครสวรรค์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อ ต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
  - 1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
  - 1.2 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
  - 1.3 บทบาทและลักษณะครูในการสอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
  - 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Think-Talk-Write
  - 2.1 ความหมายของเทคนิค Think-Talk-Write
  - 2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write
  - 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.5 แนวทางการวัดและการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 4.3 แนวทางการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 4.4 การวัดและการประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

### 1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นการผสมผสานระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นจึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงความหมายไว้ ดังนี้

ออลสัน (สุวิทย์ มูลคำ. 2547: 10-11; อ้างอิงจาก Olson. 1996) กล่าวถึงการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถทางการคิดของมนุษย์ในการแสวงหาคำตอบและวิธีแก้ปัญหาจากการคิดที่มีระบบและการคิดที่เกิดจากการหยั่งรู้ได้เอง เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยทักษะหลายๆ ทักษะที่สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนจนชำนาญเช่นเดียวกับการพัฒนาทักษะทางกีฬาโดยอาศัยทั้งความสามารถเฉพาะตัวและการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ

มิสเชล และโควาลิก (Mitchell; & Kowalik. 1999) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์คือกระบวนการวิธีการ หรือระบบในการแก้ปัญหาอย่างมีจินตนาการ และให้ผลการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพกล่าวโดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือ ทักษะในการหาทางออก หรือคำตอบของปัญหาต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์ แตกต่างไปจากวิธีแก้ไขปัญหามาแบบเดิม โดยใช้การคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ผสานกับการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลในการคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา เพื่อมุ่งแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสมที่สุดทำให้สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์

ศศิริศม์ สริกขานนท์ (2540: 34) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือ ความสามารถทางการคิดหาคำตอบหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยความคิดเอกลักษ์ที่อาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม และการคิดนอกเนกนัยจากการคิดสร้างสรรค์ที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสมเป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นทุติยภูมิที่มีลักษณะเป็นกระบวนการครบวงจรที่สามารถพัฒนาได้ มีความแตกต่างจากการแก้ปัญหาตามปกติ คือ มีการนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาใหม่นอกเหนือไปจากการหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยการรวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิม เป็นความคิดที่มีขั้นตอนและมีลักษณะเป็นกระบวนการ

กรุณา นัคราจารย์ (2548: 37) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นการผสมผสานการแก้ปัญหาโดยการรวบรวม แนวคิด คำตอบ หรือวิธีแก้ปัญหาจากประสบการณ์เดิมมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์เพื่อขจัดปัญหาให้หมดไป กับความคิดสร้างสรรค์โดยมีการเสนอแนวคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากกรอบแนวคิดเดิม

สมปอง เพชรโรจน์ (2549: 29) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบ หรือวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากการแก้ปัญหาโดยทั่วไป ซึ่งมีความแปลกใหม่ หลากหลาย และมีความซับซ้อน เป็นกระบวนการทางความคิดที่ประกอบด้วยความคิดเอกลักษ์จากความรู้และประสบการณ์เดิม และความคิดนอกเนกนัยจากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้หลายๆทาง และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในสถานการณ์นั้นๆ ได้อย่างถูกต้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือ ทักษะในการแสวงหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหา ได้อย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์ แตกต่างไปจากวิธีแก้ไขปัญหามาแบบเดิม โดยใช้การคิดค้นวิธีการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย ประกอบกับการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลในการคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา เพื่อมุ่งแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น ได้อย่างเหมาะสมที่สุด

## 1.2 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก และมีการศึกษามาเป็นระยะเวลาช้านาน โดยรูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นี้มีรากฐานสำคัญมาจากการค้นพบของ Alex Osborn เป็นคนแรก โดยใช้ชื่อว่า Creative Problem Solving (CPS)

### กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ยุคที่ 1

ไอซ์คเซน (นิพิตูพร โกมลลิตติศักดิ์. 2553: 26; อ้างอิงจาก Isaksen. 2003) ปี ค.ศ.1950 Osborn ได้เริ่มระบุวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้เป็นรูปธรรม 7 ขั้นตอน (seven step cps model) ลงในหนังสือ (applied imagination) มีขั้นตอน คือ

- 1) การปฐมนิเทศ(orientation)
- 2) การจัดเตรียม(preparation)
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูล(analysis)
- 4) การสร้างสมมติฐาน(hypothesis)
- 5) การทำให้ชัดเจน (incubation)
- 6) การสังเคราะห์ (synthesis)
- 7) การพิสูจน์ความจริง (verification)

ปี ค.ศ. 1963 Osborn ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- 1) การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact-finding)
- 2) การค้นหาความคิด(Idea-finding)
- 3) การค้นหาวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)

### กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ยุคที่ 2

ออสบอร์น และพาร์น (อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์. 2552: 22; อ้างอิงจาก Osborn; & Parnes. 1966) ต่อมา Osborn and Parnes ได้ร่วมกันพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะมีวิธีการค้นหาคำตอบที่แตกต่างกันออกไปมีความสลับซับซ้อนและค้นพบแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมขณะนั้นแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

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

2) การค้นพบปัญหา (Problem finding) เป็นขั้นพิจารณาเปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลายของปัญหา แล้วจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุด เป็นประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ไขต่อไป

3) การค้นหาความคิด (Idea finding) เป็นขั้นการระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุด อย่างอิสระ โดยไม่มีการประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้

4) การค้นหาคำตอบ (Solution finding) เป็นขั้นพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีการที่หามาได้ในขั้นที่ 3 โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็ว เป็นเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

5) การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ (Acceptances finding) เป็นขั้นพิสูจน์ให้เห็นว่าวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้น นำไปใช้ได้จริง โดยการแสดงรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลที่เกิดขึ้น

กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Osborn and Parnes ทั้ง 5 ขั้นนี้ ยังได้รับการปรับปรุงและพัฒนาต่อมา โดยนักการศึกษาอีกหลายท่าน

### กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ยุคที่ 3

ในปี 1985 Isaksen and Treffinger ได้เชื่อมโยงบุคคลเข้าไปในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพิ่มความสำคัญของบุคคลในด้านความคิดแบบอเนกนัย และคิดแบบเอกนัยลงไป ในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และเพิ่มขั้นค้นพบสภาพปัญหา (mess-finding) ลงไปรวมทั้งหมดเป็น 6 ขั้นตอนคือ (นฤมล จันทร์สุขวงศ์. 2551: 30; อ้างอิงจาก Alexander. 2007)

- 1) ขั้นค้นหาสภาพปัญหา(mess-finding)
- 2) ขั้นค้นหาข้อมูล (data- finding)
- 3) ขั้นค้นหาปัญหา (problem-finding)
- 4) ขั้นค้นหาความคิด (idea- finding)
- 5) ขั้นค้นหาวิธีการแก้ปัญหา (solution-finding)
- 6) ขั้นค้นหาการยอมรับ (acceptance-finding)

ตาราง 1 แบบแผนแสดงกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ได้พัฒนาขึ้นโดย Treffinger and Isaksen ในปี 1985

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เวอร์ชัน 3 (creative problem solving v.3.0)		
การคิดแบบอเนกนัย	ความไวต่อปัญหา	การคิดแบบเอกนัย
ค้นหาปัญหาจากประสบการณ์ ตาม บทบาทและสถานภาพโดยพยายาม เปิดประสบการณ์และมองว่าการ แก้ปัญหาเป็นการสร้างโอกาส	<b>1.สภาพปัญหา (mess-finding)</b>	ยอมรับสภาพปัญหาและมองว่า เป็นหน้าที่ของตนที่จะหาทาง แก้ไข
เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาโดย มองจากหลายๆมุมมองและเก็บข้อมูล ทั้งในด้านต่างๆ เช่น ความรู้สึกของ ผู้เกี่ยวข้อง	<b>2.ค้นหาข้อมูล (data- finding)</b>	ให้คำนิยามและวิเคราะห์ข้อมูล สำคัญ
พยายามคิดค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งหมด	<b>3.ค้นหาปัญหา (problem-finding)</b>	เลือกปัญหาที่สำคัญที่สุด
คิดหาวิธีการหรือหนทางการแก้ปัญหา ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้	<b>4.ค้นหาความคิด (idea- finding)</b>	เลือกความคิดที่น่าสนใจหรือ ความคิดที่จะสามารถที่จะทำให้ บรรลุเป้าหมายได้
คิดหาเกณฑ์ที่จะนำมาซึ่งการประเมิน ความคิดที่ได้จากขั้นตอนที่แล้ว	<b>5.ค้นหาวิธีการ แก้ปัญหา (solution-finding)</b>	เลือกเกณฑ์ที่ได้มาตรฐาน พอที่จะสามารถคัดเลือก ความคิดได้ดีที่สุดได้
อธิบายถึงทรัพยากรที่ต้องใช้และมีอยู่ เพื่อรองรับการดำเนินการแก้ปัญหา	<b>6.ค้นหาการยอมรับ (acceptance- finding)</b>	เจาะจงวิธีการแก้ปัญหาและวาง แผนการดำเนินการแก้ปัญหา
	<b>ปัญหาใหม่ (new challenges)</b>	

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของเวอร์ชัน 3 (CPS Version 3.0)  
(นฤมล จันทร์สุขวงศ์. 2551: 31; อ้างอิงจาก Alexander. 2007)

#### กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ยุคที่ 4

ไอซ์ัคเซน และแทรฟฟิงเกอร์ (นฤมล จันทร์สุขวงศ์. 2551: 30; อ้างอิงจาก Isaksen; & Treffingerr. 1987) ปี ค.ศ.1987 Treffinger and Isaksen ได้แยกกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ออกเป็น 3 องค์ประกอบจาก 6 ขั้นตอน คือ

- 1) การเข้าใจปัญหา (understanding the problem) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ
  - ขั้นค้นหาสภาพปัญหา(mess finding)
  - ขั้นค้นหาข้อมูล (data finding)
  - ขั้นคัดเลือกปัญหา(problem finding)
- 2) ก่อกำเนิดความคิด (generating ideas) ประกอบด้วย 1 ขั้นตอนคือ
  - ขั้นรวบรวมความคิด (idea finding)
- 3) การวางแผนปฏิบัติงาน (planning for action) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ
  - ขั้นค้นหาหนทางแก้ปัญหา (solution finding) และ
  - ขั้นค้นหาการยอมรับ(acceptance finding)

ตาราง 2 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เวอร์ชัน 4

<b>(creative problem solving v.4.0)</b>	
<b>ทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem)</b>	
<b>1.สภาพปัญหา (mess-finding)</b>	ค้นหาโอกาสสำหรับการแก้ปัญหา สร้างเป้าหมายแบบกว้างๆเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
<b>2.ค้นหาข้อมูล (data- finding)</b>	พิจารณาถึงรายละเอียด มองสภาพปัญหาโดยรอบด้าน พิจารณาข้อมูลสำคัญที่จะนำไปสู่การนิยามปัญหา
<b>3.คัดเลือกปัญหา(problem-solving)</b>	พิจารณาปัญหาและคัดเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุด
<b>ก่อกำเนิดความคิด (generating ideas)</b>	
<b>4.ค้นหาความคิด (idea- finding)</b>	พยายามคิดหาทางแก้ปัญหาให้มีความหลากหลายและแปลกใหม่ นิยามเป้าหมายที่จะเป็นไปได้สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา
<b>วางแผนปฏิบัติงาน (planning for action)</b>	
<b>5.ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา (solution-finding)</b>	- คิดพัฒนาเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกและกรันกรองเป้าหมายให้ เป็นไปได้มากที่สุด -เลือกเกณฑ์และประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกวิธีแก้ปัญหา
<b>6.ค้นหาการยอมรับ (acceptance-finding)</b>	- พิจารณาด้านทรัพยากรที่จะช่วยสนับสนุนส่งเสริมและเอื้อต่อการ แก้ปัญหา - วางแผนการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของเวอร์ชัน 4 (CPS Version 4.0)  
(นฤมล จันทร์สุขวงศ์. 2551: 32; อ้างอิงจาก Treffinger; & Isaksen. 2004)

### กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ยุคที่ 5

ปี ค.ศ.1992 Treffinger and Isaksen ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้นโดยการร่วมกันคัดเลือกรูปภาพ เพื่อสร้างแผนภาพกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อให้มีความเป็นสากล เป็น 3 องค์ประกอบ (นิพิฐพร โกมลภิตศักดิ์. 2553: 30; อ้างอิงจาก Isaksen. 2003)

- 1) การเข้าใจปัญหา (understanding the challenge)
- 2) การรวบรวมความคิด (generating ideas)
- 3) การวางแผนสำหรับการปฏิบัติ (plan for action)

### กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ยุคปัจจุบัน

Treffinger, Isaksen, และ Dorval (2003: online) ได้พัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS Model) และรูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ รุ่นล่าสุดคือรุ่น 6.1 ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลักและ 8 ขั้นตอน ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ทำความกระจ่างในเรื่องของเป้าหมาย โอกาส อุปสรรค และการทำให้ชัดเจนขึ้นในเรื่องต่าง ๆ การรวบรวมความคิดในทิศทางที่ถูกต้อง ประกอบด้วย

1. สร้างโอกาสและเป้าหมายในการแก้ปัญหา (Constructing Opportunities) โดยทำให้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดมีความชัดเจนมากขึ้น
2. ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Exploring Data) รวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้หาความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการ
3. ระบุขอบเขตของปัญหา (Framing Problems) พิจารณาว่าต้องนำความรู้ในเรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

องค์ประกอบที่ 2 รวบรวมวิธีการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (Generating Ideas)

4. รวบรวมความคิดแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (Generating Ideas) ผู้แก้ปัญหาจะต้องร่วมกันเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี เป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ร่วมกันระดมความคิด และจะได้วิธีการแก้ปัญหาจำนวนมากที่จะนำไปเลือกใช้

องค์ประกอบที่ 3 เตรียมการปฏิบัติ (Preparing for Action) ผู้แก้ปัญหาจะเตรียมความพร้อมสำหรับการลงมือปฏิบัติเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับการพัฒนาทางเลือกที่คาดหวังและวางแผนสำหรับการนำไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

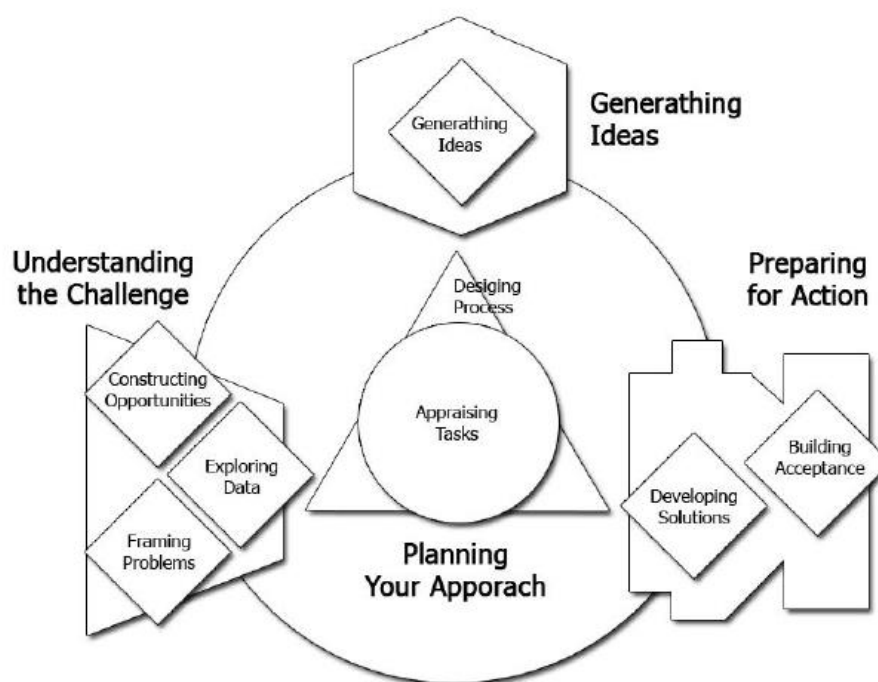
5. พัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Developing Solutions) การพัฒนาทางเลือกที่คาดหวังมีความสำคัญในขั้นตอนนี้มุ่งประเด็นไปที่ทางเลือกและพัฒนาความคิดที่คาดหวังไปสู่คำตอบที่เป็นไปได้ โดยหาข้อมูลอะไรเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้สนับสนุนการแก้ปัญหา

6. สร้างการยอมรับในวิธีแก้ปัญหา (Building Acceptance) มีการประเมินทางเลือกที่เหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปใช้ปฏิบัติจริงและควรเป็นวิธีการที่แปลกใหม่ โดยจะต้องมีการให้เหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น

องค์ประกอบที่ 4 วางแผนการจัดการ (Planning Your Approach) เป็นขั้นที่มีการนำวิธีการในการแก้ปัญหาที่ได้ออกไว้ไปสู่การปฏิบัติ

7. ประเมินระดับความสำคัญของชิ้นงาน/ปัญหา (Appraising Tasks) ทบทวนแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด พิจารณาความเหมาะสมของลำดับพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้แผนการสำหรับความไม่แน่นอนต่างๆ หรือผลย้อนกลับขั้นตอนและวิธีการที่เลือกใช้ รวมไปถึงการประเมินความสำเร็จ

8. ออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Designing Process) เป็นการเตรียมพร้อมสำหรับการปฏิบัติ เป็นแนวทางให้กับผู้แก้ปัญหา ใช้ในการวิเคราะห์ เลือกรูปวิธีการและขั้นตอนอย่างละเอียดลออ



ภาพประกอบ 2 รูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ รุ่น 6.1

The Creative Problem Solving Framework (CPS Version 6.1™)  
(Treffinger, Donald J.; Isaksen, Scott G.; & Dorval. 2003)

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge)

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อกำเนิดความคิด (Generating Ideas)

ขั้นที่ 3 ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action)

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach)

### 1.3 บทบาทและลักษณะครูในการสอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การสอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นการสอนที่จะเน้นให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิด แสดงวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกให้ ดังนั้นครูจึงมีส่วนสำคัญ นักการศึกษาหลายท่านจึงได้กล่าวถึงบทบาท และลักษณะครูไว้ ดังนี้

