

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา  
พฤษภาคม 2556

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
พฤษภาคม 2556

กมลวรรณ ไจอารีย์. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ ฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ และเพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 53 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาทดลอง จำนวน 20 คาบ คาบละ 55 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ จำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยพบว่า นักเรียนร้อยละ 32.08 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับสูง ซึ่งสามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องครบถ้วน ชัดเจน อีกทั้งมีการสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน นักเรียนร้อยละ 49.06 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับปานกลาง ซึ่งสามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน และมีการสื่อสารแนวคิดในบางครั้งไม่ชัดเจนเท่าที่ควร และมีส่วนน้อยอีกร้อยละ 18.86 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับต่ำ ซึ่งพูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรืออธิบายได้บ้างแต่ไม่ครบถ้วน



THE EFFECTS OF COOPERATIVE LEARNING BY USING PARTNERS ON  
MATHEMATICS ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITIES IN  
INTEGRAL OF MATHAYOMSUKSA VI STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Master of Education Degree in Secondary Education  
at Srinakharinwirot University

May 2013

Kamonwan Jaiaree. (2013). *The Effects of Cooperative Learning by using Partners on Mathematics Achievement and Mathematical Communication Abilities in Integral of Mathayomsuksa VI Students*. Master Thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor: Assoc. Prof Dr. Somchai Chuchat.

The purposes of this research were to compare mathematical achievement, writing communication abilities in Integral of Mathayomsuksa VI students before and after obtaining cooperative learning by using partners and to compare them to the criterion, and to study speaking communication ability of Mathayomsuksa VI students through active learning cooperation learning by using partners.

The subjects of this study were 53 Mathayomsuksa VI students in first semester of the 2012 academic year at Chonrasadorn amrung school, Muang, Chonburi. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 20 fifty – five minute periods. The One – Group Pretest – Posttest Design was used for the study. The instruments used in data collection were the mathematics achievement test, mathematical writing communication ability test, the mathematical speaking communication ability checklist, and the mathematical speaking communication interview form. The data were statistically analyzed by using t – test for dependent sample and t – test for one sample.

The findings were as follows:

1. The mathematics achievement of the experimental group after obtaining cooperative learning by using partners in Integral higher than before learning at the .01 level of significance.
2. The mathematics achievement of the experimental group after obtaining cooperative learning by using partners in Integral higher the 70 percent criterion at the .01 level of significance.
3. The mathematics writing communication ability of the experimental group after obtaining active learning cooperative learning by using partners in Integral higher than before learning at the .01 level of significance.
4. The mathematics writing communication ability of the experimental group after obtaining active learning cooperative learning by using partners in Integral higher the 70 percent criterion at the .01 level of significance.

5. The mathematical speaking communication ability of the experimental group through cooperative learning by using partners in Integral could be categorized into three groups; the high, medium and low achievers. It was found that 32.08 percents of students were high achievers. They could explain clearly and accurately and communicate ideas clearly. Almost half of students about 49.06 percents were medium achievers. They could explain almost correctly but incompletely. And communicate some ideas but not clearly enough. Minority of student about 18.86 percents were low achievers. They explained incorrectly or they could explain but incompletely and never used communication ideas.





ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาพันธ  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ของ

กมลวรรณ ใจอารีย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่.....เดือน ..... พ.ศ. 2556

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษา

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณา และคำปรึกษาในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ดูแล ติดตาม เอาใจใส่และเสียสละเวลาเพื่อให้คำปรึกษาคอยชี้แนะแนวทางและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี รวมทั้งรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ดร.สนอง ทองปาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์ศุภวรรณ สัจจพิบูล อาจารย์วันเพ็ญ ประทุมทอง และอาจารย์สุนิสา สุมิรัตน์ คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย อาจารย์ ดร. คงรัฐ นวลแบ่ง และอาจารย์สุคนธ์ สุขคร ที่กรุณาอุทิศเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ที่ได้แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และอาจารย์สุธรรม ดำรงศานติ ที่ให้คำแนะนำให้การทำเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณอาจารย์วัลภา เกียรติบุญญาฤทธิ์ ที่ให้คำแนะนำในการเขียนบทคัดย่อภาษาอังกฤษและให้กำลังใจในการทำวิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ และคณะกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุงทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบใจนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และการดำเนินการทดลองจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวใจอารีย์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนด้านการศึกษา นายคมกฤษ ประการะสังข์ที่คอยเป็นกำลังใจตลอดมา และขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโททุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

กมลวรรณ ใจอารีย์

# สารบัญ

บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b> .....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
สมมติฐานในการวิจัย.....	8
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ.....	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์.....	42
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	50
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	67
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	67
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	68
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	77
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b> .....	86
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>5</b> สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	9
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	92
สมมติฐานในการวิจัย.....	92
วิธีดำเนินการวิจัย.....	93
สรุปผลการวิจัย.....	95
อภิปรายผล.....	96
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	101
ข้อเสนอแนะ.....	101
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>103</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>114</b>
ภาคผนวก ก.....	115
ภาคผนวก ข.....	132
ภาคผนวก ค.....	143
ภาคผนวก ง.....	164
ภาคผนวก จ.....	176
<b>ประวัติผู้วิจัย.....</b>	<b>178</b>

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงการเปรียบเทียบการเรียนแบบกลุ่ม และการเรียนแบบร่วมมือ .....	17
2 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเรียนเป็นกลุ่มแบบเดิม กับการเรียนแบบร่วมมือ .....	21
3 แสดงชั่วโมงการทำงาน.....	58
4 แสดงจำนวนเงินที่นายจ้างต้องจ่าย .....	58
5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	61
6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน.....	74
7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด .....	76
8 แบบแผนการวิจัย .....	77
9 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ .....	87
10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) .....	88
11 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ .....	89
12 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) .....	90
13 ระดับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) .....	91
14 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปฏิยานุพันธ์ .....	116
15 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปฏิยานุพันธ์ .....	118

## บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปฏิยานุพันธ์ จำนวน 40 ข้อ .....	119
17 ค่า $\sum X$ , $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า $s_i^2$ เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องปฏิยานุพันธ์.....	121
18 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องปฏิยานุพันธ์.....	123
19 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องปฏิยานุพันธ์	125
20 ค่า $\sum X_i$ , $\sum X_i^2$ และ $s_i^2$ ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องปฏิยานุพันธ์.....	125
21 ค่า $\sum X$ , $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า $s_i^2$ เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องปฏิยานุพันธ์.....	126
22 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องปฏิยานุพันธ์	129
23 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน).....	133
24 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ (คะแนนเต็ม 60 คะแนน) .....	138

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 แผนภูมิการเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้ภาคภูมิใจในตนเองเพิ่มขึ้น.....	23



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

ในปัจจุบันเศรษฐกิจ การเมืองและความเป็นอยู่ของมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมากและยังส่งผลต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างชัดเจน และในทศวรรษวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมาก รวมถึงการสื่อสารแบบไร้พรมแดนที่ให้ความเป็นอยู่ของมนุษย์รวมถึงสังคมที่ติดเทียมกับนานาประเทศ นอกจากนี้การพัฒนาในด้านต่าง ๆ ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการคิดและมีบทบาทต่อการพัฒนาความรู้ในศาสตร์ด้านอื่น ๆ การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ ความรู้คู่คุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรม ในการดำรงชีวิตสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข (กรมวิชาการ. 2545: 3) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนต้องสอดคล้องตามแนวพระราชบัญญัติ ผู้สอนต้องคำนึงถึงความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดกระบวนการเรียนรู้จะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการเรียนรู้ตามความถนัด ความสนใจ และความแตกต่างของผู้เรียน ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543: 9-10) อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ในแขนงอื่น ๆ และมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1)

ทั้งนี้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ได้ฝึกกระบวนการคิด ฝึกแก้ปัญหา ช่วยเพิ่มศักยภาพของแต่ละบุคคลให้เป็นคนที่สมบูรณ์ แต่ด้วยวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องมีทักษะทางด้านการคำนวณ มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนและทักษะโครงสร้างที่มีเหตุผล สื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์และมีลักษณะนามธรรมจึงยากต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ (สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2543: 91) ดังนั้นในการจัดกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหา คณิตศาสตร์ได้อย่างสัมฤทธิ์ผล โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงตามความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคล การจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ต้องเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะต่าง ๆ สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและแก้ปัญหาได้ จึงจำเป็นต้องมีการฝึกทักษะและกระบวนการคิด โดยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์นั่นเอง (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2542: 32)

ในสภาพการจัดการศึกษาปัจจุบัน กระบวนการจัดการเรียนการสอนยังไม่น่าสนใจเท่าที่ควร เนื่องจากครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเน้นการท่องจำมากกว่าการเรียนรู้จากการปฏิบัติ



จริง สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการเรียนรู้และไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ ครูผู้สอนต้องใช้เทคนิควิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเรียนรู้อย่างมีความสุข สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตจริง จำเป็นต้องใช้สื่อการสอนเข้าช่วยเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นเป็นรูปธรรม ดังนั้นผู้สอนจะต้องคำนึงเสมอว่า จะสอนอย่างไรจึงจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (อ้อยใจ ศรีพลาย. 2548: 3) ทั้งนี้การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองการจัดกระบวนการเรียนรู้จึงเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่ง และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถทำได้ตามศักยภาพของเขา (วรณัน ขุนศรี. 2546: 34) ด้วยเหตุนี้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีสอนของตนเอง ให้เข้ากับยุคสมัยใหม่ โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน สรรสร้างความรู้ด้วยตนเอง (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2543: 266)

การเรียนแบบร่วมมือ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 4 – 5 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำงานร่วมกันเพื่อเป้าหมายของกลุ่ม สมาชิกมีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีปฏิสัมพันธ์ส่งเสริมซึ่งกันและกัน รับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนของตนเองและส่วนรวม ผลงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับผลงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของทุกคน (สมบัติ การจนารักษ์พงศ์. 2549: 5) ซึ่งเป็นผลมาจากการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม ทุกคนมีบทบาทสำคัญต่อการประสบความสำเร็จของกลุ่มเท่ากัน นอกจากนี้การร่วมมือกันเรียนรู้อย่างก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนที่เอื้อกันของผู้เรียนด้วย (ปสาสน์ กงตาล. 2535: 19-20)

ดังนั้นในการจัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุผลตามที่กล่าวไว้ข้างต้น จะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี ทำให้คณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหานั้น มีขั้นตอนที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ทำให้ผู้เรียนเกิดการความสนใจ มีความกระตือรือร้นและเกิดการเรียนรู้ ในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ และแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การแสดงด้วย ภาพ ศัพท์ สัญลักษณ์ ในการนำเสนอ แนวความคิด อธิบายความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์ โดยครูผู้สอนจัดทำขึ้นเองและเป็นผู้กระตุ้นโดยใช้คำถามแล้วให้ผู้เรียนอธิบายแนวความคิดของตนเองให้ครูและเพื่อน ๆ มีส่วนร่วมในการอภิปรายแนวความคิด วิธีการสอนก็สามารถนำมาใช้ควบคู่กันได้ด้วยซึ่งการใช้วิธีสอนจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้การเรียนรู้ของนักเรียนบรรลุผลสำเร็จที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษ ที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 2) และวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่นำมาแก้ปัญหาในการเรียนการสอนได้ คือ เทคนิคเพื่อนเรียน เป็นวิธีหนึ่งของการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนแบบมีส่วนร่วมทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการจัดการกับความรู้อื่น ๆ ทักษะการแสดงออก

ทักษะการสร้างความรู้ใหม่และทักษะการทำงานเป็นกลุ่มจัดว่าเป็นวิธีเรียนที่สามารถนำมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนที่มีคุณภาพได้อีกวิธีหนึ่ง จึงนับว่าเป็นวิธีเรียนที่ควรนำมาใช้กับการเรียนการสอนปัจจุบันเพื่อให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การพัฒนาให้นักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น การนำเทคนิคและวิธีการสอนใหม่ ๆ เข้ามาปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วย การปฏิบัติจริง การร่วมมือในการทำงาน การคิด การแก้ปัญหา รวมทั้งทักษะ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนา (มะลิวรรณ ผ่องราชี. 2549: บทคัดย่อ) ซึ่งสอดคล้องกับชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546: 40) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนในระดับต่าง ๆ จึงควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนเป็นสำคัญจึงจะทำให้ระบบการศึกษามีประสิทธิภาพและผู้เรียนเกิดการพัฒนา ศักยภาพในตัวเองมากขึ้น ซึ่งสถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและเพียงพอ ประกอบด้วย 5 มาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่ (1) การแก้ปัญหา (2) การให้เหตุผล (3) การสื่อสารและการสื่อความหมาย (4) การเชื่อมโยง และ (5) การนำเสนอ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544: 7)

จากทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จะเห็นว่าการสื่อสารและการสื่อความหมายระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ให้มีความเข้าใจตรงกัน โดยนักเรียนในฐานะผู้ส่งสารต้องมีความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เช่น การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล (อัมพร ม้าคนอง. 2553: 56) ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) ว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

จากความสำคัญและเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการศึกษาครั้งนี้ยังเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สูงขึ้นอีกด้วย

## ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์
5. เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์

## ความสำคัญของการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ได้ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อช่วยครูผู้สอนให้มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ พัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และนำผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าไปพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ในปัจจุบัน

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สายวิทย์-คณิต) โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 8 ห้องเรียน รวม 424 คน

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สายวิทย์-คณิต) โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 53 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

## ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่
  - 1.1 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
  - 2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลราษฎรอำรุง พุทธศักราช 2551 เรื่อง ปรุณยานุพันธ์ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

1. ปรุณยานุพันธ์	2	คาบ
2. ปรุพันธ์ไม่จำกัดเขต	5	คาบ
3. การประยุกต์ปรุพันธ์ไม่จำกัดเขต	3	คาบ
4. ปรุพันธ์จำกัดเขต	4	คาบ
5. พื้นที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้ง	4	คาบ

## ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 20 คาบ โดยการทำทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 18 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 1 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**1. การเรียนแบบร่วมมือ** หมายถึง เป็นรูปแบบการเรียนที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ และทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 4 คน แบบคณะกรรมการ ประกอบด้วยเด็กเรียนเก่ง 1 คน เด็กเรียนปานกลาง 2 คน และเด็กเรียนอ่อน 1 คน โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เด็กเรียนเก่งจะช่วยเหลือเด็กที่เรียนอ่อนกว่าภายในกลุ่ม มีความรับผิดชอบร่วมกันภายในกลุ่ม ระหว่างงานของตนเองและงานของกลุ่ม เพราะว่าความสำเร็จของแต่ละบุคคล คือ ความสำเร็จของกลุ่มเช่นกัน

**2. เทคนิคเพื่อนเรียน** หมายถึง เป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนในกลุ่มจับคู่เพื่อช่วยเหลือ นักเรียนในบางครั้งคู่หนึ่งอาจไปขอคำแนะนำ คำอธิบายจากคู่อื่น ๆ ที่คาดว่าจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวดีกว่าและเช่นเดียวกันเมื่อนักเรียนคู่หนึ่งเกิดความเข้าใจที่แจ่มชัดแล้ว ก็จะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนคู่อื่น ๆ ต่อไป

**3. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน** หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีลักษณะการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อค้นหาคำตอบ และสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยการสร้างและพัฒนารูปแบบการสอนครั้งนี้ได้จัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่สร้างความสนใจในกาเรียน โดยเพิ่มเติมความรู้ใหม่หรือทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน จากกิจกรรมที่สอดแทรกให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกัน เช่น การพูดอภิปราย การเล่นเกม เป็นต้น

2. ช้่นสอน เป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถ โดยการนำเสนอปัญหาให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปราย แสดงแนวคิดโดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิด

3. ช้่นทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

4. ช้่นสรุปบทเรียน เป็นขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและครูอภิปรายเพิ่มเติม

ถึงความรู้ที่ได้รับหลังการร่วมกิจกรรม

5. ช้่นประเมินผลการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการสังเกตการร่วมกิจกรรม หรือการซักถามของนักเรียน การตรวจความถูกต้องของใบงานแบบฝึกหัด แบบจดบันทึก

**4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์** หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ โดยจะทำการทดสอบหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงแล้วและวัดให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ฏิกยานุพันธ์ จำแนกไว้ 4 ระดับ ดังนี้

4.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) ประกอบด้วย ความรู้ ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถในการคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

4.2 ความเข้าใจ (Comprehension) ประกอบด้วย ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามหาเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหา

4.3 การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างแต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน และความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์โดยการจัดการส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4.4 การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เรียนมาตลอดจนความสามารถในการเปรียบเทียบวิเคราะห์ข้อมูลและการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

**5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดเรื่องราวต่าง ๆ ที่อาจเป็นการพูด บรรยายการเขียน การแสดงความคิดเห็นการจัดกิจกรรม หรือการร่วมกันอภิปราย อย่างมีวัตถุประสงค์ ไปยังบุคคลหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคน ซึ่งได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยจะทำการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ได้แก่

5.1 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และครอบคลุมสาระสำคัญ ซึ่งทำการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกับกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีค

5.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถในการพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง ชัดเจน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และผลการสัมภาษณ์นักเรียน มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

**6. เกณฑ์** หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัย ใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวมซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์ การตัดสินผลการเรียนรู้ของเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้

ช่วงคะแนนร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน /ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม

ช่วงคะแนนร้อยละ 75 – 79 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดีมาก

ช่วงคะแนนร้อยละ 70 – 74 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในระดับ ดี

ช่วงคะแนนร้อยละ 65 – 69 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในระดับ ค่อนข้างดี

ช่วงคะแนนร้อยละ 60 – 64 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ น่าพอใจ

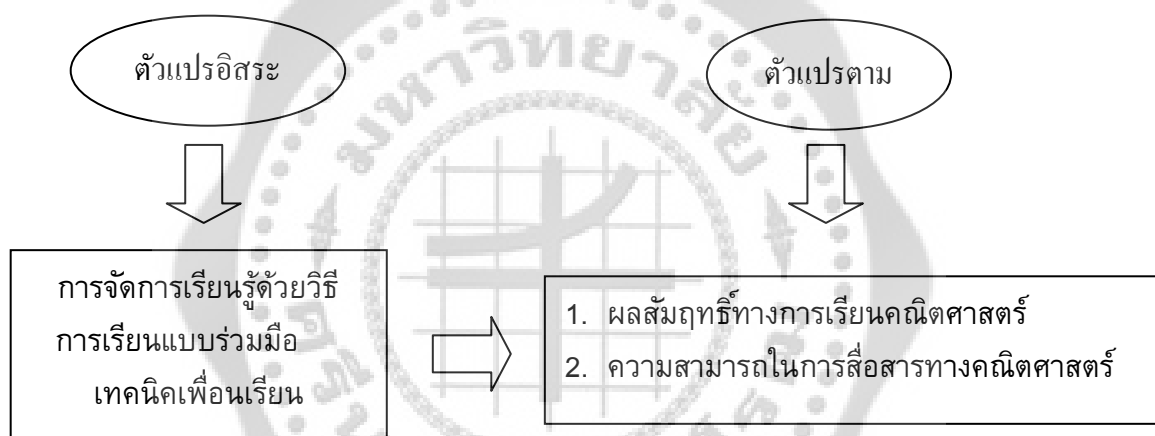
ช่วงคะแนนร้อยละ 55 – 59 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ พอใช้

ช่วงคะแนนร้อยละ 50 – 54 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

ช่วงคะแนนร้อยละ 0 – 49 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แนวคิดจากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ
  - 1.1 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ
  - 1.2 องค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ
  - 1.3 ลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือ
  - 1.4 รูปแบบของการเรียนแบบร่วมมือ
  - 1.5 ขั้นตอนของการเรียนแบบเพื่อนเรียน
  - 1.6 บทบาทของครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ
  - 1.7 ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ
  - 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของการสื่อสาร
  - 3.2 ความสำคัญของการสื่อสาร
  - 3.3 องค์ประกอบของการสื่อสาร
  - 3.4 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.5 การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.6 ประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.7 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์



## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ

### 1.1 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ

สลาบิน (Slavin. 1987: 8) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือคือ การเรียนแบบหนึ่งซึ่งนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเล็กปกติจะจัดกลุ่มละ 4 คนและการจัดกลุ่มต้องคำนึงถึงความสามารถของนักเรียน เช่น นักเรียนที่มีความสามารถสูง 1 คน ความสามารถปานกลาง 2 คน และความสามารถต่ำ 1 คน หน้าที่ของนักเรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันทำงานรับผิดชอบและช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียนซึ่งกันและกัน

อาทซ์ และนิวแมน (Artzt; & Newman. 1990: 448-449) ได้กล่าวถึง การสอนแบบเรียนแบบร่วมมือ ว่าเป็นแนวทางที่เกี่ยวกับการที่ผู้เรียนทำการแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จหรือบรรลุเป้าหมายร่วมกัน สมาชิกทุกคนต้องระลึกเสมอว่า เขาเป็นส่วนสำคัญของกลุ่ม ความสำเร็จหรือความล้มเหลวของกลุ่มเป็นความสำเร็จหรือความล้มเหลวของทุกคนในกลุ่ม เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย สมาชิกทุกคนต้องพูดคุยอธิบายแนวคิดเดียวกัน และช่วยเหลือกันให้เกิดการเรียนรู้ในแก้ปัญหา ครูไม่ใช่เป็นแหล่งความรู้ที่คอยป้อนแก่นักเรียน แต่จะมีบทบาทเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ จัดหาและชี้แนะแหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ของนักเรียน ตัวนักเรียนเองจะเป็นแหล่งความรู้ซึ่งกันและกันในกระบวนการเรียนรู้

การเรียนแบบร่วมมือเป็นกระบวนการที่สนับสนุนให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำงานร่วมกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือมีลักษณะที่สำคัญ 5 ประการคือ

1. มีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Positive interdependence)
2. มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด (face-to-face promotive interactive)
3. มีความรับผิดชอบในตัวเองต่องานที่ได้รับมอบหมาย (individual accountability)
4. มีทักษะทางสังคม (Social skills)
5. มีทักษะในกระบวนการกลุ่ม (Group processing)

การเรียนแบบร่วมมือเป็นการกำหนดสภาพการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการสืบค้น (explore) ได้ปรับปรุงและพัฒนา (develop) แนวคิด ได้ตรวจสอบ ได้อภิปราย ได้ใช้แนวคิด และสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มทำงานร่วมกัน นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้จากกันและกัน ได้อธิบายแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน ได้ช่วยเหลือกันในกลุ่ม

อาเรนดส์ (Arends. 1994: 113) กล่าวถึงการเรียนแบบร่วมมือว่าเป็นรูปแบบการสอนที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถต่างกันทั้งสูง กลาง ต่ำ นักเรียนหญิงและชายมีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน ได้รับรางวัลหรือความสำเร็จร่วมกัน

กรมวิชาการ (2544: 4) ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ของการเรียนแบบร่วมมือ หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน โดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันมีการ

แลกเปลี่ยนความคิดเห็นมีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งใน ส่วนตนและส่วนรวมเพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความหมายตรงกับข้ามกับการเรียนที่เน้นการแข่งขัน (Competitive learning) และการเรียนตามลำพัง (Individualized learning)

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544: 142) ได้ให้ความหมายการเรียนแบบร่วมมือไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียนรู้ นักเรียนอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ มีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มแบบทุกคนร่วมมือกัน นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน มีบทบาทที่ชัดเจนในการเรียนหรือการทำกิจกรรมอย่างเท่าเทียมกัน และหมุนเวียนบทบาทหน้าที่กัน ภายในกลุ่มอย่างทั่วถึง มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ได้พัฒนาทักษะความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตรวจสอบผลงานร่วมกันขณะเดียวกันก็ต้อง ร่วมกันรับผิดชอบการเรียนในงานทุกขั้นตอนของสมาชิกกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะบรรลุเป้าหมายของการ เรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มบรรลุเป้าหมายเช่นเดียวกัน ดังนั้นนักเรียนทุกคนต้อง ช่วยเหลือพึ่งพากันเพื่อให้ทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จและบรรลุเป้าหมายร่วมกัน

สนอง อินละคร (2544: 116) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 4-6 คน ที่มีความสามารถคละกัน คือ นักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2-4 คน และนักเรียนอ่อน 1 คน นักเรียนทุกคนเรียนรู้และทำกิจกรรมร่วมกันมีการ ปฏิภาหหรือกันภายในกลุ่ม ผลสำเร็จของนักเรียนแต่ละคนคือผลสำเร็จของกลุ่ม

ทิศนา แคมมณี (2545: 98-99) ได้นำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนแบบร่วมมือว่า คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3 – 6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม นักการศึกษาคนสำคัญที่เผยแพร่แนวคิดของการเรียนรู้ แบบนี้คือ สลาวิน (Slavin) เดวิด จอห์นสัน (David Johnson) และ รोजอร์ จอห์นสัน (Roger Johnson) เขากล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไป เรามักจะไม่ให้ความสนใจเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนส่วนใหญ่เรามักจะมุ่งไปที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับ ผู้เรียนหรือระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนเป็นมิติที่จะถูกละเลยหรือมองข้าม ไปทั้ง ๆ ที่มีผล การวิจัยชี้ชัดเจนนว่า ความรู้สึกของผู้เรียนต่อตนเอง ต่อโรงเรียน ครูและเพื่อนร่วมชั้น มีผลต่อการเรียนรู้มาก ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนมี 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะแข่งขัน ในการเรียนรู้ ผู้เรียนแต่ละคนจะพยายามที่จะเรียนให้ดีกว่า ผู้อื่นเพื่อให้ได้คะแนนดี ได้รับการยกย่อง หรือได้รับการตอบแทนในลักษณะต่าง ๆ
2. ลักษณะต่างคนต่างเรียน คือแต่ละคนต่างก็รับผิดชอบดูแลตนเองให้เกิดการเรียนรู้ ไม่ยุ่งเกี่ยวกับผู้อื่น
3. ลักษณะร่วมมือกันหรือช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ คือแต่ละคนต่างก็รับผิดชอบ ในการเรียนรู้ของตนเอง และในขณะเดียวกันก็ต้องช่วยให้สมาชิกคนอื่นเรียนรู้ด้วย จอห์นสันและ จอห์นสันชี้ให้เห็นว่า การจัดการศึกษาปัจจุบันมักส่งเสริมการเรียนรู้แบบแข่งขัน ซึ่งอาจมีผลทำให้ ผู้เรียนเคยชินต่อการแข่งขันเพื่อแย่งชิงผลประโยชน์มากกว่าการร่วมมือกันแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม

เราควรให้โอกาสผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้ง 3 ลักษณะ โดยรู้จักใช้ลักษณะการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพการณ์ ทั้งนี้เพราะในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนต้องเผชิญสถานการณ์ที่มีทั้ง 3 ลักษณะ แต่เนื่องจากการศึกษาปัจจุบันมีการส่งเสริมการเรียนรู้แบบแข่งขันและแบบรายบุคคลแล้ว เราจึงจำเป็นต้องหันมา ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี รวมทั้งได้เรียนรู้ทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกับผู้อื่นซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตด้วย

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546: 134) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวมเพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ศุภวรรณ เล็กวิไล (2548: 111) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5 คน สมาชิกในกลุ่มมีระดับความสามารถแตกต่างกัน ร่วมกันปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย โดยที่สมาชิกแต่ละคนมีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนและรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม มีเป้าหมายร่วมกัน และภาคภูมิใจด้วยกันเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2549: 5) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 4-5 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำงานร่วมกันเพื่อเป้าหมายของกลุ่ม สมาชิกมีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีปฏิสัมพันธ์ส่งเสริมซึ่งกันและกัน รับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนของตนและส่วนรวม ผลงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับผลงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของทุกคน

จากความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้และทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 4 คน แบบละความสามารถ ประกอบด้วยเด็กเรียนเก่ง 1 คน เด็กเรียนปานกลาง 2 คน และเด็กเรียนอ่อน 1 คน โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เด็กเรียนเก่งจะช่วยเหลือเด็กที่เรียนอ่อนกว่าภายในกลุ่ม มีความรับผิดชอบร่วมกันภายในกลุ่ม ระหว่างงานของตนเองและงานของกลุ่ม เพราะว่าความสำเร็จของแต่ละบุคคล คือ ความสำเร็จของกลุ่มเช่นกัน

## 1.2 องค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ

วัฒนาพร ระเบียบทุกซ์ (2541ก: 38-45) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ

1. การพึ่งพาอาศัยกัน (Positive Interdependence) สมาชิกทุกคนมีหน้าที่และ

ความรับผิดชอบเท่าเทียมกันหมด สมาชิกแต่ละคนรู้หน้าที่ของตนเองว่าต้องทำกิจกรรมใดบ้างในการเรียนครั้งนั้น ๆ และต้องรับผิดชอบในกิจกรรมนั้น ๆ เสมอ สมาชิกทุกคนตระหนักดีว่าความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกภายในกลุ่ม

2. การปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด (Face to Face Interaction) การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือนี้ นักเรียนจะนั่งด้วยกันเป็นกลุ่มหันหน้าเข้าหากันเพื่อจะได้ซักถาม ตอบคำถาม อธิบาย ได้ตอบ ซึ่งกันและกัน ให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน ยอมรับเหตุผลของผู้อื่นได้เถียงกันด้วยเหตุผล รู้จักสนับสนุนและชมเชยผู้อื่น เป็นการฝึกทักษะพื้นฐานในการอยู่ร่วมกันในสังคม

3. หน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคน (Individual Accountability) สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบ และจะต้องทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถเสมอ เช่น

3.1 สมาชิกต้องตอบคำถามและอธิบายให้แก่เพื่อนสมาชิกด้วยกันด้วยความเต็มใจเสมอ

3.2 สมาชิกแต่ละคนจะต้องสนับสนุน คอยให้กำลังใจแก่เพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

3.3 สมาชิกแต่ละคนรู้ว่า ผลงานของกลุ่มจะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีขึ้นอยู่กับความร่วมมือและความรับผิดชอบของสมาชิกทุกคน

4. ทักษะทางสังคม (Social Skills) นักเรียนบางคนไม่มีทักษะในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เนื่องจากไม่ได้รับการพัฒนาในเรื่องนี้มาก่อน อาจจะมีปัญหาบ้างในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ดังนั้นก่อนที่จะใช้การสอนแบบนี้ครูควรวางพื้นฐานนักเรียนให้มีทักษะในการทำงานกลุ่ม ดังนี้

4.1 ทักษะการจัดกลุ่ม ฝึกการจัดกลุ่มอย่างรวดเร็ว และทำงานกลุ่มโดยไม่รบกวนกลุ่มอื่น

4.2 ทักษะการทำงานกลุ่ม เป็นทักษะเกี่ยวกับการทำงานในกลุ่มให้เกิดผลดี มีทักษะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความคิด การแสดงความคิดเห็น อธิบาย ได้ตอบ แบ่งปันอุปกรณ์ และสร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงานร่วมกัน

4.3 ทักษะการสร้างความรู้ เป็นทักษะที่ใช้ในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจเป็นการกระตุ้นให้เกิดความคิดตามลำดับขั้นอย่างมีเหตุผล

5. กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) หลังจากทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ระยะหนึ่ง สมาชิกแต่ละคนจะประเมินการทำงานของตนเองและผลงานกลุ่ม เพื่อที่จะรู้ถึงข้อบกพร่อง และสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข และวางเป้าหมายในการทำงานกลุ่มครั้งต่อไปให้ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546: 134-135) ได้กล่าวว่าการเรียนแบบร่วมมือมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. การมีความสัมพันธ์กันในทางบวก หมายถึงการที่สมาชิกในกลุ่มมีการทำงานอย่างมีเป้าหมายร่วมกัน มีการแข่งขัน มีการใช้วัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกัน มีบทบาทหน้าที่และประสบความสำเร็จร่วมกัน โดยได้รับผลประโยชน์หรือรางวัลโดยเท่าเทียมกัน

2. การปฏิบัติสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดระหว่างการทำงานกลุ่ม เป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อธิบายความรู้ให้แก่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟังและ

มีการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งกันและกัน

3. การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน เป็นกิจกรรมที่ตรวจเช็คหรือทดสอบให้มั่นใจว่าสมาชิกมีความรับผิดชอบต่องานกลุ่มหรือไม่เพียงใด โดยสามารถที่จะทดสอบเป็นรายบุคคล เช่น การสังเกตการทำงาน การสัมภาษณ์ปากเปล่า เป็นต้น

4. การใช้ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interdependence and Small Group Skills) เพื่อให้งานกลุ่มประสบความสำเร็จ ผู้เรียนควรจะได้รับ การฝึกฝนทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่ม เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเป็นผู้นำ ทักษะการตัดสินใจ การแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการกลุ่ม เป็นต้น

5. กระบวนการกลุ่ม เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอน ซึ่งสมาชิกแต่ละคนจะต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน มีการวางแผน ดำเนินงานตามแผน ประเมินผลงานและปรับปรุงงานร่วมกัน

ปราณี จงศรี (2545: 54-57) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของการจัดการเรียนแบบร่วมมือที่กล่าวมา ยังมีส่วนประกอบของกระบวนการเรียนเพื่อให้เกิดความร่วมมือ ประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทำได้หลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มแบบสุ่ม การจัดกลุ่มตามความสนใจ คือนักเรียนที่สนใจศึกษาหัวข้อเดียวกันมาทำงานร่วมกัน หรือกลุ่มแบบละความสามารถ วิธีจัดกลุ่มแบบนี้เป็นวิธีที่นักวิจัยและนักศึกษานิยมใช้กันมาก ซึ่งประกอบไปด้วยสมาชิกจำนวน 4-6 คนเมื่อจัดนักเรียนเข้ากลุ่มแล้วควรให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ร่วมกัน การจัดกลุ่มแบบละความสามารถประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถสูง 1 คน ความสามารถปานกลาง 2 คน และความสามารถต่ำ 1 คน โดยในกลุ่ม 4 คนนี้ควรจะต้องมีการกระจายในเรื่องเพศและเชื้อชาติ การจัดกลุ่มแบบนี้เป็นที่นิยมเนื่องจากเหตุผลดังนี้ 1) เปิดโอกาสให้เกิดการสนับสนุนช่วยเหลือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้เต็มที่ 2) ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกร่วมและความเข้าใจที่ดีต่อกันระหว่างสมาชิกที่มีเพศและเชื้อชาติต่างกัน 3) ช่วยต่อการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของทีม และทีมเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มทั้งชั้น การสร้างความรู้สึกร่วมกันให้เกิดขึ้นในกลุ่มความรู้สึกพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนทุกคนมีหน้าที่และตระหนักถึงหน้าที่ของตนว่าต้องทำอะไรบ้างในการเรียนครั้งนั้น ๆ อีกทั้งยอมรับในความแตกต่างระหว่างเพื่อนสมาชิก และรับรู้ว่าคุณคนเท่าเทียมกันดังนั้นสมาชิกทุกคนต้องมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย การสร้างความรู้สึกร่วมกันให้เกิดขึ้นได้ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1.1 เป้าหมาย ถ้าเป้าหมายของสมาชิกและเป้าหมายของกลุ่มสอดคล้องกัน การพึ่งพากันทางบวกย่อมเกิดขึ้นได้ง่าย กลยุทธ์ในการทำให้สมาชิกมีเป้าหมายเดียวกันเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จร่วมกัน เช่น การแจกเอกสาร แบบฝึกปฏิบัติ หรือสื่อการเรียนอื่นๆ ให้กลุ่มละ 1 ชุด เท่านั้นเพื่อให้เกิดการวางแผนใช้เครื่องมือ การใช้สื่อการเรียนร่วมกัน โดยให้ส่งผลงานเป็นงานกลุ่ม ๆ ละ 1 ชิ้นหรือให้นักเรียนในกลุ่มศึกษาเอกสารที่ได้รับและตรวจสอบกันและกันว่าทุกคนมีความเข้าใจเนื้อหาเหมือนกัน

1.2 โครงสร้างของการทำกิจกรรม โดยครูแจกแบบฝึกปฏิบัติหรือมอบหมายงานที่ต้องทำร่วมกันภายในกลุ่ม หรือให้ส่งงานที่เป็นผลงานของกลุ่ม นำเสนอผลงานของกลุ่มต่อชั้นเรียน หรือมีการแบ่งงานระหว่างสมาชิกซึ่งต้องนำชิ้นงานแต่ละส่วนมารวมกัน เพื่อให้เป็นผลงานของกลุ่มที่สมบูรณ์

โครงสร้างของรางวัล การให้รางวัลหรือคะแนนจะอยู่ในรูปของคะแนนกลุ่ม การกำหนดคะแนนกลุ่มทำได้หลายวิธีเช่น

- การนำคะแนนของสมาชิกทุกคนมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม
- การนับจำนวนสมาชิกที่คะแนนถึงเกณฑ์ ใช้ผลรวมของจำนวน

สมาชิกเป็นคะแนนกลุ่ม

- การสุ่มเลือกคะแนนของสมาชิกคนใดคนหนึ่งเป็นคะแนนกลุ่ม
- การใช้คะแนนของสมาชิกที่ได้คะแนนต่ำสุดเป็นคะแนนกลุ่ม

นอกจากนี้อาจใช้ระบบการให้คะแนนรวม เช่น ถ้าสมาชิกทุกคนของกลุ่มได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 90 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม สมาชิกของกลุ่มนั้น จะได้คะแนนพิเศษ อีกคนละ 5 คะแนน

1.3 บทบาทสมาชิก สมาชิกทุกคนต้องมีหน้าที่ และรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยแต่ละคนควรมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

- ผู้ตรวจสอบ (Checker) เช่น ตรวจสอบความเข้าใจ ความเห็นที่สอดคล้องกัน
- ผู้สนับสนุน (Encourager) เช่น สนับสนุนความพยายาม ความคิดเห็นความช่วยเหลือกันเป็นต้น
- ผู้จดบันทึก (Recorder) เช่น บันทึกความคิดเห็น การตัดสินใจการดำเนินงานและผลผลิตหรือผลลัพธ์
- ผู้ติดตามการทำงาน (Taskmaster) กระตุ้นให้ทุกคนในกลุ่มเอาใจใส่กับการทำงานให้เสร็จทันเวลา
- ผู้รักษาตึกของกลุ่ม (Gatekeeper) เช่น การปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่ ไม่ผลักรื้อให้เพื่อน
- ผู้รายงาน (Reporter) แลกเปลี่ยนผลงานกับกลุ่มอื่น นำเสนอผลงานต่อชั้นเรียน

2. การให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะทางสังคม ถ้านักเรียนไม่มีทักษะทางสังคม เป็นการยากที่กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จ ครูอาจต้องสอนทักษะทางสังคมที่จำเป็นในการทำงานร่วมกันให้แก่นักเรียนและเตือนให้นักเรียนใช้ทักษะดังกล่าวเช่น ความเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การสร้างความไว้วางใจ การสื่อสารและทักษะการจัดการ ทักษะทางสังคมที่เป็นพื้นฐานในการทำงานกลุ่มดังนี้

2.1 ทักษะการจัดการกลุ่ม (Forming skills) นักเรียนต้องมีทักษะในการจัดกลุ่มอย่างรวดเร็วไม่ส่งเสียงรบกวนผู้อื่น หนึ่งทำงานในกลุ่มของตน ซักถามและอธิบายให้ได้ยินเฉพาะภายในกลุ่ม ผลัดเปลี่ยนกันทำหน้าที่ต่างๆ เช่น ผู้บันทึก ผู้สนับสนุน ผู้ตรวจสอบ ผู้รายงาน ยอมรับและให้ความสำคัญแก่สมาชิกทุกคนเท่าเทียมกัน

2.2 ทักษะการปฏิบัติงานกลุ่ม (Functioning skills) เป็นทักษะในการทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จ รักษาความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งเป็นทักษะเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

2.2.1 การแลกเปลี่ยนความคิด การแสดงความคิดเห็น การอธิบาย และการใช้อุปกรณ์ร่วมกัน

2.2.2 การถามคำถามเพื่อต้องการทราบเหตุผลและข้อเท็จจริง ตอบคำถามอภิปราย และแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้ ยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกทุกคนมีใช้ฟังแต่ความคิดเห็นของคนเก่งเท่านั้น

2.2.3 โต้เถียงด้วยเหตุผล ไม่มีอคติต่อตัวบุคคล ใช้คำพูดที่สุภาพและไม่ทำตัวเป็นเผด็จการ

2.2.4 สร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงานกลุ่ม มีอารมณ์ขันและรักษาน้ำใจซึ่งกันและกัน

2.3 ทักษะในการสรุปความคิดเห็น (Formulation skills) เป็นทักษะที่จำเป็นในการพัฒนาเรียนรู้ให้คิดตามลำดับขั้นอย่างมีเหตุผลได้แก่

2.3.1 การสรุปความคิดเห็นหรือข้อเท็จจริงด้วยการพูดปากเปล่า โดยไม่ต้องดูจากการบันทึก

2.3.2 การตรวจสอบความถูกต้องของผลงานกลุ่ม โดยการแก้ไขปรับปรุงข้อคิดเห็นที่ยังไม่ถูกต้องของเพื่อนสมาชิก เพิ่มเติมใจความสำคัญที่ขาดหายไป สืบถามและแสดงความคิดเห็นของตนเองในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจหรือมีความคิดเห็นเป็นอย่างอื่น

2.3.3 สมาชิกทุกคนร่วมกันตรวจสอบผลงานและคำตอบของกลุ่มก่อนนำเสนอ และสมาชิกทุกคนมีมติเป็นเอกฉันท์ยอมรับผลงานของกลุ่มเสมือนเป็นผลงานของตนเอง จากองค์ประกอบและส่วนประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมกัน จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะทางสังคม การทำงานร่วมกับผู้อื่น การยอมรับซึ่งกันและกัน และการสื่อความหมาย ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างมีประสิทธิภาพและมีความแตกต่างจากการเรียนลักษณะที่เป็นกลุ่มเดิม

ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบการเรียนแบบกลุ่มและการเรียนแบบร่วมมือของพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2541: 43) ที่ได้เปรียบเทียบข้อเหมือนและข้อแตกต่างโดยเปรียบเทียบเป็นตารางดังนี้

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบการเรียนแบบกลุ่ม และการเรียนแบบร่วมมือ

การเรียนแบบกลุ่ม	การเรียนแบบร่วมมือ
1. องค์กรประกอบกลุ่มเหมือนกัน	1. องค์กรประกอบกลุ่มเหมือนกัน
2. สมาชิกมีตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป	2. สมาชิกมีตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป
3. กลุ่มไม่เน้นสมาชิกที่มีความสามารถละกัน	3. กลุ่มต้องประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถละกัน
4. สมาชิกบางคนเท่านั้นที่มีหน้าที่	4. สมาชิกทุกคนต้องมีบทบาทหน้าที่และการทำงานไปพร้อม ๆ กัน
5. สมาชิกบางคนไม่มีความรับผิดชอบร่วมกัน	5. สมาชิกทุกคนต้องมีความรับผิดชอบร่วมกัน
6. คะแนนกลุ่มอาจไม่ใช่คะแนนจากสมาชิกแต่ละคนรวมกัน	6. คะแนนของกลุ่มคือ คะแนนที่ได้จากสมาชิกแต่ละคนรวมกัน

ที่มา: พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2541: 43)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547: 110-111) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันเชิงบวก ผู้เรียนต้องมีความเชื่อว่าตนเองจะต้องเชื่อมโยงกับผู้อื่นในทางที่ไม่มีใครจะประสบความสำเร็จถ้าสมาชิกของกลุ่มคนอื่นไม่ประสบความสำเร็จด้วย ผู้เรียนจะต้องทำงานด้วยกันเพื่อให้งานสำเร็จ ทุกคนในกลุ่มต้องพึ่งกันในด้านทรัพยากร แบ่งปันสิ่งที่ตนมีอยู่แก่กันและกัน ต้องรู้จักแบ่งงานกันทำตามบทบาท ตามความถนัดและความเชี่ยวชาญของตน

2. ปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นตัวเชื่อมโยง ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ช่วยเหลืออธิบายให้สอนกันและกัน คิดแก้ปัญหาาร่วมกัน ส่งเสริมความสำเร็จของกันและกัน

3. ความรับผิดชอบส่วนบุคคล เมื่อผู้เรียนอยู่ในกลุ่มได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการสร้างความคุ้นเคย การกำหนดบทบาทความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ยอมรับสนับสนุน คัดค้านด้วยเหตุผล รวมทั้งการควบคุมตนเอง การสร้างแรงจูงใจตนเองในด้านความคาดหวัง ในความสำเร็จ สิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อเวลาการทำงานกลุ่ม จนในที่สุดเกิดเป็นค่านิยมของผู้เรียนในด้านความรับผิดชอบส่วนบุคคล



4. ทักษะการทำงานเป็นทีม หมายถึง ความสามารถในการสร้างความเข้าใจระหว่างผู้เรียนที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้สามารถสร้างงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้อยู่ในกลุ่มมีทักษะในการสื่อสาร เช่น การให้ข้อมูล การแสวงหาข้อมูล การประสานงาน การจูงใจ การประเมินการขยายความ การจัดประมวลความคิด การประนีประนอม การรักษามาตรฐาน การเป็นสมาชิกของกลุ่มและการเป็นผู้นำ

5. กระบวนการกลุ่ม การเรียนรู้แบบร่วมมือต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้องค์ประกอบที่กล่าวมาทั้ง 4 ประการ ประสบความสำเร็จ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547: 73-74) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจบูรณาการสู่โครงการ เป็นการจัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิคของเคแกน (Kagan cooperative learning) ประกอบด้วย

1. ผู้เรียนกลุ่มละไม่เกิน 6 คน 4 คนดีที่สุด
2. ทุกคนมีโอกาสเท่าเทียมกัน
3. การจัดกลุ่มมีหลายลักษณะ ได้แก่ คุณภาพเดียวกัน คุณภาพแตกต่างกัน มาจากการสุ่มหรือจับฉลาก แต่การจัดโดยให้สมาชิกมีคุณลักษณะต่างกัน ทำงานร่วมกัน สามารถพัฒนาผู้เรียนได้ดีกว่า
4. มีความเต็มใจที่จะทำงานร่วมกัน เกิดการยอมรับร่วมกันในการปฏิบัติจริง
5. มีการจัดการที่ดี สามารถดำเนินกิจกรรมจนครบขั้นตอนได้อย่างราบรื่น ทุกคนสามารถแจจงบบทบาทในการทำงาน โดยดึงศักยภาพของแต่ละคนออกมาร่วมกันทำงาน จนเกิดความภาคภูมิใจจากความสำเร็จของผลงาน

6. มีทักษะในการทำงาน เกิดทักษะหลาย ๆ ด้าน ตั้งแต่ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อความหมาย โดยหล่อหลอมด้วยกิจกรรมที่ออกแบบไว้ให้ผู้เรียนสามารถกำหนดหน้าที่ในแต่ละกิจกรรม มีความรับผิดชอบต่องานและบทบาทที่กลุ่มเสนอ ได้แก่ ผู้บริหาร ผู้นำกลุ่ม เลขาค่ายประสานงาน ฝ่ายวิชาการ นำเสนอผลงาน

จากองค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ สรุปได้ว่า องค์ประกอบสำคัญในการเรียนแบบร่วมมือได้ 5 ประการ คือ

1. การพึ่งพาอาศัยกัน สมาชิกภายในกลุ่มมีการทำงานเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน
2. การปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด สมาชิกแต่ละคนมีบทบาทแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่มด้วย
3. ความรับผิดชอบของแต่ละคน สมาชิกในกลุ่มมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และทำเต็มความสามารถ
4. การฝึกทักษะภายในกลุ่ม มีการจัดการทำงานในกลุ่ม มีการสื่อสาร แก้ปัญหา และการตัดสินใจภายในกลุ่มได้
5. กระบวนการกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนมีความเข้าใจในการทำงาน มีการวางแผน และประเมินผลงานของกลุ่ม

### 1.3 ลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือ

การเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีการที่นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกในกลุ่มมีลักษณะแตกต่างกัน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้นำศักยภาพของตนมาเสริมสร้างความสำเร็จของกลุ่มและในการที่จะทำให้เกิดสถานการณ์ของความร่วมมือกันอย่างแท้จริงเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จของกลุ่มได้นั้น ก็หมายความว่าต้องเกิดแรงจูงใจที่มั่นคงในการที่จะร่วมมือร่วมกันทำงานให้สำเร็จ งานกลุ่มช่วยพัฒนามิตรภาพระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้ และความร่วมมือกันช่วยพัฒนากระบวนการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งช่วยส่งเสริมให้เกิดความคิดที่หลากหลาย มีการยอมรับซึ่งกันและกันที่จะนำไปสู่การเพิ่มผลงาน เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างบุคคล การเรียนแบบร่วมมือที่มีประสิทธิผลนั้นมีลักษณะที่สำคัญ คือ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 5 ข้อ มีดังนี้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540: 99-100; อ้างอิงจาก Johnson; & et.al. 1991: 3-10)

1. ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก (Positive Interdependence) หมายถึง การพึ่งพากันทางบวก ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การพึ่งพากันเชิงผลลัพธ์ (Outcome Interdependence) และการพึ่งพากันเชิงวิธีการ (Means Interdependence)

1.1 การพึ่งพากันเชิงผลลัพธ์ (Outcome Interdependence) คือ การพึ่งพากันในด้านที่ได้รับผลประโยชน์จากความสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน ซึ่งความสำเร็จของกลุ่มอาจจะเป็นผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มก็ได้ และในการสร้างการพึ่งพากันเชิงผลลัพธ์ให้ได้ผลดีนั้นต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนทำงานโดยมีเป้าหมายร่วมกัน จึงจะเกิดแรงจูงใจให้นักเรียนมีการพึ่งพาซึ่งกันและกัน สามารถร่วมมือกันทำงานให้บรรลุผลสำเร็จได้

1.2 การพึ่งพากันเชิงวิธีการ (Means Interdependence) คือ การพึ่งพากันในด้านกระบวนการทำงานเพื่อให้งานกลุ่มสามารถบรรลุได้ตามเป้าหมาย ซึ่งต้องสร้างสภาพการณ์ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้รับรู้ว่าตนเองมีความสำคัญต่อความสำเร็จของกลุ่ม ในการสร้างสภาพการณ์พึ่งพากันเชิงวิธีการประกอบด้วย

1. การทำให้เกิดการพึ่งพาทรัพยากรหรือข้อมูล (Resource Interdependence) คือแต่ละบุคคลจะมีข้อมูลความรู้เพียงบางส่วนที่เป็นประโยชน์ต่องานของกลุ่ม ทุกคนต้องนำข้อมูลมารวมกันจึงจะทำให้งานสำเร็จ

2. การทำให้เกิดการพึ่งพาเชิงบทบาทของสมาชิก (Role Interdependence) คือการกำหนดบทบาทของการทำงานให้แต่ละบุคคลในกลุ่ม

3. การทำให้เกิดการพึ่งพาเชิงภาระงาน (Task Interdependence) คือการแบ่งงานให้แต่ละบุคคลในกลุ่มมีลักษณะเกี่ยวเนื่องกัน ถ้าสมาชิกคนใดคนหนึ่งทำงานของตนไม่เสร็จ จะทำให้สมาชิกคนอื่นไม่สามารถทำงานส่วนที่ต่อเนื่องได้

2. การมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม (Face to Face Primitive Interdependence) หมายถึง การเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยเหลือกันมีการติดต่อสัมพันธ์กัน

การอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิด การอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มได้เกิดการเรียนรู้ การรับฟัง เหตุผลของสมาชิกในกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงระหว่างสมาชิกในกลุ่มจะก่อให้เกิดการพัฒนา กระบวนการคิดของนักเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานกันทางสังคมจากการ ช่วยเหลือสนับสนุนกัน การเรียนรู้เหตุผลของกันและกันทำให้ได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการ ทำงานของตนเอง จากการตอบสนองทางวาจาและท่าทางของเพื่อนสมาชิก ช่วยให้ผู้รู้จักเพื่อน สมาชิกได้ดีขึ้นและการปฏิสัมพันธ์ที่ดีจะช่วยส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนจากการให้กำลังใจกันและ กันในการทำงาน

3. ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละบุคคล (Individual Accountability) หมายถึง ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละบุคคล โดยต้องทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็ม ความสามารถ ต้องรับผิดชอบในการเรียนของตนเองและของเพื่อนสมาชิก ให้ความสำคัญเกี่ยวกับ ความสามารถและความรู้ที่แต่ละคนจะได้รับ มีการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นรายบุคคลหรือไม่ โดยประเมินผลงานของสมาชิกแต่ละคนซึ่งรวมกันเป็นผลงานของกลุ่ม ให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งกลุ่มและรายบุคคล ให้สมาชิกทุกคนรายงานหรือมีโอกาสแสดงความคิดเห็น โดยทั่วถึงตรวจสอบสรุปผลการเรียนเป็นรายบุคคลหลังจบบทเรียน เพื่อเป็นการประเมินว่าสมาชิกทุกคน ในกลุ่มรับผิดชอบทุกอย่างร่วมกับกลุ่ม ทั้งนี้สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องมีความมั่นใจและพร้อมที่จะ ได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล

4. ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small Group Skill) หมายถึง การมีทักษะทางสังคม (Social Skill) เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ อย่างมีความสุข คือ มีความเป็นผู้นำ รู้จักตัดสินใจ สามารถสร้างความไว้วางใจ รู้จักติดต่อสื่อสาร และสามารถแก้ไขปัญหาขัดแย้งในการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานร่วมกันที่จะ ช่วยให้การทำงานกลุ่มประสบผลสำเร็จ โดยครูควรจัดสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถ ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กระบวนการกลุ่ม (Group Process) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มโดย ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้จากกลุ่มให้มากที่สุด มีความร่วมมือทั้งด้านความคิด การทำงานและความ รับผิดชอบร่วมกันจนสามารถบรรลุเป้าหมายได้ การที่จะช่วยให้การดำเนินงานของกลุ่มเป็นไปอย่าง มีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายได้นั้น กลุ่มจะต้องมีหัวหน้าดี สมาชิกดี และกระบวนการทำงานดี นั่นคือ มีการทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน วางแผนการทำงานและดำเนินงานตามแผน ร่วมกันในกระบวนการกลุ่มนี้สิ่งที่สำคัญก็คือ การประเมินจะมีการประเมินทั้งในส่วนที่เป็นผลงาน โดยเน้นการประเมินคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมาเป็นคะแนนกลุ่มเพื่อตัดสินความสำเร็จ ของกลุ่มด้วยประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มประเมินหัวหน้าและสมาชิกกลุ่ม ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียน เห็นความสำคัญของกระบวนการกลุ่มที่จะนำไปสู่ความสำเร็จของกลุ่มได้

จากองค์ประกอบที่สำคัญดังกล่าวจะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมนักเรียนได้เรียนแบบ ร่วมมือโดยแท้จริงซึ่งจะแตกต่างจากการเรียนเป็นกลุ่มแบบเดิม นอกจากองค์ประกอบนี้แล้วยังมี

ลักษณะอื่นที่สามารถบ่งบอกให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างการเรียนแบบร่วมมือกับการเรียนเป็นกลุ่มแบบเดิม Van Der Kley (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540: 101) ดังแสดงในตาราง

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเรียนเป็นกลุ่มแบบเดิมกับการเรียนแบบร่วมมือ

การเรียนเป็นกลุ่มแบบเดิม (Traditional Learning)	การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning)
1. การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มไม่เน้นการมีความสามารถคละกัน	1. การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มเน้นการมีความสามารถคละกัน
2. ในแต่ละกลุ่มมีนักเรียนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป	2. ในแต่ละกลุ่มมีนักเรียนตั้งแต่ 2-6
3. นักเรียนไม่ได้รับการกระตุ้นให้แสดงปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน	3. นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้แสดงปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน
4. นักเรียนในกลุ่มบางคนเท่านั้นที่มีหน้าที่	4. นักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องมีบทบาทหน้าที่ชัดเจนและทำงานไปพร้อม ๆ กัน
5. นักเรียนบางคนไม่มีความรับผิดชอบร่วมกันมีความรับผิดชอบเฉพาะตนเอง	5. นักเรียนทุกคนต้องมีความรับผิดชอบร่วมกัน
6. ไม่มีเป้าหมายที่พัฒนาทักษะทางสังคมและพฤติกรรมความร่วมมือในการทำงาน	6. เป้าหมายที่สำคัญ คือ ต้องการพัฒนาทักษะทางสังคมและพฤติกรรมความร่วมมือในการทำงาน
7. ถือว่าครูเป็นแหล่งความรู้หลักเมื่อนักเรียนในกลุ่มมีปัญหาเกี่ยวกับงานที่ทำ	7. นักเรียนทุกคนในกลุ่มถือว่าเป็นแหล่งความรู้หลัก
8. มีกระบวนการกลุ่มที่มีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการทำงาน การวางแผนการปฏิบัติงานตามแผนและการประเมินผลตามปกติ	8. มีกระบวนการกลุ่มที่ให้ความสำคัญในขั้นการประเมิน โดยประเมินคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม มาเป็นคะแนนกลุ่ม เพื่อตัดสินผลสำเร็จของกลุ่ม
9. มีการให้คะแนนเป็นรายบุคคล	9. มีการให้คะแนนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม

การเรียนแบบร่วมมือ นอกจากจะมีลักษณะตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีลักษณะตามทีเคแกน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์.ม.ป.ป.: 2-3; อ้างอิงจาก Kagan. 1994: 11-13) ได้อธิบายไว้ว่าการเรียนแบบร่วมมือต้องมีโครงสร้างการเรียนที่ชัดเจน โดยมีแนวคิดสำคัญ 6 ประการ คือ

1. เป็นกลุ่ม/ทีม (Group/Team) หมายถึง การจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม จะต้องเป็นกลุ่มขนาดเล็กประมาณ 2-6 คน ซึ่งสมาชิกในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันคละกัน ขนาดของกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดคือ 4 คน ที่จะเปิดโอกาสให้ทุก ๆ คนในกลุ่มได้ร่วมมืออย่างเท่าเทียมกัน รวมทั้งสามารถแบ่งให้งานทำเป็นคู่ได้สะดวก

2. มีความเต็มใจ (Willing) หมายถึง สมาชิกในกลุ่มมีความเต็มใจที่จะร่วมมือกันในการเรียนและทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือ มีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้ มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่างๆร่วมกัน โดยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และมีการยอมรับกันและกัน เพื่อให้งานสำเร็จไปด้วยดี

3. มีการจัดการ (Management) หมายถึง การจัดการเพื่อให้การทำงานกลุ่มแบบร่วมมือเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องกำหนดสิ่งต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่ การสร้างกฎของห้องการจัดที่นั่งของกลุ่มการแบ่งงานภายในกลุ่ม มีการกำหนดบทบาทของสมาชิกไว้ล่วงหน้า มีการให้สัญญาณเงียบที่ครูส่งให้ผู้เรียนทำสัญญาณตาม และเงียบเพื่อฟังคำสั่งต่อไป เป็นต้น

4. มีทักษะทางสังคม (Social Skill) หมายถึง มีทักษะในการทำงานร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ให้ความช่วยเหลือกันให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน ซึ่งจะช่วยให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. มีหลักการพื้นฐาน (Basic Principles) 4 ประการ ซึ่งล้วนมีความสำคัญที่จะขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไม่ได้ ได้แก่

- Positive Interdependence คือ มีการพึ่งพาอาศัยกันและกัน ช่วยเหลือกัน เพื่อให้ไปสู่ความสำเร็จ และเข้าใจว่า ความสำเร็จของแต่ละคน คือ ความสำเร็จของกลุ่ม