พาร์น (สิทธิชัย ชมพูแสงแสดงความคิดอย่างหลากหลายพาทย์. 2554: 39; อ้างอิงจาก Parnes. 1976) เสนอแนะว่าบทบาทของครูในการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้แก่ การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยในการแสดงความคิดเห็น การส่งเสริมความขี้เล่นของนักเรียน การให้เวลานักเรียนในการบ่มเพาะความคิดโดยไม่ด่วนตัดสินความคิดของนักเรียน และให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นให้มาก ต้องใช้คำถามอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้นักเรียนได้คิดสร้างสรรค์

เวียร์ (สิทธิชัย ชมพูพาทย์. 2554: 40; อ้างอิงจาก Weir. 1974: 16-18) ได้เสนอหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนที่ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ 7 ประการได้แก่

1. การฝึกนักเรียนให้สามารถมองปัญหาได้อย่างถูกต้องและตามความเป็นจริง ไม่เพิกเฉยต่อปัญหา ทำให้นักเรียนมองว่าปัญหาเป็นเรื่องปกติที่ทุกคนต้องเผชิญและแก้ไขเป็นการเริ่มต้นวิเคราะห์ว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร
2. การตัดสินใจให้คำนิยามของปัญหา เป็นการระบุปัญหาในเชิงนิยามนั่นเอง โดยต้องระบุตามความเป็นจริงมากกว่าการระบุตามความเหมาะสม
3. เรียบเรียงเหตุการณ์ต่างๆของปัญหา กล่าวคือ การเชื่อมโยงระหว่างปัญหาต่างๆ เข้าด้วยกันว่าปัญหาใดเกิดขึ้นก่อนและปัญหาใดเป็นปัญหาที่เล็กน้อย เมื่อลำดับความสำคัญและเชื่อมโยงระหว่างปัญหาได้แล้วก็จะทราบว่ามีปัญหาใดสมควรต้องได้รับการแก้ไข
4. ใช้ความคิดพื้นฐานที่สำคัญในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อช่วยหาและขยายกรอบความคิด หาแนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งใหม่และใช้ความคิดเชิงตรรกะหรือความคิดวิจรณ์ญาณในการเชื่อมโยงเหตุผลเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาทางเลือกที่ดีที่สุด หรือเมื่อพบอุปสรรคก็หยุดพักสักเล็กน้อยเพื่อเรียกความคิด
5. ใช้ชุดคำถามที่ง่าย ๆ ในชีวิตประจำวันนักเรียนเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดความคิดในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ขึ้นมา อาจจะใช้เรื่องจริงที่พบเห็นมาแล้ว การเล่นเกมบาทสมมุติมาเป็นสื่อในการทำให้เกิดความคิดขึ้น
6. ฝึกการเข้าใจผู้อื่น ซึ่งเป็นกระบวนการพิจารณาปัญหาว่าวิธีการใดที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ฝึกการทำงานเป็นกลุ่มหรือการระดมสมองเพื่อประสิทธิภาพการแก้ปัญหา และเพิ่มจำนวนของทางเลือกในการแก้ปัญหา
7. ครูจะไม่ตัดสินความคิดของนักเรียน แต่พยายามกระตุ้นให้นักเรียนคิดให้มากที่สุด ให้ลึกที่สุด และให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงเหตุและผล เนื่องจากการคิดที่หลากหลายเป็นสิ่งที่สำคัญที่ทำให้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของออสบอร์นและพาร์นพบความสำเร็จ

#### 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

เอลลิสัน (สรวงสุตา ปานสกุล. 2545; อ้างอิงจาก Ellison. 1995) ได้ทำการทดลอง โดยการนำการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาใช้ในการออกแบบการศึกษาในระดับอุดมศึกษา กลุ่มตัวอย่าง ประชากร เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลจากการสอนทั้งด้านความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติที่มีต่อการเรียนการสอนแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น โดยมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในด้านคิดคล่องสูงที่สุด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ภัทรภร แสงไชย (2551: 174-177) ได้ศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิงทฤษฎีสามศรกับรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการสอนและรูปแบบการแก้ปัญหาต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิงทฤษฎีสามศรมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีรูปแบบการแก้ปัญหาแบบนักพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิรัศม์ สริกขานนท์ (ศิริพร แก้วอ่อน. 2557: 41; อ้างอิงจาก ศศิรัศม์ สริกขานนท์. 2540) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สรวงสุตา ปานสกุล (2545) ทำการศึกษาและนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้อัตนวิสัยกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต มีรูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอนคือ การค้นหาความจริง การค้นหาปัญหา การค้นหาความคิด การค้นหาคำตอบ การหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ นำรูปแบบที่สร้างขึ้นทดลองใช้กับเจ้าหน้าที่ชำนาญการประชาสัมพันธ์ จากการทดลองให้รูปแบบพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552: 114-115) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาพันธ์ชนิต เจนจิต (2546) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการสอนเรขาคณิตโดยใช้ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษ ทางคณิตศาสตร์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างสามารถสอบผ่านเกณฑ์ 75 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวน นักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และมีพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนที่ ประกอบด้วยความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความคิดละเอียดลออ อยู่ในระดับดีทุกด้าน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกระบวนการ จัดการเรียนรู้ ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในหลายๆ ด้าน เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน เป็นต้น

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Think-Talk-Write

เทคนิค Think-Talk-Write เป็นกลวิธีที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเน้นทักษะ การคิด พูด และเขียน สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน

### 2.1 ความหมายของเทคนิค Think-Talk-Write

จากการศึกษาค้นคว้ามีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของ เทคนิค Think-Talk-Write ไว้ ดังนี้

ฮุนเกอร์ และ ลาฟลิน (Huinker; & Laughlin. 1996: 81) ได้ให้ความหมายของเทคนิค Think-Talk-Write ว่าเป็นกลวิธีที่นำมาประกอบการสอนเพื่อเน้นทักษะการคิด พูด เขียน โดยคิดใน ประเด็นที่สงสัยหรือต้องการหาคำตอบ พูดแลกเปลี่ยนอภิปรายความคิด และเขียนข้อสรุปจากการ อภิปราย

ดิลา (พัชรภรณ์ ทองนาค. 2559: 30; อ้างอิงจาก Dila. 2012) ได้ให้ความหมายของ เทคนิค Think Talk Write คือ เทคนิคที่ส่งเสริมภาษาทางการพูดและการเขียนอย่างคล่องแคล่ว เทคนิค นี้อยู่บนพื้นฐานของการเข้าใจในการเรียนและเป็นพฤติกรรมที่ส่งเสริมทางการสื่อสาร ที่ส่งเสริม ให้นักเรียน คิด พูด แล้วสามารถเขียนออกมาได้

แมลิดา (พัชรภรณ์ ทองนาค. 2559: 30; อ้างอิงจาก Maulida. 2013) ได้ให้ความหมาย ของเทคนิค Think Talk Write ว่าเป็นเทคนิคที่ส่งเสริมการฝึกฝนทางการพูดและการเขียน พัฒนาโดย Huinker โดยมีพื้นฐานมาจากความเข้าใจจากสิ่งที่เรียนและพฤติกรรมทางสังคม

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปความหมายของเทคนิค Think-Talk-Write ว่าเป็น เทคนิคการ สอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดประเด็นที่สงสัย พูดแลกเปลี่ยนอภิปรายความคิดและเขียนข้อสรุปที่ได้

## 2.2 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write ไว้ดังนี้

ฮุนเกอร์ และ ลาฟลิน (Huinker; & Laughlin. 1996: 81) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write ไว้ดังนี้

ขั้นตอนการคิด เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดเมื่อนักเรียนได้รับคำถามหรือกระตุ้นนักเรียนให้คิดแก้ปัญหา และคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ โดยให้บันทึกเล็กน้อยเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้คิดไว้ หรือบันทึกสิ่งที่ไม่เข้าใจโดยใช้ภาษาของตัวเอง

ขั้นตอนการพูด เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุยหรือสนทนาและอภิปรายถึงการหาคำตอบซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะนำความคิดในขั้นตอนแรกมาพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้วยภาษาที่เป็นกันเอง หรือสะท้อนความคิดของตัวเองร่วมกับผู้อื่น

ขั้นตอนการเขียน เป็นขั้นตอนการเขียนคำตอบที่ได้จากการคิดและอภิปรายร่วมกันจากขั้นตอนแรกและขั้นตอนที่สองโดยนักเรียนจะเขียนตอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอนอย่างถูกต้อง

ซิลเวอร์ และสมิธ (สุดารัตน์ ภิรมย์ราช. 2555: 27; อ้างอิงจาก Silver; & Smith. 1996: 21) กล่าวว่า บทบาทและหน้าที่ของครูในการใช้งานเทคนิค Think-Talk-Write ให้มีประสิทธิภาพนั้น คือ การถามให้นักเรียนได้คิด และนำไปสู่การพูดและการเขียน มีการกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วม ซึ่งขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write ได้แก่

ขั้นแรก นักเรียนอ่านข้อความและทำการจดบันทึกส่วนบุคคล (Think) และนำมาสู่การแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่สอง นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนในกลุ่มถึงสิ่งที่ตนเองจดบันทึก (Talk) ในกิจกรรมนี้นักเรียนใช้ภาษาและคำพูดของตัวเองในการถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจ จะถูกสร้างขึ้นผ่านการอภิปราย

ขั้นที่สาม นักเรียนสร้างข้อสรุปขึ้นเองและมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน (Write)

ขั้นสุดท้าย ตัวแทนกลุ่มแสดงข้อสรุปเพื่อนให้กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็น

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write มีดังนี้

ขั้นตอนการคิด (Think) เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนคิด เมื่อนักเรียนเจอปัญหา โดยมีการบันทึกเกี่ยวกับการคิดโดยใช้ภาษาของตนเอง

ขั้นตอนการพูด (Talk) เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุย หรืออภิปรายความคิดเห็น หรือสะท้อนความคิดของตนเองร่วมกับผู้อื่น

ขั้นตอนการเขียน (Write) เป็นขั้นตอนการเขียนคำตอบที่ได้จากการคิดและอภิปรายโดยนักเรียนจะเขียนคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นอย่างถูกต้อง

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ซีพทา (สุदारัตน์ ภิรมย์ราช. 2555: 54; อ้างอิงจาก Cipta. 2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านเทคนิค Think-Talk-Write ของนักเรียนระดับเกรด 8 โดยใช้บทเรียนเรื่องวงกลมข้อมูลจากการวิจัยพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อุณฑาร์ตี เรนิ (สุदारัตน์ ภิรมย์ราช. 2555: 54; อ้างอิงจาก Untarti Reni. 2010) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิค Think-Talk-Write ในการเรียนเพื่อปรับปรุงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สุदारัตน์ ภิรมย์ราช (2555: 99) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิค Think-Talk-Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การใช้เทคนิค Think-Talk-Write เป็นเทคนิคที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นได้

## 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

แอนเดอร์สัน และฟิงกรี (อัศวิน พุ่มรินทร์. 2556: 21; อ้างอิงจาก Anderson; & Pingry. 1973: 228) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ ผู้ที่จะแก้ปัญหาจะต้องมีกระบวนการ มีขั้นตอนในการแก้ปัญหา ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ และกล้าตัดสินใจในการแก้ปัญหาที่ได้พบเห็น

ครูลิค และ รูดนิค (ชญาภา ใจโปร่ง. 2554: 8; อ้างอิงจาก Krulik; & Rudnick. 1993: 6) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณในปัญหานั้น ไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการ

ในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหามustต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา จึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 16) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบ ซึ่งบุคคลต้องใช้สาระความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้คิดหาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดหาคำตอบ ในบางสถานการณ์เป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับคนอื่น ๆ ก็ได้

ยุพิน พิพิธกุล (2542: 5) กล่าวถึงปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริง หรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2544: 10) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือปัญหาที่พบในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที และในการแก้ปัญหาต่างๆ ต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหา และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

สสวท. (2546: 79) กล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการตัดสินใจ

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักวิชาการและนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ให้ความหมายไว้ กล่าวโดยสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาหรือคำถามที่ผู้แก้ปัญหามิคุ้นเคย และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหามustต้องใช้กระบวนการความรู้ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงประสบการณ์มาใช้ในการหาคำตอบอย่างเป็นขั้นตอน

### 3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้ามีผู้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลายทางดังนี้ โพลยา (Polya. 1980: 1) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไปหาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความหมายที่ชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

เคนเนดี (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 35; อ้างอิงจาก Kennedy. 1984: 81) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (ชมพูนุช ชาวบ้านเกาะ. 2554: 26; อ้างอิงจาก NCTM. 2000: 52) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหา คือการทำงานซึ่งยังไม่รู้วิธีที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบ นักเรียนจะต้องใช้ประโยชน์จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้น เพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อยๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบแต่อยู่ที่วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหามาด้วย

ปรีชา เนาวีเย็นผล (2538: 53) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็จะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539: 122) ให้ความหมายการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ต้องการอาศัยสติปัญญา ความรู้ ความเข้าใจ ความคิดแบบวิเคราะห์ ความพร้อมในการที่จะคิดแก้ปัญหา ทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ ทั้งด้านเนื้อหาและวิธีการ เป็นทักษะที่สำคัญที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนโดยใช้ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม และการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการและกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการที่มีแบบแผนและขั้นตอน

ยุพิน พิพิธกุล (2539: 82) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงกระบวนการหาวิธีเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็จะต้องใช้ความรู้ ความคิด ประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ประยุกต์ความรู้ที่ได้รับมาตอนแรกหรือความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่คุ้นเคย

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 103) ให้ความหมายการแก้ปัญหา หมายถึงสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งต้องการหาคำตอบ คำตอบที่ได้จะเกี่ยวข้องกับปริมาณด้วย ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีมากมายหลายชนิด เช่นปัญหาที่ปรากฏในหนังสือ ปัญหาที่พบในหนังสือต่างๆ ไป ปัญหาให้ค้นหา ปัญหาให้พิสูจน์

สสวท. (2551: 7) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา

จากความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่มีอยู่ รวมถึงมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาซึ่งต้องใช้การฝึกฝนบ่อยๆ

### 3.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

บลูม (ชมพูนุช ชาวบ้านเกาะ. 2554: 27; อ้างอิงจาก Bloom. 1956: 122) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาดังนี้

- ขั้นที่ 1 ผู้เรียนพบปัญหาผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นเกี่ยวกับปัญหา
- ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปของปัญหาขึ้นมาใหม่
- ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา
- ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
- ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

โพลยา (ชมพูนุช ชาวบ้านเกาะ. 2554: 27; อ้างอิงจาก Polya. 1957: 5-40) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจคำ ประโยคย่อย ๆ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของปัญหา โดยนักเรียนต้องสามารถสรุปปัญหาเป็นภาษาหรือคำพูดของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ถามหาอะไร
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูล จากขั้นที่ 1 นำไปสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้จะก่อให้เกิดผลอย่างไรได้บ้างและต้องใช้ความรู้อะไรอีกบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น โดยการนำทฤษฎี หลักการ/กฎ สูตร บทนิยาม ที่เรียนมากำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เป็นขั้นดำเนินการตามแผน/วิธีการที่เลือกไว้จนกระทั่งได้คำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณขั้นนี้เป็นขั้นที่ ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์
4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนว่าเรียบร้อยครบทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ครูลิขิต และ รุذنิก (ชญาภา ใจโปร่ง. 2554: 12; อ้างอิงจาก Krulik; & Rudnick. 1996: 5-6) เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการอ่านและคิด เป็นขั้นการวิเคราะห์ปัญหา การตรวจสอบข้อเท็จจริงและการประเมินผล การเชื่อมโยงทุกส่วนของปัญหา
2. ขั้นการสำรวจและวางแผน เป็นการวางแผนเพื่อหาคำตอบโดยการจัดลำดับข้อมูล ข่าวสาร พิจารณาถึงความพอเพียงของข้อมูล จัดข้อมูลในรูปตาราง การสร้างข้อสรุป สร้างรูปแบบ

3. ขั้นคัดเลือกยุทธวิธี เป็นขั้นที่คนส่วนใหญ่เห็นว่ามีความยากกว่าทุกขั้นตอน โดยการเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมกับปัญหา

4. ขั้นหาคำตอบ เป็นขั้นใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ เพื่อหาคำตอบ เช่น ใช้การประมาณค่าหรือใช้เครื่องคำนวณ

5. ขั้นการสะท้อนกลับและการขยายผล โดยการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ตอบคำถามของโจทย์ครบถ้วนหรือไม่และคำตอบที่ได้อธิบายเหตุผลอย่างเพียงพอหรือไม่

ขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 75) กล่าวถึง กระบวนการคิดแก้ปัญหามathematics ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล โจทย์ถามอะไรและให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา สมมติสัญลักษณ์อย่างไร จะต้องหาว่าข้อมูลต่างๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร หาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำ กฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎีต่างๆ ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

ขั้นที่ 3 การคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ต้องคิดคำนวณแก้สมการหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหา โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ จะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสมตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบด้วย

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542: 15-16) กล่าวถึงขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้

2. วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกต รูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ การเดาและการทดสอบ การทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด

3. ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าวิธีการที่เลือกได้หรือไม่ และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่

จากการศึกษากระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหามathematics ข้างต้น สรุปได้ว่าการแก้ปัญหามathematics มี 4 ขั้นตอนตามกระบวนการแก้ปัญหามathematics ของโพลยา คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจ ผู้เรียนสามารถระบุได้ว่าโจทย์ถามอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

2. ขั้วางแผนแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด และอย่างไร ว่าต้องนำความรู้เรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือมีแนวทางการแก้ปัญหาหลากหลาย พร้อมระบุความสัมพันธ์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

3. ขั้ดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาโดยอาศัยทักษะการคิดคำนวณ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้

4. ขั้ตรวจสอบ ผู้เรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องและมีความสมเหตุสมผลกับปัญหาหรือไม่

### 3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจำเป็นที่จะต้องทราบวิธีการ หรือแนวทางในการพัฒนา ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้ดังนี้