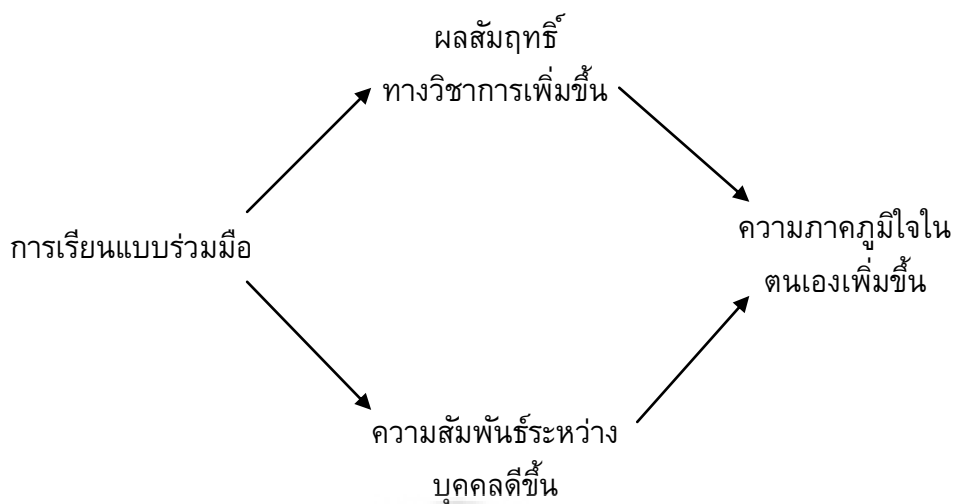
- Individual Accountability คือ มีความรับผิดชอบเป็นรายบุคคลทุกๆ คนในกลุ่ม มีบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบในการค้นคว้าการทำงานสมาชิกทุกคนต้องเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนเหมือนกัน จึงถือว่าเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

- Equal Participation คือ มีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน ทุกๆ คนต้องมีส่วนร่วมในการค้นคว้าการอ่าน การทำงานต่างๆ กัน ทำโดยกำหนดบทบาทของแต่ละคน กำหนดบทบาทก่อนหลัง เช่น ให้ใครพูด ให้ใครฟัง ให้ใครบันทึก เป็นต้น

- Simultaneous Interaction คือ ทุกคนในกลุ่มต้องมีปฏิสัมพันธ์ไปพร้อมๆ กัน คือ นักเรียนทุกคนในกลุ่มจะทำงาน คิด อ่าน ฟัง ฯลฯ ไปพร้อมๆ กัน

6. มีเทคนิคหรือรูปแบบในการจัดกิจกรรม (Structure) รูปแบบการจัดกิจกรรมหรือเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือเป็นสิ่งที่ใช้เป็นคำสั่งให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน เช่น เทคนิคการพูดเป็นคู่ (Rally Robin) เทคนิคการเขียนเป็นคู่ (Rally Table) เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pair Check) เป็นต้น เทคนิคต่าง ๆ จะต้องเลือกใช้ให้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ซึ่งแต่ละเทคนิคนั้นได้ออกแบบให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายที่ต่างกัน

สลาวิน (Slavin. 1983: 20-21; อ้างถึงใน กองวิจัยทางการศึกษา. 2543: 38) ซึ่งเป็นผู้นำแนวความคิดเรื่องการเรียนแบบร่วมมือ เชื่อว่าการเรียนแบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความภาคภูมิใจในตนเอง (Self-esteem) หมายถึงผู้เรียนจะเรียนด้วยความสุขและพัฒนาสติปัญญาของตนเองอย่างเต็มที่พร้อมกับเกิดความรู้สึกที่ดีงามในทางสังคม จากกระบวนการกลุ่ม ดังปรากฏดังภาพที่ 2



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิการเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้ภาคภูมิใจในตนเองเพิ่มขึ้น

การความสัมพันธ์ทางสังคม สลาวิน(กองวิจัยทางการศึกษา 2543: 38 อ้างอิงจาก Slavin. 1983: 20) ได้ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือจะช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในแง่ความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในทางที่ดี กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือจะทำให้ลดความรู้สึกเหลื่อมล้ำทางด้านเพศ สังคม เศรษฐกิจ และอื่น ๆ ลง แต่จะมีความรู้สึกกระตือรือร้นในการช่วยเหลือ การร่วมมือกันเข้ามาแทนที่ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาคุณลักษณะ ดี เก่ง มีสุข โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเก่งในมิติของมนุษยสัมพันธ์หรือความสัมพันธ์กับบุคคลอื่น (interpersonal) ในทางดีงาม

กองวิจัยทางการศึกษา 2543: 38) อ้างอิงจาก จอห์นสัน (Johnson. 1984: 9-10) ได้แยกแยะให้เห็นความแตกต่างระหว่างการเรียนด้วยแบ่งกลุ่มกิจกรรมที่ใช้กันแบบเดิม ๆ กับการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบร่วมมือมีพื้นฐานอยู่บนความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกันทางบวก (Positive Interdependence) สมาชิกทั้งกลุ่มมีเป้าหมายร่วมกันและทุกคนต้องพร้อมใจกันที่จะทำให้สมาชิกทุกคนของกลุ่มแสดงความสามารถได้เท่าเทียมกัน
2. การเรียนรู้แบบร่วมมือ สมาชิกต้องมีความชัดเจนในเรื่องความรับผิดชอบต่อผลงานของแต่ละบุคคล (Individual Accountability) ผู้เรียนแต่ละคนต้องแสดงข้อมูลถึงความก้าวหน้าไปถึงระดับสูงสุด แต่สำหรับกลุ่มแบบเก่าผู้เรียนที่เป็นสมาชิกกลุ่มบางคนอาจจะคอยแอบแฝงมีชื่อร่วมในกลุ่มทำงานโดยไม่มีบทบาทใดก็ได้
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ สมาชิกของกลุ่มจะมีลักษณะหลากหลายแตกต่างกันในแง่ความรู้ความสามารถและบุคลิก ขณะที่กลุ่มแบบเดิมจะมีลักษณะใกล้เคียงกันหรือสนใจเรื่องเดียวกันเป็นส่วนใหญ่
4. กลุ่มแบบร่วมมือ สมาชิกแต่ละคนจะมีส่วนร่วมแสดงความเป็นผู้นำในกลุ่มในขณะที่แบบเก่าหัวหน้ามักถูกเลือกให้บุคคลคนหนึ่งทำหน้าที่

5. กลุ่มแบบร่วมมือ ทุกคนร่วมรับผิดชอบผลการเรียนของสมาชิกแต่ละคน ทุกคนต้องมุ่งมั่นและกระตุ้นให้แต่ละคนทำชิ้นงานตามที่กำหนด ในขณะที่กลุ่มแบบเดิมสมาชิกกลุ่มไม่จำเป็นต้องรับผิดชอบซึ่งกันและกัน

6. ในกลุ่มแบบร่วมมือ มีเป้าหมายที่จะพัฒนาผลการเรียนของแต่ละคนให้ขึ้นถึงจุดสูงสุดของเขาพร้อมกับการรักษาความสัมพันธ์ในการทำงานที่ดีไว้ ส่วนกลุ่มแบบเดิมสมาชิกมุ่งทำงานที่กลุ่มได้รับมอบหมายให้เสร็จ

7. ในกลุ่มแบบร่วมมือ ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะทางสังคมหลาย ๆ ด้าน เช่น ความเป็นผู้นำ ความสามารถในการสื่อสาร การร่วมมือกับผู้อื่นและการจัดการปัญหาขัดแย้ง ในกลุ่มแบบเดิมทักษะเหล่านี้มักถูกคาดหวังว่าจะเกิดแต่จะถูกกลืนหายไปเป็นส่วนใหญ่

8. ในกลุ่มแบบร่วมมือ ครูจะเป็นผู้คอยสังเกต วิเคราะห์การทำงานร่วมกันและให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้กลุ่มทำงานได้ดีขึ้น แต่ในกลุ่มแบบเดิมครูจะสังเกตแล้วเข้าไปแทรกแซงการทำงานกลุ่มมากกว่า

9. ในกลุ่มแบบร่วมมือ ครูแนะวิธีการสร้าง “กระบวนการ” ทำงานที่มีประสิทธิภาพแก่กลุ่มโดยไม่มีการบังคับ แต่ในกลุ่มแบบเดิมมักไม่เห็นกระบวนการแต่เน้นที่ผลงาน

จากลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือที่สำคัญ 4 ประการคือ

1. จัดเป็นกลุ่ม/ทีม จัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละประมาณ 4 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน
2. มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม
3. ความรับผิดชอบระหว่างบุคคล นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละบุคคล และต้องรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อนในกลุ่ม
4. กระบวนการกลุ่ม เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีความร่วมมือทางด้านความคิด และประสิทธิภาพในการทำงานกลุ่มให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด

#### 1.4 รูปแบบของการเรียนแบบร่วมมือ

สลาวิน (Slavin, 1995: 1-11) ได้เสนอรูปแบบการเรียนที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายไว้ 5 แบบต่อไปนี้ คือ

1. STAD (Student- Teams- Achievement Division) เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถดัดแปลงใช้ได้กับทุกวิชา และทุกระดับชั้น เพื่อเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางสังคมเป็นสำคัญ
2. TGT (Teams- Games -Tournament) เป็นรูปแบบการสอนที่คล้ายกับ STAD แต่มีการจูงใจในการเรียนมากขึ้นโดยการใช้ การแข่งขันเกมแทนการทดสอบย่อย

3. TAI (Teams Assisted Individualization) เป็นรูปแบบการสอนที่ผสมผสานแนวความคิดระหว่างการร่วมมือกันเรียนรู้และการสอนเป็นรายบุคคล (Individualized Instruction) รูปแบบของ TAI จะเป็นการประยุกต์ใช้กับการสอนคณิตศาสตร์

4. CIRC (Cooperative Integrated Reading and Composition) เป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสาน ที่มุ่งพัฒนาขึ้นเพื่อการสอนอ่านและการเขียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายโดยเฉพาะ

5. JIGSAW เป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิชาที่เกี่ยวข้องกับการบรรยายเช่น สังคมศึกษา วรรณคดี บางส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิชาอื่นๆ ที่เน้นการพัฒนาความรู้ความเข้าใจมากกว่าการพัฒนาทักษะ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 156-158) ได้นำเสนอรูปแบบไว้ดังนี้

1. มุมสนทนา (Corners) เป็นเทคนิคที่ช่วยสร้างความสามัคคีในชั้นเรียน ขั้นตอนการเรียนเริ่มต้นด้วยการจัดให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มย่อยเข้าไปนั่งตามมุมหรือจุดต่าง ๆ ของห้องเรียน ผู้เรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มจะช่วยกันคิดหาคำตอบสำหรับโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่ผู้สอนยกขึ้นมา หลังจากนั้นจะเปิดโอกาสให้สมาชิกในมุมใดมุมหนึ่งอธิบายเรื่องราวที่ตนศึกษาให้เพื่อนในมุมอื่นฟัง

2. คู่ตรวจสอบ (Pair Check) เป็นเทคนิคที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ ๕ หรือ 6 คน สมาชิกในกลุ่มจับคู่กันทำงาน เมื่อได้รับโจทย์ปัญหาหรือแบบฝึกหัดจากผู้สอน ผู้เรียนคนหนึ่งจะเป็นคนแก้โจทย์หรือตอบปัญหา และอีกคนหนึ่งทำหน้าที่เสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา หลังจากทำโจทย์ข้อที่ 1 เสร็จ ผู้เรียนคนหนึ่งจะสลับหน้าที่กันคือให้คนที่แก้โจทย์ข้อที่ผ่านมากำหนดหน้าที่เป็นคนเสนอแนะ ไปทำหน้าที่แก้โจทย์ปัญหา เมื่อแก้โจทย์เสร็จครบแต่ละข้อ แต่ละคู่จะนำคำตอบมาแลกเปลี่ยนและตรวจสอบกับคำตอบของกลุ่มอื่นในกลุ่ม

3. คู่คิด (Think – Pair Share) เป็นเทคนิคที่เริ่มต้นจากการที่ผู้สอนตั้งโจทย์คำถามให้ผู้เรียนในชั้นเรียนตอบ แต่ก่อนที่ผู้เรียนจะตอบผู้สอน ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำตอบของตนเองก่อน หลังจากนั้นให้นำคำตอบของตนไปอภิปรายกับเพื่อนอีกคนหนึ่งที่นั่งติดกับตน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุดแล้วจึงนำคำตอบนั้นมาเล่าให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

4. เพื่อนเรียน (Partners) ผู้เรียนจับคู่เพื่อช่วยเหลือกันเรียนและทำความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นความคิดรวบยอดที่สำคัญ ในบางครั้งคู่หนึ่งอาจไปขอคำแนะนำ คำอธิบายจากคู่อื่น ๆ ที่คาดว่าจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวดีกว่า และเช่นเดียวกันเมื่อผู้เรียนคู่หนึ่งเกิดความเข้าใจที่แจ่มชัดแล้ว ก็จะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนคู่อื่น ๆ ต่อไป

5. ปริศนาความคิด (Jigsaw) เป็นกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหาในบทเรียนหรือเอกสารที่กำหนดให้ สมาชิกแต่ละคนจะถูกกำหนดให้ศึกษาเนื้อหาคนละตอน แตกต่างกันคนเรียนเร็วและอ่านเร็วอาจจัดให้ศึกษาเนื้อหามากกว่าคนเรียนช้าอ่านช้า ผู้เรียนที่ศึกษาหัวข้อเดียวกันจากทุก ๆ กลุ่มจะรวมกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ หลังจากที่ถูกคนศึกษาเนื้อหา จนเข้าใจและร่วมกันคิดหาวิธีอธิบายให้เพื่อนผู้เรียนในกลุ่มประจำของตนฟังแล้ว ผู้เรียนแต่ละคนจะกลับมาที่กลุ่มประจำของตน สมาชิกที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาหน้าต้น ๆ หรือ



โจทย์ข้อแรกจะเป็นคนเล่าเรื่องที่ตนศึกษาให้สมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มฟัง ทำเช่นเดียวกันนี้โดยการเรียงลำดับไปจนถึงหน้าสุดท้ายหรือโจทย์ข้อสุดท้าย จึงขอให้สมาชิกในกลุ่มคนใดคนหนึ่งสรุปเนื้อหาของสมาชิกทุกคนเข้าด้วยกัน ผู้สอนควรทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนในช่วงสุดท้ายของการเรียนและให้รางวัล

6. การแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (Team Games Tournament หรือ TGT) และการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Team Achievement Division หรือ STAD) เป็นรูปแบบการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคล้ายคลึงกัน แต่ทั้ง 2 รูปแบบจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ในขั้นตอนที่ 2 รูปแบบจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในขั้นตอนที่ 3 รายละเอียดในการดำเนินกิจกรรมของทั้ง 2 รูปแบบ มีดังนี้

1. การนำเสนอบทเรียน (Class Presentation) นำเสนอความคิดรวบยอดใหม่หรือบทเรียนใหม่ โดยการบรรยายจากผู้สอนหรืออภิปรายโดยใช้สื่อวีดิทัศน์และสื่ออื่น ๆ ในการนำเสนอความคิดรวบยอดหรือบทเรียน

2. การจัดทีม (Team) จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละประมาณ 4-5 คน โดยสมาชิกของกลุ่มต้องมีเพศและความสามารถคละกันเพื่อร่วมกันศึกษาเนื้อหาและปฏิบัติกิจกรรมตามกติกากิจการการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เช่น เป็นผู้อื่น เป็นผู้หาคำตอบ เป็นผู้สนับสนุน เป็นผู้จัดบันทึก เป็นต้น สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องช่วยเหลือกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และสมาชิกทุกคนจะต้องพยายามทำให้ดีที่สุดเพื่อความสำเร็จร่วมกันของทีม เพื่อความสัมพันธ์อันดีต่อกัน เพื่อความภาคภูมิใจและเพื่อให้ได้รับการยอมรับ

3. การแข่งขัน/การทดสอบ ในขณะที่รูปแบบ TGT ใช้การแข่งขัน รูปแบบ STAD จะใช้การทดสอบย่อยเพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว

4. การยอมรับความสำเร็จของทีม (Team Recognition) ทั้งรูปแบบ TGT และรูปแบบ STAD เมื่อเสร็จการแข่งขันหรือทดสอบจะนำคะแนนของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนของทีมและหาค่าเฉลี่ย ทีมที่มีคะแนนหรือค่าเฉลี่ยสูงที่สุด จะได้รับการยอมรับให้ทีมชนะเลิศ และทีมที่ได้อันดับรองลงมาและควรประกาศผลการแข่งขันหรือคะแนนทดสอบในที่สาธารณะ เช่น ดิตบอร์ดในชั้นเรียน บอร์ดของโรงเรียนในหนังสือพิมพ์หรือวารสารของโรงเรียนและควรบันทึกสถิติไว้ด้วย

เคแกน ( Kagan. 1995: 35) กล่าวว่าเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือมีอยู่ 2 แบบคือ เทคนิคที่ใช้ตลอดกิจกรรมการเรียนการสอนและเทคนิคที่ไม่ได้ใช้ตลอดกิจกรรมการเรียนการสอน ในที่นี้ผู้วิจัยสนใจที่จะเลือกใช้เทคนิคที่ไม่ได้ใช้ตลอดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละชั่วโมงอาจใช้ขั้นนำหรือจะสอดแทรกในขั้นสอนตอนใดก็ได้ หรือใช้ในขั้นสรุป ขั้นทบทวน ขั้นวัดผลของคาบเรียนใดคาบเรียนหนึ่งตามที่ครูผู้สอนกำหนดเทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือที่มีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. เทคนิคการพูดเป็นคู่ (Rally robin) เป็นเทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือที่นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มย่อย แล้วครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูด ตอบ แสดงความคิดเห็นเป็นคู่ ๆ แต่ละคู่จะผลัดกันพูด และฟังโดยใช้เวลาเท่าๆ กัน

2. เทคนิคการเขียนเป็นคู่ (Rally table) เป็นเทคนิคคล้ายกับการพูดเป็นคู่ ต่างกันเพียงแต่ละคู่ผลัดกันเขียนหรือวาดแทนการพูด

3. เทคนิคการพูดรอบวง (Round robin) เป็นเทคนิคที่เปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มผลัดกันพูด ตอบอธิบาย ซึ่งเป็นการพูดที่ผลัดกันทีละคนตามเวลาที่กำหนดจนครบ คน

4. เทคนิคการเขียนรอบวง (Round table) เป็นเทคนิคที่เหมือนกับการพูดรอบวง แตกต่างกันที่เน้นการเขียนแทนการพูด เมื่อครูถามปัญหาหรือให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น นักเรียนจะผลัดกันเขียนลงในกระดาษที่เตรียมไว้ทีละคนตามเวลาที่กำหนด

5. เทคนิคการเขียนพร้อมกันรอบวง (Simultaneous round table) เทคนิคนี้เหมือนการเขียนรอบวง แตกต่างกันที่เน้นให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มเขียนคำตอบพร้อมกัน

6. เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs check) เป็นเทคนิคที่ให้สมาชิกในกลุ่มจับคู่กันทำงาน เมื่อได้รับคำถามหรือปัญหาจากครู นักเรียนคนหนึ่งจะเป็นคนทำและอีกคนหนึ่งทำหน้าที่เสนอแนะหลังจากที่ทำข้อที่ 1 เสร็จ นักเรียนคู่นั้นจะสลับหน้าที่กัน เมื่อทำเสร็จครบแต่ละ 2 ข้อ แต่ละคู่จะนำคำตอบมาและเปลี่ยนและตรวจสอบคำตอบของคู่อื่น

7. เทคนิคร่วมกันคิด (Numbered heads together) เทคนิคนี้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มด้วยกลุ่มละ 4 คน ที่มีความสามารถคละกัน แต่ละคนมีหมายเลขประจำตัว แล้วครูถามคำถาม หรือมอบหมายงานให้ทำ แล้วให้นักเรียนได้อภิปรายในกลุ่มย่อยจนมั่นใจว่าสมาชิกในกลุ่มทุกคนเข้าใจคำตอบ ครูจึงเรียนหมายเลขประจำตัวผู้เรียน หมายเลขที่ครูเรียกจะเป็นผู้ตอบคำถามดังกล่าว

8. เทคนิคการเรียงแถว (Line-ups) เป็นเทคนิคที่ง่าย ๆ โดยให้นักเรียนยืนแถวเรียงลำดับภาพ คำ หรือสิ่งที่ครูกำหนดให้ เช่น ครูให้ภาพต่าง ๆ แก่ นักเรียน แล้วให้นักเรียนยืนเรียงลำดับภาพขั้นตอนของวงจรชีวิตของแมลง ห่วงโซ่อาหาร เป็นต้น

9. เทคนิคการแก้ปัญหาด้วยจิ๊กซอว์ (Jigsaw problem solving) เป็นเทคนิคที่สมาชิกแต่ละคนคิดคำตอบของตนไว้ แล้วนำคำตอบของแต่ละคนมารวมกัน เพื่อแก้ปัญหาให้ได้คำตอบที่สมบูรณ์เหมาะสมที่สุด

10. เทคนิควงกลมซ้อน (Inside-outside circle) เป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนนั่งหรือยืนเป็นวงกลมซ้อนกัน 2 วง จำนวนเท่ากัน วงในหันหน้าออก วงนอกหันหน้าเข้า นักเรียนที่อยู่ตรงกับจับคู่กันเพื่อสัมภาษณ์ซึ่งกันและกัน หรืออภิปรายปัญหาร่วมกัน จากนั้นจะหมุนเวียนเพื่อเปลี่ยนคู่ใหม่ไปเรื่อยๆ ไม่ซ้ำคู่กัน โดยนักเรียนวงนอกและวงในเคลื่อนไปในทิศทางตรงข้ามกัน

11. เทคนิคแบบมุมสนทนา (Corners) เป็นเทคนิควิธีที่ครูเสนอปัญหา และประกาศมุมต่าง ๆ ภายในห้องเรียนแทนแต่ละข้อ แล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยเขียนหมายเลขข้อที่ชอบมากกว่า และเคลื่อนเข้าสู่มุมที่เลือกไว้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มตามมุมต่าง ๆ หลังจากนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนในมุมใดมุมหนึ่งอภิปรายเรื่องราวที่ได้ศึกษาให้เพื่อนในมุมอื่นฟัง

12. เทคนิคการอภิปรายเป็นคู่ (Pair discussion) เป็นเทคนิคที่ครูกำหนดหัวข้อหรือคำถาม แล้วให้สมาชิกที่หนึ่งใกล้กันร่วมกันคิดและอภิปรายเป็นคู่

13. เทคนิคเพื่อนเรียน (Partners) เป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนในกลุ่มจับคู่เพื่อช่วยเหลือนักเรียนในบางครั้งคู่หนึ่งอาจไปขอคำแนะนำ คำอธิบายจากคู่อื่นๆ ที่คาดว่าจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวดีกว่าและเช่นเดียวกันเมื่อนักเรียนคู่หนึ่งเกิดความเข้าใจที่แจ่มชัดแล้ว ก็จะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนคู่อื่นๆ ต่อไป

14. เทคนิคการคิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think - pair - share) เป็นเทคนิคที่เริ่มจากปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนแล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของแต่ละคู่มาอภิปรายพร้อมกัน 4 คน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุด จึงนำคำตอบเล่าให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

15. เทคนิคการทำเป็นกลุ่ม ทำเป็นคู่ และทำคนเดียว (Team - pair - solo) เป็นเทคนิคที่ครูกำหนดปัญหาหรืองานให้แล้วให้นักเรียนทำงานร่วมกันทั้งกลุ่มจนงานสำเร็จ จากนั้นจะแยกทำงานเป็นคู่จนงานสำเร็จ สุดท้ายนักเรียนแต่ละคนแยกมาทำเองจนสำเร็จได้ด้วยตนเอง

16. เทคนิคการอภิปรายเป็นทีม (Team discussion) เป็นเทคนิคที่ครูกำหนดหัวข้อหรือคำถาม แล้วให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันระดมความคิด และพูดอภิปรายพร้อมกัน

17. เทคนิคโครงการเป็นทีม (Team project) เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์มาก เทคนิคนี้เริ่มจากครูอธิบายโครงการให้นักเรียนเข้าใจก่อนและกำหนดเวลาและกำหนดบทบาทที่เท่าเทียมกันของสมาชิกในกลุ่ม และมีการหมุนเวียนบทบาท แจกอุปกรณ์ต่างๆ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำโครงการที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นจะมีการนำเสนอโครงการของแต่ละกลุ่ม

18. เทคนิคสัมภาษณ์เป็นทีม (Team - interview) เป็นเทคนิคที่มีการกำหนดหมายเลขของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม แล้วครูผู้สอนกำหนดหัวข้อและอธิบายหัวข้อให้นักเรียนทั้งชั้น สุ่มหมายเลขของนักเรียนในกลุ่มขึ้นแล้วให้เพื่อน ๆ ร่วมทีมเป็นผู้สัมภาษณ์และผลัดกันถาม โดยเรียงลำดับเพื่อนให้ทุกคนมีส่วนร่วมเท่า ๆ กัน เมื่อหมดเวลาตามที่กำหนด คนที่ถูกสัมภาษณ์หนึ่งลง และนักเรียนหมายเลขต่อไปนี้และถูกสัมภาษณ์หมุนเวียนเช่นนี้เรื่อยไปจนครบทุกคน

19. เทคนิคบัตรคำช่วยจำ (Color-coded co-op cards) เป็นเทคนิคที่ฝึกให้นักเรียนจดจำข้อมูลจากการเล่นเกมที่ใช้บัตรคำถาม บัตรคำตอบ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มที่เตรียมบัตรมาเป็นผู้ถาม และมีการให้คะแนนกับกลุ่มที่ตอบได้ถูกต้อง

20. เทคนิคการสร้างแบบ (Formations) เป็นเทคนิคที่ครูผู้สอนกำหนดวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนสร้าง แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและทำงานร่วมกันเพื่อสร้างชิ้นงาน หรือสาริตงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น ให้นักเรียนสาริตว่าฤดูกาลเกิดขึ้นได้อย่างไร สาริตการทำงานของกังหันลม สร้างวงจรของห่วงโซ่อาหาร หรือสายใยอาหาร

21. เทคนิคเกมส่งปัญหา (Send - a - problem) เป็นเทคนิคที่นักเรียนสนุกกับเกมโดยนักเรียนทุกคนในกลุ่มตั้งปัญหาด้วยตัวเองคนละ 1 คำถามไว้ด้านหลังของบัตรและคำตอบซ่อนอยู่หลังบัตร นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มกำหนดหมายเลขประจำตัว 1-4 เริ่มแรกนักเรียนหมายเลข 4 ส่งปัญหาของกลุ่มให้หมายเลข 1 ในกลุ่มถัดไป ซึ่งจะเป็นผู้อ่านคำถามและตรวจสอบ

คำตอบส่วนสมาชิกคนอื่นในกลุ่มตอบคำถามในข้อถัดไปจะหมุนเวียนให้สมาชิกหมายเลขอื่นตามลำดับ คือ นักเรียนหมายเลข 2 เป็นผู้อ่านคำถาม และตรวจคำตอบจนครบทุกคนในกลุ่มแล้วเริ่มใหม่ในลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ในรอบต่อ ๆ ไป

22. เทคนิคแลกเปลี่ยนปัญหา (Trade-a-problem) เป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนแต่ละคู่ตั้งคำถามเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียนและเขียนคำตอบเก็บไว้จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคู่แลกเปลี่ยนคำถามกับเพื่อนคู่อื่น แต่ละคู่จะช่วยกันแก้ปัญหาจนเสร็จ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อนเจ้าของปัญหานั้น

23. เทคนิคแบบเล่นเลียนแบบ (Match mine) เป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งเรียงวัตถุที่กำหนดให้เหมือนกัน โดยผลัดกันบอกซึ่งแต่ละคนจะทำตามคำบอกเท่านั้นห้ามไม่ให้ดูกัน วิธีนี้ใช้ประโยชน์ในการฝึกทักษะด้านการสื่อสารให้แก่นักเรียนได้

24. เทคนิคเครือข่ายความคิด (Team word – webbing) เป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนเขียนแนวคิดหลัก และองค์ประกอบย่อยของความคิดหลักพร้อมกับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักกับองค์ประกอบย่อยบนแผ่นกระดาษลักษณะของแผนภูมิความรู้

สาเหตุที่ทำให้การสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือใช้ได้ผลดี จากผลการวิจัยของจอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson; & Johnson. 1987: 12-13) ได้สรุปสาเหตุไว้ดังนี้

- 1) เด็กเก่งที่เข้าใจคำสอนของครูได้ดีจะเปลี่ยนคำสอนของครูเป็นภาษาพูดของเด็กอธิบายให้เพื่อนฟังได้ และทำให้เพื่อนเข้าใจดีขึ้น
- 2) เด็กที่ทำหน้าที่อธิบายบทเรียนให้เพื่อนฟังจะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ครูทุกคนทราบข้อนี้ดีคือ ยิ่งสอนยิ่งเข้าใจบทเรียนที่ตนเองสอนได้ดียิ่งขึ้น
- 3) การสอนเพื่อนเป็นการสอนแบบตัวต่อตัวทำให้เด็กได้รับความเอาใจใส่ และมีความสนใจมากยิ่งขึ้น
- 4) เด็กทุกคนต่างก็พยายามช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพราะครูคิดคะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม
- 5) เด็กทุกคนเข้าใจดีว่าคะแนนของตนมีส่วนช่วยเพิ่มหรือลดค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ดังนั้นทุกคนต้องพยายามอย่างเต็มที่ที่จะคอยอาศัยเพื่อนอย่างเดียวยังไม่ได้
- 6) เด็กทุกคนมีโอกาสฝึกทักษะทางสังคม มีเพื่อนร่วมกลุ่มและเป็นการเรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นที่ทีมงานซึ่งจะเป็นประโยชน์มากเมื่อเข้าสู่ระบบการทำงานอันแท้จริง
- 7) เด็กได้มีโอกาสเรียนรู้กระบวนการกลุ่มเพราะการปฏิบัติงานร่วมกันนั้นก็ต้องการทบทวนกระบวนการทำงานของกลุ่มเพื่อให้ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานหรือคะแนนของกลุ่มดีขึ้น
- 8) เด็กเก่งจะมีบทบาททางสังคมในชั้นมากขึ้นเพราะเขาจะรู้สึกว่าเขาไม่ได้เรียนหรือหลบไปท่องหนังสือเฉพาะตนเพราะเขามีหน้าที่ต่อสังคมด้วย
- 9) ในการตอบคำถามในห้องเรียนถ้าหากตอบผิดเพื่อนจะหัวเราะเมื่อทำงานเป็นกลุ่มเด็กจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันถ้าหากตอบผิดก็ถือว่าตอบผิดทั้งกลุ่มคนอื่น ๆ อาจจะช่วยเหลือบ้างเด็กในกลุ่มจะมีความผูกพันกันมากขึ้น

นอกจากนี้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือยังใช้ได้ดีกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังที่จอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson; & Johnson. 1989: 235-237) ได้กล่าวถึงเหตุผลที่ทำให้การเรียนรู้แบบร่วมมือใช้ได้เป็นอย่างดีกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

1) มโนคติและทักษะทางคณิตศาสตร์สามารถเรียนรู้ได้ดีในกระบวนการที่เป็นพลวัต (Dynamic Process) ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน การเรียนคณิตศาสตร์ควรเป็นลักษณะที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมมากกว่าที่จะเป็นเพียงผู้ตอบรับความรู้ การสอนคณิตศาสตร์โดยปกติอยู่บนพื้นฐานที่ว่า นักเรียนเป็นผู้คอยดูดซับข้อมูลความรู้จากการฝึกซ้ำ และจากการให้แรงเสริม การมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแข็งขันเป็นการท้าทายทางสมองสำหรับนักเรียนทุกคนและการอยากรู้ อยากเห็นจะช่วยกระตุ้นให้มีการอภิปรายกับคนอื่น

2) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการอาสาซึ่งกันและกัน (Interpersonal Enterprise) การพูดผ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจนว่าจะแก้ปัญหาให้ถูกต้องได้อย่างไร การอธิบายยุทธวิธีการแก้ปัญหา ให้เหตุผลและวิเคราะห์ปัญหากับเพื่อนจะทำให้เกิดการหยั่งรู้ (Insight) มีวิธีการให้เหตุผลระดับสูงและเกิดการเรียนรู้ระดับสูงในกลุ่มย่อยนักเรียนมีความสะดวกในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากกว่าการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้น

3) การเรียนเป็นกลุ่มมีโอกาสร่วมมือในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในโครงสร้างของการแข่งขันและการเรียนรายบุคคล นักเรียนไม่มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันจะทำให้ให้นักเรียนหลีกเลี่ยงการแลกเปลี่ยน การวิเคราะห์ปัญหาและเลือกยุทธวิธีร่วมกับผู้อื่น ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลก็จะเป็นแบบไม่เต็มใจหรือให้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์

4) การร่วมมือส่งเสริมความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าการแข่งขันและการเรียนรายบุคคลการเรียนรู้แบบร่วมมือส่งเสริมการค้นพบการเลือกใช้ยุทธวิธีการให้เหตุผลที่มีประสิทธิภาพ การสร้างแนวคิดใหม่การถ่ายโยงยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์และข้อเท็จจริงกับปัญหาย่อยไปสู่รายบุคคล

5) การทำงานร่วมมือกัน นักเรียนจะเพิ่มความมั่นใจในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง เป็นการสนับสนุนให้เกิดความพยายามในการเรียนรู้มโนคติ กระบวนการและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนที่ทำงานร่วมกันในกลุ่มมีแนวโน้มที่จะชอบ และเห็นคุณค่าของแต่ละคนและเห็นความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของคนอื่นมีความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่างเพื่อน เกิดการเรียนรู้ในระดับสูง ตระหนักในคุณค่าของตนเอง (Self-esteem) เกิดการยอมรับความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

6) การเลือกรายวิชาเรียนและการเลือกอาชีพเพื่อนมีอิทธิพลสูงต่อนักเรียนหากมีนักเรียนบางคนในชั้นเลือกวิชาเรียนไม่เหมาะสมกับตัวเขาการช่วยเหลือให้เขาได้พัฒนาจะเกิดขึ้นในสถานการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือนักเรียนมีแนวโน้มที่ชอบและสนุกกับการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่า และได้รับการกระตุ้นอย่างต่อเนื่องในการเรียนหาความสำเร็จที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของนักเรียนในการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการเรียนรู้มโนคติและการวิเคราะห์มากขึ้นซึ่งเป็นความรู้ที่จำเป็นในการ

อภิปราย อธิบาย และวางแผนในการเรียนรู้สถานการณ์ใหม่เป็นการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสนับสนุนกัน การช่วยเหลือกันและการเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มแบบร่วมมือมีผลทางบวกต่อความสัมพันธ์ในกลุ่มต่อเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence)

ศรีภรณ์ ณะวงศ์ษา (2542: 20-21) ผู้อำนวยการโครงการโรงเรียนประถมศึกษาซึ่งตั้งอยู่ที่ศูนย์วิจัยโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยจอร์เจียฮอปกินส์ ได้กล่าวถึงความเหมาะสมของการสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือในการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันซักถามปัญหากันอย่างอิสระ อธิบายให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้เข้าใจถึงแนวความคิดและมโนคติของตนเองให้กระจ่างชัดขึ้น ตลอดจนได้แสดงความรู้สึกเกี่ยวกับการเรียนรู้ของเขา

2) การเรียนเป็นกลุ่มย่อย เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนภายในกลุ่มจะไม่มีการแข่งขันกันในการแก้ปัญหาซึ่งปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มนั้น จะช่วยให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้มโนคติและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้

3) คณิตศาสตร์แตกต่างไปจากวิชาอื่นในแง่ที่ครูสามารถประมาณเวลาได้ในการแก้ปัญหาแต่ละข้อควรใช้เวลาอันเท่าไร และเป็นการเหมาะสมอย่างยิ่งในการอภิปรายกลุ่มเพื่อหาคำตอบที่พิสูจน์ได้จริง โดยที่นักเรียนสามารถโน้มน้าวเพื่อนให้ยอมรับได้โดยใช้เหตุผลประกอบ

4) ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละปัญหาสามารถแก้ได้หลายวิธี และนักเรียนก็สามารถอภิปรายถึงข้อดีและข้อเสียของการหาคำตอบนั้นได้

5) นักเรียนสามารถช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับความจริงที่เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Basic Fact) และกระบวนการการคิดคำนวณที่จำเป็น ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแง่ที่ตื่นเต้นและท้าทายทางคณิตศาสตร์ได้เช่น เกม ปริศนา หรือการอภิปรายปัญหา

6) ในขอบเขตของวิชาคณิตศาสตร์เต็มไปด้วยความคิดที่ท้าทายและตื่นเต้นจะทำให้มีการอภิปรายถึงข้อดีข้อเสีย ผู้ที่เรียนโดยการพูดคุย การฟัง การอธิบายและการคิดร่วมกับผู้อื่นก็สามารถเรียนรู้ได้ดีเช่นเดียวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7) คณิตศาสตร์เปิดโอกาสอย่างมากในการสร้างความคิด ค้นคว้าในสถานการณ์ต่าง ๆ มีการคาดคะเนและตรวจสอบด้วยข้อมูล การตั้งปัญหาเพื่อกระตุ้นให้สนใจ อยากรู้ อยากรู้ และมีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ซึ่งไม่เคยพบเห็นมาก่อน ความพยายามของนักเรียนแต่ละคนในการหาคำตอบจากปัญหาเดียวกันจะทำให้เกิดความก้าวหน้าทีละน้อย และเป็นประสบการณ์ที่มีค่า

การเรียนแบบร่วมมือเหมาะสำหรับใช้กับคณิตศาสตร์เพราะในการเรียนคณิตศาสตร์บางครั้งไม่สามารถแก้ปัญหาตามลำพังได้ ถ้ามีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ มีความมั่นใจ สามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ไม่เครียด เรียนอย่างสนุกสนาน ทำให้มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

จากเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือข้างต้น สรุปได้ว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีดังนี้

1. จัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย นักเรียนจะช่วยกันแก้ปัญหา และมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม
2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความรู้ในการทำงาน
3. ใช้วิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนมีวิธีการแก้ปัญหาคนละแบบ เมื่อไปอยู่กลุ่มเดียวกันนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
4. การสื่อสารภายในกลุ่ม นักเรียนสามารถสื่อสารให้เพื่อนภายในกลุ่มเข้าใจ และอภิปรายปัญหาได้
5. ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน นักเรียนจะเห็นความสำเร็จของกลุ่มก็เป็นความสำเร็จของนักเรียนด้วย เช่นกัน

### 1.5 ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

วิลลาร์ด สุนทรโรจน์ (2546: 31-32) ได้เสนอขั้นตอนของการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียน
2. ขั้นชี้แจงกระบวนการเรียนรู้ เป็นการตกลงร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล ตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดกิจกรรม
3. ขั้นนำเสนอความรู้ใหม่ ครูจะต้องนำเสนอความรู้ใหม่ด้วยเทคนิควิธีการหลากหลายรูปแบบเช่น การอธิบายการสาธิต การให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเอง
4. ขั้นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนทุกคนเข้ากลุ่มย่อยตามตารางคณะสมาชิกในกลุ่มตามความสามารถ สมาชิกในกลุ่มจะตกลงเกี่ยวกับบทบาทและหน้าที่เพื่อช่วยกันทำกิจกรรมในขั้นนี้ครูเลือกเทคนิคกลุ่มในรูปแบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา เช่น TGT, STAD, JIGSAW, Co-op Co-op และ GI เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ขั้นนำเสนอผลงาน ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้มาจากการจับสลาก ออกมานำเสนอผลงานของกลุ่ม
6. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลงานกลุ่ม ครูและนักเรียนจะช่วยกันอภิปรายในประเด็นปัญหาแล้วร่วมกันสรุปผลและประเมินผล

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ(2546: 158 -160) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม ประกอบด้วย
  - 1.1 แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบทั้งด้านวิชาการและด้านสังคม

1.2 จัดขนาดของกลุ่ม ซึ่งขนาดของกลุ่มจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นการจัดขนาดของกลุ่มผู้สอนจะต้องจัดให้เหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และเวลาที่ใช้

1.3 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม มีการจัดผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน เช่น เพศ ความสามารถ วัฒนธรรม ฯลฯ อยู่ในกลุ่มเดียวกันและควรมีการสับเปลี่ยนกลุ่มของผู้เรียนอยู่เสมอ ทั้งนี้ต้องรอให้การปฏิบัติงานของกลุ่มเดิมร่วมกันจนบรรลุความสำเร็จก่อน

1.4 จัดชั้นเรียน ควรจัดสภาพชั้นเรียนที่จะส่งผลต่อปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนมากที่สุด

1.5 จัดเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่จำเป็นไว้ให้พร้อม

## 2. ชั้นเริ่มบทเรียน ประกอบด้วย

2.1 จัดกิจกรรม ที่จะสร้างความสัมพันธ์กันในทางบวก ตลอดถึงความตระหนักในการทำงานร่วมกัน

2.2 อธิบายภาระงาน ผู้สอนอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้ชัดเจน ซึ่งอาจเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของบทเรียนเดิมกับบทเรียนใหม่จะเป็นสิ่งที่ดีมาก

2.3 สร้างและทำความเข้าใจในการประเมินความสำเร็จของผลงาน เช่น มีการกำหนดเกณฑ์และวิธีการตัดสินร่วมกัน

2.4 เสริมสร้างความรับผิดชอบให้สมาชิก เช่น กำหนดการตรวจสอบการทำงานของสมาชิกเป็นช่วง ๆ หรืออาจใช้วิธีการสุ่มตรวจ ตลอดจนการตรวจสอบกระบวนการทำงานในกลุ่ม เป็นต้น

2.5 ร่วมกันกำหนดพฤติกรรมทางสังคมที่พึงปรารถนา เพื่อส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมเหล่านั้นออกมา

## 3. ขั้นตอนเกี่ยวกับการเรียนรู้

ผู้สอนมีหน้าที่จะต้องดูแลผู้เรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

3.1 สังเกตพฤติกรรม ความก้าวหน้าของผู้เรียน รวมทั้งเป็นผู้กระตุ้นและช่วยเหลือผู้เรียน

3.2 มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ พยายามค้นหาทักษะและความสามารถด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกให้มากที่สุด รวมทั้งสอนทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นให้แก่ผู้เรียน

3.3 ร่วมกันสรุปผลการเรียนรู้

4. ขั้นการประเมินกระบวนการทำงานและผลงาน ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินกระบวนการทำงานและผลงานทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

4.1 การประเมินผลงานด้านวิชาการ ได้แก่ ความก้าวหน้า ความสำเร็จในการเรียนซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระความรู้ที่ผู้เรียนได้รับ อาจใช้วิธีถามตอบ การอภิปราย หรือการทดสอบย่อย เป็นต้น



4.2 การประเมินผลงานด้านสังคม เป็นการประเมินทักษะทางสังคมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติและมีความก้าวหน้า อาจใช้วิธีการทดสอบ เล่าประสบการณ์ หรืออภิปรายร่วมกัน เป็นต้น สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547: 66-68) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ร่วมกัน

1. ขั้นเสนอหัวข้อเรื่อง ผู้สอนเสนอหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ที่จะต้องศึกษาในรายวิชา ในการเลือกหัวข้อเรื่องให้กับผู้เรียนนั้น ต้องมีความเป็นไปได้ที่ผู้เรียนสามารถที่จะสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. ขั้นจัดกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนเลือกหัวข้อเรื่องที่ตนเองสนใจจะศึกษา แล้วเข้ากลุ่ม ในแต่ละกลุ่มสมาชิกไม่ควรเกิน 4-6 คน

3. ขั้นสร้างข้อตกลงร่วมกัน โดยผู้เรียนร่วมกันสร้างข้อตกลง กำหนดเวลาในการศึกษาค้นคว้า สร้างความรู้ สร้างชิ้นงาน และนำเสนอผลงาน

4. ขั้นสร้างชิ้นงาน ร่วมมือกันวางแผน โดยผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ กำหนดวิธีการจัดการเรียนรู้ ภาระงานที่ต้องทำ เป้าหมายของงาน มีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

4.1 สมาชิกสรรหาผู้ประสานงานกลุ่ม และร่วมกันกำหนดจุดมุ่งหมายขอบเขตของการศึกษา

4.2 ระดมสมองเพื่อหาข้อมูล และวิธีการจัดการเรียนรู้ให้กับเพื่อน

4.3 แบ่งงาน และมอบหมายงานให้แต่ละคนไปทำในส่วนของตนเอง

4.4 เมื่อทุกคนทำงานตามที่ตนเองรับผิดชอบในระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ต้องร่วมกันปรึกษาแก้ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้ข้อสรุปของงาน

4.5 ในแต่ละคาบจะต้องมีการสรุปงานของกลุ่มที่ทำ และรายงานความก้าวหน้าของงาน

4.6 ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยการอำนวยความสะดวก และตรวจความถูกต้องขององค์ความรู้ของแต่ละกลุ่มที่จะนำเสนอ

4.7 สร้างชิ้นงานโดยสมาชิกในกลุ่ม

5. ขั้นเสนอชิ้นงาน นำเสนอชิ้นงานที่สร้างโดยผู้เรียนเสร็จเรียบร้อยต่อหน้าชั้นเรียน

6. ขั้นประเมินผล ประเมินผลชิ้นงาน โดยผู้เรียนและประเมินเพื่อนในชั้นเรียน

ลัดดา สีนางกู (2550: 52) ได้สรุปกระบวนการจัดการเรียนแบบร่วมมือสามารถสรุปขั้นตอนได้ 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบและหลักการแบ่งกลุ่ม บทบาทของสมาชิก

2. ขั้นจัดการเรียนรู้ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหาใหม่ โดยการร้องเพลง เล่นเกมสั้น ๆ การสาธิตขั้นตอนการทำงาน

3. ขั้นดำเนินกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย รับผิดชอบบทบาทและหน้าที่ ทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม

4. ชั้นตรวจสอบผลงาน ให้นักเรียนทดสอบความรู้ว่าปฏิบัติหน้าที่ได้ครบถ้วนมากน้อยเพียงใด เน้นตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล

5. ชั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนและปัญหาอุปสรรคต่างๆ พร้อมแนวทางแก้ไขครั้งต่อไป

6. ชั้นประเมินการทำงานกลุ่ม ผู้เรียนและครูผู้สอนร่วมกันอภิปรายการทำงานกลุ่ม ข้อดีและข้อที่ควรปรับปรุงของแต่ละกลุ่ม

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ว่า ขั้นตอนของการเรียนแบบร่วมมือ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่สร้างความสนใจในกาเรียน โดยเพิ่มเติมความรู้ใหม่หรือทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน จากกิจกรรมที่สอดแทรกให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกัน เช่น การพูดอภิปราย การเล่นเกม เป็นต้น

2. ขั้นสอน เป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถ โดยการนำเสนอปัญหาให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปราย แสดงแนวคิดโดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิด

3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

4. ขั้นสรุปบทเรียน เป็นขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและครูอภิปรายเพิ่มเติมถึงความรู้ที่ได้รับหลังการร่วมกิจกรรม

5. ขั้นประเมินผลการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการสังเกตการร่วมกิจกรรม หรือการซักถามของนักเรียน การตรวจความถูกต้องของใบงาน แบบฝึกหัด แบบจดบันทึก

#### 1.6 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

เปรมจิตต์ ขจรภัยลาร์เซน (2536: 2-3) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ของเนื้อหาวิชา
2. กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนแบบร่วมมือ
3. กำหนดขนาดของกลุ่ม
4. จัดนักเรียนเข้ากลุ่มต่าง ๆ
5. จัดห้องเรียนที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์
6. เตรียมบทเรียนและสื่อการสอน
7. กำหนดบทบาทต่าง ๆ ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม

8. อธิบายงานที่นักเรียนต้องทำ บอกสิ่งที่คาดหวังจากกลุ่มให้ชัดเจนและกำหนดเวลาที่จะให้งานเสร็จ

9. ครูเสนอเนื้อหา โดยใช้วิธีสอนที่เหมาะสม

10. กำหนดให้นักเรียนพึ่งพาอาศัยกันในทางบวก กล่าวคือ ความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับความสำเร็จของตน

11. ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง

12. ช่วยให้นักเรียนทำงานร่วมกันระหว่างกลุ่มกับกลุ่ม

13. อธิบายเกณฑ์แห่งความสำเร็จ

14. อธิบายพฤติกรรมที่ครูต้องการให้นักเรียนแสดงออก

15. ควบคุมพฤติกรรมของนักเรียน

16. ช่วยนักเรียนเมื่อเขาต้องการ ขณะที่เขากำลังทำงาน

17. สอนทักษะในการทำงานร่วมกัน การใช้กระบวนการกลุ่ม

18. ครูสรุปทฤษฎีหรือมีบทบาทในตอนท้ายของบทเรียน

19. วัดผลคุณภาพและปริมาณความรู้ของนักเรียน

20. ให้กลุ่มตัดสินหรือประเมินผลการทำงานกลุ่ม

21. ให้นักเรียนทั้งห้องบอกว่าพวกเขาทำอะไรในการเรียน

22. ให้นักเรียนแต่ละคนบอกประโยชน์ที่ตนได้รับ

23. สอนทักษะต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนสามารถทำงานร่วมกัน

24. สังเกตว่านักเรียนได้ใช้ทักษะที่สอนไปหรือไม่

25. ให้การสะท้อนกลับ (Feed Back) แก่นักเรียนว่าเขาใช้ทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นอย่างไร

26. ให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำงานร่วมกันได้ดี

27. ให้รางวัลแก่นักเรียนที่มีทักษะในการทำงานร่วมกัน

28. ให้นักเรียนสังเกตซึ่งกันและกัน

สมเดช บุญประจักษ์ (2544: 51) กล่าวว่า iva บทบาทของครูผู้สอนที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจะเปลี่ยนจากการเป็นผู้ควบคุมชั้นมาเป็นเพียงผู้คอยแนะนำให้นักเรียนใช้ข้อมูลความรู้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ดำเนินการให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ และเป็นผู้จัดบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนได้ดีจากบรรยากาศที่เป็นกันเอง ที่ทั้งครูและนักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นความรู้สึกซึ่งกันและกัน โดย

1. ให้งานที่ทำท้าทายความสามารถของนักเรียน มากกว่าที่จะเป็นงานที่แข่งขันกัน

2. ให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกและตัดสินใจในงานที่ทำ

3. ยอมรับความคิดและสนใจความรู้สึกของนักเรียน

4. เห็นว่าความคิดเห็นของนักเรียนมีความหมายและมีคุณค่า ถึงแม้ว่าจะเป็น

ความคิดที่จำกัด

5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดของตนเอง ซึ่งอาจออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น วาดภาพ ระบายสี แสดงละคร บทบาทสมมติ เขียนบรรยาย และอื่น ๆ
6. ยอมรับความผิดพลาดของนักเรียนและหาทางช่วยเหลือ
7. เผยแพร่ผลงานของนักเรียน อาจเป็นในรูปแบบจดหมายข่าว หนังสือของห้องเรียน หนังสือของโรงเรียน
8. กระตุ้นส่งเสริมทักษะทางด้านความคิดแก่นักเรียน โดยใช้แหล่งข้อมูลต่าง ๆ และสื่อการสอน เช่น หนังสืออ้างอิง วารสาร

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2547: 50-51) ได้เสนอบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. กำหนดขนาดของกลุ่ม (โดยปกติประมาณ 2-6 คนต่อกลุ่ม) และลักษณะกลุ่ม ซึ่งควรเป็นกลุ่มที่คละความสามารถ (มีทั้งผู้ที่เรียนเก่ง เรียนปานกลาง และเรียนอ่อน)
2. ดูแลการจัดลักษณะการนั่งของสมาชิกกลุ่มให้สะดวกที่จะทำงานร่วมกัน และง่ายต่อการสังเกตและติดตามความก้าวหน้าของกลุ่ม
3. ชี้แจงกรอบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคนเข้าใจวิธีการและกฎเกณฑ์การทำงาน
4. สร้างบรรยากาศที่เสริมสร้างการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และกำหนดหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกกลุ่ม
5. เป็นที่ปรึกษาของทุกกลุ่มย่อย และคอยติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของกลุ่มและสมาชิก
6. ยกย่องเมื่อนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้รางวัล คำชมเชยในลักษณะกลุ่ม
7. กำหนดว่าผู้เรียนควรทำงานร่วมกันแบบกลุ่มนานเพียงใด

จากบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ สรุปได้ว่าบทบาทของครูผู้สอนไว้ ดังนี้

1. กำหนดขนาดกลุ่ม
2. จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม
3. จัดห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม
4. ชี้แจงกรอบการจัดกิจกรรม
5. เตรียมบทเรียนและสื่อการเรียนการสอน
6. กำหนดบทบาทต่าง ๆ ของนักเรียนในกลุ่ม
7. ครูดูแลและติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของกลุ่ม

### 1.7 ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ

จากการศึกษาการเรียนแบบร่วมมือ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

อาเรนด์ (Arends. 1994: 345-346) ได้กล่าวถึง การเรียนแบบร่วมมือกันว่า สามารถช่วยพัฒนานักเรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน คนที่เข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็สามารถช่วยเหลือคนที่ยังไม่เข้าใจในการเรียนเรื่องนั้นได้ คนที่อธิบายให้เพื่อนฟังก็เข้าใจในสิ่งที่เพื่อนอธิบายได้ง่ายขึ้น เพราะเป็นการใช้ภาษาที่เป็นของผู้เรียนเอง นักเรียนจะกล้าพูด กล้าซักถามเพื่อน และสนใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น เพราะถือว่ามีส่วนร่วมในความสำเร็จของกลุ่ม

2. ด้านการปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Improved Race Relation) การที่บุคคลได้ทำงานร่วมกันจะทำให้คนนั้นมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เพราะบุคคลได้เรียนรู้การยอมรับการรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เข้าใจและเห็นใจบุคคลในกลุ่ม และเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จก็ยินดีร่วมกัน ซึ่งส่งผลให้การแบ่งแยกลดน้อยลงไปและมีความรู้สึกที่ดีต่อผู้อื่นมากขึ้น เมื่อออกไปอยู่ในสังคม

3. ด้านการฝึกทักษะในการแก้ปัญหา (Comparative Problem – Solving Skills) ด้านนี้นับว่าสำคัญที่สุดที่เป็นผลจากการเรียนแบบร่วมมือกันเพราะนักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นทักษะที่นักเรียนสามารถนำไปใช้เมื่อออกไปทำงานในสังคมกลุ่มใหญ่ที่ต้องมีการพึ่งพาอาศัยกันซึ่งถือว่าเป็นการติดต่อสื่อสารที่มีความสำคัญมากกว่าสิ่งใดทั้งหมด

จันทรา ตันติพงศานุรักษ์ (2543: 45-46) ได้บอกถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อนักเรียนทั้งในด้านสังคมและวิชาการ ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกเพราะทุก ๆ คนร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุก ๆ คนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกันทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน

2. ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็นลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กอ่อนเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน

4. ทำให้รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมคิด การระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูลให้มาก คิดวิเคราะห์และเกิดการตัดสินใจ

5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม ทำให้ผู้เรียนรู้จักปรับตัวในการอยู่ร่วมกันด้วยมนุษย์สัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกันและกัน

6. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

กรมวิชาการ (2544: 41) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือว่ามีประโยชน์ต่อนักเรียน ทั้งในด้านสังคม และวิชาการ ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุกๆ คนร่วมมือในการทำงาน กลุ่มทุกๆ คนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน

2. ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กอ่อนเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจเพื่อนสมาชิกด้วยกัน

4. ทำให้รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมคิด การระดมความคิดเห็น ข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันค้นหาข้อมูลให้มาก คิดวิเคราะห์และเกิดการตัดสินใจ

5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม ทำให้ผู้เรียนรู้จักการปรับตัวในการอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกันและกัน

6. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานกลุ่ม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

จากประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือข้างต้น สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม
2. สมาชิกทุกคน ได้แสดงความคิดเห็น และเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จ
3. นักเรียนรู้จักฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. มีการสื่อสารที่ดีและทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

## 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ

### งานวิจัยต่างประเทศ

วิกเกอร์ (Whicker. 1999: 1951-A) ได้วิจัยการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้อของนักเรียน ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูง ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้อและให้รางวัลเป็นกลุ่ม 2) กลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้อและให้รางวัลเป็นรายบุคคล 3) กลุ่มนักเรียนที่ใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบใช้แบบทดสอบในบทเรียนที่ใช้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มต้องการที่จะได้รับคะแนนพิเศษ โดยนักเรียนที่ได้รับคะแนนแบบอิงกลุ่ม ไม่ต้องการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้อนักเรียนที่เรียนแบบดั้งเดิมมีความรู้สึกว่าการให้รางวัลแบบกลุ่มนั้น ควรให้รางวัลขึ้นอยู่กับความสามารถเป็นรายบุคคล นักเรียนในชั้นเดียวกันรู้ว่า การให้รางวัลแบบกลุ่ม ไม่กระตุ้นความสนใจในสมาชิกในกลุ่มให้มีความพยายามหรือกระตือรือร้นในการช่วยเหลือกันในกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนที่เรียนแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้อและได้รับรางวัลเป็นรายบุคคลจะมีความรู้สึก

เชิงบวก นักเรียนหลายคนเห็นว่าพวกเขาเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้ จะดีกว่าผลการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เมื่อถามว่า พวกเขาต้องการให้เปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนแบบร่วมมือในรูปแบบใดบ้าง หนึ่งในสามของนักเรียนที่ได้รับรางวัลแบบรายบุคคลรู้สึกว่าการไม่ต้องการให้เปลี่ยน ในขณะที่นักเรียนบางส่วน ต้องการเปลี่ยนสมาชิกในกลุ่มบ่อย ๆ แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้มีผลต่อทักษะการปรับตัวให้เข้ากับคนอื่น

แรนดอล (Randall. 2003: ออนไลน์) ได้ศึกษาความแตกต่างในความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือ โดยครูในโรงเรียนชั้นประถมศึกษาที่อยู่ในเมืองบริเวณใกล้เคียงกันกับครูในโรงเรียนของรัฐในเมืองดีทรอยท์ รัฐมิชิแกน สหรัฐอเมริกา มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาความแตกต่างของครูโรงเรียนชั้นประถมศึกษา 5 โรงเรียนที่อยู่ในเมืองบริเวณใกล้เคียงกันกับครูโรงเรียนของรัฐในเมืองดีทรอยท์ รัฐมิชิแกน สหรัฐอเมริกา 5 โรงเรียน ในด้านความรู้เกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือและบทบาทของครูที่เกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ 2) เพื่อศึกษาความเข้าใจของครูในการใช้การเรียนแบบร่วมมือและความเข้าใจของนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูทั้งหมด 200 คน ประกอบด้วยโดยครูในโรงเรียนชั้นประถมศึกษาที่อยู่ในเมืองบริเวณใกล้เคียงกันจำนวน 110 คน และกับครูในโรงเรียนของรัฐในเมืองดีทรอยท์ รัฐมิชิแกนจำนวน 90 คน ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างของครูโรงเรียนชั้นประถมศึกษาที่อยู่ในเมืองบริเวณใกล้เคียงกันกับครูโรงเรียนของรัฐในเมืองดีทรอยท์ รัฐมิชิแกนสหรัฐอเมริกาในด้านความรู้ ความเข้าใจ บทบาทหน้าที่ของครูที่เกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ และความเข้าใจของนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือ การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือที่มีความเหมาะสมนั้นครูผู้สอนและผู้บริหารจะต้องมีความเข้าใจหลักการเรียนอย่างมีส่วนร่วม และสนับสนุนส่งเสริมยุทธศาสตร์การเรียนแบบร่วมมือให้ใช้ในชั้นเรียน ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบร่วมมือในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือกับนักเรียนที่ไม่เรียนแบบร่วมมือ

จอยซ์ (Joyce. 2004: ออนไลน์) ได้ศึกษาการใช้กลุ่มย่อยเพื่อช่วยการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานการศึกษาผู้ใหญ่ การศึกษานี้ได้ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือในการสอนพื้นฐานการศึกษาผู้ใหญ่โดยผ่านทางแผนการเรียนในวิทยาลัยชุมชน ซึ่งนักศึกษาในแผนการเรียนนั้นมาจากชุมชนที่ต่างกัน และมีความเข้าใจในคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่แตกต่างกัน จำนวน 23 คน เรียนในหลักสูตรครึ่งปี การเรียนแบบร่วมมือทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ทางคณิตศาสตร์และส่งเสริมทักษะทางสังคม การเสริมแรงด้วยคำพูดเป็นสิ่งที่ช่วยสร้างวิธีการเรียนให้เกิดการร่วมมือและการร่วมกันแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่าจากการสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาซึ่งได้จากแบบสำรวจและแบบสังเกต แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้