เบลล์ (ชมพูนุช ชาวบ้านเกาะ. 2554: 42-43; อ้างอิงจาก Bell. 1978: 311) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่ดี และเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจสำหรับนักเรียน แต่ถ้การแก้ปัญหามุ่งเน้นที่ความรวดเร็ว ความถูกต้อง รูปแบบความเป็นระเบียบ และคำตอบที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนท้อถอยมีความรู้สึกว่าการแก้ปัญหาเป็นเรื่องยากควรควรให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างอิสระ ซึ่งทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และเรียนรู้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะช่วยให้เกิดการพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ให้ดีขึ้น

บิทเทอร์ (ชมพูนุช ชาวบ้านเกาะ. 2554: 42-43; อ้างอิงจาก Bitter. 1990: 43-44) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์ที่ให้กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหานั้น ๆ
4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามอะไร ถ้ไม่สามารถบอกได้ ให้อ่านปัญหานั้นใหม่และถ้จำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ
5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลายๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำทลายความสามารถ
6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาย่อยๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลายๆข้อ โดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะ และส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลายๆวิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่นๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้

8. ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้น ๆ

9. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่

10. ควรให้เวลานักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

11. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้ เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (ชมพูนุช ชาวบ้านเกาะ. 2554: 42-43; อ้างอิงจาก NCTM. 1991: 57) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับ สภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนไว้ ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิดวิธีการคิดและความรู้สึกของนักเรียน
2. ให้เวลาในการสำรวจแนวคิดในทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลองใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้างข้อคาดเดา
5. ให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ
2. ให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดด้วยตนเอง แล้วค่อยรวมกลุ่มช่วยกันคิดว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไร และมีวิธีการคิดหาคำตอบอย่างไร จัดกิจกรรมที่เร้าความสนใจ และเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น
3. ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาที่คล้ายๆแบบเดิมเพื่อให้นักเรียนจะได้รู้แนวทาง
4. ให้เวลาที่มากพอในการคิดหาแนวทางการแก้ปัญหา
5. จัดบรรยากาศการเรียนการสอนแบบเป็นกันเอง ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างครู กับ นักเรียน ฝึกให้นักเรียนรู้จักการคาดคะเนคำตอบ

### 3.5 แนวทางการวัดและการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้ครูผู้สอนทราบถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านจึงได้ให้แนวทางไว้ ดังนี้

#### การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic Score)

สสวท. (2546: 123) เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

คะแนน	ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3	ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผล ในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2	พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1	ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

ชาร์ลส์เลสเตอร์ และโอเฟเฟอร์ (สมศักดิ์ โสภณพินิจ. 2547: 22-25; อ้างอิงจาก Charies Lester; & O'Deffer. 1978) ได้เสนอวิธีการให้คะแนนที่เรียกว่า การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring Scale) โดยกำหนดให้คะแนนเต็ม 4 คะแนน ถ้าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องมากน้อย ต่างๆกัน จะได้คะแนนลดหลั่นกันตามส่วน ดังนี้

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของชาร์ลส์เลสเตอร์ และโอเฟเฟอร์

คะแนนที่ให้	ลักษณะของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้เลย แม้จะมีรอยขีดเขียน อยู่บ้างก็ไม่ได้ใกล้เคียง หรือลู่ทางว่าจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้
1 คะแนน	ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาโจทย์ได้ถูกต้อง ได้แสดงการคิดคำนวณที่ถูกต้องบ้างเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าเขารู้วิธีทำที่ถูกต้อง แต่ไม่สามารถทำจนสำเร็จได้
2 คะแนน	มีวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง ได้แสดงวิธีทำอย่างมีเหตุผลแต่รายละเอียดของการคิดคำนวณยังผิดอยู่ ส่วนใหญ่เป็นความผิดจากการเข้าใจผิด หรือมีความบกพร่องในขั้นตอนการคำนวณ
3 คะแนน	สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เกือบถูกต้องสมบูรณ์ วิธีการถูกต้องตามขั้นตอนต่างๆ แต่มีข้อผิดพลาดบกพร่องในรายละเอียดบางประการ เช่น ไม่ได้ระบุเงื่อนไขที่จะเป็นประกอบคำอธิบาย หรือวิธีทำถูกต้องทั้งหมดแต่ตอบในขั้นสุดท้ายผิดพลาด
4 คะแนน	มีความถูกต้องทั้งวิธีทำ และรายละเอียดของการคิดคำนวณ

#### การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 104-106) เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ครูอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือ ความเหมาะสมได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 5 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริม  
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและ เขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่ คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจ เขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
การใช้วิธีการ แก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็น บางครั้ง
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือ ใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ

รีย ชูยแดม และลินควิสท์ (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 70; อ้างอิงจาก Reys; Suydam; & Lindquist. 1992: 313) ได้กำหนดระดับ ของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของ กระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0 - 2 คะแนน ตามรายละเอียดดังนี้

1. ความเข้าใจ

0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย

1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน

2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

2. การวางแผนการแก้ปัญหา

0 หมายถึง ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด

1 หมายถึง วางแผนถูกต้องบางส่วน

2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด

## 3. คำตอบ

0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม

1 หมายถึง คัดลอกผิดพลาด คำนวนผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ

2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้อง และใช้ภาษาได้ถูกต้อง

สิริพร ทิพย์คง (2544: 113-114) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาควรจะมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง และได้เสนอเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

## 1. ความเข้าใจปัญหา

0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง

2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง

## 2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง

## 3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง

2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหไปใช้ได้ถูกต้อง

## 4. การตอบ

0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด

2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์

พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง (2547: 173-174) ได้แบ่งการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

## 1. ความเข้าใจในการทำงาน

คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีความเข้าใจทั้งหมด

คะแนน 2 หมายถึง เข้าใจบางส่วน

คะแนน 3 หมายถึง เข้าใจพอใช้

คะแนน 4 หมายถึง สรุปอ้างอิงได้ ประยุกต์ใช้ได้ ขยายความคิดได้

2. คุณภาพของวิธีการทำ
  - คะแนน 1 หมายถึง วิธีการไม่เหมาะสม
  - คะแนน 2 หมายถึง มีแนวทางหรือวิธีการเหมาะสมบางส่วน
  - คะแนน 3 หมายถึง มีแนวทางหรือวิธีการใช้การได้ดี
  - คะแนน 4 หมายถึง มีแนวทางหรือวิธีการแยบยลมีประสิทธิภาพ
3. การตัดสินใจเลือกใช้วิธีการ
  - คะแนน 1 หมายถึง ไม่แสดงให้เห็นหลักฐานของการตัดสินใจที่มีเหตุผล
  - คะแนน 2 หมายถึง ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
  - คะแนน 3 หมายถึง ตัดสินใจหรือปรับแก้ตามที่ตั้งใจได้อย่างมีเหตุผล
  - คะแนน 4 หมายถึง ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ปรับแก้แนวทางได้ถูกต้อง

### 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ฮาร์ท (ชญาภา ไจโปรง. 2554: 30; อ้างอิงจาก Hart. 1993: 169-170) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือในกลุ่มย่อย พบว่าองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีมี 3 ประการ คือ

1. ความร่วมมือกันในกลุ่ม
2. ความช่วยเหลือกันในกลุ่ม
3. บรรทัดฐานทางสังคม (Social norms) ในกลุ่มย่อย

นอกจากนี้ ฮาร์ท ยังพบอีกว่า องค์ประกอบที่ขัดขวางพฤติกรรมในการแก้ปัญหามี 4 ประการ คือ

1. ขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหา
2. มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
3. ขาดการติดตามหรือวางระบบความคิด
4. เชื่อว่าจะไม่สามารถประสบความสำเร็จ

วิลเลียม (ชมพูนุช ชาวบ้านเกาะ. 2554: 50; อ้างอิงจาก William. 2003: 185-187) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยส่งเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องเขียนตามขั้นตอน โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจใน

กิจกรรมการเรียนรู้และนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

ทูกอร์ (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 72; อ้างอิงจาก Tougaw. 1994: 2934-A) ได้ศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาที่เป็นแบบเปิดกว้าง (Open approach) ในการสอนคณิตศาสตร์ โดยศึกษาถึงพฤติกรรม การแก้ปัญหาและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยการแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง หมายถึง การคาดเดา การสืบค้น การอภิปราย การพิสูจน์ และการหารูปทั่วไป ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนต้องใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการคิดและเจตคติทางบวกเป็นพื้นฐาน ผลการทดลองพบว่านักเรียนผ่านการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้างมีเจตคติทางบวกต่อการเรียน และเพศไม่มีความแตกต่างต่อพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

นวลจันทร์ ผมุดทา (2545: 59) ได้ศึกษาผลการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้ และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ SSCS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01

อิสราวุฒ สัมซ่า (2549: 54) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบ SSCS ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบ SSCS พบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรชร ญบุญเติม (2550: 67) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน (Representation) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ตัวแทน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้ตัวแทนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551: 80) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552: 210) ได้ศึกษาผลการใช้นวัตกรรมชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดร่วมระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ กระบวนการสืบสอบ และการเรียนแบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้ใช้ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดร่วม ระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ กระบวนการสืบสอบ และการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สูงกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งฉบับและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ชมพูท ขวบ้านเกาะ (2554: 71) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทน (Representation) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลัง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สันนิสา สมัยอยู่ (2554: 132) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่ จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหานั้นๆ โดยครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้ได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้และวิธีการสอนที่มีความหลากหลาย ซึ่งส่งผลต่อความสามารถด้านการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์

#### 4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

##### 4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้า มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 75; อ้างอิงจาก NCTM. 1989: 214) เสนอว่า การสื่อสารเป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดง และทำความเข้าใจแนวคิด เป็นการผสมผสานความรู้ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายความเข้าใจของตนเอง โดยนักเรียนจะเข้าใจความคิดของตนเองอย่างลึกซึ้งเมื่อนักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ได้พิสูจน์ความมีเหตุผลต่อคนอื่น หรือเมื่อนักเรียนได้ตั้งโจทย์หรือคำถาม ด้วยวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย เช่น การเขียน การฟัง และการพูด ต่อมาในปี 2000 NCTM (60-62) ได้แยกการใช้สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อแนวคิดออกเป็นการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการสื่อสารจึงเป็นวิธีการแลกเปลี่ยน และการทำความเข้าใจให้กระจ่างชัดเจน

โทมัส (ทัทยรัตน์ ยศแผ่น. 2556: 43; อ้างอิงจาก Thomas. 1991: 75) กล่าวว่า คณิตศาสตร์คือการสื่อสาร นักเรียนจำเป็นต้องมีการพัฒนาทักษะด้านการเขียน การพูด การฟังอย่างหลากหลายใน

ขั้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การใช้สื่อต่างๆ เช่น วัตถุ รูปภาพ แผนภูมิ ล้วนเป็นสิ่งสำคัญของการสร้างมโนทัศน์และสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสนำเสนอความคิดผ่านทางวัตถุ การวาดภาพ และการสร้างแผนภูมิ โอกาสในการสื่อสารเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการนำเสนอ การอภิปราย การอ่าน การเขียนและการฟัง ความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้และการใช้คณิตศาสตร์

เคนเนดี และทิปส์ (สคูตาร์ดน์ ภิรมย์ราช. 2555: 42; อ้างอิงจาก Kennedy; & Tipps. 1994: 181) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็คือให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเป็นการเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนความรู้

เพรสทีจ (หทัยรัตน์ ยศแผ่น. 2556: 43; อ้างอิงจาก Prestige. 2002: 26) กล่าวว่าความสามารถในการสื่อสาร คือการที่นักเรียนสามารถกำหนด และอภิปราย อธิบายข้อมูลและบันทึก และนำเสนอข้อค้นพบได้หลากหลายวัตถุประสงค์ และหลากหลายวิธีการ การสื่อสารเกิดจากวัตถุประสงค์ ทั้งการแสดงความคิดเห็นของตนเองมีความชัดเจน

เรย์ (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 75; อ้างอิงจาก Rey. 2001: 83) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่รวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูดและการเขียนเพื่อแสดงและอธิบายแนวคิดโดยเฉพาะการสื่อสารสองทาง ช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบาย รวบรวม และขยายแนวคิดแลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น โดยใช้ การสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนกราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้ทั้งการพูดและการเขียน

อลิสรา ชมชื่น (2550: 50) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อสาร นำเสนออภิปราย อธิบายแนวคิดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยวิธีที่หลากหลาย โดยการพูด การฟัง การอ่าน และการเขียนได้อย่างถูกต้อง และกระชับ

พรรณทิพา พรหมรักษ์ (2552: 52) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นการใช้การพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวความคิด ซึ่งแสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

อัมพร ม้าคนอง (2553: 56) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจ หรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ โดยใช้ตาราง กราฟหรือค่าสถิติในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล

จากความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการใช้ภาษา สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแลกเปลี่ยนหรืออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยวิธีที่หลากหลาย อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน ถูกต้องและเหมาะสม

#### 4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สมาคมนักคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (สคูตาร์ดน์ ภิรมย์ราช. 2555: 42; อ้างอิงจาก NCTM. 1989: 26) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาทางคณิตศาสตร์ เป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึก ไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรม และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ คำพูดและการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน

สสวท. (2551: 70) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยน ความรู้และความคิดถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้งและจดจำได้นาน มากขึ้นด้วย

म्मมี (หทัยรัตน์ ยศแผ่น. 2556: 45; อ้างอิงจาก Mumme. 1993) ได้เสนอประโยชน์ของการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมในการทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกล่าวคือ การแสดงออกทางความคิด การเข้าร่วมอภิปราย การฟังนักเรียนคนอื่น ๆ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่ลึกซึ้งขึ้น การฟังความคิดของคนอื่นจะเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความคิดของคนอื่นที่มีความคิดที่แตกต่างในสถานการณ์เดียวกัน นักเรียนจะสามารถสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของประสบการณ์ตรงและส่งเสริมการสร้างความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในสิ่งที่นักเรียนคิด

2. การสื่อสารเป็นวิธีการแลกเปลี่ยนความเข้าใจคณิตศาสตร์ซึ่งกันและกัน คือ การให้นักเรียนสื่อสารโต้ตอบกันและกัน จะทำให้เกิดการช่วยเหลือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกิดการเรียนรู้จากเพื่อนในกลุ่มมากกว่าเรียนจากครู เพราะในกลุ่มนักเรียนด้วยกันจะใช้ภาษาในระดับเดียวกัน ย่อมพูดกันรู้เรื่องและไม่เกิดความอับอายในการซักถามเรื่องที่ตนไม่เข้าใจ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนที่อธิบายให้เพื่อนฟังเกิดความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ลึกซึ้งมากขึ้น เพราะนักเรียนที่อธิบายต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมก่อนจะมาอธิบายได้ และยังทำให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเองที่มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือเพื่อน

3. การสื่อสารเป็นการเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นนักเรียนรู้ คือ เมื่อครูเป็นผู้ตั้งคำถาม

และนักเรียนเป็นผู้ตอบโดยการพูดและการเขียนในสิ่งที่นักเรียนคิด หรือนักเรียนถามตอบกันเองจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง การให้นักเรียนรายงานสิ่งที่นักเรียนคิดเป็นประเด็นที่มีความสำคัญ เพราะนักเรียนจะต้องใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของตนเองในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมและในที่สุดนักเรียนจะเปลี่ยนเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเรียนรู้ คือ การพูดและการฟังในกลุ่มเพื่อนจากการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเป็นวิธีที่ปลอดภัยจากความวิตกกังวลในการแสดงความคิดเห็นใหม่ ๆ เมื่อการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ เป็นสิ่งที่น่าสนุกสนานจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเต็มใจในการร่วมมือกัน

5. การสื่อสารช่วยให้ครูได้หยั่งรู้ (Insight) ในความคิดของนักเรียน คือ ครูจะเรียนรู้สิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ โดยการฟังสิ่งที่นักเรียนอธิบายโดยกระบวนการให้เหตุผล โดยความสามารถในการอธิบายเป็นทักษะที่ได้จากการฝึกฝนทักษะการสื่อสารในกลุ่มเพื่อนที่มีการใช้ภาษาอย่างง่าย ๆ และเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

พรรณทิพา พรหมรักษ์ (2552: 52) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ มีความสำคัญยิ่งต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ เรียนรู้วิธีการคิดและมีความชัดเจนในสิ่งที่คิดอันเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน การให้นักเรียนได้พูดอภิปรายทำให้เกิดการผสมผสานความรู้ได้อย่างดี แต่ละคนสามารถขยายแนวความคิดของกันและกันช่วยให้เกิดความชัดเจนในงานหรือกระบวนการทำงาน

2. การเขียน เป็นการสื่อสารที่มีคุณค่าอีกอย่างหนึ่งแต่ยังไม่ค่อยได้รับการฝึกฝนมากนักในการเรียนคณิตศาสตร์ การเขียนทำให้เกิดความชัดเจนในแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปัญหา และช่วยในการพัฒนาการรับรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

3. การอ่าน นับว่าเป็นการสื่อสารที่จำเป็น เพราะแหล่งความรู้ที่นักเรียนจะต้องประสบส่วนใหญ่อยู่ในรูปของหนังสือ เอกสาร หรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ นักเรียนจึงควรได้ฝึกการอ่านและทำความเข้าใจรายละเอียดในบทเรียนด้วยตนเองจากหนังสือหรือเอกสาร เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการศึกษาค้นคว้า หาข้อสรุปด้วยตนเองมากกว่าจะเป็นเพียงผู้คอยรับความรู้จากครูเท่านั้น

4. การนำเสนอแนวคิด (Representing) เป็นการสื่อสารที่สำคัญที่สุด เพราะการแสดงแนวคิดจะรวมถึงการแปลงปัญหาและแนวคิดไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่คุ้นเคยหรือเข้าใจง่าย เช่น เขียนแทนด้วยแผนภาพ แผนภูมิหรือกราฟ และในทางกลับกัน ให้มีการแปลแผนภาพ แผนภูมิ หรือรูปภาพ ไปสู่สัญลักษณ์และประโยคภาษา

จากความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาทางคณิตศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงความคิดที่ไม่เป็นทางการ ไปสู่สิ่งที่เป็นรูปธรรม เป็นการส่งเสริมการทำความเข้าใจ การแลกเปลี่ยนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของกันและกัน และทำให้เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้งและจดจำได้นาน

### 4.3 แนวทางการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สคูคาร์ตัน ภิรมย์ราช. 2555: 44; อ้างอิงจาก NCTM. 1989: 26) เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเป็นกิจกรรม ที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนาและการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการอ่าน การพูดและการแสดงแนวคิด จัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูด และการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ และทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ดังนั้น การพูด การฟัง การอ่าน การเขียนและแสดงแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ จึงเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร

โรเวน และมอร์โรว์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 46; อ้างอิงจาก Rowan; & Morrow. 1993: 9-11) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน ทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และคิดอย่างสร้างสรรค์
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด เพื่อให้นักเรียนเห็นว่า การเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจึงต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจน
5. ในการเรียนแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่ม เป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารโดยตรง
6. ในการชี้แนะโดยตรงและโดยอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหาร และจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

กรมวิชาการ (พรรณทิพา พรหมรักษ์. 2552: 53; อ้างอิงจาก กรมวิชาการ. 2544: 201) ได้กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นการให้คิดวิเคราะห์

สังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา นักเรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมายและนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในวิชาพีชคณิต เป็นการวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปแบบของ ตาราง กราฟ หรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น การทำให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอมีแนวทางในการดำเนินดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
2. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นของตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอข้อมูล
3. การฝึกทักษะ/กระบวนการนี้ต้องทำต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้นักเรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร รูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารสื่อความหมาย

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ ใช้คำถามปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและตอบสนองออกมา เปิดโอกาสให้มีการแสดงแนวคิดโดยการพูดและการเขียนในสิ่งที่นักเรียนคิดและอธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ และควรสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง

#### 4.4 การวัดและการประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้ครูผู้สอนทราบถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านจึงได้ให้แนวทางไว้ ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สจาร์ตัน ภิรมย์ราช. 2555: 47; อ้างอิงจาก NCTM. 1989: 214-217) ได้ระบุว่า การประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรหาหลักฐานให้ผู้เรียนมีความสามารถ ดังนี้

1. บรรยายความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด เขียน สาทิตให้เห็นภาพได้
2. เข้าใจ แปลความหมาย และประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่พบเห็นจากสิ่งที่มีการนำเสนอในรูปแบบการเขียน หรือจากสิ่งที่มีการนำเสนอในรูปแบบปากเปล่าได้
3. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ในการนำเสนอความคิดที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

สสวท. (2546: 18-19) ได้แจกแจงความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะการสื่อสารที่จะนำมาประเมินการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม
2. ใช้ข้อความ ศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล
3. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล
4. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้
5. เสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา

เคนเนดี และทิปส์ (สตูร์ตัน ภิรมย์ราช. 2555: 47; อ้างอิงจาก Kennedy; & Tipps. 1994: 12) กล่าวถึงเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
  - ไม่ใช่ หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสม
  - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
  - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
  - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representation)
  - ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์
  - มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
  - ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
  - ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of presentation)
  - การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
  - การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
  - การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
  - การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

ซูซาน เลน (หัทธ์รัตน์ ยศแผ่น. 2556: 52; อ้างอิงจาก Suzanne Lane. 1996) ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคต่างๆไป ซึ่งพัฒนาจากโปรแกรมการประเมินผลของแคลิฟอร์เนีย (California State Department of Education. 1989) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างรูปรีคเฉพาะ (Specific Rubric) สำหรับวิธีการประเมิน (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0 – 4 คะแนน ดังตาราง

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของชูชาน เลน

<b>ระดับคะแนน 4</b>	
<b>ความรู้ทางคณิตศาสตร์</b>	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์ ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณสมบูรณ์ ถูกต้อง
<b>ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์</b>	ใช้ข้อมูลภายนอกตรงประเด็น ตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผน ระบุส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของปัญหา และแสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น พิจารณาความเหมาะสมและวิธีที่เป็นระบบสำหรับการแก้ปัญหา แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้ชัดเจน และอธิบายกระบวนการได้สมบูรณ์ และเป็นระบบ
<b>การสื่อสารทางคณิตศาสตร์</b>	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล
<b>ระดับคะแนน 3</b>	
<b>ความรู้ทางคณิตศาสตร์</b>	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์เกือบสมบูรณ์ ใช้คำศัพท์เฉพาะ และสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเกือบทั้งหมด ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณถูกต้องเป็นส่วนมาก แต่อาจผิดพลาดอยู่เล็กน้อย
<b>ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์</b>	ใช้ข้อมูลภายนอกให้ตรงประเด็น ตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผน และไม่เป็นแบบแผน ระบุส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของปัญหา และแสดงความเข้าใจในทวิ่ๆไปของความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้ชัดเจน และอธิบายการบวนการได้สมบูรณ์ และเป็นระบบ
<b>การสื่อสารทางคณิตศาสตร์</b>	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน แสดงการสนับสนุน การให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจมีช่องว่างเล็กน้อย

ตาราง 6 (ต่อ)

<b>ระดับคะแนน 2</b>	
<b>ความรู้ทาง คณิตศาสตร์</b>	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการบางส่วนในคณิตศาสตร์ ใช้คำศัพท์เฉพาะ และสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากผิด การคำนวณอาจผิดพลาด
<b>ความรู้ เกี่ยวกับ กลยุทธ์</b>	ระบุส่วนประกอบที่สำคัญได้บ้าง แต่แสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้บ้าง แต่การอธิบายกระบวนการอาจไม่สมบูรณ์ หรือบางที่ไม่เป็นระบบ
<b>การสื่อสาร ทาง คณิตศาสตร์</b>	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย แผนภาพประกอบบกพร่อง หรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์ หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
<b>ระดับคะแนน 1</b>	
<b>ความรู้ทาง คณิตศาสตร์</b>	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์ได้น้อยมาก ใช้คำศัพท์เฉพาะ และสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ผิด คำนวณผิดพลาด
<b>ความรู้ เกี่ยวกับ กลยุทธ์</b>	พยายามใช้ข้อมูลภายนอกที่ไม่ตรงประเด็น ระบุส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของปัญหา ผิดหรือเน้นส่วนประกอบที่ไม่สำคัญมากเกินไป แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขไม่สมบูรณ์ หรือไม่เหมาะสม การอธิบายกระบวนการแก้ไขไม่สมบูรณ์ หรือบางที่ไม่เป็นระบบ
<b>การสื่อสาร ทาง คณิตศาสตร์</b>	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือเข้าใจยาก แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ หรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือตีความยาก
<b>ระดับคะแนน 0</b>	
<b>ความรู้ทาง คณิตศาสตร์</b>	แสดงความไม่เข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์
<b>ความรู้ เกี่ยวกับ กลยุทธ์</b>	พยายามใช้ข้อมูลภายนอกที่ไม่ตรงประเด็น ระบุส่วนประกอบของปัญหาผิด ลอกส่วนปัญหาของโจทย์มาแต่พยายามแก้ปัญหานั้น แผนภาพประกอบผิดพลาด
<b>การสื่อสาร ทาง คณิตศาสตร์</b>	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหา แผนภาพประกอบผิดพลาด

สสวท. (2546: 121–124) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบอัตนัยทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังตาราง

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

ระดับคะแนน /ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์
4/ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจนสมบูรณ์ คำตอบถูกต้องครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบภาพตามลำดับขั้นตอน เป็น ระบบ กระชับ ชัดเจน และมี รายละเอียดที่สมบูรณ์
3/ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่ อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบ ถูกต้องครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบภาพตามลำดับขั้นตอนได้ ถูกต้อง แต่ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2/พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนหรือไม่ แสดงวิธีทำ แต่คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือการแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาด การตรวจสอบ	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง การนำเสนอโดย ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตาราง แสดง ข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
1/ต้องปรับปรุง	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนแต่อยู่ใน แนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวที่ถูกต้อง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตาราง และการนำเสนอ ข้อมูลไม่ชัดเจน
0/ไม่พยายาม	ไม่ทำ หรือทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่นำเสนอ

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2547: 174–175) ได้ประเมินความสามารถในการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

#### 1. การใช้ภาษาคณิตศาสตร์

คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีการใช้หรือใช้ภาษาคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสมทั้งหมด

- คะแนน 2 หมายถึง ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมในบางส่วน  
 คะแนน 3 หมายถึง ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่  
 คะแนน 4 หมายถึง ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกระชับ และสละสลวย

## 2. การใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

- คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์  
 คะแนน 2 หมายถึง มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ถูกต้องบางส่วน  
 คะแนน 3 หมายถึง ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม  
 คะแนน 4 หมายถึง มีแนวคิดในการประยุกต์ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้  
 อย่างกว้างขวาง

## 3. ความชัดเจนในการนำเสนอ

- คะแนน 1 หมายถึง การนำเสนอไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด  
 คะแนน 2 หมายถึง การนำเสนอมีบางส่วนชัดเจน  
 คะแนน 3 หมายถึง การนำเสนอส่วนใหญ่ชัดเจน  
 คะแนน 4 หมายถึง การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ มีรายละเอียด เรียบเรียงดี

วรรณศิริ หลงรัก (2553: 102-103) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
 ด้านการเขียนไว้ดังนี้

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของวรรณศิริ หลงรัก

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบ	
4/ ดีมาก	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้ สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบตามลำดับขั้นตอน อย่างชัดเจน และหาคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด
3/ ดี	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้ สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบเป็นส่วนใหญ่
2/ พอใช้	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้ สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบบางส่วน
1/ ควรปรับปรุง	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบไม่ สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบ แต่มีความพยายาม ในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย

ตาราง 8 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง	
4/ ดีมาก	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แผนภาพ แผนภูมิหรือตารางประกอบการนำเสนอที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
3/ ดี	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แผนภาพ แผนภูมิหรือตารางประกอบการนำเสนอที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ เป็นส่วนใหญ่
2/ พอใช้	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แผนภาพ แผนภูมิหรือตารางประกอบการนำเสนอที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ เป็นบางส่วน
1/ ควรปรับปรุง	ไม่มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือตาราง ประกอบการนำเสนอ หรือใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย
เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้	
4/ ดีมาก	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสมเหตุสมผล
3/ ดี	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
2/ พอใช้	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลบางส่วน
1/ ควรปรับปรุง	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย

ตาราง 8 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ความชัดเจนในการเขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้	
4/ ดีมาก	เขียนสรุปได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ครบถ้วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
3/ ดี	เขียนสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็นตามสถานการณ์ที่กำหนด หรือเขียนสรุปได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
2/ พอใช้	เขียนสรุปได้ถูกต้องบางส่วน
1/ ควรปรับปรุง	เขียนสรุปไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่เขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และด้านการพูดของนักเรียน ดังนี้

1. วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จากการเขียนอธิบาย แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลนำมาประกอบแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้และอธิบายเพื่อสื่อแนวคิด ในการหาคำตอบของตนเองโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบ วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบ แบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของวรรณศิริ หลงรัก. (2553: 102-103)

2. วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม ที่แสดงถึงการอธิบายแนวทางการคิด การใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ และการสรุปของนักเรียน ซึ่งวัดโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จำนวน 4 ข้อ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของ สสวท. (2546: 133-148) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 75-81)

#### 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

โรดิเฮฟเวอร์ (อัศวิน พุ่มรินทร์. 2556: 75; อ้างอิงจาก Rodeheaver. 2000: 61) ได้ทำการศึกษา กรณีศึกษาระหว่างนักเรียนและครูและความร่วมมือของครูที่สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษาว่าการสื่อสารอะไรบ้างที่จะมีผลต่อการเรียนการสอน และทำการประเมินข้อมูลย้อนกลับ จากนักศึกษาครู ผลปรากฏว่า ข้อมูลย้อนกลับของนักศึกษานี้แสดงถึงครูได้ให้ความสำคัญกับการ

สื่อสารเป็นอย่างมาก โดยมีการจัดการสื่อสารเข้าไปในกระบวนการเรียนการสอน แต่ว่าคุณภาพของการสื่อสารนั้นจะเป็นการเน้นเพียงให้บรรลุจุดมุ่งหมายเท่านั้น ไม่ได้เน้นในด้านการปฏิบัติ ซึ่งในการใช้การสื่อสารในการทดลองนี้ไม่ได้รับความเป็นอิสระจากครูเลย

เลวิสสัน เกรฟส์ และซานเชส (จิตติมา ซอบเอียด. 2551: 66; อ้างอิงจาก Lewison; Graves; & Sanchez. 2006: Abstract) ได้ศึกษา เรื่อง การสนทนาเสริมในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนประถมศึกษา โดยศึกษาการใช้ประโยชน์จากการสร้างกิจวัตรในการสนทนายระหว่างนักเรียน จุดเด่นในการศึกษาในครั้งนี้อยู่ที่การให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้อง ได้ฝึกปฏิบัติการสนทนาทางคณิตศาสตร์ การพิจารณาจากการวิเคราะห์สภาพงานที่เป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนในการฝึกฝนความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การให้ความเอาใจใส่ในรายละเอียดเฉพาะเป็นการทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญในการพูดภาษาทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนภายในกลุ่ม

โวลฟ์ (อัศวิน พุ่มรินทร์. 2556: 76; อ้างอิงจาก Wolf. 2009: Abstract) ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงลึกในเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยเน้นทักษะการสื่อสาร ทั้งการพูด การอภิปรายกับผู้อื่น และการเขียนเพื่ออธิบายคำตอบในเรื่องปัญหาเศษส่วนที่ซับซ้อนจากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องเศษส่วนอย่างลึกซึ้ง เมื่อเรียนรู้จบหน่วยแล้วนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นกว่าก่อนเรียน ทั้งการพูด การอภิปรายในชั้นเรียน และการเขียน มีผลทำให้นักเรียนรู้สึกมีความสุขในการเรียนและมีความมั่นใจเพิ่มมากขึ้น นับว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นประสบผลสำเร็จอย่างยอดเยี่ยม ทั้งทางด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ปริญญา สองสีดา (2550: 76-81) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของ นักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอน สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิตติมา ซอบเอียด (2551: 91) ได้ศึกษาการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิด สูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.67

วรรณศิริ หลงรัก (2553: 119) ได้ศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หทัยรัตน์ ยศแผ่น (2556: 119) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์การเสริมมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 50 และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะพบว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นอีกทักษะหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ และยังช่วยให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับนักเรียนหรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกมีความสุขในการเรียนและมีความมั่นใจเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การสื่อสารยังช่วยให้นักเรียนนั้นได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นอย่างแท้จริง



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 165 คน

##### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) จับสลากมา 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 31 คน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนโดยละความสามารถ

#### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
4. แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

## ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือครูและวิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดจำนวนชั่วโมงให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

1.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และเทคนิค Think-Talk-Write จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อเขียนแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วน	จำนวน 1 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนที่เท่ากัน	จำนวน 3 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์เกี่ยวกับร้อยละ	จำนวน 3 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การประยุกต์เกี่ยวกับร้อยละ (ของผสม)	จำนวน 4 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (การเปลี่ยนอนุกรม)	จำนวน 1 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (อัตราการทดของเกียร์)	จำนวน 1 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (มาตราส่วน)	จำนวน 1 คาบ

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยแต่ละแผนประกอบด้วยชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ดังนี้

#### 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge)

ครูกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่กำหนด (Think) โดยค้นหาสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ต้องการ รวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ มองหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และพิจารณาว่าจะต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดมาใช้ แล้วให้แสดงความคิดเห็นของตนกับกลุ่ม (Talk) และเขียนประเด็นที่ได้ (Write)

## 2) ขั้นก่อกำเนิดความคิด (Generating Ideas)

นักเรียนระดมความคิดเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี อาจเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างกันออกไป หรือเป็นการต่อยอดจากวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม (Think) แล้วนำเสนอความคิดของตนออกมา นักเรียนในกลุ่มต้องยอมรับฟังทุกความคิดเห็น (Talk) และจดบันทึกทุกวิธีที่นำเสนอเพื่อนำไปคัดเลือกความเหมาะสม ความแปลกใหม่ และความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป (Write)

## 3) ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action)

นักเรียนในกลุ่มจะต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้นำเสนอไว้ (Think) จากนั้นนักเรียนร่วมกันประเมินหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยจะต้องมีการให้เหตุผลประกอบในการเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้นด้วย (Talk) ซึ่งวิธีที่เลือกควรเป็นวิธีที่แปลกใหม่สำหรับนักเรียน มีความเหมาะสม เป็นไปได้ น่าสนใจและเป็นที่ยอมรับ บันทึกวิธีที่เลือกและขั้นตอนดำเนินการเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในขั้นตอนต่อไป (Write)

## 4) ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach)

นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ไปปฏิบัติ โดยปรับให้เหมาะสมกับตนเอง (Think) ร่วมกันทบทวนแผนที่วางไว้ พิจารณาความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนและวิธีที่เลือก ใช้ระหว่างการแก้ปัญหา (Talk) ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และสรุปคำตอบที่ได้ (write)

1.4 ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมเพื่อนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนการสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ผลจากพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item-objective Congruence) เท่ากับ 1 จำนวน 5 แผน และอีก 2 แผนมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.6 ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับปรุงในเรื่องภาษา และการเขียนแสดงขั้นตอนของกระบวนการให้ละเอียดเพิ่มขึ้น (รายละเอียดแสดงในตาราง 17 ภาคผนวก ข)

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

## 2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด ในการใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาเนื้อหาสาระจากหนังสือแบบเรียน และคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

2.3 กำหนดกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4 ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเกณฑ์การตรวจให้คะแนนผู้วิจัยปรับปรุงจากแนวคิด และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของชญาภา ใจโปร่ง (2554: 43) และสันนิสา สมัยอยู่ (2554: 108) มาใช้ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย โดยกำหนดคะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อละ 9 คะแนน รวม 45 คะแนนแบ่งเป็น (1) การทำความเข้าใจปัญหา (2) การรวบรวมความคิดและเตรียมการแก้ปัญหา (3) การดำเนินการแก้ปัญหาและ (4) การสรุปคำตอบ

2.5 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสมของภาษา (Index of item-objective Congruence: IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ทุกข้อ (รายละเอียดแสดงในตาราง 17 ภาคผนวก ข)

2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนยานนาเวศวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน ที่เรียนเรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว ซึ่งมีพื้นฐานความรู้ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

2.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาความยากง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส ซึ่งได้ค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.54 - 0.67 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.49 - 0.69 โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 5 ข้อ (รายละเอียดแสดงในตาราง 21 ภาคผนวก ข)

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจำนวน 5 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนยานนาเวศวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ที่เคยเรียนเรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มที่เคยทดลองใช้ (try out) นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยมีเพื่อนครูอีกหนึ่งคนตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้วิจัยและเพื่อนครูอีกหนึ่งคนมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.98 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้

2.9 นำแบบทดสอบอัตรานัยทั้งฉบับมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.87

2.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

### ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

#### เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

คำชี้แจง จงเขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

0. เด็กชายหมากขายดอกกุหลาบที่ปากคลองตลาด โดยเขามีกุหลาบขาวและกุหลาบแดงอยู่จำนวนหนึ่ง อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงเป็น 5 : 6 เมื่อเขาขายกุหลาบขาวไป 160 ดอก และขายกุหลาบแดงไป 280 ดอก อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงที่เหลือเป็น 7 : 8 จงหาว่าเด็กชายหมากเหลือกุหลาบแต่ละชนิดกี่ดอก

การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

การรวบรวมความคิดและเตรียมการแก้ปัญหา

ใช้ความรู้เรื่องใด

.....