### งานวิจัยในประเทศ

สุพัตรา ฤกษ์บ้าย (2544: 109-113) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการใช้สัญญาเงื่อนไขที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและการใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วารินทร์ จันท์สาร (2545: 56-57) ศึกษาการใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือของครูโรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาการใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือในการจัดการเรียนการสอนของครูโรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่าครูโรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ มีความคิดเห็นว่าได้มีการใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือในการจัดการเรียนการสอนในด้านต่าง ๆ คือ การเตรียมตัวก่อนสอน การเสริมแรงให้กับนักเรียน การติดตามผลการทำงานของนักเรียน การตรวจสอบผลงานของนักเรียนและการประเมินผลการทำงานกลุ่มของนักเรียนโดยครูทุกคนคิดว่ามีการปฏิบัติและพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกขณะเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือสรุปได้ว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 90 ได้ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ด้านพฤติกรรมปฏิสัมพันธ์ นักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 มีพฤติกรรมมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน นักเรียนร้อยละ 100 มีการศึกษาข้อมูลและแบ่งอุปกรณ์การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ด้านพฤติกรรมทักษะในการทำงาน นักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 แสดงพฤติกรรมมีทักษะในการทำงานกลุ่ม โดยนักเรียนทุกคนมีทักษะในการทำงานกลุ่ม โดยสมาชิกในกลุ่ม ได้มีการผลัดเปลี่ยนบทบาทหน้าที่กัน ด้านพฤติกรรมการสอนของครู พบว่าครูร้อยละ 100 มีการจัดให้นักเรียนลดความสามารถ จัดสภาพเอื้อต่อการเรียนรู้ คำนึงถึงเนื้อหาลักษณะของงาน ลักษณะผู้เรียนและสื่อตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์ การเสริมแรงทางบวก ครูทุกคนได้มีการใช้คำพูดชมเชยนักเรียนกลุ่มที่ทำงานด้วยความตั้งใจ ครูร้อยละ 90 ติดตามดูผลงานนักเรียน ครูร้อยละ 80 ตรวจสอบผลงานนักเรียนและให้โอกาสนักเรียนปรับปรุงผลงาน ด้านประเมินผลครูร้อยละมากกว่า 70 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล และครูร้อยละ 100 ซึ่งจุดบกพร่องของงานให้นักเรียนและมีการอธิบายเหตุผล

อัญชญา โทธิพลากร (2545: 131-132) ทำการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบเรียนร่วมมือมีประโยชน์ในการเรียนการสอนซึ่งเป็นเทคนิคที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเรียนรู้ตามจุดประสงค์ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม



มีการช่วยเหลือกัน ได้แสดงออก กล้าคิด กล้าพูด กล้าทำมากขึ้น ในการจัดการเรียนการสอนจะเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนและมีการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับเพื่อน อีกทั้งยังมีส่วนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

### 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิลสัน(Wilson. 1971: 643-696) ได้แบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาออกเป็น 2 ด้าน

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive Domain)
2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือด้านความรู้สึกล (Affective Domain)

สำหรับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด(Cognitive Domain) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1. **ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation)** พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม(Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับ ขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. **ความเข้าใจ (Comprehension)** เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการเอา

หลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์(Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from one Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้ เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา(Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

**3. การนำไปใช้ (Application)** เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ แบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไมยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ(Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจซึ่งการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้อง

แยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphisms, and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

**4. การวิเคราะห์ (Analysis)** เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิธีที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกัน เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อนนักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในชั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติหลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุผลผลด้วย นั่นคือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

ไอเซ็นค์, อาโนลด์ และไมลีย์ (Eysenck; Arnold; & Meili. 1972: 6) ได้ให้ความหมายของคำว่าผลสัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและทางสติปัญญา ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนโดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวบุคคล

กู๊ด (Good. 1973: 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนจากชิ้นงานที่ครูมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

สุพิศ ตระกูลศุภชัย (2547: 9) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จที่เกิดขึ้น ซึ่งมีส่วนเชื่อมโยงและคล้ายคลึงกับการเรียนรู้ (Learning) เนื่องจากการเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือการตอบสนองที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากประสบการณ์ของบุคคล

บุศรา อิมทรัพย์ (2551: 58) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกหัด หรือประสบการณ์ที่ได้รับในแง่ของความรู้ความสามารถในรายวิชาต่างๆ ซึ่งเป็นตัววัดขนาดของความสำเร็จได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือในการวัดขนาดของความสำเร็จในการเรียนรายวิชานั้นๆ

จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือความสามารถในการแก้ปัญหาและมีกระบวนการความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งด้านต่าง ๆ ได้ 4 ด้าน ได้แก่

1) ความรู้ความจำด้านการคำนวณ (Computation) ประกอบด้วยความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถในการคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

2) ความเข้าใจ (Comprehension) ประกอบด้วย ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามหาเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหา

3) การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างแต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน และความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์โดยการจัดการส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4) การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เรียนมาตลอดจนความสามารถในการเปรียบเทียบวิเคราะห์ข้อมูลและการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

## 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนและสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพร่างกายข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกันและความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แครร์รอล และกรีน (Carrol; & Greens. 1963: 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการนำครู นักเรียนและหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

จากองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า มีองค์ประกอบหลายประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านตัวผู้เรียนและครู โดยเฉพาะครูนั้นมีบทบาทสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ส่วนด้านผู้เรียนต้องมีการพัฒนาด้านสติปัญญา ความสนใจ และเจตคติของนักเรียนร่วมถึงการทำงานกลุ่มก็ส่งถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเช่นกัน

## 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรวัต และคุปตะ (Rawat; & Cupta. 1970: 7-9) ได้กล่าวว่า อาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง หรือมากกว่านั้นโดยมีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกร่วมในการมีส่วนร่วมที่โรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์

5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่น ๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

ขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 145) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ขอบกพร่องทางร่างกาย
2. ระดับสติปัญญาต่ำ
3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีมาก่อนทำให้ฝังใจเกิดการต่อต้านไม่ยอมรับ ปิดกั้นตัวเอง ทั้งแบบรู้ตัวและไม่รู้ตัว
4. สิ่งแวดล้อมที่บ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียนตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่าง ๆ เช่นความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม การแสดงออก ความคงทน ความเพียรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลาความมีระเบียบวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ

5. วุฒิภาวะต่ำ

6. พื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่

วัชรีย์ บุรณสิงห์ (2525: 435) ได้กล่าวว่า นักเรียนที่อ่อนวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นนักเรียนที่มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75 – 90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30

2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนอื่น ๆ

3. มีความสามารถทางการอ่านต่ำ

4. จำหลักหรือมโนคติเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้

5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ

6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์

โดยทั่วไป

7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สืบเนื่องจากการสอบตกวิชาคณิตศาสตร์

บ่อยครั้ง

8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์

9. มีความกดดันและรู้สึกกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการศึกษาของตนเอง และ

บางครั้งรู้สึกถูกดูถูกตัวเอง

10. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

11. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากนักเรียนอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน
12. ขาดทักษะในการฟังและไม่มีความตั้งใจในการเรียนหรือมีความตั้งใจในเพียงชั่วระยะเวลาสั้น
13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟังและมีข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ
14. ไม่ประสบผลสำเร็จในด้านการเรียนทั่ว ๆ ไป
15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ
16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม

จากสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า มีปัญหาหลายประการซึ่งต่างก็เป็นปัญหาที่ต้องร่วมกันแก้ไขสาเหตุของปัญหาหลัก ๆ มีดังนี้

1. ระดับสติปัญญา
2. มีพื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์น้อย
3. นำหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ไม่ได้
4. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
5. ไม่ตั้งใจเรียนในห้องเรียน

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

### งานวิจัยต่างประเทศ

ริโอแดน และนอยซ์ (Riordan; & Noyce. 2001: 368–A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของหลักสูตรมาตรฐานหลักวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 5 ถึง เกรด 8 ศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับนักเรียน 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรเดิม ส่วนกลุ่มที่ 2 เรียนตามหลักสูตรมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม

ทอมสัน (Thomson. 2001: 58-A) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบเกี่ยวกับหลักสูตรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนพีชคณิตปีที่ 2 ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 16 คนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวชี้วัด แล้วให้นักเรียนกลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรปกติ และนักเรียนอีกกลุ่มเรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง แล้วทำการทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบและการตอบแบบอิสระ ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนตามหลักสูตรปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง

ฟินน์ และคนอื่น ๆ (Finn; et al. 2003: 74 – A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลัก โดยทำการศึกษากับครู 20 คน และนักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่าสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมา คือ พฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

เรย์ และคนอื่น ๆ (Reys; others. 2003: 74-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรมาตรฐานหลักและหลักสูตรเดิมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลักอย่างน้อย 2 ปี และอีกกลุ่มเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### งานวิจัยในประเทศ

นงลักษณ์ ศรีบัวบาน (2550: 145-152) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มแบบ TGT และจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสถิติ มีจุดมุ่งหมายในการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มแบบ TGT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกำแพง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 80 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มแบบ TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จำปี นิลอรุณ (2548: 64) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดทรงธรรม อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โดยดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ผ่านเกณฑ์ คือได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสาวภา อนุเพชร (2548: 56) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่ำที่ได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรม



คณิตศาสตร์นั้นหนา การ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่ำที่ได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นหนา การ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นหนา การ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ จากเทคนิคการสอนของผู้วิจัยและมีความเหมาะสมกับผู้เรียนอย่างมากที่สุด รวมไปถึงถึงสภาพแวดล้อม จะทำให้การพัฒนาผู้เรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของการสื่อสาร

การสื่อสารหรือการสื่อความหมาย (Communication) เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “communis” หมายถึง “พร้อมกัน” หรือ “ร่วมกัน” (Common) หมายความว่าเมื่อมีการสื่อสารกันเกิดขึ้นคนเราพยายามที่จะสร้าง “ความพร้อมกันหรือความร่วมมือ” ทางด้านความคิดเรื่องราวเหตุการณ์ ทัศนคติ ฯลฯ กับบุคคลที่เรากำลังสื่อสารด้วยนั้น (กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 21)

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ดังนี้

ไรท์ (Wright. 1995: 47) ได้นิยามคำว่า การสื่อสารไว้ว่า เป็นการสร้างความเข้าใจในจิตใจของคนอื่น เพื่อส่งเสริมการกระทำต่าง ๆ ร่วมกัน

วอลตัน และเจฟฟรีย์ (Walton; & Jeffrey. 1995: 2) อธิบายว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการในการสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างบุคคลอย่างน้อยที่สุด 2 คน โดยผ่านการเขียน การพูด หรือการใช้ท่าทาง

รูบิน และคนอื่น ๆ (Rubin; et al. 2010: 3-4) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการหนึ่งที่บุคคลสามารถเข้าใจจุดมุ่งหมายร่วมกันได้ โดยผ่านการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกัน

บุญศรี ปราบณศักดิ์ และศิริพร จิรวัดณ์กุล (2538: 9) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยน และร่วมกันรับรู้เรื่องราวข่าวสารต่าง ๆ โดยมีความเข้าใจร่วมกันต่อสัญลักษณ์ที่แสดงเรื่องราวข่าวสารนั้น ๆ

ทัศนีย์ กระจ่างอินทร์ และสุภิตรา อนุศาสตร์ (2542: 3) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดสารผ่านสื่อต่าง ๆ ที่อาจเป็นการพูด การเขียน การแสดง การจัดกิจกรรม ฯลฯ ไปยังผู้รับสารอย่างมีวัตถุประสงค์ทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกัน มีปฏิกริยาตอบสนองกัน สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับบริบททางการสื่อสาร เพื่อให้การสื่อสารสัมฤทธิ์ผล

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2542: 6) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างมนุษย์ภายใต้ สภาพแวดล้อมซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ตามสภาวการณ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543: 286) และประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2540: 18) กล่าวว่า ในกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร (Communication Skill) หมายถึง การให้หรือแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการอ่าน การฟัง การสังเกต และการตรวจสอบในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผลโดยการพูด และการเขียน

เนตรชนก คงทน (2545: 2) กล่าวว่า การสื่อสาร คือ กระบวนการถ่ายทอดข้อมูล ข่าวสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสารโดยผ่านช่องทางการสื่อสาร เพื่อมีอิทธิพลต่อผู้รับสารไม่ทางใดก็ ทางหนึ่ง

คมเพชร ฉัตรศุภกุล (2546: 130) กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึงการที่บุคคลหนึ่ง ทำการติดต่อบุคคลอีกหนึ่งคนหรือบุคคลมากกว่าหนึ่งคน หรือเป็นกลุ่มก็ได้ ทั้งนี้เพื่อจะส่งข่าวสาร ข้อเท็จจริงรายละเอียด ข้อมูลบางอย่าง โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะให้บุคคลหรือกลุ่มคนที่ได้รับการ ติดต่อกันโดยรับรู้สิ่งต่าง ๆ และเข้าใจความหมายตรงกับผู้ทำการสื่อสาร

นิรมล ศตวุดฺฒิ (2547: 72) กล่าวว่า การสื่อสาร เป็นระบบการส่งและรับข้อมูล โดยการสื่อสารที่ใช้คำพูด ได้แก่ การพูด การบรรยาย เขียน และใช้สัญลักษณ์ การสื่อสารที่ไม่ใช้ คำพูด ได้แก่ การใช้ท่าทางร่างกาย และการสัมผัส

จากความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน สรุป ได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดเรื่องราวต่าง ๆ ที่อาจเป็นการพูด บรรยายการเขียน การแสดงความคิดเห็นการจัดกิจกรรม หรือการร่วมกันอภิปราย อย่างมี วัตถุประสงค์ ไปยังบุคคลหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคน ซึ่งได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันโดยใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์

### 3.2 ความสำคัญของการสื่อสาร

ไซเลอร์ และบีออล (Seiler; & Beall. 2002: 6) กล่าวว่า การสื่อสาร มีความจำเป็นต่อ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลของมนุษย์ เพราะมนุษย์ใช้การสื่อสารเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ ตรงกัน อีกทั้งยังก่อให้เกิดการเชื่อมโยงในหลายส่วนของชีวิตอย่างมีความหมาย

มณฑล ไบบัว (2536: 3-4) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารว่ามีความสำคัญ ต่อมนุษย์ 5 ประการ คือ

1. ความสำคัญต่อความเป็นสังคม มนุษย์รวมตัวกันเป็นกลุ่มสังคมได้ตั้งแต่สังคม เล็กระดับครอบครัว จนกระทั่งถึงสังคมที่ใหญ่ระดับประเทศก็ได้ เพราะอาศัยการสื่อสารเป็นพื้นฐาน เมื่อมนุษย์รวมกันอยู่ดำเนินชีวิตร่วมกัน ก็ย่อมตกลงในระเบียบ กติกา เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ต่าง ๆ ของ

สังคม เพื่อให้สังคมนั้น ๆ ดำรงอยู่ได้ และมนุษย์ใช้การสื่อสารซึ่งกันและกันเพื่อจะทำความเข้าใจการที่สังคมมนุษย์ได้รับการพัฒนามาโดยตลอดไม่มีการขาดตอนก็เพราะใช้การสื่อสารเป็นสายใยแห่งการถ่ายทอดประเพณี วัฒนธรรม ความรู้สึกนึกคิดของคนคนหนึ่งไปสู่คนอื่นคนหนึ่ง

2. ความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน การสื่อสารมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อชีวิตประจำวัน ในวันหนึ่ง ๆ ตลอดเวลาที่เรตื่น เราสื่อสารตลอดเวลา อาจจะสื่อสารกับตัวเอง สื่อสารกับผู้อื่น ทั้งนี้ อาจเป็นคนในครอบครัว ผู้ร่วมงานกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตต่างก็ต้องอาศัยการสื่อสารเป็นเครื่องมือทั้งนั้น

3. ความสำคัญต่ออุตสาหกรรมและธุรกิจ การดำเนินอุตสาหกรรมและธุรกิจ ไม่ว่าจะ เป็นขั้นตอนในการผลิต การจัดจำหน่ายต่างก็ต้องอาศัยการสื่อสารทุกขั้นตอน นับตั้งแต่การสื่อสารกันระหว่างบุคคล จนกระทั่งถึงการสื่อสารกับมวลชน เช่น การโฆษณา การประชาสัมพันธ์ ทั้งนี้จะต้องอาศัยวิธีการสื่อสารโดยเฉพาะในปัจจุบันก็ได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการสื่อสารมากมาย

4. ความสำคัญต่อการปกครอง ในการปกครองไม่ว่าจะเป็นการปกครองระดับใด หรือการปกครองระบอบใด ทั้งผู้ปกครองและผู้ถูกปกครอง จะต้องมีการตกลงร่วมกันในกฎเกณฑ์ หรือระเบียบต่างๆ ผู้ปกครองต้องเผยแพร่ข่าวสารเหล่านี้ ให้ผู้ถูกปกครองทราบทั้งทางตรงและทางอ้อมรวมทั้งประชาชนหรือผู้ถูกปกครองก็ต้องสื่อสารเรื่องต่างๆ ไปยังผู้ปกครองด้วย ซึ่งเป็นการสื่อสารทั้งแบบจากบนสู่ล่าง และแบบล่างขึ้นสู่บน

5. ความสำคัญต่อการเมืองระหว่างประเทศประเทศต่างๆ ต้องมีการติดต่อสื่อสารกัน ทั้งทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ การทหารปัจจุบันเรามีทั้งองค์การในการที่จะทำหน้าที่ติดต่อสื่อสาร ข้าราชการเมืองระหว่างประเทศและการสื่อสารมวลชนเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตของเรามาก

บุญศรี ปราบณศักดิ์ และศิริพร จิรวัดน์กุล (2538: 13) ได้เสนอทรรศนะเกี่ยวกับความสำคัญของการสื่อสารดังนี้ การสื่อสารมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต ซึ่งหมายถึงระดับสภาพการดำรงชีพของมนุษย์ ตามองค์ประกอบแห่งชีวิตได้แก่ ร่างกาย อารมณ์ สังคมความคิด และจิตใจ สถาบันทางสังคมที่มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ได้แก่ ครอบครัว เศรษฐกิจ การสาธารณสุข นันทนาการ วัฒนธรรม การปกครอง การศึกษา และศาสนา สังคมโลกโดยองค์การระหว่างประเทศต่าง ๆ ได้พยายามเผยแพร่แนวคิดเพื่อให้ทุกๆ ประเทศเห็นความสำคัญของการยกระดับคุณภาพชีวิตให้ได้มาตรฐาน

ทัศนีย์ กระจ่างอินทร์ และสุภิตรา อนุศาสตร์ (2542: 3-4) ได้กล่าวว่า มนุษย์จำเป็นต้องใช้การสื่อสารตลอดชีวิต เริ่มจากการสื่อสารภายในตนเอง คิดว่าจะทำอะไร เมื่อไร จะต้องสัมพันธ์กับผู้อื่นและจะเกิดผลอย่างไร การสื่อสารจะขยายความกว้างขึ้น และมนุษย์จะใช้การสื่อสารเพื่อทำกิจกรรมร่วมกันตลอดเวลา การสื่อสารจึงมีความสำคัญ ดังนี้

1. การสื่อสารเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต ไม่มีใครที่จะดำรงชีวิตได้โดยปราศจากการสื่อสาร โดยเฉพาะสังคมมนุษย์ที่มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาตลอดเวลา พัฒนาการทางสังคมจึงดำเนินไปพร้อมๆ กับพัฒนาการทางการสื่อสาร

2. การสื่อสารช่วยธำรงสังคมให้อยู่ร่วมกันเป็นปกติสุข เพื่อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับระเบียบ ประเพณี กฎเกณฑ์ทางสังคมและความรู้ต่าง ๆ จำเป็นต้องรับการถ่ายทอดเพื่อให้เป็นมรดกทางสังคม ตกลงใช้ร่วมกันเพื่อให้อยู่ร่วมกันอย่างสันติ

3. การสื่อสารเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนา การพัฒนาทางสังคมในด้านคุณธรรม จริยธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ รวมทั้งศาสตร์ในการสื่อสาร จำเป็นต้องพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้งและต้องให้การสื่อสารเป็นเครื่องมือในการพัฒนาต่าง ๆ เช่น การใช้โสตทัศนหรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในงานสาธารณสุข เป็นต้น

จากความสำคัญของการสื่อสาร สรุปได้ว่า การสื่อสารนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมาก สำหรับมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านสังคม การดำรงชีวิต ความเป็นอยู่ หรือการพัฒนาประเทศรวมถึงการจัดการเรียนการสอนด้วย เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะให้ได้ประสิทธิภาพนั้นครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน

### 3.3 องค์ประกอบของการสื่อสาร

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 23–24) กล่าวว่า การถ่ายทอดข่าวสารหรือการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือข้อมูลในการสื่อสารจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีต้นทางของการถ่ายทอดหรือเรียกว่า “ผู้ส่ง” ได้รับความทราบข่าวสารต่าง ๆ ในการผ่านสื่อไปยังจุดหมายปลายทาง หรือเรียกว่า “ผู้รับ” ได้รับความทราบข่าวสารต่าง ๆ ในการผ่านสื่อไปยังจะหมายปลายทาง หรือเรียกว่า “ผู้รับ” ได้รับความทราบนั้นร่วมกัน จากหลักการนี้จึงมีองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้การสื่อสารเกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

1. ผู้ส่ง ผู้สื่อสาร หรือต้นแหล่งของการส่ง (Sender, Communicator or Source) เป็นแหล่งหรือผู้ที่นำข่าวสารเรื่องราว แนวความคิด ความรู้ ตลอดจนเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อส่งไปยังผู้รับซึ่งอาจเป็นบุคคลเดียว เป็นกลุ่มบุคคล หรือสถาบัน โดยอยู่ในลักษณะต่างๆ ได้หลายอย่าง เช่น ผู้อ่านข่าว ครู นักร้อง นักเขียน จิตรกร ฯลฯ เป็นผู้นำเนื้อหาเรื่องราวของข่าว บทความ ภาพมาเสนอแก่ผู้รับ เรียกว่า “การเข้ารหัส”

2. เนื้อหาเรื่องราว ได้แก่ เนื้อหาของสารหรือเรื่องราวที่ส่งออกมา เช่น ความรู้ ความคิด ข่าวสาร บทเพลง ข้อเขียน เพื่อให้ผู้รับรับข้อมูลเหล่านั้น

3. สื่อหรือช่องทางในการนำสาร หมายถึง ตัวกลางที่ถ่ายทอดแนวความคิด เหตุการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ ที่ผู้ส่งต้องการให้ไปถึงผู้รับ สื่อที่ใช้กันมากที่สุดคือ ภาษาพูด ซึ่งใช้เสียงเป็นสื่อ เวลาเขียนหรืออ่านหนังสือสื่อที่ใช้ก็คือ ภาษาเขียน หรือถ้ามีการสื่อความหมายกับคนไปก็ใช้สื่อที่เป็นภาษามือ กริยาท่าทางหรือการแสดงออกทางท่าทางหน้าตา

4. ผู้รับหรือกลุ่มเป้าหมาย (Receiver or Target Audience) ได้แก่ ผู้รับเนื้อหาเรื่องราวจากแหล่งหรือที่ผู้ส่งส่งมา ผู้รับนี้อาจเป็นบุคคล กลุ่มชนหรือสถาบันก็ได้ เมื่อรับเรื่องราวแล้วผู้รับก็ต้องมีการถอดรหัส (Decode) คือ การแปลข่าวสารนั้นให้เข้าใจ

5. ผล (Effect) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้ส่งสารส่งเรื่องราวไปยังผู้รับ ผลที่เกิดขึ้นก็คือ การที่ผู้รับอาจมีความเข้าใจหรือไม่รู้เรื่อง ยอมรับหรือปฏิเสธ พอใจหรือโกรธ สิ่งเหล่านี้เป็นผลของการสื่อสาร และจะเป็นผลสืบเนื่องต่อไปว่าการสื่อสารนั้นจะสามารถบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับทัศนคติของผู้รับ สื่อที่ใช้ และสถานการณ์ในการสื่อสารเป็นสำคัญด้วย

6. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องจากผลซึ่งผู้รับส่งกลับมายังผู้ส่ง โดยผู้รับอาจแสดงอาการให้เห็น เช่น ง่วงนอน ประหม้อมี ยิ้ม พยักหน้า สายหน้า การพูดโต้ตอบ หรือการแสดงความคิดเห็น เพื่อเป็นข้อมูลที่ทำให้ผู้ส่งทราบว่า ผู้รับมีความพอใจหรือมีความเข้าใจใน ความหมายที่ส่งไปหรือไม่ ผลป้อนกลับนี้คือข้อมูลย้อนกลับอันเกิดจากการตอบสนองของผู้รับที่ส่งกลับไปยังผู้ส่งคนอื่นนั่นเอง

ปราณี รามสูตร และจำรัส ตั้งสุวรรณ (2545: 155-156) กล่าวว่า องค์ประกอบของการติดต่อสื่อสารมีอยู่ 4 ประการ ดังนี้

1. ผู้ส่ง (Sender) หรือแหล่งที่มาของสาร
2. ผู้รับ (Receiver) หรือจุดหมายปลายทางที่ต้องการให้สารนั้นไปถึง
3. สารหรือข้อมูลที่ส่ง (Message) ซึ่งอาจเป็นข้อมูลเรื่องราวต่างๆ ได้แก่ ความคิด ความต้องการอารมณ์ เจตคติ ฯลฯ
4. สื่อสำหรับส่ง (Media) โดยอาจเป็นคำพูด โทรศัพท์ เพลง กลอน ภาษาเขียน เป็นคำสั่งประกาศ แจ้งความ ภาษากาย ที่อาจจะเป็นกิริยาท่าทาง สายตา สีหน้า หรืออาจจะเป็นสัญลักษณ์รูปภาพ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ฯลฯ

คมเพชร ฉัตรศุภกุล (2546: 132-133) กล่าวถึง องค์ประกอบของการสื่อสาร ได้แก่

1. ผู้พูด (Speaker) หรือผู้ส่งข่าวสาร (Transmitter) หมายถึง บุคคลที่ถ่ายทอดข่าวสารในการพูดเขียน หรือด้วยวิธีการอื่น ๆ
2. ผู้ฟัง (Audience) หรือผู้รับ (Receiver) หมายถึง ผู้ที่อยู่ในสถานภาพที่ต้องรับข้อมูลต่าง ๆ ไม่ว่าจะด้วยการฟัง การอ่าน
3. ข่าวสาร (Message) หมายถึง ข่าวสาร เรื่องราวต่างๆ ข้อมูลต่างๆ ที่ผู้ถ่ายทอดต้องการจะส่ง
4. วิธีการสื่อสาร บางตำราเรียกว่า ช่องทางการสื่อสาร (Chanel) เช่น สื่อสารโดยการพูดผู้รับก็จะใช้การฟัง สื่อสารโดยท่าทาง ผู้รับก็จะใช้การสังเกต ถ้าสื่อสารโดยการเขียนก็ต้องรับข้อมูลโดยการอ่าน เป็นต้น

จากการศึกษาองค์ประกอบของการสื่อสาร สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการสื่อสารประกอบด้วย

1. ผู้สื่อสาร
2. ผู้รับสาร
3. ข้อมูลและสื่อในการสื่อสาร

การสื่อสารมีประสิทธิภาพ และสามารถสื่อสารกันได้ง่ายขึ้น ถ้ามีองค์ประกอบใดบกพร่อง ก็จะทำให้การสื่อสารขาดประสิทธิภาพไปด้วย

### 3.4 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 513) ได้กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือการพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งจะมีผลการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994a: 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 4-5) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนนั้นจะต้องจัดให้นักเรียนมีความสามารถดังนี้

1. จัดระบบและรวบรวมความคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันและสื่อสารได้ถูกต้อง
2. สื่อสารความคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ของพวกเขาแก่ครูอาจารย์และผู้อื่นได้อย่างสมเหตุสมผลและแจ่มแจ้งชัดเจน
3. วิเคราะห์และประเมินค่าแนวความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ด้วยกลยุทธ์ที่โต้แย้ง
4. ใช้ภาษาของคณิตศาสตร์เพื่อการสื่อสารความหมายได้อย่างกระชับ ชัดเจน ใฝ่ใจความที่ถูกต้อง แน่นนอน

อัมพร ม้าคนอง (2547: 102-103; 2553: 56) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการสื่อสารและสื่อความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ให้มีความเข้าใจตรงกัน โดยนักเรียนในฐานะผู้ส่งสารต้องมีความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เช่น การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล

สมเดช บุญประจักษ์ (2548: 2) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์และผลที่เกิดขึ้น

ปริญญา สองสีดา (2550: 33) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวหรือแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน

ที่เป็นตัวแทนการคิดของนักเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการตามสถานการณ์จำลองต่างๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

จิรากร สำเร็จ (2551: 15) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการใช้ ภาษาพูดและเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิดและ อธิบายแนวคิดแสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) ระบุว่า การ สื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมี ประสิทธิภาพ

สัญญา ภัทรากร (2552: 118) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การ ถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ เพื่อสร้างแนวคิดและอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม

จากความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ หมายถึง การอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจ ตรงกัน รวมทั้งการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อ ความหมายและการนำเสนอ

### 3.5 การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

โรวาน และมอร์โรว์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 46; อ้างอิงจาก Rowan; & Morrow. 1993: 9-11). *Implementing K-8 Curriculum and evaluation Standards from the Arithmetic Teacher*) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร ดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราวหรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงงานที่มีกิจกรรมการสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียน เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้อง และใกล้ตัวนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่าง หลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร รวมไปถึงการให้ นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสนใจ
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด การเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญ และควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วน

สำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือ เป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน

5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การให้นักเรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการให้โอกาสนักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 270–272) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6–8 ว่า ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหา ร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยครูจะต้องกำหนดชิ้นงาน ที่ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี
3. อนุญาตให้นักเรียนแสดงแนวคิดได้อย่างหลากหลาย
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล การคาดเดาในการแก้ปัญหา

การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูจะมีบทบาทในการให้คำแนะนำ โดยที่ครูเดินไปตามกลุ่ม และรับฟังคำตอบที่แตกต่างกันของนักเรียน

การพูดและการเขียนเป็นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียน

1. คิดวิธีการแก้ปัญหา
2. มีกฎเกณฑ์ในการอธิบาย
3. ทดสอบความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้คำศัพท์และสัญลักษณ์ใหม่ ๆ
4. ตรวจสอบการใช้รูปแบบของการให้เหตุผล
5. การให้เหตุผลของการคาดเดา
6. การวิเคราะห์ข้อแก้ตัว

กรมวิชาการ (2545: 201-203) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วย

ชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ



การฝึกทักษะ/กระบวนการนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นจะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไรจะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่าง การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

กำหนดสถานการณ์ดังนี้

ร้านค้าแห่งหนึ่งมีลูกจ้าง 3 คน คือ แดง น้อย และจิต โดยแต่ละคนเสนอค่าจ้างทำงานชั่วโมงละ 100 110 120 ตามลำดับ และมีงาน 3 อย่าง คือ ก,ข และ ค

จำนวนชั่วโมงที่แดงทำงาน ก,ข และ ค คือ 7.5 , 8 และ 4.5 ชั่วโมง ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่น้อยทำงาน ก,ข และ ค คือ 6 , 8.5 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่จิตทำงาน ก,ข และ ค คือ 6.5 , 7 และ 3.5 ชั่วโมง ตามลำดับ

อยากทราบว่านายจ้างควรให้ลูกจ้างคนใดทำงานอย่างใดที่สามารถทำงานนั้นเสร็จและจ่ายเงินน้อยที่สุด และถ้านายจ้างต้องการรับลูกจ้างเพื่อเข้าทำงานทั้งสามอย่างเพียงหนึ่งคน เขาควรรับลูกจ้างคนใดเข้าทำงานจึงจะจ่ายน้อยที่สุด

ในการแก้ปัญหานี้ผู้เรียนจะวิเคราะห์ปัญหาและใช้ตารางในการสื่อสาร สื่อความหมาย ข้อมูลที่กำหนดให้

ตาราง 3 แสดงชั่วโมงการทำงาน

งาน	จำนวนชั่วโมงการทำงาน		
	แดง	น้อย	จิต
ก	7.5	6	6.5
ข	8	8.5	7
ค	4.5	5	3.5

จากนั้นผู้เรียนช่วยกันหาคำตอบและสร้างตารางใหม่เพื่อแสดงจำนวนเงินที่นายจ้างต้องจ่ายจากการทำงานทั้ง 3 อย่าง

ตาราง 4 แสดงจำนวนเงินที่นายจ้างต้องจ่าย

งาน	จำนวนชั่วโมงการทำงาน		
	แดง	น้อย	จิต
ก	750	660	780
ข	800	935	840
ค	450	550	420
รวม	2,000	2,145	2,040

ที่มา: กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*.  
หน้า 201-203.