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

.....

การดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

การสรุปคำตอบ

.....

### เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

0. เด็กชายหมากขายดอกกุหลาบที่ปากคลองตลาด โดยเขามีกุหลาบขาวและกุหลาบแดง อยู่จำนวนหนึ่ง อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงเป็น 5 : 6 เมื่อเขาขายกุหลาบขาว ไป 160 ดอก และขายกุหลาบแดงไป 280 ดอก อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงที่เหลือเป็น 7 : 8 จงหาว่าเด็กชายหมากเหลือกุหลาบแต่ละชนิดกี่ดอก

#### การทำความเข้าใจปัญหา

##### สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1. อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงเป็น 5 : 6
2. ขายกุหลาบขาวไป 160 ดอก และขายกุหลาบแดงไป 280 ดอก อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงที่เหลือเป็น 7 : 8

##### สิ่งที่โจทย์ต้องการหา เด็กชายหมากเหลือกุหลาบแต่ละชนิดกี่ดอก

#### การรวบรวมความคิดและเตรียมการแก้ปัญหา

##### ใช้ความรู้เรื่องใด เรื่องอัตราส่วน และการเขียนสัดส่วน ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

1. กำหนดตัวแปร
2. หาความสัมพันธ์สิ่งที่โจทย์กำหนด และเขียนสัดส่วน
3. แก้สมการ
4. สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์กำหนด

#### การดำเนินการแก้ปัญหา

อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงเป็น 5 : 6

ให้มีกุหลาบขาว  $5x$  ดอก

มีกุหลาบแดง  $6x$  ดอก

ขายกุหลาบขาวไป 160 ดอก จะเหลือ  $5x - 160$  ดอก

ขายกุหลาบแดงไป 280 ดอก จะเหลือ  $6x - 280$  ดอก

อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงที่เหลือเป็น 7 : 8

$$\text{เขียนสัดส่วนได้เป็น } \frac{7}{8} = \frac{5x-160}{6x-280}$$

$$7(6x - 280) = 8(5x - 160)$$

$$42x - 1960 = 40x - 1280$$

$$2x = 680$$

$$x = 340$$

การสรุปคำตอบ ดังนั้น เหลือกุหลาบขาว  $5(340) - 160 = 1540$  ดอก

เหลือกุหลาบแดง  $6(340) - 280 = 1660$  ดอก

ตาราง 9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	พฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	
2	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่ต้องการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่ต้องการหาถูกต้องครบถ้วน
1	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่ต้องการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
0	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่ต้องการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ปรากฏร่องรอยการเขียน
การรวบรวมความคิดและเตรียมการแก้ปัญหา	
2	- เสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และหลากหลาย เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและบอกขั้นตอนการแก้ปัญหาได้
1	- เสนอแนวทางการแก้ปัญหาถูกต้อง เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาและบอกขั้นตอนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
0	- ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียน หรือเสนอแนวทางการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การดำเนินการแก้ปัญหา	
3	- แสดงวิธีการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบได้ชัดเจน ถูกต้องสมบูรณ์ เป็นขั้นตอน
2	- แสดงวิธีการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
1	- มีความพยายามในการแสดงวิธีการแก้ปัญหา แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้
0	- ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียน
การสรุปคำตอบ	
2	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์
1	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
0	- ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียน

### 3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนเรื่อง การประยุกต์ เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อใช้เวลา 50 นาที ตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด ในการใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาเนื้อหาสาระจากหนังสือแบบเรียน และคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

3.3 กำหนดกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

3.4 ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนโดยเกณฑ์การตรวจให้คะแนนผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิด และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของวรรณศิริ หลงรัก. (2553: 102-103) ข้อละ 12 คะแนน รวม 45 คะแนน แบ่งเป็น 1) เขียนแสดงความสัมพันธ์ ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 2) เขียนอธิบายเพื่อสื่อแนวคิดในการหาคำตอบ คณิตศาสตร์ 3) เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

3.5 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ และนำเสนอ อาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้น นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่แก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 3 คนเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสม ของภาษา (Index of item-objective Congruence: IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 (รายละเอียดแสดงในตาราง 19 ภาคผนวก ข)

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนยานนาเวศวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน ที่เรียน เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว ซึ่งมีพื้นฐานความรู้ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาความยากง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนียและซาเบอร์ส โดยพิจารณาค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.52 - 0.75 และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.39 - 0.59 โดยคัดเลือกให้ครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ (รายละเอียดแสดงในตาราง 22 ภาคผนวก ข)

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจำนวน 5 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนยานนาเวศวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน ที่เคยเรียนเรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว ซึ่งที่ไม่ใช่กลุ่มที่เคยทดลองใช้ (try out) นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยมีเพื่อนครูหนึ่งคนในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้วิจัยและเพื่อนครูมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.96 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้

3.9 นำแบบทดสอบอัตนัยทั้งฉบับมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.96

3.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง



ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนคำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล และแสดงแนวคิดในการหาคำตอบอย่างละเอียดโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง

0. โรงเรียนแห่งหนึ่งประกาศรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ ปรากฏว่ามีอัตราส่วนของจำนวนผู้สมัครต่อผู้สอบได้เป็น 5 : 2 ถ้ามีผู้สอบได้ 364 คน จะมีผู้มาสมัครกี่คน  
เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

.....

.....

.....

เขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ

.....

.....

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

0. โรงเรียนแห่งหนึ่งประกาศรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ ปรากฏว่ามีอัตราส่วนของจำนวนผู้สมัครต่อผู้สอบได้เป็น 5 : 2 ถ้ามีผู้สอบได้ 364 คน จะมีผู้มาสมัครกี่คน  
เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

ให้มีผู้มาสมัคร	x	คน
มีผู้สอบได้	364	คน
อัตราส่วนของจำนวนผู้สมัครต่อผู้สอบได้เป็น 5 : 2		

เขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ

เขียนสัดส่วนระหว่างผู้สมัครกับผู้สอบได้ดังนี้

$$\frac{x}{364} = \frac{5}{2}$$

ตาราง 10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน/ความหมาย	พฤติกรรมกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้	
3 / ดี	- เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องครบถ้วนและสมเหตุสมผล
2 / พอใช้	- เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องและสมเหตุสมผลบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	- เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ถูกต้องแต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	- ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย
เขียนแสดงแนวคิดการหาคำตอบ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	
3 / ดี	- เขียนแสดงแนวคิดการหาคำตอบสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการนำเสนอที่ถูกต้อง ครบถ้วน ตามหลักคณิตศาสตร์
2 / พอใช้	- เขียนแสดงแนวคิดการหาคำตอบสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการนำเสนอตามหลักคณิตศาสตร์ถูกต้องบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	- ไม่มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการนำเสนอหรือใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องแต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	- ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย

#### 4. แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมด้านการพูดของนักเรียนประเมิน โดยครูผู้วิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง

4.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยผู้วิจัยจะประเมินพฤติกรรมที่แสดงถึงการอธิบายแนวความคิด การใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์และการสรุปของนักเรียน โดยให้นักเรียนพูดแสดงแนวคิดในการหาคำตอบจากโจทย์หลังทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

4.3 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

โดยปรับปรุงแนวคิดของ สสวท. (2546: 133–148) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 75–81)

4.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมความสอดคล้องกับพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดแล้วนำไปปรับปรุง แก้ไขตามคำชี้แนะ

4.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้อง เชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างประเด็นในการประเมินกับพฤติกรรมการสื่อสารด้านการพูดได้ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item-objective Congruence: IOC) ได้ค่าดัชนีความ สอดคล้องเท่ากับ 1 ทั้ง 4 ข้อ (รายละเอียดแสดงในตาราง 20 ภาคผนวก ข)

4.6 นำแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่ผ่านการแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

#### ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ชื่อ- สกุล ..... ชั้น..... เลขที่.....

พฤติกรรมที่สังเกต	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง				
พูดอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง				
พูดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้				
พูดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน				

ผู้สังเกต.....

ตาราง 11 เกณฑ์การวัดพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คะแนน/ความหมาย	พฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง	
3/ ดีมาก	- พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน
2 / ดี	- พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ตามลำดับขั้นตอนชัดเจนเป็นบางส่วน
1 / พอใช้	- พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบถูกต้องเป็นบางส่วน ตามลำดับขั้นตอนชัดเจนบางส่วน
0 / ควรปรับปรุง	- ไม่สามารถพูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบ หรืออธิบายไม่ถูกต้อง
พูดอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง	
3/ ดีมาก	- พูดอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
2 / ดี	- พูดอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
1 / พอใช้	- พูดอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
0 / ควรปรับปรุง	- ไม่มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือใช้ไม่ถูกต้อง
พูดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้	
3/ ดีมาก	- พูดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผล
2 / ดี	- พูดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
1 / พอใช้	- พูดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นบางส่วน
0 / ควรปรับปรุง	- ไม่สามารถพูดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ หรือพูดไม่ถูกต้อง

ตาราง 11 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	พฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
พุดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน	
3/ ดีมาก	- พุดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนตามสถานการณ์ที่กำหนด
2/ ดี	- พุดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
1 / พอใช้	- พุดสรุปได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วนและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
0 / ควรปรับปรุง	- ไม่สามารถพุดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนด หรือพุดสรุปไม่ถูกต้อง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัย One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 248-249)

ตาราง 12 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	การจัดกระทำ	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental group)
T <sub>1</sub>	แทน	การสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ (Pre-test)
T <sub>2</sub>	แทน	การสอบหลังการจัดการเรียนรู้ (Post-test)
X	แทน	การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ ซึ่งเป็นสถานศึกษาของกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 25 สิงหาคม – 23 กันยายน 2559
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. เก็บคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ซึ่งคะแนนที่ได้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test) โดยการให้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ทำกิจกรรมดังต่อไปนี้
  - 3.1 คาบที่ 1 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ
  - 3.2 คาบที่ 2 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และทำการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จากการพูดอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบ การใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ และการสรุปของนักเรียนจากโจทย์หลังทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
4. คาบ 3 – 16 รวมทั้งสิ้น 14 คาบ ดำเนินการสอนนักเรียนโดยจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
5. เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ทำการเก็บคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งคะแนนที่ได้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-test) ดังขั้นตอนดังนี้
  - 5.1 คาบที่ 15 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ
  - 5.2 คาบที่ 16 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และทำการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จากการพูดอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบ การใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ และการสรุปของนักเรียนจากโจทย์หลังทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
6. จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

## การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write โดยใช้การทดสอบ t-test for Dependent Samples
2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คะแนนจากการสอบหลังเรียน คำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตเทียบกับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบ t-test for One Sample
3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write โดยใช้การทดสอบ t-test for Dependent Samples
4. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจากการทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คะแนนจากการสอบหลังเรียน คำนวณค่าเฉลี่ย เลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตเทียบกับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบ t-test for One Sample

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลโดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่
  - 2.1 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item-objective Congruence: IOC)
  - 2.2 การหาค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney;& Sabers)
  - 2.3 หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)
  - 2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยทดสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

3.1 ใช้ค่าสถิติ t-test for Dependent Samples เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

3.2 ใช้ค่าสถิติ t-test for One Sample เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ ( $\mu_0=70\%$ )
t	แทน	ค่าสถิติของการแจกแจงแบบ t-Distribution
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็น
**	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิง

สร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับ  
เกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาทดลอง ตามแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest - Posttest  
Design ข้อมูลที่ได้แสดงค่าสถิติ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์  
ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t-test  
for Dependent Samples ดังตาราง 13

ตาราง 13 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้าง  
สรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

ความสามารถใน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	n	k	$\bar{X}$	s	t	p
ก่อนทดลอง	31	45	12.19	2.20	25.65**	.000
หลังทดลอง	31	45	38.55	4.64		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับ  
การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-  
Talk-Write สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับ  
เทคนิค Think-Talk-Write อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ดังตาราง 14

ตาราง 14 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

ความสามารถใน	n	k	$\bar{X}$	s	$\mu_0$ (70%)	t	p
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	31	45	38.55	4.64	31.50	8.46**	.000

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 14 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 38.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.64 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.67

3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ดังตาราง 15

ตาราง 15 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	n	k	ก่อน		หลัง		t	p
			$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s		
ด้านการเขียน	31	30	11.32	3.90	25.32	4.30	20.26**	.000
ด้านการพูด	31	12	4.97	1.50	9.48	2.26	21.32**	.000
ภาพรวม	31	42	16.29	5.89	34.81	5.42	24.13**	.000

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 15 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและด้านการพูดของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ดังตาราง 16

ตาราง 16 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	n	k	$\bar{X}$	s	$\mu_0$ (70%)	t	p
ด้านการเขียน	31	30	25.32	4.30	21.00	5.56**	.000
ด้านการพูด	31	12	9.48	2.26	8.40	4.02**	.000
ภาพรวม	31	42	34.81	5.42	29.40	5.56**	.000

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 16 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.42 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 82.88 และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และด้านการพูดของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนเฉลี่ยด้านการเขียนเท่ากับ 25.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.30 คะแนนเฉลี่ยด้านการพูดเท่ากับ 9.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.26 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 84.40 และ 79.00 ตามลำดับ



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write และ 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานไว้ว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 3) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และ 4) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) จับสลากมา 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 31คน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคณะความสามารถ โดยใช้แบบการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับ

อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ และอีก 2 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.54-0.67 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.49-0.69 และค่าความเชื่อมั่นของเท่ากับ 0.98 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.52-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.39-0.59 และค่าความเชื่อมั่นของเท่ากับ 0.96 และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้มีการทดสอบเก็บคะแนนก่อนเรียน เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1 คาบ ทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และทำการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด 1 คาบ แล้วดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 14 คาบ คาบละ 50 นาที และหลังการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้มีการทดสอบเก็บคะแนนหลังเรียน เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1 คาบ ทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และทำการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด 1 คาบ รวมระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 18 คาบ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ t-test for One Sample เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และใช้ค่าสถิติ t-test for Dependent Samples เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

### สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 38.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.64 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.67

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และด้านการพูดของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละสูงกว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.42 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 82.88 และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และด้านการพูดของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนเฉลี่ยด้านการเขียน เท่ากับ 25.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.30 คะแนนเฉลี่ยด้านการพูดเท่ากับ 9.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.26 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 84.40 และ 79.00 ตามลำดับ

## อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนได้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังนี้

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนได้เริ่มฝึกวิเคราะห์ แยกแยะโจทย์ โดยนักเรียนต้องคิดด้วยตนเองก่อนว่าโจทย์ต้องการหาอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง และหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา จากนั้นจึงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม และเขียนสิ่งที่ร่วมกันสรุปได้ ซึ่งการทำกิจกรรมครั้งแรกๆ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนบางคนอ่านโจทย์แล้วไม่สามารถแยกแยะประเด็น หรือทำความเข้าใจโจทย์ได้ไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงต้องมีการใช้คำถามกระตุ้น สร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เหมือนการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้กันโดยที่ไม่มี

บอกว่าถูกหรือผิด และให้เวลากับนักเรียนที่มากพอในการคิดเพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลอีกครั้ง ซึ่งในการทำกิจกรรมครั้งต่อๆมา นักเรียนสามารถตอบคำถามว่า โจทย์ต้องการหาอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับพาร์น

(สิทธิชัย ชมพูพาทย์. 2554: 39; อ้างอิงจาก Parnes. 1976) ที่กล่าวว่าบทบาทของครูในการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้แก่ การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยในการแสดงความคิดเห็น การส่งเสริมความซื่อสัตย์ของนักเรียน การให้เวลานักเรียนในการประมวลผลความคิด โดยไม่ด่วนตัดสินความคิดของนักเรียน และให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นให้มากที่สุด ต้องใช้คำถามอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้นักเรียนได้คิดสร้างสรรค์