ผู้เรียนสามารถใช้ตารางที่ 2 นำเสนอคำตอบดังนี้  
ควรจ้างน้อยทำงาน ก เพราะจ่ายค่าจ้างน้อยที่สุด  
ควรจ้างแดงทำงาน ข เพราะจ่ายค่าจ้างน้อยที่สุด  
ควรจ้างจิตทำงาน ค เพราะจ่ายค่าจ้างน้อยที่สุด  
และควรจ้างแดงทำงานห้อย่างเพราะจ่ายค่าจ้างในการทำงานรวมห้อย่างน้อยที่สุด  
การส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การส่งเสริมทักษะการสื่อสาร  
ทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถทำได้อย่างหลากหลายวิธี แต่โดยส่วนใหญ่จะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือ  
ปฏิบัติ อธิบาย อภิปราย และการใช้เหตุผล ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้สื่อสารจนเกิดการเรียนรู้

### 3.5 ประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

รีเดเซล (Riedesel. 1990: 377) ได้นำเสนอประโยชน์ของการสื่อสารโดยการเขียนดังนี้

1. เป็นการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคลเพราะสิ่งที่ผู้เรียนเขียนบรรยายจะแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน
2. เป็นเครื่องมือช่วยวิจัยกระบวนการคิดของผู้เรียน
3. เป็นทักษะที่จำเป็นช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในการคิด
4. เป็นทักษะที่จะช่วยเสริมทักษะการอ่านและการเขียนในรายวิชาอื่นโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้การบรรยายในสิ่งที่ค้นพบ
5. เป็นวิธีในการเรียนคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ปกติผู้เรียนไม่ค่อยได้ใช้
6. เป็นทักษะที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับสูง เพื่อตอบคำถามว่า  
อย่างไร (How) และทำไม (Why) มากกว่าตอบว่าอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When)

7. เป็นการร่วมมือกันในการทำกิจกรรมเดียวกัน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว้าวมานึกใน  
กลุ่มประสบความสำเร็จร่วมกัน เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการเรียนรู้

มัมมี และเซฟเพอร์ต (Mumme; & Shepherd. 1993: 7-11) ได้เสนอประโยชน์ในการ  
เรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการส่งเสริมการสื่อสาร ดังนี้

1. การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยให้นักเรียน  
ได้อธิบายความคิดของเขา มีความสนใจในการที่จะได้อภิปราย และการฟังก็จะช่วยให้นักเรียนคน  
อื่น ๆ เข้าใจได้อย่างลึกซึ้งด้วย การฟังจะช่วยให้นักเรียนได้พิจารณาความคิดของคนอื่น จะเป็นการ  
ช่วยให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าของความคิดที่แตกต่างกันออกไปของนักเรียน แม้จะอยู่ในสถานการณ์  
เดียวกันก็ตาม นักเรียนจะสร้างความเข้าใจจากรากฐานของประสบการณ์เดิมของนักเรียนนั่นเอง  
การสื่อสาร จะสนับสนุนการสร้างความรู้แก่นักเรียน โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิดของ  
นักเรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่ในบางครั้งการสื่อสารอาจสร้างความไม่สมดุลให้เกิดขึ้นจนกลายเป็นอคติ

2. การสื่อสารจะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน  
นักเรียนส่วนมากมักจะล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์เมื่อนักเรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์  
และกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์โดยการจำมากกว่าการค้นพบด้วยตนเองและการแลกเปลี่ยน  
ความคิดซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องให้เกิดการสื่อสารมากขึ้นเพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิด  
ทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่งโดยการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดก็ควรต้องให้นักเรียนมี  
การพัฒนาทางภาษาคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจในบทบาทของคำนิยามและกระบวนการใน  
การอภิปรายและขยายสมมติฐานให้ชัดเจนขึ้น

3. การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้  
นักเรียนได้พูดหรือเขียนความคิดของนักเรียนเอง ครูควรจะบอกนักเรียนว่าจะประเมินอะไรจากการ  
พูดของนักเรียน เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถทางการสื่อสารความคิดของนักเรียนอย่างแท้จริง  
นักเรียนควรฝึกการใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาให้มาก เพื่อที่นักเรียนจะได้  
กลายเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้  
การพูดและการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เป็นวิธีการที่จะทำให้เราหลุดพ้น  
จากความวิตกกังวลในการที่จะแสดงความคิด การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนจะเป็นการให้ความ  
สนับสนุนในการเรียนแก่นักเรียน การอำนวยความสะดวกและสังคมจะมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะ  
พูดเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนแนวความคิดของนักเรียน

จากประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสารคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า  
ประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสารคณิตศาสตร์ มีประโยชน์ ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการของคณิตศาสตร์
2. เข้าใจกฎเกณฑ์และกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
3. เสริมสร้างให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

4. การสื่อสารจะช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้มีการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน มีการกระตือรือร้นและสนุกสนานในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น

### 3.6 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994b: 14-45) แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
  - 1.1 ไม่ใช่หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
  - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
  - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
  - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)
  - 2.1 ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์
  - 2.2 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
  - 2.3 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
  - 2.4 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
  - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
  - 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
  - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
  - 3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบถ้วน)

จากงานวิจัยของไค จาแคบส์ซิน และเลนเกอ (Gai; Jakabcsin; & Lane. 1996: 238-246)

ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ เพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0-4 คะแนน ดังตาราง 5

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับ	เกณฑ์การประเมิน
4	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ); แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล

3	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์; การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน(ผู้ตรวจ); แสดงการสนับสนุนการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย
2	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย; แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน; การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก; การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
1	อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก; แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจน ตีความหมายยาก
0	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ; คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหาแผนภาพประกอบผิดหมด

ที่มา: Cai, Jinfa.; Jakabcsin, Mary S.; & Lane, Suzanne. (1996, May). Assessing Student's Mathematical Communication. *School Science and Mathematics*. 96(5): 242.

กล่าวโดยสรุป ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทำการวัด 2 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของเคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994a: 181), ไค จาแคบคซิน และเลน (Cai; Jakabcsin; & Lane. 1996: 238-246), ทินรัตน์ กาญจนกฤษชร์ (2550: 97-98) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 73-75) ดังนี้

#### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
1. เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้	
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 3 ดี	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุมสาระสำคัญ แต่ขาดความชัดเจนในบางส่วน

ระดับ 2 พอใช้	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เพียงเล็กน้อย ไม่ชัดเจน และไม่ครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ
2. ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
ระดับ 4 ดีมาก	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
ระดับ 3 ดี	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
ระดับ 2 พอใช้	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เพียงเล็กน้อย
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ
3. เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้	
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนอย่างเป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ
ระดับ 3 ดี	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนเกือบสมบูรณ์
ระดับ 2 พอใช้	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนในบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้แต่ไม่ชัดเจน ขาดรายละเอียด
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ หรือไม่ได้ทำ

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ประเมินโดยนำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และผลการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 9 คน มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

จากเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้โดยการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้โดยการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนที่เรียนรู้จากการเรียนการสอนผ่านเกณฑ์การประเมิน และเกิดการเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ตามที่คาดหวังไว้ โดยมีหลักการดังนี้

1. การสังเกต
2. การตรวจงาน
3. การเขียนงาน
4. การรวบรวมข้อมูล
5. การทดสอบ

### 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

#### งานวิจัยต่างประเทศ

โจฮันนิง (Johanning, 2000: 151–160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาในการศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดยการส่งเสริมโดยให้นักเรียนอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าได้ให้ความสำคัญกับการเขียนซึ่งจะช่วยให้เด็กนักเรียนคิดไปพร้อม ๆ กันโดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 14 คน และเกรด 8 จำนวน 34 คน การดำเนินการโดยใช้การเขียนและการทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาการทดลอง 1 ปี โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 7 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน (ผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน) นักเรียนเกรด 7 จำนวน 3 คน (ผู้ชาย 2 คน ผู้หญิง 1 คน) เพื่อให้เกิดการสมดุลงของกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดย บันทึกภาพการมีส่วนร่วมและการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมกับนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อน ๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

โรดิเฮฟเวอร์ (Rodeheaver, 2000: 61-A) ได้ทำการศึกษา กรณีศึกษา ระหว่าง นักศึกษาคูและความร่วมมือของครูที่สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษาว่าการสื่อสารอะไรบ้างที่จะมีผลต่อการเรียนการสอน และทำการประเมินข้อมูลย้อนกลับจากนักศึกษาคู ผลปรากฏว่า ข้อมูลย้อนกลับของนักศึกษานี้แสดงถึงครูทำได้ให้ความสำคัญกับการสื่อสารเป็น

อย่างมากโดยมีการจัดการสื่อสารเข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนแต่ว่าคุณภาพของการสื่อสารนั้นจะเป็นการเน้นเพียงให้บรรลุจุดมุ่งหมายเท่านั้น ไม่ได้เน้นในด้านการปฏิบัติ ซึ่งในการใช้การสื่อสารในการทดลองนี้ไม่ได้รับความเป็นอิสระจากครูเลย

โควิงตัน (Covington. 2001: 61–12A) ได้ทำการศึกษาวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในโครงการ Connected Mathematics Project (CMP) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา จุดมุ่งหมายของการศึกษา เพื่อพิจารณาผลของโครงการ CMP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาซึ่งโรงเรียนตั้งอยู่ในตัวเมืองโดยมีจุดมุ่งหมายอยู่ข้อหนึ่งคือ การเปรียบเทียบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารในห้องเรียนของทั้งสองกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือห้องเรียนที่เรียนจากโครงการ CMP และห้องเรียนที่เรียนจากห้องเรียนหลักสูตรปกติ รูปแบบของการวิจัยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลทั้งด้านเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การวิจัยเชิงปริมาณจะทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 8 จำนวน 700 คน ที่เรียนอยู่ในปีการศึกษา 1999 – 2000 โดยใช้คะแนนมาตรฐานของรัฐเป็นเกณฑ์ (State Basic Standards: BST) ส่วนด้านการวิจัยเชิงคุณภาพ ทำโดยการสำรวจจากประสบการณ์ของผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้น ครูและนักเรียน ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า รูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม คือนักเรียนโครงการ CMP และนักเรียนที่เรียนในหลักสูตรปกติมีความแตกต่างกันมาก เพราะห้องเรียนโครงการ CMP จะให้โอกาสนักเรียนทางการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าห้องเรียนหลักสูตรปกติ นอกจากนี้ นักเรียนในโครงการ CMP ได้แสดงถึงการใช้ทักษะการให้เหตุผลทางพีชคณิตอยู่ในระดับเดียวกับนักเรียนในหลักสูตรปกติ แต่แสดงถึงความเข้าใจแนวคิด โดยมีการใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายกว่านักเรียนในหลักสูตรปกติ สรุป นักเรียนในโครงการ CMP จะมีผลการปฏิบัติเป็นที่น่าพอใจและได้รับประสบการณ์ทางบวก จากห้องเรียนมากกว่านักเรียนที่เรียนจากหลักสูตรปกติ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### งานวิจัยในประเทศ

วัชรีย์ ชันเชื้อ (2545: 119) ได้ศึกษาค้นคว้าการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 80 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการพูดและการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนโดยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร นักเรียนมีความสามารถการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ร้อยละ 70



ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: 69-76) ได้ศึกษาความสนใจในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547: 91-98) ได้ศึกษาค้นคว้าการพัฒนาชุดการเรียนรู้เรื่องเมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนวัดสุทธิวราธรรม เขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 44 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ภายหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้เรื่องเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่านักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยเฉลี่ยร้อยละ 79.94

ปริญญา สองสีดา (2550: 76-81) ได้ศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรรณทิภา ทองนวล (2554: 194-208) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ผลการศึกษาพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้จัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่มีความสำคัญและช่วยนักเรียนให้มีความเข้าใจที่ดีขึ้น ซึ่งในการสื่อสารจะช่วยให้ครูทราบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนมากน้อยเพียงใด จะเห็นได้จากการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน และการเขียน และยังส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มได้ดียิ่งขึ้น

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

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

### การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สายวิทย์ – คณิต) ของโรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 8 ห้องเรียน รวม 424 คน

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สายวิทย์ – คณิต) ของโรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 53 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

#### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

- |                                   |   |     |
|-----------------------------------|---|-----|
| 1. ปฏิยานุพันธ์                   | 2 | คาบ |
| 2. ปริพันธ์ไม่จำกัดเขต            | 5 | คาบ |
| 3. การประยุกต์ปริพันธ์ไม่จำกัดเขต | 3 | คาบ |
| 4. ปริพันธ์จำกัดเขต               | 4 | คาบ |
| 5. พื้นที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้ง     | 4 | คาบ |

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ ปีการศึกษา 2554 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 20 คาบ โดยการทำทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 18 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 1 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ
4. แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
5. แบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

สำหรับเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

#### 1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาและคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
- 1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ
- 1.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้
- 1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน จำนวน 18 คาบ ดังนี้

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์	2	คาบ
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริพันธ์ไม่จำกัดเขต	5	คาบ
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ปริพันธ์ไม่จำกัดเขต	3	คาบ
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริพันธ์จำกัดเขต	4	คาบ
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พื้นที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้ง	4	คาบ
รวม	18	คาบ

### ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย

- 1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้
- 1.4.2 ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้
- 1.4.3 สาระสำคัญ
- 1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 1) ด้านความรู้
  - 2) ด้านทักษะ/กระบวนการ
  - 3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 1.4.5 สาระการเรียนรู้
- 1.4.6 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้
  - 1.4.6.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
  - 1.4.6.2 ชี้นสอน
  - 1.4.6.3 ชี้นสรุป
  - 1.4.6.4 ชี้นประเมินผล
- 1.4.7 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้
- 1.4.8 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- 1.4.9 บันทึกหลังการสอน
- 1.4.10 ข้อเสนอแนะ

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทฯ จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน เพื่อการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการจัดการเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้องเพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะต่างๆ ได้แก่ การปรับกิจกรรมบางกิจกรรมใหม่ให้น่าสนใจมากขึ้นและพิจารณาให้เหมาะสมกับเวลา การแก้ไขคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทฯ อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ เป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ ของชวาลแพร์ตกุล (2520: 1–407)

2.2 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตรพิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงความครอบคลุมของคำถาม โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 40 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกับ นักศึกษา ชั้นปีที่ 1 สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ซึ่งได้ผ่านการเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์ มาแล้วจำนวน 100 คนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.6 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูกและให้ 0 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกัน

2.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952: 6-52) จากนั้นคัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.23 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 0.51

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไปทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ มาแล้วจำนวน 100 คนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 183 -184) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 แล้วนำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตรก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป



3.1 ศึกษาเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2 ศึกษาหลักการและมาตรฐานการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Principles &  
Standards for School Mathematics) ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National  
Council of Teachers of Mathematics [NCTM])

3.3 ศึกษาแบบเรียน คู่มือครู หลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบ และแนวทาง  
การวัดและการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำราที่  
เกี่ยวข้อง

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการ  
เขียน โดยสร้างแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

3.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Assessment) ของ  
แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยปรับปรุงมาจาก  
แนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของ  
เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994a: 181); ไค จาแคบส์ซิน และเลน (Cai Jakabcsin;  
& Lane. 1996: 238-246); ทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550: 97-98) และจิตติมา ชอบเอียด (2551:  
73-75)

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการ  
เขียนที่สร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่อประธาน กรรมการควบคุมปริญญา  
นิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง  
เหมาะสม ความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ 0.50  
ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการ  
เขียน ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน และเคยเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์  
มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.8 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความง่าย ( $P_E$ ) และ  
ค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีเย่และซาเบอร์ส (ลวัน สายยศ; และ  
อังคณา สายยศ. 2543: 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970) โดยเลือกแบบทดสอบ  
จำนวน 5 ข้อ เฉพาะข้อที่มีค่าความง่าย ( $P_E$ ) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่  
0.20 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความง่าย  
( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.40 – 0.53 และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.35 – 0.47

3.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษาชั้นปี  
ที่ 1 สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน





ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
<b>1. เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้</b>	
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 3 ดี	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุมสาระสำคัญ แต่ขาดความชัดเจนในบางส่วน
ระดับ 2 พอใช้	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เพียงเล็กน้อย ไม่ชัดเจน และไม่ครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ
<b>2. ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์</b>	
ระดับ 4 ดีมาก	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
ระดับ 3 ดี	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
ระดับ 2 พอใช้	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เพียงเล็กน้อย
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ

## ตาราง 6 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
3. เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้	
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนอย่างเป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ
ระดับ 3 ดี	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนเกือบสมบูรณ์
ระดับ 2 พอใช้	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนในบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้แต่ไม่ชัดเจน ขาดรายละเอียด
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ หรือไม่ได้ทำ

#### 4. แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เป็นแบบประเมินนักเรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมทางการสื่อสารด้านการพูดในแต่ละคาบเรียน เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่ม ที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง

4.2 สร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมเกณฑ์การประเมิน และการแปลผลคะแนน

4.3 นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมเกณฑ์การประเมิน และการแปลผลคะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้ประธานและกรรมการควบคุม ปรินุญานพันธ์พิจารณา แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมในการประเมิน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.4 แก้ไขแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนนั้นเป็นไปไม่ได้ที่จะประเมินนักเรียนได้ครบ 53 คนในแต่ละครั้ง ผู้วิจัยจึงปรับปรุงแบบประเมินให้นักเรียนได้รับการประเมินคนละ 4 ครั้ง จากนั้นเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุม ปรินุญานพันธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

4.5 นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมเกณฑ์การประเมิน และการแปลผลคะแนนที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

#### ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ที่	ชื่อ - สกุล	การประเมิน				รวม
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
1						
2						
3						
4						
5						

ตาราง 7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 2 ดี	พูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เหมาะสม ในการสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน
ระดับ 1 พอใช้	พูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เป็นบางส่วน ในการสื่อสารแนวคิด
ระดับ 0 ต้องปรับปรุง	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด

#### การแปลผลของคะแนน

โดยนำผลรวมคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดทั้ง 4 ครั้ง ของนักเรียนแต่ละคน มาแปลผลคะแนนโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

คะแนน 6 – 8 หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด  
อยู่ในระดับสูง

คะแนน 3 – 5 หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด  
อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 0 – 2 หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด  
อยู่ในระดับต่ำ

## 5. แบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

แบบสัมภาษณ์ เป็นลักษณะคำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้สื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เกี่ยวกับการแก้ปัญหาโจทย์ทั้ง 5 ข้อในแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ประกอบด้วยแนวคำถาม 3 ลักษณะ ดังนี้

5.1 คำถามหลัก (Main Questions) เป็นคำถามที่ใช้เปิดประเด็น เช่น นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างไร นักเรียนได้ข้อสรุปนี้มาอย่างไร สามารถอธิบายเหตุ และผลได้หรือไม่ ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าเป็นอย่างนี้

5.2 คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน (Probes) ใช้ถามหลังจากที่ผู้ให้สัมภาษณ์ตอบคำถามหลักแล้ว แต่คำตอบยังไม่ชัดเจนพอ หรืออาจมีประเด็นใหม่ที่นำรู้หรือชี้แจงให้ผู้ตอบเห็นว่าสิ่งที่เขาพูดกำลังได้รับความสนใจ เช่น นักเรียนช่วยอธิบายให้ละเอียดอีกครั้งได้หรือไม่

5.3 คำถามเพื่อตามประเด็น (Follow-up Questions) เป็นคำถามที่มุ่งจะเพิ่มมิติทั้งทางกว้างและทางลึกของเรื่องที่ศึกษาให้มากขึ้น โดยเลือกเอาเรื่องใหม่ที่เพิ่งพบในขณะสัมภาษณ์ ขึ้นมาเป็นประเด็นในการถามต่อ เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึก และเป็นคำถามที่ผู้สัมภาษณ์คิดขึ้นในขณะที่กำลังสัมภาษณ์อยู่

โดยแนวคำถามมีลักษณะยืดหยุ่นตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และในขณะที่สัมภาษณ์ ผู้วิจัยมีการบันทึกประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปประกอบการตัดสินใจในขั้นของการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 249) โดยมีแผนภาพดังตาราง 8

ตาราง 8 แบบแผนการวิจัย

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

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน

T<sub>1</sub> แทน การสอบก่อนการกระจัดกระทำทดลอง (Pre-test)

T<sub>2</sub> แทน การสอบหลังการกระจัดกระทำทดลอง (Post-test)

### ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับจากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้เวลาย่างละ 55 นาที จำนวน 2 คาบเรียน
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน ซึ่งใช้เวลาในการสอน 18 คาบ คาบละ 55 นาที ในระหว่างการสอน ผู้วิจัยสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนคนละ 4 ครั้ง ด้วยแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูด โดยสังเกตจากการตอบคำถาม การพูดในกิจกรรมที่ทำ และการสรุปจากการทำกิจกรรม เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน ดังนี้
  - กลุ่มที่มีความสามารถสูง เป็นกลุ่มของนักเรียนที่พูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาและสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน
  - กลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง เป็นกลุ่มของนักเรียนที่พูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และสื่อสารแนวคิดได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
  - กลุ่มที่มีความสามารถต่ำ เป็นกลุ่มของนักเรียนที่พูดโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถสื่อสารแนวคิดได้
5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียนครบแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง แล้วบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาย่างละ 55 นาที จำนวน 2 คาบเรียน

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

7. สรุปการจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความสามารถ โดยนำผลรวมคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดทั้ง 4 ครั้ง ของนักเรียนแต่ละคน จากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด มาแปลผลคะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

8. สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 9 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยการให้นักเรียนพูดอธิบายเพื่อสื่อสารแนวคิดในการหาคำตอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนทั้ง 5 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

## การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ โดยใช้สถิติ  $t - \text{test for Dependent Samples}$

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ  $t - \text{test one group}$

1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ โดยใช้สถิติ  $t - \text{test for Dependent Samples}$

1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ  $t - \text{test one group}$

#### 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1 นำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ที่จำแนกนักเรียนตามความสามารถออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มที่มีลักษณะของการสื่อสารทาง

คณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มาพรรณนาวิเคราะห์ด้วยสถิติร้อยละ แล้วประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2.2 นำผลของการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 9 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ซึ่งถูกสัมภาษณ์ด้วยแนวคำถาม 3 ลักษณะ ได้แก่ คำถามหลัก คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน และคำถามเพื่อตามประเด็น มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา และการสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

#### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538: 73)

$$S = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ  $S$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $(\sum x)^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

#### 2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 248-249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับ ลักษณะของพฤติกรรม
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952: 6-52) โดยใช้โปรแกรม B-Index 700

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$r_{p.bis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_f}{s_t} \cdot \sqrt{pq}$$

เมื่อ	$r_{p.bis}$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$\bar{X}_p$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นถูก
	$\bar{X}_f$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นผิด
	$s_t$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบ ทั้งฉบับ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด หรือ 1-p



2.3 หาค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วแทนค่าในสูตร (ลัวน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970)

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

เมื่อ

$P_E$  แทน ดัชนีค่าความง่าย  
 $S_U$  แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง  
 $S_L$  แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน  
 $X_{\max}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด  
 $X_{\min}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ

$D$  แทน ค่าอำนาจจำแนก  
 $S_U$  แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง  
 $S_L$  แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน  
 $X_{\max}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด  
 $X_{\min}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR – 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ลัวน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 197 – 199)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$n$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือจำนวนคนที่ทำถูกทั้งหมด
	$q$	แทน	สัดส่วนผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง คือ $1-p$
	$S_t^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนี้

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบัก (ลัว่น สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 200)

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	$n$	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	$S_t^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนในรายข้อ
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนทั้งฉบับ

$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

โดยที่

เมื่อ	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ $i$
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ $i$
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

และ

เมื่อ  $s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบ  
 ทั้งฉบับ  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553: 312)

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

เมื่อ  $r$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย  
 $\sum Y$  แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย  
 แต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $\sum Y^2$  แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย  
 แต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $\sum XY$  แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน โดยใช้ค่าสถิติแบบ t-test for Dependent Samples (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553: 179)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคเพื่อนเรียน
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง คะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัด การเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคเพื่อนเรียน
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

3.2 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน  
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70  
โดยใช้สูตร t-test for One Sample (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553: 134)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลจากการทดลอง และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

##### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t – test one group

1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples

1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t – test one group

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1 นำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ที่จำแนกนักเรียนตามความสามารถออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มาพรรณนาวิเคราะห์ด้วยสถิติร้อยละ แล้วประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

2.2 นำผลของการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 9 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ซึ่งถูกสัมภาษณ์ด้วยแนวคำถาม 3 ลักษณะ ได้แก่ คำถามหลัก คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน และคำถามเพื่อตามประเด็น มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา การสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ โดยใช้สถิติ  $t$  – test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	53	20	7.08	2.95	20.60**
หลังการทดลอง	53	20	15.00	2.59	

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 52)} = 2.4002$ )

จากตาราง 9 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน  
เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏ  
ดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ฏิกยานุพันธ์  
กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	$\mu_0$ (70%)	t
หลังการทดลอง	53	20	15	2.59	14	2.81**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 52)} = 2.4002$ )

จากตาราง 10 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน  
เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย  
15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75

1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	53	60	14.36	7.17	28.77**
หลังการทดลอง	53	60	44.68	7.29	

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 52)} = 2.4002$ )

จากตาราง 11 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	$\mu_0$ (70%)	t
หลังการทดลอง	53	60	44.68	7.29	42	2.68**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 52)} = 2.4002$ )

จากตาราง 12 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 44.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.47

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1 นำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่จำแนกนักเรียนตามความสามารถออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มาพรรณนาวิเคราะห์ด้วยสถิติร้อยละ แล้วประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง ผลปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 ระดับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน  
เรื่อง ปฏิยานุพันธ์

คะแนนที่ได้	ระดับความสามารถ ในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการพูด	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
6 – 8	สูง	17	32.08
3 – 5	ปานกลาง	26	49.06
0 – 2	ต่ำ	10	18.86

จากตาราง 13 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับสูง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 32.08 ระดับปานกลาง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 49.06 และมีส่วนน้อยที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 18.86

2.2 นำผลของการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 9 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ซึ่งถูกสัมภาษณ์ด้วยแนวคำถาม 3 ลักษณะ ได้แก่ คำถามหลัก คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน และคำถามเพื่อตามประเด็น มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา และการสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

จากการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม เพื่อศึกษาลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดในเชิงลึก สามารถจำแนกนักเรียนตามความสามารถและระบุลักษณะที่แสดงออกได้ดังนี้

1. กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับสูง นักเรียนกลุ่มนี้สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน อีกทั้งสื่อสารแนวคิดทุกครั้งได้อย่างชัดเจน

2. กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับปานกลาง นักเรียนกลุ่มนี้สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน สื่อสารแนวคิดบ้างบางครั้ง แต่ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

3. กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้พูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรืออธิบายได้แต่ไม่ครบถ้วน

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์
5. เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

## วิธีดำเนินการวิจัย

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สายวิทย์-คณิต) โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 53 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ
4. แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
5. แบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับจากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้เวลาอย่างละ 55 นาที จำนวน 2 คาบเรียน
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน ซึ่งใช้เวลาในการสอน 18 คาบ คาบละ 55 นาที ในระหว่างการสอน ผู้วิจัยสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนคนละ 4 ครั้ง ด้วยแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูด โดยสังเกตจากการตอบคำถาม การพูดในกิจกรรมที่ทำ และการสรุปจากการทำกิจกรรม เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มที่มีความสามารถสูง เป็นกลุ่มของนักเรียนที่พูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา  
ที่ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน อีกทั้งสื่อสารแนวคิดทุกครั้งได้อย่างชัดเจน

กลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง เป็นกลุ่มของนักเรียนที่พูดอธิบายโดยมีการใช้  
ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน สื่อสารแนวคิดบ้างบางครั้ง แต่ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

กลุ่มที่มีความสามารถต่ำ เป็นกลุ่มของนักเรียนที่พูดอธิบายโดยใช้ภาษา  
ที่ไม่ถูกต้อง หรืออธิบายได้แต่ไม่ครบถ้วน

5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน  
ครบแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวัดความสามารถในการ  
สื่อสารทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง แล้วบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-test)  
โดยใช้เวลาอย่างละ 55 นาที จำนวน 2 คาบเรียน

6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มา  
วิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

7. สรุปการจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความสามารถ โดยนำผลรวมคะแนน  
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดทั้ง 4 ครั้ง ของนักเรียนแต่ละคน จากแบบ  
ประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด มาแปลผลคะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้ง  
ไว้ เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

8. สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 9 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random  
Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อศึกษาความสามารถในการ  
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยการให้นักเรียนพูดอธิบายเพื่อสื่อสารแนวคิดในการหา  
คำตอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนทั้ง 5 ข้อ  
ซึ่งผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ เพื่อทำการวิเคราะห์  
ต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน  
เรื่อง ปรากฏานพจน์ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง  
ปรากฏานพจน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1 นำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ที่จำแนกลักษณะของนักเรียนในแต่ละกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน มาพรรณนาวิเคราะห์ด้วยสถิติร้อยละ แล้วประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2.2 นำผลของการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 9 คน มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา และการสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

## สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 44.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.47

5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ จำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยพบว่า นักเรียนร้อยละ 32.08 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับสูง ซึ่งสามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง

ครบถ้วน ชัดเจน อีกทั้งมีการสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน นักเรียนร้อยละ 49.06 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับปานกลาง ซึ่งสามารถพูดอธิบาย โดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน และมีการสื่อสารแนวคิดในบางครั้งไม่ชัดเจนเท่าที่ควร และมีส่วน้อยอีกร้อยละ 18.86 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับต่ำ ซึ่งพูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรืออธิบายได้บ้างแต่ไม่ครบถ้วน

## อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เป็นการจัดการเรียนรู้ โดยที่ครูเป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเพื่อนเรียน เป็นการให้ผู้เรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถเสนอความคิดเห็นของตนเอง และตลอดจนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สอดคล้องกับอาเรนดส์ (Arends. 1994: 113) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือว่าเป็นรูปแบบการสอนที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกันทั้งสูง กลาง ต่ำนักเรียนหญิงและชายมีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน ได้รับรางวัลหรือความสำเร็จร่วมกัน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ วิคเกอร์ (Whicker. 1999: 1951-A) ได้วิจัยการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ของนักเรียน ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูง ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และให้รางวัลเป็นกลุ่ม 2) กลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และให้รางวัลเป็นรายบุคคล 3) กลุ่มนักเรียนที่ใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบใช้แบบทดสอบในบทเรียนที่ใช้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มต้องการที่จะได้รับคะแนนพิเศษ โดยนักเรียนที่ได้รับคะแนนแบบอิงกลุ่ม ไม่ต้องการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ นักเรียนที่เรียนแบบดั้งเดิมมีความรู้สึกว่าการให้รางวัลแบบกลุ่มนั้น ควรให้รางวัลขึ้นอยู่กับความสามารถเป็นรายบุคคล นักเรียนในชั้นเดียวกันรู้ว่า การให้รางวัลแบบกลุ่ม ไม่กระตุ้นความสนใจในสมาชิกในกลุ่มให้มีความพยายามหรือกระตือรือร้นในการช่วยเหลือกันในกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนที่เรียนแบบการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และได้รับรางวัลเป็นรายบุคคลจะมีความรู้สึกเชิงบวก นักเรียนหลายคนเห็นว่าพวกเขาเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียน จะดีกว่าผลการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เมื่อถามว่า พวกเขาต้องการให้เปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนแบบร่วมมือในรูปแบบใดบ้าง หนึ่งในสามของนักเรียนที่ได้รับรางวัลแบบรายบุคคลรู้สึกว่าจะไม่ต้องการให้เปลี่ยน ในขณะที่นักเรียนบางส่วน ต้องการเปลี่ยนสมาชิกในกลุ่มบ่อย ๆ แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่ม

แสดงความคิดเห็นในเชิงบวกว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้มีผลต่อทักษะการปรับตัวให้เข้ากับคนอื่น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ย 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

2.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนในแต่ละคู่มีความกล้าคิด กล้าแสดงออก และกล้าตอบคำถาม มีความรับผิดชอบสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวารินทร์ จันทร์สาร (2545: 56-57) ศึกษาการใช้กระบวนการเรียนแบบร่วมมือของครูโรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาการใช้กระบวนการเรียนแบบร่วมมือในการจัดการเรียนการสอนของครูโรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่าครูโรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่มีความคิดเห็นว่าได้มีการใช้กระบวนการเรียนแบบร่วมมือในการจัดการเรียนการสอนในด้านต่าง ๆ คือ การเตรียมตัวก่อนสอน การเสริมแรงให้กับนักเรียน การติดตามผลการทำงานของนักเรียน การตรวจสอบผลงานของนักเรียนและการประเมินผลการทำงานกลุ่มของนักเรียนโดยครูทุกคนคิดว่ามีการปฏิบัติและพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกขณะเรียนโดยใช้การเรียนแบบร่วมมือสรุปได้ว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 90 ได้ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ด้านพฤติกรรมปฏิสัมพันธ์นักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 มีพฤติกรรมมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน นักเรียนร้อยละ 100 มีการศึกษาข้อมูลและแบ่งอุปกรณ์การเรียนร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ด้านพฤติกรรมทักษะในการทำงาน นักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 แสดงพฤติกรรมมีทักษะในการทำงานกลุ่ม โดยนักเรียนทุกคนมีทักษะในการทำงานกลุ่ม โดยสมาชิกในกลุ่มได้มีการผลัดเปลี่ยนบทบาทหน้าที่กัน ด้านพฤติกรรมการสอนของครู พบว่าครูร้อยละ 100 มีการจัดให้นักเรียนลดความสามารถ จัดสภาพเอื้อต่อการเรียนรู้ คำนึงถึงเนื้อหาลักษณะของงาน ลักษณะผู้เรียนและสื่อตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์ การเสริมแรงทางบวก ครูทุกคนได้มีการใช้คำพูดชมเชยนักเรียนกลุ่มที่ทำงานด้วยความตั้งใจ ครูร้อยละ 90 ติดตามดูผลงานนักเรียน ครูร้อยละ 80 ตรวจสอบผลงานนักเรียนและให้โอกาสนักเรียนปรับปรุงผลงาน ด้านประเมินผลครูร้อยละมากกว่า 70 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล และครูร้อยละ 100 ซึ่งจุดบกพร่องของงานให้นักเรียนและมีการอธิบายเหตุผล เช่นเดียวกับงานวิจัยของ จำปี นิลอรุณ (2548: 64) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดทรงธรรม อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โดยดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ผ่านเกณฑ์ คือได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



2.2 มีการเสริมแรงเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียน ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมนั้น ครูจะคอยให้คำปรึกษาและช่วยชี้แนะแนวทางแก้ไข พร้อมทั้งให้กำลังใจกับนักเรียนแต่ละคู่ เมื่อครูรับรู้ว่านักเรียนยังไม่เข้าใจ จะทำให้นักเรียนมีกำลังใจและมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น และช่วยกันแก้ปัญหาได้สำเร็จ และครูกล่าวคำชมเชยทุกครั้ง ซึ่งเป็นการเสริมแรงทางบวก ส่งผลให้นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 สอดคล้องกับ จอยซ์ (Joyce. 2004: ออนไลน์) ได้ศึกษาการใช้กลุ่มย่อยเพื่อช่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานการศึกษาผู้ใหญ่ การศึกษานี้ได้ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือในการสอนพื้นฐานการศึกษาผู้ใหญ่โดยผ่านทางแผนการเรียนในวิทยาลัยชุมชน ซึ่งนักศึกษาในแผนการเรียนนั้นมาจากชุมชนที่ต่างกัน และมีความเข้าใจในคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่แตกต่างกัน จำนวน 23 คน เรียนในหลักสูตรครึ่งปี การเรียนแบบร่วมมือทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ทางคณิตศาสตร์และส่งเสริมทักษะทางสังคม การเสริมแรงด้วยคำพูดเป็นสิ่งที่ช่วยสร้างวิธีการเรียนให้เกิดการร่วมมือและการร่วมกันแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่าจากการสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาซึ่งได้จากแบบสำรวจและแบบสังเกต แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

3.1 การจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้สื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดหรือแสดงเหตุผลประกอบสอดคล้องกับมัมมี และเซฟเพอร์ต (Mumme; & Shepherd. 1993: 7-11) กล่าวว่า การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนความคิดของนักเรียนเอง ครูควรจะบอกนักเรียนว่าจะประเมินอะไรจากการพูดของนักเรียน เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถทางการสื่อสารความคิดของนักเรียนอย่างแท้จริงนักเรียนควรฝึกการใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาให้มาก เพื่อที่นักเรียนจะได้กลายเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ โจฮันนิง (Johanning. 2000: 151-160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาในการศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิบัติโดยส่งเสริมโดยการให้นักเรียนอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนซึ่งจะช่วยให้เรียนคิดไปพร้อม ๆ กันโดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 14 คน และเกรด 8 จำนวน 34 คน การดำเนินการโดยใช้การเขียนและการทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาการทดลอง 1 ปี โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 7 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน (ผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน ) นักเรียนเกรด 7 จำนวน 3

คน (ผู้ชาย 2 คน ผู้หญิง 1 คน) เพื่อให้เกิดการสมดุลของกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกภาพการมีส่วนร่วมและการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อน ๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

3.2 กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการใช้รูปภาพ ตาราง กราฟ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนถ่ายโยงความเข้าใจที่เป็นนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ และสามารถเขียนสื่อความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ซึ่งสอดคล้องกับ จิรากร สำเร็จ (2551: 15) เป็นการใช้ภาษาพูดและเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิดแสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: 69-76) ได้ศึกษาความสนใจในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีค่าเฉลี่ย 44.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.47 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

4.1 การจัดบรรยากาศให้นักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิดร่วมกันกับเพื่อนในคู่ของตนเองนั้น เนื่องจากการทำการเป็นคู่หรือกลุ่มในกิจกรรมและใบงานที่ครูแจกให้ทำ ทำให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของแต่ละคนช่วยเหลือกัน ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบและแสดงผลและแนวคิดในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนไปพร้อมกับการทำกิจกรรม สอดคล้องกับ โรวานและมอร์โรว์ (Rowan and Morrow, 1993: 9-11) ได้กล่าวว่า การให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด การเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน และการใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การให้นักเรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการให้โอกาสนักเรียนได้สำรวจแนวคิด

อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง และยังสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) ระบุว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิด ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพัทธ์ จำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน การพูดระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยพบว่า นักเรียนร้อยละ 32.08 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความ สามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับสูง นักเรียนร้อยละ 49.06 เป็นนักเรียนกลุ่ม ที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับปานกลาง และมีส่วนน้อยอีกร้อยละ 18.86 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับต่ำ ทั้งนี้ เนื่องมาจาก

5.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เป็นการ จัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียน ด้วยกัน ด้วยการพูดนำเสนองานหน้าชั้นเรียนหลังจากที่มีการอภิปรายร่วมกันในแต่ละคู่และกลุ่ม หรือการตอบคำถามของครูซึ่งล้วนเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน สอดคล้องกับโรวาน และมอร์โรว์ (Rowan and Morrow. 1993: 9-11) การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการ ตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิด อย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถาม ให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสนใจ และสอดคล้องกับสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 270-272) ส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหา ปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง อภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ปริญญา สองสีดา (2550: 76-81) ได้ศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและ เศษส่วน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และ โดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอน สูงกว่าก่อนได้รับการสอน จะเห็นว่าการใช้ กระบวนการกลุ่มซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ ช่วยส่งเสริม ความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน

## ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ครูต้องเตรียมตัวทั้งการจัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอน และการเตรียมคำถาม พร้อมทั้งอธิบายถึงขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจในการทำกิจกรรมเป็นคู่และกลุ่ม
2. ครูทบทวนเนื้อหาเรื่องการหาอนุพันธ์ซึ่งนักเรียนบางคนอาจจะลืมและสับสนในระหว่างการทำกิจกรรม และสัญลักษณ์ของอนุพันธ์และปฏิยานุพันธ์
3. ในช่วงแรกการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของแต่ละคู่หรือกลุ่ม อาจทำให้นักเรียนบางกลุ่มที่นำเสนอแล้วเกิดความเบื่อหน่าย และไม่สนใจฟังการนำเสนอของเพื่อนคู่หรือกลุ่มอื่นหรือการซักถามของครู แต่เมื่อได้รับการเรียนเทคนิคเพื่อนเรียน นักเรียนสามารถนำเสนอหน้าชั้นเรียนและสามารถตอบคำถามของครูได้ดีขึ้น พร้อมทั้งให้คำชมเชยพร้อมกับกับแนะแนวทางของข้อผิดพลาด
4. ในระหว่างการทำกิจกรรมครูจะเดินดูนักเรียนรอบห้องเรียน เพื่อดูว่าคู่ใดหรือกลุ่มใดมีปัญหาสงสัย ครูจะช่วยชี้แนะกับนักเรียนและยังเป็นการตรวจสอบความถูกต้องให้กับนักเรียนอีกด้านหนึ่ง และส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดแก่นักเรียนได้อีกด้วย

## ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูควรกำหนดเวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เพื่อให้ นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมเพียงพอ
2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน ครูมีการเสริมแรงเมื่อนักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน ตอบซักถาม หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ถูกต้อง จะทำให้นักเรียนภูมิใจ และกล้าแสดงออกมากขึ้น
3. ครูผู้สอนต้องสอดส่องดูแลนักเรียนให้ทั่วถึงในชั้นเรียน และให้คำปรึกษากับนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรม
4. ครูผู้สอนมีการเตรียมการสอนเป็นอย่างดี และเตรียมกิจกรรมเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่เรียนเก่ง เพื่อให้เกิดประโยชน์กับครูผู้สอนและกับนักเรียน

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ลำดับอนุกรม ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ตรรกศาสตร์ ฯลฯ

2. ควรมีการศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน ที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความมุ่งมั่นในการทำงาน เป็นต้น





## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2535). หนังสือเรียนสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับจังหวัด ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521  
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- (2543). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว กรมฯ.
- (2544). คู่มือจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ:  
โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระและมาตรฐาน  
การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กองวิจัยทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2543). แนวทางจัดกิจกรรมเพื่อสร้างเสริม  
คุณลักษณะ ดี เก่ง มีสุข. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.  
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:  
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คมเพชร จัตรศุกกุล. (2546). กิจกรรมกลุ่มในโรงเรียน พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ธนัชการพิมพ์.
- จำปี นิลอรุณ. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากัน  
ทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ.  
สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิตติมา ซอบเอียด. (2551). การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการ  
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม.  
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- จิรากร สำเร็จ. (2551). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดย  
เน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน. ปรินิพนธ์  
กศ.ม.(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จันทร์ดา ดันติพงศานุรักษ์. (2543). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิชาการ.
- ชวาล แพรัตกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543). *รายวิชาหลักสูตรและการคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยม*. (เอกสารคำสอน). โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 12. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ โพรเกรสซิฟ.
- นิรมล ศตวุฒิ. (2547). *กิจกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร*. *วารสารวงการครู*. 2547; 1(5): 72-74.
- เนตรชนก คงทน. (2545). *ความรู้เบื้องต้นการสื่อสาร*. ในโครงการส่งเสริมเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ. สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- นงลักษณ์ ศรีบัวบาน. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม แบบ TGT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ*. ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ทัศนีย์ กระจ่าอินทร์; และสุกิตร์ อนุศาสตร์. (2542). “หน่วยที่ 1 การสื่อสาร,” *เอกสารประกอบการเรียนวิชาภาษาไทยเพื่อการสื่อสารและการสืบค้น*. ลพบุรี: ภาควิชาภาษาไทยและบรรณารักษศาสตร์ ศูนย์การพิมพ์สถาบันราชภัฏเทพสตรี.
- ทินรัตน์ กาญจนบุญขร. (2550). *ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร*. ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทศนา แหมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญศรี ปรารณศักดิ์ และศิริพร จิรวรรณกุล. (2538). *การสื่อสารเพื่อพัฒนาคุณภาพการพยาบาล*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุศรา อิมทรัพย์. (2551). *ผลการใช้สื่อประสมเรื่อง “การแปลงทางเรขาคณิต” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.



- ปริญญา สองสีดา. (2550). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมแล  
เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2542). คิดเก่ง สมองไว. กรุงเทพฯ: โปรดักทีฟ บুক.
- ประมวล ศิริผันแก้ว. (2540). สมรรถภาพที่พึงประสงค์จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.  
วารสาร สสวท. 25(96): 16-19.
- ปราณี จงศรี. (2545). จิตวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปราณี รามสูตร; และจำรัส ดำรงสุวรรณ. (2545). พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาคน.  
พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ธารการพิมพ์.
- ปสาสน์ กงตาล. (2535). การร่วมมือกันเรียนรู้ วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.  
15(1-2): กันยายน 2535.
- เปรมจิตต์ ขจรภัยลาร์เซน. (2536). “วิธีการสอนแบบการเรียนรู้ร่วมกัน” เอกสารหมายเลข 6.  
กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัย
- ผกาทิพย์ โสอุตร. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา  
เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ  
เทคนิคเพื่อนเรียน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). ชลบุรี:  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณทิภา ทองนวล. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถ  
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้  
หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2541). การเรียนแบบร่วมมือ วารสารครูปริทัศน์. 1(1): 40-41.  
----- (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดวิธี และเทคนิคการสอน  
กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ม.ป.ป. “เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การเรียนแบบร่วมมือ กรุงเทพฯ  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- มะลิวรรณ ผ่องราษี. (2549). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสื่อสารแนวความคิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2542). เอกสารชุดวิชาการสื่อสาร หน่วยที่ 1-8. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: สำนักพิมพ์สุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มณฑล ไบบัว. (2536). หลักและทฤษฎีการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮ้าส์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลัดดา สีนางกู. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีสอนการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนตามปกติ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรวิ ขันเชื้อ. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรวิ บุรณสิงห์. (2525). การสอนคณิตศาสตร์ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541ก). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางกรุงเทพฯ ต้นอ่อน. ----- (2541ข). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอลทีเพรส.
- วรรณัน ขุนศรี. (2546). การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ. (3): 73-75.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). CONSTRUCTIVISM. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วารินทร์ จันทร์สาร. (2545). การใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือของครูโรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2546). การจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative Learning). วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 9: 30-37
- (2547). เอกสารประกอบการสอนวิชา การพัฒนาการเรียนการสอนมหาสารคาม. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

- ศิริพร รัตนโกสินทร์. (2546). การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศรีภรณ์ ณะวงศ์ษา. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ TEAMS-GAMES-TOURNAMENT แบบ STUDENT TEAMS-ACHIEVEMENT DIVISION และการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภวรรณ เล็กวีโล. (2548). นวัตกรรมการเรียนรู้อัตโนมัติสำหรับการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: เอส อาร์ พรินติ้ง แมส โปรดักส์.
- สนอง อินละคร. (2544). เทคนิควิธีการและนวัตกรรมที่ใช้จัดทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. อุบลราชธานี: อุบลกิจออฟเซตการพิมพ์.
- สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2543). สารานุกรมสำหรับครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พิทักษ์การพิมพ์.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2540). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. (วิจัยและพัฒนา-หลักสูตร) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. ปรินูญานินพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- (2544). แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. 44(506 508): 33-38
- (2548). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. ใน กิจกรรมส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ. หน้า 1-5. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: Learn and Play MATHGROUP มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2543). มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กรุงเทพฯ กรมวิชาการ
- (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส เจริญ การพิมพ์.

- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2549). เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง. กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี่.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). สถานภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์และการจัดการทางศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2554, จาก [www.onec.go.th/publication/4014001/page0101.html](http://www.onec.go.th/publication/4014001/page0101.html).
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. ----- (2551). เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานฯ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2547). รายงานการสังเคราะห์รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูต้นแบบ (ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542) สรุป รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูต้นแบบตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ: แคนดิดมีเดีย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สัญญา ภัทรการ. (2552). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุพิศ ตระกูลศุภชัย. (2547). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- สุพัตรา ฤกษ์ปาย. (2544). ผลของการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและการใช้สัญญาเงื่อนไขที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 8 โรงเรียนไทยนิคมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน ปริญญาโท กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545). วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการ. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์ ----- (2546). 19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์

- เสาวภา อนุเพชร.(2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่ำ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยได้รับการ  
สอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ.สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อ้อยใจ ศรีพลาย. (2548). การพัฒนาชุดการสอนเรื่องอนุกรมสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวล  
บทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*.  
พร้อมพรรณ อุดมสิน; และ อัมพร ม้าคนอง. หน้า 94-107. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.  
กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .
- อัญชญา โพธิ์พลากร. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.  
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- Arends. R.J. (1994). *Learning to teach*. 3th ed. New York: Mcgrow-Hill.
- Artzt, Alice F; & Newman, Claire M. (1990, September). " Cooperative Learning," .  
*The Mathematics Teacher* 83(6) 448-452.
- Brandt, F.J. (1995). "The Effects of Cooperative Learning on Achievement and Self-  
Esteem of High School Students with Learning Disabilities". *Dissertation Abstracts  
International*. 56: 1733-A
- Bull, Michael Porter. (1993). Exploring the Effects on Mathematics Achievement of Eighth – Grade  
that are Taught Problem – Solving Through a Four – Step Method that Addresses  
the Perceptual Strengths of Each Student Magic Math. *Dissertation Abstracts*.  
54-07A.
- Cai, Jinfa.; Jakabcsin, Mary S.; & Lane, Suzanne. (1996, May). *Assessing Student's  
Mathematical Communication*. *School Science and Mathematics*. 96(5): 238-246.  
Retrieved June 4, 2010, from [http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/  
122646548/PDFSTART](http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/122646548/PDFSTART)
- Carroll, John B; & Greens. (1963). "A Model of School Learning." *Teachers College  
Record*. 64(8): 723-733.
- Covington, C.L.M. (2001). "The Effect of Connected Mathematics Project on Middle  
School Mathematics Achievement.". *Dissertation Abstracts International*. 61-12A

- Daivdson, N. (1990). *Cooperative learning in mathematics: A hand book for teachers*. New York: Addison-Wesley.
- Eysenck, H.J., Arnold ,W.; & Meili, R. (1972). *Encyclopedia of Psychology*. London: Herder and Herder.
- Fan, Chang-Teh. (1952). *Item Analysis Table. Princeton*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Finn, Kelly F.; & et al. (2003). Assertiveness Level of Occupational Therapists. *Dissertation Abstracts International*.
- Good, Carter V. (1972). *Dictionary of Education*. New York: McGraw – Hill.
- (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Mc Graw-Hill.
- Johanning, I. Debra. (2000, March). "An analysis of writing and Postwriting Group Collaboration in Middle School Pre-Algebra". *School Science and Mathematics*. 100(3): 151-160.
- Johnson, D.W.; & Johnson R.T. (1987). Research Show the Benefits of Adult Cooperation Education Leadership. *Educational Leadership*. 45(3) : 27-30.
- (1989). "Cooperative Learning in Mathematics Education,". In *New Directions for Elementary School Mathematics*. Virginia: NCTM. 235-237.
- (1994). *Joining Together Group Theory and Group Skills*. Boston: Allyn and Bacon.
- Joyce, Gilchrish H. (2004). *The Use of Small Groups of Facilitate Learning in Aduit Basic Education Mathematics*. Retrieved April 8, 2005, from <http://www.lib.umi.com/Dissertations/fullci/MQ90903>.
- Kagan, S. (1994). *Cooperative Learning & Science*. San Clemente: Kagan Cooperative Learning.
- (1995). *Cooperative Learning & Wee Science*. San Clemente: Kagan Cooperative Learning.
- Kennedy, Leonard M.; & Tipps, Steve. (1994a). *Guiding Children' Learning of Mathematics*. 7th ed. Belmont, California: adsworth Publihing Company.
- (1994b). *Citing Vermont Department Education*. n.d.: 14-45.
- Lester, Frank K; & Krull, Dianal. (1991). "Evaluation a New Vision,". *The Mathematics Teacher*.
- Mumme, Judith D; & Nancy, Shepherd. (1993). "Communication in Mathematics". In *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standard*. The National Council of Teachers of Mathematics.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- Prescott, Daniel A. (1961). "Basic Techniques of Studying Children, from a Report of the Conference on Child Study,". Educational Bulletin. 18 Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Randall, Regina T. (2003). *Differences in Knowledge and Perceptions of Cooperative Learning Between Urban Elementary Teachers Assigned to Neighborhood School and Schools of Choice*. Retrieved April 8, 2005, from <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/3116533>.
- Rawat, D.S.; & Gupta, S.L. (1970). *Education Wastags at the Primary Level. A Handbook For Teachers*. New Delhi: S.K. Kitchula at Nalanda Press.
- Reys, Robert; & others. (2003). *Assessing the Impact of Standard – Based Middle Grades Mathematics Curriculum Materials on Student Achievement*. Journal for Research of Education. 34(1): 74-A.
- Riedesel, C. Alan. (1990). *Teaching Elementary School Mathematics*. 5th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Riordan, Julie E.; & Noyce, Pendred E. (2001). The Impacts of Standards – Based Mathematics Curricula on Student Achievement in Massachusetts. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32(4): 368-A.
- Rodeheaver, Lounette Reeves. (2000). "A Case Study of Communication Between Secondary Mathematics Teachers and The Cooperative Teacher,". *Dissertation Abstracts International*. 2001: 98-102.
- Rojas, M.E. (1992). "Enhancing the Learning of Probability Through Developing Student Skill in Reading and Writing,". Dissertation Abstracts Online.
- Rowan; & Morrow. (1993). *Implementing K-8 Curriculum and evaluation Standards from the Arithmetic Teacher*. 9-11.
- Rubin, Rebecca B.; & et al. (2010). *Communication Research: Strategies and Sources*. 7th ed. Canada: Wadsworth Cengage Learning.
- Seiler, William J.; & Beall, Melissa L. (2002). *Communication: Making Connections*. 6th ed. Boston: Allyn & Bacon.
- Slavin, Robert E. (1987). "Cooperative Learning and Cooperative School,". *Educational Leadership*. 45(3): 7-13.
- (1995). *Cooperative Learning : Theory, research and practices Englewood Cliffs, NJ: Prentics-Hill*.