ขั้นก่อนกำเนิดความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระดมความคิดและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนออกมา ซึ่งอาจเป็นแนวคิดที่แตกต่างจากเดิม หรือต่อยอดจากแนวคิดจากเพื่อนก็ได้ โดยที่ไม่ตัดสินว่าถูก หรือผิด แล้วบันทึกวิธีการที่น่าเสนอไว้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการหาแนวทาง วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเต็มที่ ซึ่งผู้วิจัยสังเกตว่าขั้นนี้เป็นขั้นที่ยากที่สุดสำหรับนักเรียนที่เริ่มฝึกฝนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพราะนักเรียนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ในครั้งแรกๆ ผู้วิจัยต้องเสนอแนวคิดและชี้แนะให้นักเรียนคิดตามว่าวิธีการต่างๆ เป็นไปได้หรือไม่ และขั้นตอนในการแก้ปัญหาของวิธีนั้นเป็นอย่างไร ซึ่งต่อมานักเรียนกล้าที่จะเสนอแนวคิดของตนเองมากขึ้นโดยเรียนรู้จากการแก้ปัญหาครั้งก่อนๆ ที่ได้ทำมา ทำให้นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สสวท. (2551: 180-186) ที่กล่าวว่า แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระกับเพื่อนนักเรียนในชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แต่ละคนได้ทำแล้วร่วมกันพิจารณาและหาข้อสรุปถึงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ เป็นขั้นที่นักเรียนในกลุ่มเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่น่าเสนอไว้ อภิปรายความเป็นไปได้ และความเหมาะสมของวิธีที่เลือกและบันทึกวิธีที่เลือก และขั้นตอนการดำเนินการเพื่อนำไปใช้ ผู้วิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนสามารถเสนอแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองได้และมีการรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนในกลุ่มแล้ว ทำให้นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และมีวิธีดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ เป็นขั้นตอนได้ จึงทำให้นักเรียนทุกคนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจการแก้ปัญหาไปในทางเดียวกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในวิธีการแก้ปัญหาและสามารถที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งต่างจากในช่วงที่นักเรียนไม่สามารถเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถเลือกวิธีแก้ปัญหา หรือบอกได้ว่าวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนในกลุ่มนำเสนอเหมาะสมได้เลย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สิทธิพร ทิพย์คง. (2544: 13 – 16) กล่าวว่าในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี

ขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนจะต้องนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไปใช้แก้ปัญหาจริงๆ อย่างเป็นขั้นตอน ดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบและสรุป

คำตอบถูกต้องและครบถ้วนตามที่โจทย์ต้องการ ผู้วิจัยสังเกตว่าครั้งแรกๆนักเรียนส่วนใหญ่เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วจะนำคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหามาสรุปเป็นคำตอบ ซึ่งโจทย์บางข้อคำตอบที่หาได้ ยังไม่ใช่คำตอบที่แท้จริง ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการถามย้อนกลับไปที่สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เพื่อให้ นักเรียนได้ลองพิจารณาเองว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาเป็นคำตอบที่แท้จริงหรือไม่ ซึ่งต่อมาทำให้นักเรียนจดจำได้ว่าเมื่อแก้ปัญหาเสร็จ ต้องสรุปคำตอบให้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถาม

ซึ่งจากขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนทีกล่าวนมาข้างต้น ผู้วิจัยมีการฝึกฝนนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ จึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ บงกชรัตน์ สมานสิทธิ์. (2551: 78) พบว่า การฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำจะทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์. (2552: 114-115) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิลเลียม (ชมพูนุช ชาวบ้านเกาะ. 2554: 50; อ้างอิงจาก William. 2003: 185-187) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่า สามารถช่วยส่งเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เริ่มต้นเรียนพีชคณิต จำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหตามขั้นตอน แต่ไม่ต้องเขียนตามขั้นตอน โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้และนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ด้วยกระบวนการสอน 4 ขั้นตอน สามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ซึ่งมีกระบวนการแก้ปัญหตามขั้นตอน 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นก่อกำเนิดความคิด ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติและขั้นวางแผนแล้วปฏิบัติตามแนวคิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิด พูดและเขียน แทรกในทั้ง 4 ขั้นตอน โดยเริ่มจากการคิด

ด้วยตนเอง คิดเป็นกลุ่มย่อย แลกเปลี่ยนความคิดของตนเองกับกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายความคิดและเขียนข้อสรุปจากการอภิปรายด้วยความเข้าใจของตนเองไปพร้อม ๆ กับกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเขียนนำเสนอแนวคิดโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งในการจัดกิจกรรมครั้งแรก ๆ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า นักเรียนไม่สามารถคิดแยกแยะ หรือจับประเด็นปัญหา หาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากโจทย์ได้ ไม่สามารถพูดแสดงแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นฟังได้ หรือจดบันทึกแนวคิดของตนเอง หรือของผู้อื่นอย่างเป็นระบบได้ แต่เมื่อฝึกทำกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ มีการสร้างบรรยากาศในการเรียนที่เป็นกันเอง มีการใช้คำถามกระตุ้นจากผู้วิจัยให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด นักเรียนในกลุ่มช่วยกันอธิบาย และมีความคุ้นเคยกับขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหามากขึ้นแล้ว ทำให้นักเรียนสามารถคิดแยกแยะประเด็น หาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ด้วยตนเอง กล่าวพูดแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองกับนักเรียนในกลุ่ม ตลอดจนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหา จนสรุปคำตอบด้วยภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของซิลเวอร์ และสมิท (สุตารัตน์ ภิรมย์ราช. 2555: 27; อ้างอิงจาก Silver; & Smith. 1996: 21) กล่าวว่า บทบาทและหน้าที่ของครูในการใช้งานเทคนิค Think-Talk-Write ให้มีประสิทธิภาพนั้น คือการถามให้นักเรียนได้คิดและนำไปสู่การพูดและการเขียนมีการกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วม และสอดคล้องกับแนวคิดของโรเวน และมอร์โรว์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 46; อ้างอิงจาก Rowan; & Morrow. 1993: 9-11) และสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 26) ที่ว่า การเรียนที่ให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เน้นการอภิปรายในกลุ่ม เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดในกลุ่ม เป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของซิพทา (สุตารัตน์ ภิรมย์ราช. 2555; อ้างอิงจาก Cipta. 2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านเทคนิค Think-Talk-Write ของนักเรียนระดับเกรด 8 โดยใช้บทเรียนเรื่องวงกลมข้อมูลจากการวิจัยพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับ อุณฑาร์ตี เรนิ (สุตารัตน์ ภิรมย์ราช. 2555: 54; อ้างอิงจาก Untarti Reni. 2010) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิค Think-Talk-Write ในการเรียนเพื่อปรับปรุงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ด้วยกระบวนการสอน 4 ขั้นตอน สามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารสูงขึ้น และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

## ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1. ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ควรชี้แจงขั้นตอนในการทำกิจกรรมอย่างละเอียด ชัดเจนและมีการแจ้งจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ซึ่งได้ผลตอบรับที่ดีสังเกตได้จากการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียนที่ให้ความสนใจแม้จะยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็นในครั้งแรกๆ

2. ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ในช่วงแรกครูผู้สอนควรให้เวลากับนักเรียนที่มากพอ ไม่เร่งรัด หรือกดดันนักเรียน และควรกำลังใจนักเรียนที่ยังไม่สามารถทำได้ รวมทั้งให้เพื่อนๆในกลุ่มช่วยกัน เพราะบางครั้งนักเรียนไม่กล้าโต้ตอบกับครู แต่จะกล้าพูดกับเพื่อนด้วยกัน

3. ในใบกิจกรรมบางกิจกรรมโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน ต้องคิดหลายขั้นตอน ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำชี้แนะ และช่วยนักเรียนสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหา และหาโจทย์ปัญหาที่คล้ายกันมาให้ให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอีกครั้ง

4. ครูผู้สอนควรตรวจใบกิจกรรมและใบชวณน้องคิด เพื่อจะได้ทราบข้อบกพร่องของนักเรียนที่บางครั้งอาจดูไม่ทั่วถึงขณะอยู่ในเรียน

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรศึกษาความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write อย่างถ่องแท้ เพื่อจะได้ นำมาจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ครูผู้สอนควรจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน รวมถึงควรให้ความสนใจนักเรียนในชั้นเรียนให้ทั่วถึง

3. ครูผู้สอนควรมีการกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหาหรือกิจกรรม เพราะอาจจะให้กิจกรรมใช้เวลามากเกินไป

### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ
2. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ เช่น การให้เหตุผล การคิดริเริ่มสร้างสรรค์





**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem Solving)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- (2553). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กรุณา นัคราจารย์. (2548). *การนำเสนอรูปแบบกิจกรรมนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์เรื่องสิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (โสตทัศนศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- จิตติมา ขอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชญาภา ใจโปร่ง. (2554). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชมพูนุท ชาวบ้านเกาะ. (2554). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทน (Representation) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2539). *การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน.
- (2542). *ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์โปรเกรสซีฟ.

- นฤมล จันทร์สุขวงศ์. (2551). การวิจัยและพัฒนาแผนกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และคุณภาพผลงานของนักเรียนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นวลจันทร์ ผมอดุทา. (2545). ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบSSCS ที่มีต่อความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นวลทิพย์ นวพันธ์. (2552). ผลการใช้นวัตกรรมชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดร่วมระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์กระบวนการสืบสอบและการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นิพัฏฐพร โกมลภิตติศักดิ์. (2553). การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การทดลองแบบอนุกรมเวลา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บงกชรัตน์ สมานสิทธิ์. (2551). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปริญญา สองสีดา. (2550). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาวิเ็นผล. (2538). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พรรณทิพา พรหมรักษ์. (2552). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวางนัย  
ทั่วไปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตร การสอนและ  
เทคโนโลยี). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน; และอัมพร ม้าคอง. (2547). การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย  
ทางเลือกใหม่ ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการ  
เรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชราภรณ์ ทองนาค. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับ  
เทคนิค *Think Talk Write* ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการ  
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.  
(การสอนคณิตศาสตร์). ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. ถ่ายเอกสาร.
- ภัทรภร แสงไชย. (2551). การวิเคราะห์ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิง  
ทฤษฎีสามศกกับรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์  
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม  
(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:  
สุวีรียาสาส์น.
- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีรียาสาส์น.
- ยุพิน พิพิธกุล (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- (2542, กุมภาพันธ์ - เมษายน). การแก้ปัญหา. วารสารคณิตศาสตร์ 42 (485-487): 5-12.
- วรรณศิริ หลงรัก. (2553). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (*Contextual Learning*)  
เรื่องสถิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิรัศม์ สริกขานนท์. (2540). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ  
ทอร์แรนซ์. วิทยานิพนธ์ ค.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). ค่าสถิติพื้นฐานคะแนน O-NET ปีการศึกษา 2555-  
2557. สืบค้นเมื่อ 11 ธันวาคม 2558, จาก <http://www.onetresult.niets.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดผล ประเมินผล คณิตศาสตร์.  
กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ส เจริญการพิมพ์.
- (2553). เอกสารประกอบการแถลงข่าวผลการวิจัยโครงการศึกษาศึกษาแนวโน้มการจัด

การศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ ใน พ.ศ. 2550 (*Trends in International Mathematics and Science Study 2007, TIMSS 2007*). สืบค้นเมื่อ 27 เมษายน 2559, จาก [www.ipst.ac.th/research/project.shtml](http://www.ipst.ac.th/research/project.shtml).

- (2557ก). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- (2557ข). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้ร่วมมือ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมปอง เพชรโรจน์. (2549). การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เรื่องภาวะมลพิษทางอากาศสำหรับนิสิตปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ ค.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2547). ยุทธวิธีแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน. วารสารคณิตศาสตร์. ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษาสมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ: หน้า 14-25.
- สรวงสุดา ปานสกุล. (2545). การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สันนิสา สมัยอยู่. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). การพัฒนาพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์. ปรินญาณิพนธ์ วท.ด. (การวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- สุดารัตน์ ภิรมย์ราช. (2555). ผลของการใช้เทคนิค Think-Talk-Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้  
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ:
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้  
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ:
- หทัยรัตน์ ยศแผ่น. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อ  
การเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
มัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อรชร ภูบุญเติม. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์  
สมการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. โดยการใช้ตัวแทน (Representation).  
สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการ  
แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อลิสรา ชมชื่น. (2550). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีการพัฒนา  
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์การสื่อสารและการให้เหตุผลเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.จ. (หลักสูตร การสอนและ  
เทคโนโลยี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์:การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ:  
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัศวิน พุ่มมรินทร์. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบซีปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง ลำดับและ  
อนุกรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อาพันธ์ ชนิดเจนจิต. (2546). กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่าง  
สร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทาง  
คณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.จ. (คณิตศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อิสราวุธ สัมซ่า. (2549). ผลของการสอนแบบSSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและ  
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม.

(หลักสูตรและการสอน). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.  
ถ่ายเอกสาร.

Huinker, D.; & Laughlin, C. (1996). *Talk your way into writing*. In P. Elliott & M. Kenny (eds.) *Communication in mathematics, K-12 and beyond*, pp. 81-88. Virginia : National Council of Teacher of Mathematics.

National Council of Teachers Mathematics [NCTM]. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Polya, George. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. New York: Doubleday

----- (1980). *On Solving Mathematics; 1980 Year book*. Virginia: NCTM.

Treffinger, Donald J.; Isaksen, Scott G.; & Dorval, K. Brain. (2003). *Creative Problem Solving (CPS Version 6.1™) A Contemporary Framework for Managing*  
Retrieved November 22 2015, from <http://www.creativelearning.com/PDF/CPS Version6.1.pdf>



ภาคผนวก



**ภาคผนวก ก**

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

1. อาจารย์เจตนา จี้ง้วาพ

ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคมกรุงเทพฯ

ตำแหน่ง ครูเชี่ยวชาญ

วุฒิการศึกษา ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์

2. อาจารย์จันทร์รา พวงยอด

หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคมกรุงเทพฯ

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วุฒิการศึกษา ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

3. อาจารย์เพ็ญนิภา ศรีสุข

ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนหนองฉางวิทยา จ.อุทัยธานี

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วุฒิการศึกษา ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา (คณิตศาสตร์)

## ภาคผนวก ข

### ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับดังนี้

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความในการประเมินในแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดกับพฤติกรรมการสื่อสารด้านการพูด
- ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ตาราง 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

ผู้เชี่ยวชาญ \ แผนที่	1	2	3	4	5	6	7
คนที่ 1	1	1	0	0	1	1	1
คนที่ 2	1	1	1	1	1	1	1
คนที่ 3	1	1	1	1	1	1	1
IOC	1	1	0.67	0.67	1	1	1

แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write จำนวน 7 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ และอีก 2 แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67

ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญ \ ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8
คนที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
คนที่ 2	1	1	1	1	1	1	1	1
คนที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	1
IOC	1	1	1	1	1	1	1	1

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ของ  
แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ผู้เชี่ยวชาญ	ข้อที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
คนที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
คนที่ 2	0	1	1	1	1	1	0	1
คนที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	1
IOC	0.67	1	1	1	1	1	0.67	1

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจำนวน 8 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 จำนวน 6 ข้อ และอีก 2 ข้อ คือข้อ 1 และข้อ 7 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67

ตาราง 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างระหว่างข้อความในการประเมินในแบบสังเกตพฤติกรรม  
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดกับพฤติกรรมการสื่อสารด้านการพูด

ผู้เชี่ยวชาญ	ข้อที่			
	1	2	3	4
คนที่ 1	1	1	1	1
คนที่ 2	1	1	1	1
คนที่ 3	1	1	1	1
IOC	1	1	1	1

แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดจำนวน 4 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ

ตาราง 21 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	P	D	ผลการจำแนก
1	0.54	0.51	คัดเลือก
2	0.30	0.47	คัดออก
3	0.56	0.54	คัดเลือก
4	0.52	0.56	คัดออก
5	0.61	0.69	คัดเลือก
6	0.67	0.49	คัดเลือก
7	0.55	0.50	คัดเลือก
8	0.51	0.76	คัดออก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่มีความง่าย ( $P_E$ ) อยู่ระหว่าง 0.54 - 0.67 ซึ่งเป็นค่าที่พอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.49 - 0.69 โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้ทั้งหมด 5 ข้อ

ตาราง 22 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ข้อที่	P	D	ผลการจำแนก
1	0.78	0.30	คัดออก
2	0.63	0.59	คัดเลือก
3	0.75	0.39	คัดเลือก
4	0.81	0.28	คัดออก
5	0.69	0.41	คัดเลือก
6	0.80	0.41	คัดเลือก
7	0.89	0.22	คัดออก
8	0.52	0.52	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนข้อที่มีความง่าย ( $P_E$ ) อยู่ระหว่าง 0.52 - 0.75 ซึ่งเป็นค่าที่พอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.39 - 0.59 โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้ทั้งหมด 5 ข้อ

## ภาคผนวก ค

### คะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำเสนอคะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามลำดับดังนี้

- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write
- คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write
- คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

ตาราง 23 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	12	44	17	18	44
2	12	36	18	11	32
3	10	29	19	12	39
4	18	43	20	12	39
5	11	30	21	11	44
6	11	33	22	11	40
7	10	42	23	18	44
8	11	34	24	14	43
9	12	42	25	12	41
10	10	38	26	13	41
11	14	42	27	13	43
12	12	42	28	12	36
13	11	36	29	10	37
14	11	40	30	12	41
15	12	38	31	10	32
16	12	30			

ตาราง 24 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์  
ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	13	28	17	16	30
2	9	28	18	10	20
3	3	18	19	15	24
4	17	27	20	14	28
5	8	27	21	9	26
6	7	25	22	12	28
7	7	15	23	16	28
8	9	28	24	15	28
9	15	29	25	11	27
10	6	17	26	15	28
11	16	27	27	16	28
12	10	28	28	10	26
13	8	28	29	8	15
14	9	29	30	15	29
15	11	23	31	5	21
16	16	22			

ตาราง 25 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์  
ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ  
(คะแนนเต็ม 12 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	7	11	17	9	11
2	4	9	18	2	9
3	1	5	19	5	9
4	9	11	20	5	10
5	4	8	21	6	9
6	4	9	22	5	9
7	4	9	23	8	11
8	4	10	24	8	11
9	5	10	25	5	10
10	2	8	26	6	11
11	6	10	27	7	11
12	4	9	28	5	10
13	4	10	29	1	6
14	3	9	30	7	11
15	6	10	31	1	7
16	7	11			

## ภาคผนวก ง

### ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

### แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์	วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน
ครูผู้สอน :นางสาวมนต์วัลลี สิทธิประเสริฐ		ระยะเวลา 3 คาบ

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. เขียนอัตราส่วนที่เท่ากันในรูปสัดส่วนได้
2. อธิบายวิธีการแก้โจทย์เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากันได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1. เขียนแสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เท่ากันที่กำหนดให้ได้
2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
3. มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์: นักเรียน

1. กล้าแสดงความคิดเห็น
2. มีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียน

#### สาระสำคัญ

**อัตราส่วนที่เท่ากัน** คือ อัตราส่วนที่แสดงอัตราเดียวกัน ซึ่งหาได้โดยใช้หลักการคูณและหลักการหารดังนี้

1. การหาอัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ เมื่อคูณแต่ละจำนวนในอัตราส่วนได้ด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์จะได้อัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนเดิม
2. การหาอัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการหาร เมื่อหารแต่ละจำนวนในอัตราส่วนได้ด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์จะได้อัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนเดิม
3. การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนโดยใช้การคูณไขว้

## สาระการเรียนรู้

**อัตราส่วนที่เท่ากัน** คือ อัตราส่วนที่แสดงอัตราเดียวกัน ซึ่งหาได้โดยใช้หลักการคูณและหลักการหารดังนี้

1. การหาอัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ เมื่อคูณแต่ละจำนวนในอัตราส่วนไปด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์จะได้อัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนเดิม
2. การหาอัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการหาร เมื่อหารแต่ละจำนวนในอัตราส่วนไปด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์จะได้อัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนเดิม
3. การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนโดยใช้การคูณไขว้

**ตัวอย่างที่ 1** ภาพถ่ายกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร ถ้าขยายภาพให้ด้านกว้างเพิ่มอีก 12 เซนติเมตร จะต้องเพิ่มด้านยาวอีกเท่าไร จึงจะมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่าเดิม

### ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

#### สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- ภาพถ่ายกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร
- ขยายภาพให้ด้านกว้างเพิ่มอีก 12 เซนติเมตร

#### สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

จะต้องเพิ่มด้านยาวอีกเท่าไร จึงจะมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่าเดิม

### ขั้นก่อนกำเนิดความคิด

#### ใช้ความรู้เรื่องใด

- อัตราส่วนที่เท่ากัน
- การเขียนสัดส่วน

### ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ

#### ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- กำหนดตัวแปร
- หาความสัมพันธ์ที่โจทย์กำหนด
- เขียนสัดส่วน
- แก้สมการ
- สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์กำหนด

### ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม

#### ขั้นตอนในการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

ให้เพิ่มด้านยาว  $x$  เซนติเมตร

เมื่อเพิ่มด้านกว้างอีก 12 เซนติเมตร ด้านกว้างใหม่เท่ากับ  $8 + 12 = 20$  เซนติเมตร

อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น  $8 : 12$

เขียนสัดส่วนระหว่างความกว้างกับความยาวได้ดังนี้

$$\frac{8}{12} = \frac{20}{12+x}$$

$$8(12+x) = 20(12)$$

$$96 + 8x = 240$$

$$8x = 144$$

$$x = 18$$

ตอบ ดังนั้น ต้องเพิ่มด้านยาวอีก 18 เซนติเมตร

**ตัวอย่างที่ 2** อารีซื้อส้มมาสองครั้งครั้งละ 50 กิโลกรัม ครั้งแรกซื้อจากเจ้าประจำ 150 บาท จำนวน 5 กิโลกรัม ครั้งที่สองซื้อจากเจ้าอื่น 140 บาท จำนวน 4 กิโลกรัม จงหาว่าอารีซื้อส้มจากเจ้าอื่นแพงกว่าเจ้าประจำกี่บาท

**ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- อารีซื้อส้มมาสองครั้งครั้งละ 50 กิโลกรัม
- ครั้งแรกซื้อจากเจ้าประจำ 150 บาท จำนวน 5 กิโลกรัม
- ครั้งที่สองซื้อจากเจ้าอื่น 140 บาท จำนวน 4 กิโลกรัม

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา อารีซื้อส้มจากเจ้าอื่นแพงกว่าเจ้าประจำกี่บาท

**ขั้นก่อนกำเนิดความคิด**

ใช้ความรู้เรื่องใด

- อัตราส่วนที่เท่ากัน
- การเขียนสัดส่วน

**ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ**

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- กำหนดตัวแปร
- หาความสัมพันธ์ที่โจทย์กำหนด
- เขียนสัดส่วน
- แก้สมการ
- สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์กำหนด

**ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม**

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

ให้  $x$  แทนราคาส้มที่ซื้อจากเจ้าประจำ

$y$  แทนราคาส้มที่ซื้อจากเจ้าอื่น

เขียนสัดส่วนระหว่างราคาซื้อที่ซื้อกับจำนวนที่ซื้อได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \frac{150}{5} &= \frac{x}{50} && \text{และ} && \frac{140}{4} &= \frac{y}{50} \\ (150)(50) &= 5x && && (140)(50) &= 4y \\ x &= \frac{(150)(50)}{5} && && y &= \frac{(140)(50)}{4} \\ x &= \frac{7,500}{5} && && y &= \frac{7,000}{4} \\ x &= 1,500 \text{ บาท} && && y &= 1,750 \end{aligned}$$

ตอบ ดังนั้นซื้อจากเจ้าอื่นแพงกว่าซื้อจากเจ้าประจำอยู่  $1,750 - 1,500 = 250$  บาท

อัตราส่วนนักเรียนที่จับฉลากเข้าโรงเรียนได้ต่อจำนวนนักเรียนที่จับฉลากไม่ได้เป็น 5:12 ไม่ได้หมายความว่า จำนวนนักเรียนที่จับฉลากได้มี 5 คนและจับฉลากไม่ได้มี 12 คน แต่อาจหมายถึงนักเรียนเป็นอย่างอื่นได้อีก เช่น

จำนวนนักเรียนที่จับฉลากได้มี 35 คน และจำนวนนักเรียนที่จับฉลากไม่ได้มี 84 คน

จำนวนนักเรียนที่จับฉลากได้มี 50 คน และจำนวนนักเรียนที่จับฉลากไม่ได้มี 120 คน

จากอัตราส่วนข้างต้นสามารถเขียนจำนวนนักเรียนที่จับฉลากเข้าเรียนได้ต่อจำนวนนักเรียนที่จับฉลากเข้าเรียนไม่ได้ให้อยู่ในรูป  $5x : 2x$  เมื่อ  $x$  แทนจำนวนบวก

จากแนวคิดข้างต้นสามารถนำมาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วนต่อไปนี้

**ตัวอย่างที่ 3** ยายชามีเงินต้นทองอยู่จำนวนหนึ่ง อัตราส่วนของจำนวนต้นเงินต่อจำนวนต้นทองเป็น 5 : 3 เมื่อเขาจำหน่ายต้นเงินไป 22 ต้น และต้นทองไป 16 ต้น แล้วอัตราส่วนของจำนวนต้นเงินที่เหลือต่อจำนวนต้นทองที่เหลือเป็น 9 : 5 จงหาว่าเดิมยายชามีเงินและต้นทองอยู่ชนิดละกี่ต้น

**ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- อัตราส่วนของจำนวนต้นเงินต่อจำนวนต้นทองเป็น 5 : 3
- จำหน่ายต้นเงินไป 22 ต้น และต้นทองไป 16 ต้น
- อัตราส่วนของจำนวนต้นเงินที่เหลือต่อจำนวนต้นทองที่เหลือเป็น 9 : 5

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา      เดิมยายชามีเงินและต้นทองอยู่ชนิดละกี่ต้น

**ขั้นก่อนกำเนิดความคิด**

ใช้ความรู้เรื่องใด

- อัตราส่วนที่เท่ากัน
- การเขียนสัดส่วน

## ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ

### ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- กำหนดตัวแปร
- หาความสัมพันธ์สิ่งที่โจทย์กำหนด
- เขียนสัดส่วน
- แก้สมการ
- สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์กำหนด

## ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม

### ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

เนื่องจากอัตราส่วนของจำนวนต้นเงินต่อจำนวนต้นทอง เป็น 5 : 3

ดังนั้น ถ้าเดิมยายชามีต้นเงินอยู่  $5x$  ต้น เมื่อ  $x$  เป็นจำนวนเต็มบวก

แล้วยายชาก็มีต้นทองอยู่  $3x$  ต้น

หลังจากจำหน่ายต้นเงินไป 22 ต้น และต้นทองไป 16 ต้น

จะเหลือต้นเงินอยู่  $5x - 22$  ต้น

และเหลือต้นทองอยู่  $3x - 16$  ต้น

เนื่องจากอัตราส่วนของจำนวนต้นเงินที่เหลือต่อจำนวนต้นทองที่เหลือเป็น 9 : 5

เขียนสัดส่วนระหว่างจำนวนต้นเงินที่เหลือกับจำนวนต้นทองที่เหลือได้ดังนี้

$$\text{จะได้} \quad \frac{5x - 22}{3x - 16} = \frac{9}{5}$$

$$(5x - 22) \times 5 = (3x - 16) \times 9$$

$$25x - 110 = 27x - 144$$

$$27x - 25x = 144 - 110$$

$$2x = 34$$

$$x = 17$$

**ตอบ** ดังนั้น เดิมยายชามีต้นเงินอยู่  $5x = 5 \times 17 = 85$  ต้น

และมีต้นทองอยู่  $3x = 3 \times 17 = 51$  ต้น

**ตัวอย่างที่ 4** นุชซื้อเงาะกับมังคุดมาขาย โดยอัตราส่วนน้ำหนักของเงาะต่อมังคุดเป็น 6:3 นุชขายเงาะไป 15 กิโลกรัม แล้วขายมังคุด 10 กิโลกรัม จากนั้นซื้อมังคุดมาเพิ่ม 25 กิโลกรัม ทำให้อัตราส่วนน้ำหนักของเงาะต่อมังคุดเป็น 5:3 จงหาว่าเหลือผลไม้อย่างละกี่กิโลกรัม

### ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

#### สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- อัตราส่วนน้ำหนักของเงาะต่อมังคุดเป็น 6:3 นุช
- ขายเงาะไป 15 กิโลกรัม แล้วขายมังคุด 10 กิโลกรัม จากนั้นซื้อมังคุดมาเพิ่ม 25 กิโลกรัม
- อัตราส่วนน้ำหนักของเงาะต่อมังคุดเป็น 5:3

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา เหลือผลไม้อย่างละกี่กิโลกรัม

### ขั้นก่อนกำเนิดความคิด

#### ใช้ความรู้เรื่องใด

- อัตราส่วนที่เท่ากัน
- การเขียนสัดส่วน

### ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ

#### ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- กำหนดตัวแปร
- หาความสัมพันธ์สิ่งที่โจทย์กำหนด
- เขียนสัดส่วน
- แก้สมการ
- สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์กำหนด

### ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม

#### ขั้นตอนในการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

ให้  $x$  เป็นจำนวนบวก

อัตราส่วนของน้ำหนักเงาะต่อน้ำหนักมังคุดเป็น 6:3

จะได้ว่า มีเงาะอยู่  $6x$  กิโลกรัม และมังคุดอยู่  $3x$  กิโลกรัม

เมื่อเกิดการซื้อขายทำให้อัตราส่วนน้ำหนักเงาะต่อน้ำหนักมังคุดเป็น 5:3

เขียนสัดส่วนระหว่างน้ำหนักเงาะกับน้ำหนักมังคุดได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \frac{6x-15}{3x-10+25} &= \frac{5}{3} \\ (6x-15)(3) &= (5)(3x+15) \\ 18x-45 &= 15x+75 \\ 18x-15x &= 75+45 \\ 3x &= 120 \end{aligned}$$

$$x = \frac{120}{3}$$

$$x = 40$$

ตอบ จะได้ว่า เหลือเงาะอยู่  $6x - 15 = 6(40) - 15 = 240 - 15 = 225$  กิโลกรัม

และเหลือมังคุดอยู่  $3x - 10 + 25 = 3(40) + 15 = 120 + 15 = 135$  กิโลกรัม

**ตัวอย่างที่ 5** พืชและกล้วยไม้เงินไว้กับธนาคารออมสิน เดือนที่แล้วอัตราส่วนของยอดเงินฝากของพืชต่อยอดเงินฝากของกล้วยไม้เป็น 7:5 เดือนนี้กล้วยไม้เงินเพิ่มอีก 500 บาท ทำให้อัตราส่วนของยอดเงินฝากของพืชต่อยอดเงินฝากของกล้วยไม้ เป็น 6:5 จงหาว่าเดือนนี้แต่ละคนมียอดเงินฝากคนละกี่บาท

### ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

#### สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- อัตราส่วนของยอดเงินฝากของพืชต่อยอดเงินฝากของกล้วยไม้ เป็น 7:5
- กล้วยไม้เงินเพิ่มอีก 500 บาท
- อัตราส่วนของยอดเงินฝากของพืชต่อยอดเงินฝากของกล้วยไม้ เป็น 6:5

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา      เดือนนี้แต่ละคนมียอดเงินฝากคนละกี่บาท

### ขั้นก่อนกำหนดความคิด

#### ใช้ความรู้เรื่องใด

- อัตราส่วนที่เท่ากัน
- การเขียนสัดส่วน

### ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ

#### ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- กำหนดตัวแปร
- หาความสัมพันธ์ที่โจทย์กำหนด
- เขียนสัดส่วน
- แก้สมการ
- สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์กำหนด

### ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม

#### ขั้นตอนในการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

เดือนที่แล้วอัตราส่วนของยอดเงินฝากของพืชต่อยอดเงินฝากของกล้วยไม้เป็น 7:5

ถ้าเดือนที่แล้วยอดเงินฝากของพืชเป็น  $7x$  บาท      เมื่อ  $x$  เป็นจำนวนบวก

แล้วเดือนที่แล้วยอดเงินฝากของกล้วยไม้เป็น  $5x$  บาท

เดือนนี้ภูวนัยฝากเงินเพิ่มอีก 500 บาท

เดือนนี้อัตราส่วนของยอดเงินฝากของพิษณุต่อยอดเงินฝากของภูวนัยเป็น 6 : 5

เขียนสัดส่วนระหว่างเงินฝากของพิษณุกับเงินฝากของภูวนัยได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad & \frac{7x}{5x + 500} = \frac{6}{5} \\ & 7x \times 5 = (5x + 500) \times 6 \\ & 35x = 30x + 3,000 \\ & 35x - 30x = 3,000 \\ & 5x = 3,000 \\ & x = 600 \end{aligned}$$

**ตอบ** ดังนั้น เดือนนี้พิษณุมียอดเงินฝาก  $7x = 7 \times 600 = 4,200$  บาท

และภูวนัยมียอดเงินฝาก  $5x = (5 \times 600) + 500 = 3,500$  บาท

**ตัวอย่างที่ 6** นิม นิดและน้อย สามคนเป็นพี่น้องกัน ทุกคนจะมีการออมเงินฝากไว้กับคุณแม่ เมื่อเดือนที่แล้วอัตราส่วนของยอดเงินฝากของนิมต่อของหน้อยต่อของน้อย เป็น 2 : 5 : 4 ถ้าเดือนนี้นิมฝากเงินเพิ่ม 20 บาท แต่นิดและน้อยเบิกเงินมาใช้ 190 บาท และ 120 บาท ตามลำดับ ทำให้ยอดเงินฝากของทั้งสามคนที่ฝากแม่ไว้เป็น 1,360 บาท จงหาว่าเดือนนี้อัตราส่วนของยอดเงินฝากของนิมต่อของนิดต่อของน้อยเป็นเท่าใด

**ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- เดือนที่แล้วอัตราส่วนของยอดเงินฝากของนิมต่อของหน้อยต่อของน้อย เป็น 2 : 5 : 4
- เดือนนี้นิมฝากเงินเพิ่ม 20 บาท แต่นิดและน้อยเบิกเงินมาใช้ 190 บาท และ 120 บาท ตามลำดับ
- ทำให้ยอดเงินฝากของทั้งสามคนที่ฝากแม่ไว้เป็น 1,360 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

เดือนนี้อัตราส่วนของยอดเงินฝากของนิมต่อของนิดต่อของน้อยเป็นเท่า

**ขั้นก่อนกำเนิดความคิด**

ใช้ความรู้เรื่องใด

- อัตราส่วนที่เท่ากัน
- การเขียนสัดส่วน

## ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ

### ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- กำหนดตัวแปร
- หาความสัมพันธ์สิ่งที่โจทย์กำหนด
- เขียนสัดส่วน
- แก้สมการ
- สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์กำหนด

## ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม

### ขั้นตอนในการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

ยอดเงินฝากของยอดเงินฝากของน้อมต่อของน้อยต่อของน้อย เป็น 2 : 5 : 4

ให้ยอดเงินฝากของน้อมมี  $2x$  บาท เมื่อ  $x$  เป็นจำนวนเต็มบวก

ยอดเงินฝากของน้อมมี  $5x$  บาท

และยอดเงินฝากของน้อยมี  $4x$  บาท

เดือนนี้น้อมฝากเงินเพิ่ม 20 บาท จึงมียอดเงินฝากเป็น  $2x + 20$  บาท

น้อมเบิกเงินไป 190 บาท จึงมียอดเงินฝากเป็น  $5x - 190$  บาท

น้อยเบิกเงินไป 120 บาท จึงมียอดเงินฝากเป็น  $4x - 120$  บาท

ทำให้ยอดเงินฝากของทั้งสามคนที่ฝากแม่ไว้เป็น 1,360 บาท

จะได้ว่า  $(2x + 20) + (5x - 190) + (4x - 120) = 1,360$

$$11x - 290 = 1,360$$

$$11x = 1,360 + 290$$

$$11x = 1,650$$

$$x = 150$$

นั่นคือ ยอดเงินฝากของน้อมมี  $2(150) + 20 = 320$  บาท

ยอดเงินฝากของน้อมมี  $5(150) - 190 = 560$  บาท

ยอดเงินฝากของน้อยมี  $4(150) - 120 = 480$  บาท

**ตอบ** ดังนั้น อัตราส่วนของยอดเงินฝากของน้อมต่อของน้อมต่อของน้อยเป็น  $320 : 560 : 480 = 4 : 7 : 6$

## กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นนำ

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูถามนักเรียนว่าเดินทางมาโรงเรียนอย่างไร และถามนักเรียนว่าอัตราค่าโดยสารรถประจำทาง 1 คนราคา 8 บาท ถ้านักเรียนมากับเพื่อน 2 คน จะต้องเสียค่าโดยสารรถประจำทางเท่าไร

- นักเรียนจะเห็นว่าอัตราส่วนที่กำหนดขึ้นไม่จำเป็นต้องแสดงปริมาณที่แท้จริง และเราเรียกอัตราส่วนทั้งสองว่าอัตราส่วนที่เท่ากัน
- เราสามารถเขียนแสดงความเท่ากันของอัตราส่วนที่เท่ากัน ซึ่งเรียกว่า สัดส่วน

2. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนว่า หากเราแทนตัวแปรในสัดส่วน เราจะมีวิธีการหาค่าตัวแปรดังกล่าวอย่างไร ซึ่งวันนี้เราจะมาเรียนรู้วิธีแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เท่ากัน

### ขั้นสอน

1. ครูให้นักเรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk- Write โดยให้นักเรียนฝึกคิดด้วยตนเอง จากนั้นลองนำสิ่งที่คิดได้พูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อน แล้วจึงสรุปแนวคิด โดยครูจะให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มๆละ 4 – 5 คน พร้อมแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคน

2. ครูและนักเรียนทำตัวอย่างที่ 1 – 6 ไปพร้อมกัน

#### ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- ครูยกตัวอย่างแล้วกระตุ้นให้นักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจโจทย์ว่าโจทย์ต้องการหาอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาและสิ่งที่กำหนดมามีความสัมพันธ์กันอย่างไร (Think)
- ครูให้นักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองกับเพื่อน และให้นักเรียนช่วยกันนำเสนอต่อชั้นเรียน (Talk)
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้ และเขียนลงในใบกิจกรรมขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Write)

#### ขั้นก่อนกำเนิดความคิด

- ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่า ควรทำอย่างไร และใช้ความรู้เรื่องใดและวิธีใดบ้าง ซึ่งครูอาจแนะนำวิธีการให้หนึ่งวิธี และให้นักเรียนคิดวิธีอื่นอีก (Think)
- ครูให้นักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม และนำเสนอวิธีการต่อชั้นเรียน (Talk)
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการที่เหมาะสม หรือมีความแปลกใหม่ที่ได้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา และเขียนลงในใบกิจกรรมขั้นก่อนกำเนิดความคิด (Write)

#### ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ

- ครูให้นักเรียนร่วมกันคิด เพื่อเลือกวิธีการที่ได้จากขั้นที่แล้ว (Think)
- ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินวิธีที่เลือกว่าเหมาะสมหรือไม่ (Talk)
- ครูให้นักเรียนบันทึกวิธีที่เลือกใช้ และเขียนขั้นตอนการดำเนินการลงในใบกิจกรรม (Write)

### ขั้นวางแผนและปฏิบัติตามแนวคิด

- ครูให้นักเรียนทบทวนและนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกใช้ไปใช้แก้ปัญหา (Think)
  - ครูให้นักเรียนทบทวนขั้นตอนที่จะใช้แก้ปัญหา (Talk)
  - ครูให้เวลานักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบให้ถูกต้องและเหมาะสม (Write)
3. ครูให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำ “ชวนน้องคิด” ทำตัวอย่าง ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk- Write เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ
4. ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันนำเสนอตามขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับ เทคนิค Think-Talk- Write โดยครูเป็นผู้ดูแล

### ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาอัตราส่วนโดยใช้อัตราส่วนที่เท่ากัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3.1 ข เป็นการบ้าน

### สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ใบกิจกรรมเรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

## การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดผล	วิธีวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
<b>ด้านความรู้</b>			
1. เขียนอัตราส่วนที่เท่ากันในรูปสัดส่วนได้	สังเกตจากการทำกิจกรรมในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk- Write	ใบกิจกรรม	นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง ถือว่าผ่าน
2. อธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เท่ากันได้	สังเกตจากการทำกิจกรรมในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk- Write	ใบกิจกรรม	นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง ถือว่าผ่าน
<b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b>			
1. เขียนแสดงวิธีการหาคำตอบของของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เท่ากันที่กำหนดให้ได้	สังเกตจากการทำแบบฝึกหัดที่ 3.2	ใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 70 ของทั้งหมดทำแบบฝึกหัดที่ 3.2 ได้ถูกต้อง ถือว่าผ่าน
2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน	สังเกตจากการทำกิจกรรมในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk- Write	ใบกิจกรรม	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง
3. มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด	สังเกตจากการทำกิจกรรมในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk- Write	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนสามารถพูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง
<b>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</b>			
1. กล้าแสดงความคิดเห็น	สังเกตจากการทำกิจกรรมในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk- Write	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรม
2. มีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียน	สังเกตจากการทำกิจกรรมในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk- Write	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนให้ความร่วมมือและในการทำกิจกรรม



4. ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ(ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม)

ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

ตัวอย่างที่ 2 อารีซื้อส้มมาสองครั้งครั้งละ 50 กิโลกรัม ครั้งแรกซื้อจากเจ้าประจำ 150 บาท จำนวน 5 กิโลกรัม ครั้งที่สองซื้อจากเจ้าอื่น 140 บาท จำนวน 4 กิโลกรัม จงหาว่า อารีซื้อส้มจากเจ้าอื่นแพงกว่าเจ้าประจำกี่บาท

1. ให้นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา(ขั้นทำความเข้าใจปัญหา)

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....  
 .....  
 .....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

2. ให้นักเรียนช่วยกันเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด แล้วบันทึกวิธีทั้งหมด(ขั้นก่อนกำเนิดความคิด)

ใช้ความรู้เรื่องใด

.....

.....

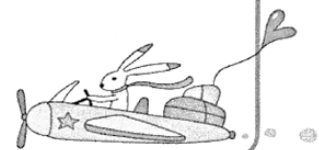
.....

3. ให้นักเรียนพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา และขั้นตอนการดำเนินการที่เหมาะสม แล้วบันทึกวิธีที่กลุ่มเลือก (ขั้นเตรียมการไปสู่การปฏิบัติ)

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

4. ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ(ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม)

ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ





1. พ่อค้าซื้อฝรั่งและแก้วมังกรมาขาย โดยมีอัตราส่วนระหว่างจำนวนฝรั่งต่อจำนวนแก้วมังกรที่ซื้อมาเป็น 5:6 เมื่อขายฝรั่งไป 60 ผล ขายแก้วมังกรไป 20 ผล ปรากฏว่าเหลือฝรั่งและแก้วมังกรเป็นอัตราส่วน 1:2 จงหาว่าพ่อค้าซื้อฝรั่งและแก้วมังกรมาขายอย่างละกี่ผล

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

ขั้นตอนการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

### ใบกิจกรรมเรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน2

ตัวอย่างที่ 3 นายชามีเงินต้นเงินต้นทองอยู่จำนวนหนึ่ง อัตราส่วนของจำนวนเงินต้นเงินต่อจำนวนต้นทองเป็น 5 : 3 เมื่อเขาจำหน่ายเงินไป 22 ต้น และต้นทองไป 16 ต้น แล้วอัตราส่วนของจำนวนเงินที่เหลือต่อจำนวนต้นทองที่เหลือเป็น 9 : 5 จงหาว่าเดิมนายชามีเงินและต้นทองอยู่ชนิดละกี่ต้น

1. ให้นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา(ขั้นทำความเข้าใจปัญหา)

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....  
 .....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

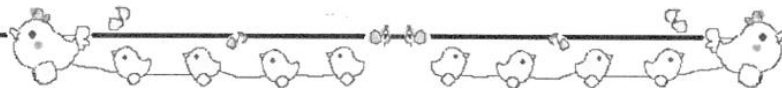
2. ให้นักเรียนช่วยกันเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด แล้วบันทึกวิธีทั้งหมด(ขั้นก่อนำเนิดความคิด)

ใช้ความรู้เรื่องใด

.....  
 .....

3. ให้นักเรียนพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา และขั้นตอนการดำเนินการที่เหมาะสม แล้วบันทึกวิธีที่กลุ่มเลือก (ขั้นเตรียมการไปสู่การปฏิบัติ)

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา



4. ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ(ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม)

ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

ตัวอย่างที่ 4 นุชซื้อเงาะกับมังคุดมาขาย โดยอัตราส่วนน้ำหนักของเงาะต่อมังคุดเป็น 6:3 นุชขายเงาะไป 15 กิโลกรัม แล้วขายมังคุด 10 กิโลกรัม จากนั้นซื้อมังคุดมาเพิ่ม 25 กิโลกรัม ทำให้อัตราส่วนน้ำหนักของเงาะต่อมังคุดเป็น 5:3 จงหาว่าเหลือผลไม้อย่างละกี่กิโลกรัม

1. ให้นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา(ขั้นทำความเข้าใจปัญหา)

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

2. ให้นักเรียนช่วยกันเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด แล้วบันทึกวิธีทั้งหมด(ขั้นก่อนกำเนิดความคิด)

ใช้ความรู้เรื่องใด

.....

.....

.....

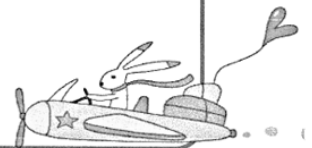
3. ให้นักเรียนพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา และขั้นตอนการดำเนินการที่เหมาะสม แล้วบันทึกวิธีที่กลุ่มเลือก (ขั้นเตรียมการไปสู่การปฏิบัติ)

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา



4. ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ(ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม)

ขั้นตอนการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ





1. พ่อค้าซื้อฝรั่งและแก้วมังกรมาขาย โดยมีอัตราส่วนระหว่างจำนวนฝรั่งต่อจำนวนแก้วมังกรที่ซื้อมา เป็น 5:6 เมื่อขายฝรั่งไป 60 ผล ขายแก้วมังกรไป 20 ผล ปรากฏว่าเหลือฝรั่งและแก้วมังกรเป็นอัตราส่วน 1:2 จงหาว่าพ่อค้าซื้อฝรั่งและแก้วมังกรมาขายอย่างละกี่ผล

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

.....

...

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

### ใบกิจกรรมเรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน 3

ตัวอย่างที่ 5 พิชญ์และภูวนัยฝากเงินไว้กับธนาคารออมสิน เดือนที่แล้วอัตราส่วนของยอดเงินฝากของพิชญ์ต่อยอดเงินฝากของภูวนัย เป็น 7:5 เดือนนี้ภูวนัยฝากเงินเพิ่มอีก 500 บาท ทำให้อัตราส่วนของยอดเงินฝากของพิชญ์ต่อยอดเงินฝากของภูวนัย เป็น 6:5 จงหาว่าเดือนนี้แต่ละคนมียอดเงินฝากคนละกี่บาท

- ให้นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา(ขั้นทำความเข้าใจปัญหา)

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

- ให้นักเรียนช่วยกันเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด แล้วบันทึกวิธีทั้งหมด(ขั้นก่อนกำเนิดความคิด)

ใช้ความรู้เรื่องใด

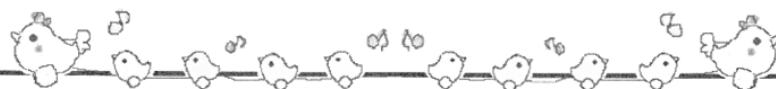
.....

.....

.....

- ให้นักเรียนพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา และขั้นตอนการดำเนินการที่เหมาะสม แล้วบันทึกวิธีที่กลุ่มเลือก (ขั้นเตรียมการไปสู่การปฏิบัติ)

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา



4. ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ(ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม)

ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

**ตัวอย่างที่ 6** นิ่ม นิดและน้อย สามคนเป็นพี่น้องกัน ทุกคนจะมีการออมเงินฝากไว้กับคุณแม่ เมื่อเดือนที่แล้วอัตราส่วนของยอดเงินฝากของนิ่มต่อของน้อยต่อของน้อย เป็น 2 : 5 : 4 ถ้าเดือนนี้นิ่มฝากเงินเพิ่ม 20 บาท แต่นิดและน้อยเบิกเงินมาใช้ 190 บาท และ 120 บาท ตามลำดับ ทำให้ยอดเงินฝากของทั้งสามคนที่ฝากแม่ไว้เป็น 1,360 บาท จงหาว่าเดือนนี้อัตราส่วนของยอดเงินฝากของนิ่มต่อของนิดต่อของน้อยเป็นเท่าใด

1. ให้นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา(ขั้นทำความเข้าใจปัญหา)

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

2. ให้นักเรียนช่วยกันเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด แล้วบันทึกวิธีทั้งหมด(ขั้นก่อนกำเนิดความคิด)

ใช้ความรู้เรื่องใด

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา และขั้นตอนการดำเนินการที่เหมาะสม แล้วบันทึกวิธีที่กลุ่มเลือก (ขั้นเตรียมการไปสู่การปฏิบัติ)

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา



4. ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ(ขั้นวางแผนและปฏิบัติตาม)

ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ





1. ในการรับสมัครนักเรียนเข้าค่ายคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนหนองน้ำแห่ง อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนที่สมัคร ชั้น ม.1 ต่อชั้น ม.2 ต่อชั้น ม.3 เป็น  $5 : 3 : 2$  เมื่อถึงวันเข้าค่ายมีนักเรียนชั้น ม.1 ถอนตัว 10 คน นักเรียนชั้น ม.2 สมัครเพิ่ม 6 คน และนักเรียนชั้น ม.3 สมัครเพิ่ม 8 คน ทำให้อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนที่เข้าค่ายชั้น ม.1 ต่อชั้น ม.2 ต่อชั้น ม.3 เป็น  $5 : 4 : 3$  จงหาว่ามีนักเรียนเข้าค่ายทั้งหมดกี่คน

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

ขั้นตอนการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

**แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์****แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์****เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ****วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้อย่างละเอียด

1. เด็กชายหมากขายดอกกุหลาบที่ปากคลองตลาด โดยเขามีกุหลาบขาวและกุหลาบแดงอยู่จำนวนหนึ่ง อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงเป็น 5 : 6 เมื่อเขาขายกุหลาบขาวไป 160 ดอก และขายกุหลาบแดงไป 280 ดอก อัตราส่วนของจำนวนกุหลาบขาวต่อกุหลาบแดงที่เหลือเป็น 7 : 8 จงหาว่าเด็กชายหมากเหลือกุหลาบแต่ละชนิดกี่ดอก

**การทำความเข้าใจ**

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

**การรวบรวมความคิดและเตรียมการแก้ปัญหา**

ใช้ความรู้เรื่องใด

.....

.....

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

.....

.....

**การดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**การสรุปคำตอบ**

.....

.....

.....

.....

2. แม่คามีน้ำองุ่นผสม 80% อยู่จำนวน 15 ลิตร ถ้าต้องการทำให้น้ำองุ่นเจือจางเป็น 45% จะต้องเติมน้ำเชื่อมลงไปกี่ลิตร

**การทำความเข้าใจ**

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

**การรวบรวมความคิดและเตรียมการแก้ปัญหา**

ใช้ความรู้เรื่องใด

.....

.....

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

.....

.....

**การดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**การสรุปคำตอบ**

.....

.....

.....

.....

.....

.....



4. ช่วงเดือนธันวาคม ประเทศไทยอุณหภูมิเฉลี่ย  $20^{\circ}\text{C}$  ประเทศเกาหลีอุณหภูมิเฉลี่ย  $14^{\circ}\text{F}$  จงหาว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งสองประเทศต่างกันกี่องศาเซลเซียส

**การทำความเข้าใจ**

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

**การรวบรวมความคิดและเตรียมการแก้ปัญหา**

ใช้ความรู้เรื่องใด

.....

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

.....

.....

**การดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**การสรุปคำตอบ**

.....

.....

.....

.....

5. บ้านเรือนไทยหลังหนึ่งยาว 10 เซนติเมตร กว้าง 12 เซนติเมตร และสูง 8 เซนติเมตร ถ้าใช้  
 มาตราส่วน 1 : 75 ในการจำลอง จงหาขนาดจริงของบ้านเรือนไทย

**การทำความเข้าใจ**

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....  
 .....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....  
 .....

**การรวบรวมความคิดและเตรียมการแก้ปัญหา**

ใช้ความรู้เรื่องใด

.....  
 .....

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

.....  
 .....

**การดำเนินการแก้ปัญหา**

.....  
 .....

.....  
 .....

.....  
 .....

.....  
 .....

.....  
 .....

**การสรุปคำตอบ**

.....  
 .....

.....  
 .....

.....  
 .....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3. ให้นักเรียนเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล และแสดงแนวคิดในการหาคำตอบอย่างละเอียดโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง

1. โรงเรียนแห่งหนึ่งประกาศรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ ปรากฏว่ามีอัตราส่วนของจำนวนผู้สมัครต่อผู้สอบได้เป็น 5 : 2 ถ้ามีผู้สอบได้ 364 คน จะมีผู้มาสมัครกี่คน

เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

.....

.....

.....

.....

.....

เขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ

.....

2. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีอัตราส่วนจำนวนครูต่อจำนวนนักเรียนเป็น 2 : 21 สองปีถัดมาจำนวนครูเพิ่มขึ้น 65 คน จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้น 150 คน ทำให้อัตราส่วนจำนวนครูต่อจำนวนนักเรียนเป็น 1 : 9 จงหาว่าเดิมโรงเรียนนี้มีครู และนักเรียนอย่างละกี่คน

เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

.....

.....

.....

.....

.....

เขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ

.....

3. จักรยานคันหนึ่งติดราคาไว้ 4,850 บาท ถ้าพ่อค้าลดราคาให้ 20% จะซื้อจักรยานคันนี้ได้ในราคาเท่าไร

เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

.....

.....

.....

.....

.....

เขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ

.....

4. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 3,500 คน เป็นนักเรียนชั้น ม.2 จำนวน 420 คน จงหาว่ามีนักเรียนชั้น ม. 2 คิดเป็นร้อยละเท่าไรของนักเรียนทั้งหมด

เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

.....

.....

.....

.....

เขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ

.....

5. สระว่ายน้ำแห่งหนึ่งยาว 30 เมตร กว้าง 24 เมตร ถ้าในแผนผังใช้มาตราส่วน 1 เซนติเมตร : 6 เมตร จงหาความยาวและความกว้างในแผนผัง

เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

.....

.....

.....

.....

เขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ

.....





ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวมนต์วลี สิทธิประเสริฐ
วัน/เดือน/ปี เกิด	18 มกราคม 2532
ที่อยู่	259/23 หมู่ 5 ตำบลหนองฉาง อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ ตำบลตากฟ้า อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนหนองฉางวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี
พ.ศ. 2555	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ. วิชาเอกคณิตศาสตร์) จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม) สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ (วิทยาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