- (1983). *Cooperative Learning*. New York : Longman.
- Thomsom, Denisse R. (2001). The Effects of Curriculum on Achievement in Second – Year Algebra: The Example of Chicago School Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32(1): 58-A.
- Thurber, Walter A. (1976). *Teaching Science in Today's Secondary School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Walton, Sue.; & Jeffrey, Wayne. (1995). *Communication Principles: A Modular Approach*. Sydney: Prentice Hall of Australia.
- Whicker, K. M. (1999 ,December). Cooperative learning in high school advanced mathematics courses. *Dissertation Abstracts International*. 60(6): 1915-A.
- Wilson, James W. (1971). "Evaluation of Learning in Secondary school Mathematics." in handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. pp. 643-696. Bloom, Benjamin S. (edc). New York: Mcgraw-Hill.
- Wright, Chrissie. (1995). *Communication Skills: A Practical Handbook*. Singapore: Heinemann Asia.
- Woolfolk, Anita E. (1993). *Education Psychology*. 5th ed. Boston: Allyn & Bacon.
- Zalewski, Jean C. (1978). An Investigation of Selected Factors Contributing to Success in Solving Mathematical World Problem. *Dissertation Abstracts International*. 39: 2804-A





## ภาคผนวก ก

### ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์
- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์
- ค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์
- ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_i^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์
- ค่า  $p$  และ  $q$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์
- ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์
- ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  และ  $s_i^2$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์
- ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_i^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์
- ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์

ตาราง 14 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปรุฎิยานุพันธ์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่า IOC
	1	2	3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	0	1	0.67
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	0	1	0.67
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	0	1	0.67
14	0	1	1	0.67
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	0	1	1	0.67
18	1	1	1	1
19	1	0	1	0.67
20	1	0	1	0.67
21	1	0	1	0.67
22	1	1	1	0.67
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC
	1	2	3	
26	1	1	1	1
27	0	1	1	0.67
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1
31	1	1	1	1
32	1	1	1	1
33	1	1	1	1
34	1	1	1	1
35	1	1	1	1
36	1	1	1	1
37	1	1	1	1
38	1	1	1	1
39	1	1	1	1
40	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความ  
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า  $IOC \geq 0.5$  จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC  
ตั้งแต่ 0.67-1.00 จำนวน 40 ข้อ

ตาราง 15 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทาง  
 คณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่า IOC
	1	2	3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า  $IOC \geq 0.5$  ซึ่งทุกข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จึงคัดเลือกทั้ง 10 ข้อ

ตาราง 16 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.29	0.44	คัดออก
2	0.23	0.30	คัดเลือก
3	0.37	0.10	คัดออก
4	0.48	0.20	คัดเลือก
5	0.62	0.37	คัดเลือก
6	0.62	0.33	คัดเลือก
7	0.39	0.31	คัดเลือก
8	0.34	0.60	คัดออก
9	0.45	0.60	คัดออก
10	0.42	0.60	คัดออก
11	0.33	0.48	คัดเลือก
12	0.38	0.49	คัดออก
13	0.55	0.53	คัดออก
14	0.41	0.44	คัดเลือก
15	0.38	0.62	คัดออก
16	0.39	0.39	คัดเลือก
17	0.46	0.60	คัดออก
18	0.59	0.48	คัดออก
19	0.43	0.29	คัดเลือก
20	0.38	0.34	คัดออก
21	0.43	0.49	คัดออก
22	0.39	0.36	คัดเลือก
23	0.40	0.51	คัดเลือก
24	0.55	0.31	คัดเลือก
25	0.69	0.71	คัดออก

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
26	0.74	0.45	คัดออก
27	0.63	0.25	คัดเลือก
28	0.61	0.33	คัดเลือก
29	0.66	0.72	คัดออก
30	0.38	0.51	คัดออก
31	0.51	0.20	คัดเลือก
32	0.46	0.13	คัดออก
33	0.51	0.76	คัดออก
34	0.60	0.37	คัดเลือก
35	0.45	0.33	คัดออก
36	0.37	0.10	คัดออก
37	0.68	0.24	คัดเลือก
38	0.48	0.70	คัดออก
39	0.44	0.31	คัดเลือก
40	0.27	0.51	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.23 – 0.68 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป สอดคล้องกับจุดประสงค์ และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 0.51 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 20 ข้อไปใช้ในครั้งต่อไป

ตาราง 17 ค่า  $\sum X$ ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_e^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความ  
 เชื่อมกันของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	19	361	26	5	25
2	16	256	27	15	225
3	18	324	28	4	16
4	6	36	29	17	289
5	13	169	30	15	225
6	18	324	31	16	256
7	17	289	32	17	289
8	15	225	33	19	361
9	18	324	34	15	225
10	11	121	35	8	64
11	11	121	36	16	256
12	17	289	37	14	196
13	15	225	38	15	225
14	6	36	39	12	144
15	11	121	40	16	100
16	16	256	41	9	81
17	6	36	42	12	144
18	13	169	43	18	324
19	8	64	44	9	81
20	11	121	45	18	324
21	5	25	46	6	36
22	12	144	47	7	49
23	17	289	48	17	289
24	16	256	49	7	49
25	16	256	50	15	225



ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
51	6	36	76	5	25
52	17	289	77	18	324
53	17	289	78	14	196
54	12	144	79	16	256
55	5	25	80	17	289
56	16	256	81	11	121
57	17	289	82	18	324
58	11	121	83	15	225
59	7	49	84	17	289
60	14	196	85	3	9
61	6	36	86	15	225
62	13	169	87	15	225
63	16	256	88	15	225
64	4	16	89	7	49
65	16	256	90	6	36
66	15	225	91	16	256
67	12	144	92	6	36
68	8	64	93	16	256
69	15	225	94	5	25
70	15	225	95	16	256
71	16	256	96	13	169
72	16	256	97	17	289
73	4	16	98	8	64
74	15	225	99	17	289
75	19	361	100	5	25
			$\sum X = 1,276$		$\sum X^2 = 18,398$

ตาราง 18 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยาอนุพันธ์

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.65	0.35	0.23	11	0.70	0.3	0.21
2	0.60	0.40	0.24	12	0.60	0.4	0.24
3	0.59	0.41	0.24	13	0.68	0.32	0.22
4	0.62	0.38	0.24	14	0.64	0.36	0.23
5	0.67	0.33	0.22	15	0.67	0.33	0.22
6	0.63	0.37	0.23	16	0.64	0.36	0.23
7	0.64	0.36	0.23	17	0.62	0.38	0.24
8	0.63	0.37	0.23	18	0.71	0.29	0.21
9	0.61	0.39	0.24	19	0.63	0.37	0.23
10	0.68	0.32	0.22	20	0.54	0.46	0.25
รวม							4.59

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้  
สูตร KR – 20 (Kuder – Richardson )

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $p$  แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่งๆ  
 $q$  แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ หรือ  $1-p$   
 $s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่ 
$$s_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ  $s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 17 จะได้  $\sum X = 1,276$  ,  $\sum X^2 = 18,392$  ,  $N = 100$

$$\begin{aligned} s_t^2 &= \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{100(18,392) - (1,276)^2}{100(100-1)} \\ &= 21.38 \end{aligned}$$

จากตาราง 18 จะได้  $k = 20$  ,  $\sum pq = 4.59$  ,  $s_t^2 = 21.38$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\} \\ &= \frac{20}{20-1} \left\{ 1 - \frac{4.59}{21.38} \right\} \\ &= \frac{20}{19} (1 - 0.214) \\ &= \frac{20}{19} (0.786) \\ &= 0.83 \end{aligned}$$

ตาราง 19 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์

ข้อที่	$P_E$	$D$	ผลการพิจารณา
1	0.53	0.35	คัดเลือก
2	0.53	0.36	คัดเลือก
3	0.50	0.34	คัดออก
4	0.49	0.35	คัดเลือก
5	0.47	0.38	คัดออก
6	0.43	0.42	คัดออก
7	0.41	0.43	คัดเลือก
8	0.40	0.47	คัดเลือก
9	0.42	0.40	คัดออก
10	0.41	0.43	คัดออก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เฉพาะข้อที่มีค่าความง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.40 – 0.53 ซึ่งเป็นความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.35 – 0.47 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 4, 7 และ 8 ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ไปใช้ในครั้งต่อไป

ตาราง 20 ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  และ  $s_i^2$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	$s_i^2$
1	446	4473	10.1
2	426	4162	10.9
4	388	3608	12.2
7	371	3405	13.3
8	361	3175	11.6
			$\sum s_i^2 = 58.06$

ตาราง 21 ค่า  $\sum X$ ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_t^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความ  
เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปฏิยานุพัทธ์

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	98	9604	26	59	3481
2	42	1764	27	74	5476
3	42	1764	28	97	9409
4	108	11664	29	76	5776
5	73	5329	30	58	3364
6	77	5929	31	86	7396
7	75	5625	32	57	3249
8	100	10000	33	53	2809
9	85	7225	34	55	3025
10	85	7225	35	52	2704
11	53	2809	36	72	5184
12	46	2116	37	75	5625
13	70	4900	38	76	5776
14	62	3844	39	67	4489
15	69	4761	40	76	5776
16	54	2916	41	61	3721
17	81	6561	42	77	5929
18	45	2025	43	104	10816
19	70	4900	44	63	3969
20	61	3721	45	53	2809
21	104	10816	46	82	6724
22	86	7396	47	68	4624
23	77	5929	48	69	4761
24	67	4489	49	93	8649
25	76	5776	50	69	4761
			$\sum X = 3,578$		$\sum X^2 = 269,390$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการเขียน โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค  
(Cronbach)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

- เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น  
 $k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $s_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ  
 $s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
- โดยที่  $s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$
- เมื่อ  $s_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ  
 $\sum X_i$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่  $i$   
 $\sum X_i^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
- และ  $s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$
- เมื่อ  $s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบ  
ทั้งฉบับ  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 21 จะได้  $\sum X = 3,240$  ,  $\sum X^2 = 226,822$  ,  $N = 50$

$$\begin{aligned} s_t^2 &= \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{50(269,390) - (3,578)^2}{50(50-1)} \\ &= 272.41 \end{aligned}$$

จากตาราง 20 จะได้  $k = 5$  ,  $\sum s_i^2 = 58.06$  ,  $s_t^2 = 272.41$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \\ &= \frac{5}{5-1} \left\{ 1 - \frac{58.06}{272.41} \right\} \\ &= \frac{5}{4} (1 - 0.21) \\ &= \frac{5}{4} (0.79) \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

ตาราง 22 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปรุฎิยานุพันธ์

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	98	100	9604	10000	9800
2	45	40	2025	1600	1800
3	42	43	1764	1849	1806
4	108	110	11664	12100	11880
5	73	75	5329	5625	5475
6	80	83	6400	6889	6640
7	75	78	5625	6084	5850
8	100	103	10000	10609	10300
9	85	75	7225	5625	6375
10	85	88	7225	7744	7480
11	53	48	2809	2304	2544
12	46	52	2116	2704	2392
13	70	73	4900	5329	5110
14	62	65	3844	4225	4030
15	69	67	4761	4489	4623
16	59	55	3481	3025	3245
17	81	85	6561	7225	6885
18	45	48	2025	2304	2160
19	74	78	5476	6084	5772
20	61	67	3721	4489	4087
21	104	100	10816	10000	10400
22	86	89	7396	7921	7654
23	77	79	5929	6241	6083
24	70	72	4900	5184	5040
25	76	74	5776	5476	5624
26	59	63	3481	3969	3717



ตาราง 22 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
27	74	75	5476	5625	5550
28	97	94	9409	8836	9118
29	76	78	5776	6084	5928
30	58	63	3364	3969	3654
31	86	89	7396	7921	7654
32	57	58	3249	3364	3306
33	53	56	2809	3136	2968
34	55	59	3025	3481	3245
35	52	56	2704	3136	2912
36	72	75	5184	5625	5400
37	75	70	5625	4900	5250
38	76	80	5776	6400	6080
39	67	70	4489	4900	4690
40	76	77	5776	5929	5852
41	61	62	3721	3844	3782
42	77	79	5929	6241	6083
43	104	106	10816	11236	11024
44	63	65	3969	4225	4095
45	53	45	2809	2025	2385
46	82	80	6724	6400	6560
47	74	73	5476	5329	5402
48	69	67	4761	4489	4623
49	93	95	8649	9025	8835
50	78	81	6084	6561	6318
รวม	3611	3663	273849	281775	277486

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ของผู้วิจัยและผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

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

เมื่อ	r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง จะได้  $\sum X = 3,611$  ,  $\sum Y = 3,663$  ,  $\sum X^2 = 273,849$  ,  
 $\sum Y^2 = 281,775$  ,  $\sum XY = 277,486$  ,  $N = 50$

$$\begin{aligned} r_{XY} &= \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \\ &= \frac{50(277,486) - (3,611)(3,663)}{\sqrt{[50(273,849) - (3,611)^2][50(281,775) - (3,663)^2]}} \\ &= \frac{647207}{662093.48} \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

## ภาคผนวก ข

### คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์
- คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์

ตาราง 23 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์(คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน( $X_1$ )	คะแนน หลังเรียน( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
1	4	14	196	10	100
2	5	17	289	12	144
3	10	15	225	5	25
4	7	16	256	9	81
5	12	19	361	7	49
6	9	14	196	5	25
7	4	9	81	5	25
8	5	14	196	9	81
9	7	17	289	10	100
10	3	15	225	12	144
11	6	14	196	8	64
12	5	16	256	11	121
13	13	18	324	5	25
14	8	17	289	9	81
15	7	15	225	8	64
16	9	17	289	8	64
17	2	12	144	10	100
18	5	17	289	12	144
19	6	14	196	8	64
20	15	17	289	2	4
21	4	9	81	5	25
22	12	14	196	2	4
23	11	16	256	5	25
24	9	14	196	5	25
25	8	12	144	4	16

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน( $X_1$ )	คะแนน หลังเรียน( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
26	5	17	289	12	144
27	6	10	100	4	16
28	4	8	64	4	16
29	6	13	169	7	49
30	8	12	144	4	16
31	7	16	256	9	81
32	7	17	289	10	100
33	6	15	225	9	81
34	10	12	144	2	4
35	6	16	256	10	100
36	8	19	361	11	121
37	9	12	144	3	9
38	11	18	324	7	49
39	10	18	324	8	64
40	5	14	196	9	81
41	8	17	289	9	81
42	7	16	256	9	81
43	7	14	196	7	49
44	12	19	361	7	49
45	3	15	225	12	144
46	7	18	324	11	121
47	5	13	169	8	64
48	2	17	289	15	225
49	1	13	169	12	144
50	6	16	256	10	100
51	10	17	289	7	49
52	6	15	225	9	81
53	7	16	256	9	81
		$\sum X_2 = 795$	$\sum X_2^2 = 12273$	$\sum D = 420$	$\sum D^2 = 3800$

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนรู้  
 ปฏิยานุพันธ์ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

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

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน  $t$  - Distribution  
 $\sum D^2$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง  
 $(\sum D)^2$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดยกกำลังสอง  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 420$  ,  $\sum D^2 = 3800$  ,  $(\sum D)^2 = 176400$  ,  $n = 53$

ดังนั้น

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

$$= \frac{420}{\sqrt{\frac{53(3800) - 176400}{53-1}}}$$

$$= \frac{420}{21.93}$$

$$= 20.60$$

(เปิดตาราง  $t$  จะได้ค่าวิกฤตของ  $t$  จากการแจกแจงแบบ  $t$  เท่ากับ 2.4002 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 53 - 1 = 52$ )

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ฏิกยานุพันธ์ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง ฏิกยานุพันธ์ หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{795}{53} \\ &= 15\end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ฏิกยานุพันธ์ หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{53(12273) - (795)^2}{53(53-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{18444}{2756}} \\ &= 2.59\end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 15$  ,  $\mu_0 = 14$  ,  $s = 2.59$  ,  $n = 53$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \\ &= \frac{15 - 14}{\frac{2.59}{\sqrt{53}}} \\ &= 2.81 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4002 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 53 - 1 = 52$ )





ตาราง 24 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค  
เพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน ( $X_1$ )	คะแนน หลังเรียน ( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
1	10	45	2025	35	1225
2	12	42	1764	30	900
3	24	38	1444	14	196
4	14	52	2704	38	1444
5	19	48	2304	29	841
6	6	51	2601	45	2025
7	17	37	1369	20	400
8	14	50	2500	36	1296
9	20	47	2209	27	729
10	12	32	1024	20	400
11	6	43	1849	37	1369
12	17	56	3136	39	1521
13	14	44	1936	30	900
14	13	53	2809	40	1600
15	16	36	1296	20	400
16	12	45	2025	33	1089
17	7	47	2209	40	1600
18	2	38	1444	36	1296
19	27	56	3136	29	841
20	13	46	2116	33	1089
21	4	38	1444	34	1156
22	9	34	1156	25	625
23	16	54	2916	38	1444
24	23	49	2401	26	676
25	20	42	1764	22	484

ตาราง 24 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน ( $X_1$ )	คะแนน หลังเรียน ( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
26	17	53	2809	36	1296
27	32	50	2500	18	324
28	17	47	2209	30	900
29	6	49	2401	43	1849
30	11	42	1764	31	961
31	28	58	3364	30	900
32	18	39	1521	21	441
33	16	46	2116	30	900
34	8	49	2401	41	1681
35	31	58	3364	27	729
36	15	54	2916	39	1521
37	5	47	2209	42	1764
38	26	43	1849	17	289
39	2	28	784	26	676
40	13	44	1936	31	961
41	16	43	1849	27	729
42	14	37	1369	23	529
43	24	52	2704	28	784
44	17	37	1369	20	400
45	16	41	1681	25	625
46	14	47	2209	33	1089
47	12	28	784	16	256
48	9	34	1156	25	625
49	10	43	1849	33	1089
50	6	37	1369	31	961
51	13	52	2704	39	1521
52	17	46	2116	29	841
53	1	41	1681	40	1600
		$\sum X_2 = 2368$	$\sum X_2^2 = 108564$	$\sum D = 1607$	$\sum D^2 = 51787$

เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค  
เพื่อนเรียนเรื่อง ปฏิยานุพันธ์ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

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

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution  
 $\sum D^2$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ  
ทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้  
แต่ละคู่ยกกำลังสอง  
 $(\sum D)^2$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ  
ทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้  
ทั้งหมดยกกำลังสอง  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 1607$  ,  $\sum D^2 = 51787$  ,  $(\sum D)^2 = 2582449$  ,  $n = 53$

ดังนั้น

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

$$= \frac{1607}{\sqrt{\frac{53(51787) - 2582449}{53 - 1}}}$$

$$= \frac{1607}{55.86}$$

$$= 28.77$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4002 ที่ระดับ  
นัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 53 - 1 = 52$ )

เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน  
เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน  
การเขียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์  
และฟังก์ชัน หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{2368}{53} \\ &= 44.68\end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการเขียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียนเรื่อง  
ปฏิยานุพันธ์ หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{53(108564) - (2368)^2}{53(53-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{146468}{2756}} \\ &= 7.29\end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 44.68$  ,  $\mu_0 = 42$  ,  $s = 7.29$  ,  $n = 53$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \\ &= \frac{44.68 - 42}{\frac{7.29}{\sqrt{53}}} \\ &= 2.68 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4002 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 53 - 1 = 52$ )





ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน  
เรื่อง ปฏิยานุพันธ์
- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ เวลา

2 คาบ

## 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

( mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจน  
แปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหามาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ  
ความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ  
ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความ  
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

หาปริพันธ์ไม่จำกัดเขตของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้

## 3. สาระสำคัญ

บทนิยาม ฟังก์ชัน  $F$  เป็นปฏิยานุพันธ์ (antiderivative) หนึ่งของ  $f$  ถ้า  $F'(x) = f(x)$   
สำหรับทุกค่าของ  $x$  ที่อยู่ในโดเมนของ  $f$

## 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

- 1) บอกนิยามของปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันได้
- 2) หาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันได้
- 3) หาฟังก์ชันเมื่อกำหนดอนุพันธ์ของฟังก์ชันให้ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

นักเรียนมีความสามารถในการ

- 1) แก้ปัญหา
- 2) สื่อสารทางคณิตศาสตร์

ด้านคุณลักษณะ

นักเรียน

- 1) มีความรับผิดชอบ
- 2) มีความกระตือรือร้น
- 3) ให้ความร่วมมือ

## 5. สารการเรียन्हู้

ฟังก์ชัน  $F$  เป็นปฏิยานุพันธ์ของ  $f$  เมื่อ  $F'(x) = f(x)$  สำหรับทุกค่าของ  $x$  ที่อยู่ในโดเมนของ  $f$  ถ้า  $f'(x) = a$  แล้ว  $F(x) = ax + c$  เมื่อ  $a, c$  เป็นค่าคงตัว

ตัวอย่างที่ 1 จงหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชัน  $f(x)$

$f(x)$	$y = F(x)$	$F'(x)$	$F'(x)$ เท่ากับ $f(x)$ หรือไม่
9	$9x - 2$	9	เท่ากัน
$7x$	$x^7 + 5$	$7x$	เท่ากัน
$12x + 1$	$x^{12} + x + 6$	$12x + 1$	เท่ากัน
$3x^2 - 2x$	$x^3 - x^2 + 2$	$3x^2 - 2x$	เท่ากัน
$6x^2 + 3x^2 - 1$	$2x^3 + x^3 - x$	$6x^2 + 3x^2 - 1$	เท่ากัน

## 7. กิจกรรมการเรียन्हู้

### คาบที่ 1

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียन्ह

1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่เรียन्हมาแล้ว และให้นักเรียन्हช่วยกันตอบคำถาม ต่อไปนี้

$f(x)$	$f'(x)$
3	..... [0]
$5x$	..... [5]
$2x - 4$	..... [2]
$x^2 - 4x + 1$	..... [ $2x - 4$ ]
$2x^3 + 2$	..... [ $6x^2$ ]
$x^3 + 3x + 2$	..... [ $3x^2 + 3$ ]

2. ครูให้นักเรียन्हร่วมกันสรุป ในการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันต่าง ๆ

[ **แนวคำตอบ** สูตรที่ 1 ถ้า  $f(x) = c$  เมื่อ  $c$  เป็นค่าคงตัว แล้ว  $f'(x) = 0$

สูตรที่ 2 ถ้า  $f(x) = x$  แล้ว  $f'(x) = 1$

สูตรที่ 3 ถ้า  $f(x) = x^n$  เมื่อ  $n$  เป็นจำนวนจริง แล้ว  $f'(x) = nx^{n-1}$  ]

3. ครูกำหนดให้  $f(x) = 4x + 7$  และพิจารณาฟังก์ชัน  $F$  ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

$$1) F_1(x) = x^4 + 7x$$

จาก  $F_1(x) = x^4 + 7x$

จะได้  $F_1'(x) = \dots\dots\dots$



[ **แนวคำตอบ**  $F_1'(x) = 4x + 7$  ]

$$2) F_2(x) = x^4 + 7x - 2$$

$$\text{จาก } F_2(x) = x^4 + 7x - 2$$

จะได้

$$F_2'(x) = \dots\dots\dots$$

[ **แนวคำตอบ**  $F_2'(x) = 4x + 7$  ]

$$3) F_3(x) = x^4 + 7x + 10$$

$$\text{จาก } F_3(x) = x^4 + 7x + 10$$

จะได้

$$F_3'(x) = \dots\dots\dots$$

[ **แนวคำตอบ**  $F_3'(x) = 4x + 7$  ]

4. จากข้อ 3. ครูให้นักเรียนช่วยกันสังเกตว่า ฟังก์ชัน  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$  และ  $F_3(x)$  มีความสัมพันธ์กันอย่างไร [ **แนวคำตอบ** ฟังก์ชัน  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$  และ  $F_3(x)$  ต่างมีอนุพันธ์เป็น  $4x + 7$  เท่ากัน โดยฟังก์ชันทั้งสามจะต่างกันเฉพาะค่าคงตัว ]

5. จากข้อ 4. จะเรียก  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$  และ  $F_3(x)$  ว่า **ปฏิยานุพันธ์** ของ  $f(x) = 4x + 7$

**ขั้นสอน**

1. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 ให้นักเรียนทุกคน จากนั้นให้นักเรียนจับคู่ช่วยกันทำใบกิจกรรม ดังนี้

$f(x)$	$y = F(x)$	$F'(x)$	$F'(x)$ เท่ากับ $f(x)$ หรือไม่
9			
$7x$			
$12x + 1$			
$3x^2 - 2x$			
$6x^2 + 3x^2 - 1$			

2. ครูสุ่มนักเรียน 5 คู่ เขียนคำตอบในแต่ละช่องให้สมบูรณ์บนกระดานดำ โดยมีครูและเพื่อนนักเรียนคอยตรวจสอบความถูกต้อง

[ **แนวคำตอบ** ]

$f(x)$	$y = F(x)$	$F'(x)$	$F'(x)$ เท่ากับ $f(x)$ หรือไม่
9	$9x - 2$	9	เท่ากัน
$7x$	$x^7 + 5$	$7x$	เท่ากัน
$12x + 1$	$x^{12} + x + 6$	$12x + 1$	เท่ากัน
$3x^2 - 2x$	$x^3 - x^2 + 2$	$3x^2 - 2x$	เท่ากัน

$6x^2 + 3x^2 - 1$	$2x^3 + x^3 - x$	$6x^2 + 3x^2 - 1$	เท่ากัน
-------------------	------------------	-------------------	---------

3. จากข้อ 2. ครูตั้งคำถามว่า ค่าคงตัวใน  $y = F(x)$  ของนักเรียนแต่ละคู่จะแตกต่างกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด [**แนวคำตอบ** แตกต่างกันได้ เพราะฟังก์ชันที่มีอนุพันธ์เท่ากันนั้นจะต่างกันเฉพาะค่าคงตัว]

4. ครูนำเสนอตัวอย่างที่ 2 และ 3 ในใบกิจกรรมที่ 1

**ตัวอย่างที่ 2** กำหนดให้  $f(x) = 7x$  จงหาฟังก์ชัน  $F(x)$

**ตัวอย่างที่ 3** กำหนดให้  $f(x) = 15x^2 - 4$  จงหาฟังก์ชัน  $F(x)$

5. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ช่วยกันเติมคำตอบของ  $F(x)$  และ  $F'(x)$  ลงในใบกิจกรรมที่ 1  
[ **แนวคำตอบ**

**ตัวอย่างที่ 2** กำหนดให้  $f(x) = 7x$  จงหาฟังก์ชัน  $F(x)$

วิธีทำ ให้

$F(x) = x^7$	จะได้	$F'(x) = 7x$
$F_1(x) = x^7 + 4$	จะได้	$F'_1(x) = 7x$
$F_2(x) = x^7 + 6$	จะได้	$F'_2(x) = 7x$
$F_3(x) = x^7 - 10$	จะได้	$F'_3(x) = 7x$
$F_4(x) = x^7 - 2$	จะได้	$F'_4(x) = 7x$

จะเห็นว่า  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$ ,  $F_3(x)$  และ  $F_4(x)$  ต่างเป็นปฏิยานุพันธ์ของ  $f(x)$

ดังนั้น  $F(x) = x^7 + c$  เมื่อ  $c$  เป็นค่าคงตัว

**ตัวอย่างที่ 3** กำหนดให้  $f(x) = 15x^2 - 4$  จงหาฟังก์ชัน  $F(x)$

วิธีทำ ให้

$F(x) = 5x^3 - 4x$	จะได้	$F'(x) = 15x^2 - 4$
$F_1(x) = 5x^3 - 4x + 1$	จะได้	$F'_1(x) = 15x^2 - 4$
$F_2(x) = 5x^3 - 4x - 1$	จะได้	$F'_2(x) = 15x^2 - 4$
$F_3(x) = 5x^3 - 4x + 10$	จะได้	$F'_3(x) = 15x^2 - 4$
$F_4(x) = 5x^3 - 4x - 8$	จะได้	$F'_4(x) = 15x^2 - 4$

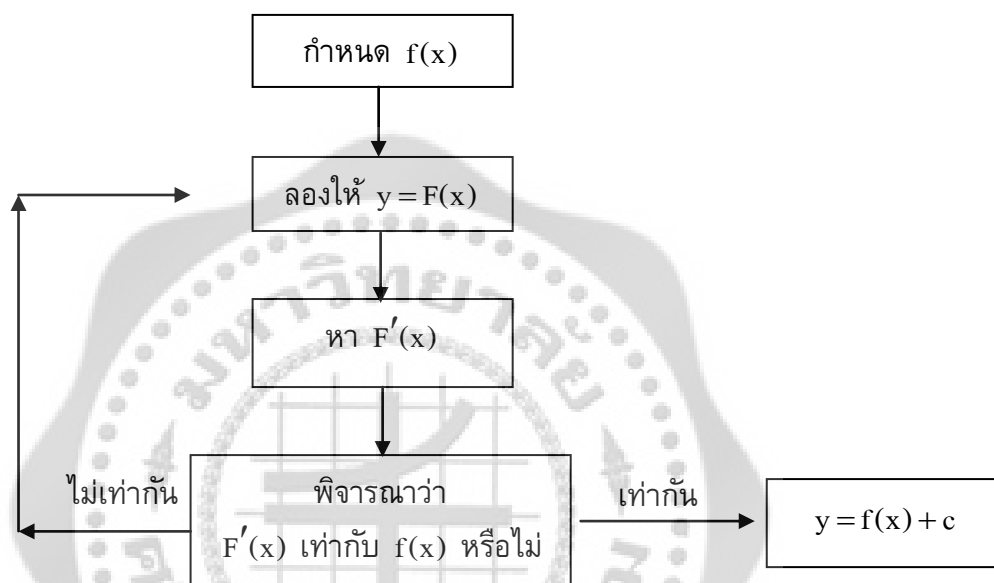
จะเห็นว่า  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$ ,  $F_3(x)$  และ  $F_4(x)$  ต่างเป็นปฏิยานุพันธ์ของ  $f(x)$

ดังนั้น  $F(x) = 5x^3 - 4x + c$  เมื่อ  $c$  เป็นค่าคงตัว ]

6. ครูชี้แนะให้นักเรียนเห็นว่า เมื่อกำหนด  $f(x)$  แล้วสามารถหา  $y = F(x)$  ได้อย่างไร  
**[ แนวคำตอบ ]** เมื่อกำหนด  $f(x)$  แล้วสามารถหา  $y = F(x)$  ได้โดยที่  $F'(x) = f(x)$   
 เมื่อ  $c$  เป็นค่าคงตัวนั้นไม่จำเป็นต้องเท่ากัน และสามารถเขียนในรูปทั่วไปคือ  $y = F(x) + c$  ]

### ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปโดยใช้แผนผังเกี่ยวกับปฏิยานุพันธ์ จากการทำตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 ในใบกิจกรรมที่ 1 ดังนี้



2. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับบทนิยามของปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันใด ๆ ดังนี้

บทนิยาม ฟังก์ชัน  $F$  เป็นปฏิยานุพันธ์หนึ่งของ  $f$  ถ้า  $F'(x) = f(x)$   
 สำหรับทุกค่าของ  $x$  ที่อยู่ในโดเมนของ  $f$

### ขั้นประเมินผล

1. การซักถามของนักเรียน
2. ครูแจกแบบฝึกทักษะที่ 1.1
3. ครูตรวจแบบฝึกทักษะที่ 1.1 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

## คาบที่ 2

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาทบทวนเกี่ยวกับการหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันใด ๆ โดยครูกำหนดฟังก์ชันให้นักเรียน 1)  $f(x) = 2x$  และ 2)  $f(x) = 2x + 7$  และสุ่มนักเรียน 2 คู่ ให้ช่วยกันหา  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$ ,  $F_3(x)$  แล้วสรุปการหา  $F(x)$  จากฟังก์ชันที่กำหนดให้

#### [ แนวคำตอบ ]

1)  $f(x) = 2x$  จงหาฟังก์ชัน  $F(x)$

วิธีทำ ให้  $F(x) = x^2$  จะได้  $F'(x) = 2x$

$F_1(x) = x^2 - 4$  จะได้  $F'_1(x) = 2x$

$F_2(x) = x^2 + 1$  จะได้  $F'_2(x) = 2x$

$F_3(x) = x^2 + 10$  จะได้  $F'_3(x) = 2x$

จะเห็นว่า  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$ ,  $F_3(x)$  ต่างเป็นปฏิยานุพันธ์ของ  $f(x)$

ดังนั้น  $F(x) = x^2 + c$  เมื่อ  $c$  เป็นค่าคงตัว

2)  $f(x) = 2x + 7$  จงหาฟังก์ชัน  $F(x)$

วิธีทำ ให้  $F(x) = x^2 + 7x$  จะได้  $F'(x) = 2x + 7$

$F_1(x) = x^2 + 7x + 5$  จะได้  $F'_1(x) = 2x + 7$

$F_2(x) = x^2 + 7x - 3$  จะได้  $F'_2(x) = 2x + 7$

$F_3(x) = x^2 + 7x - 12$  จะได้  $F'_3(x) = 2x + 7$

จะเห็นว่า  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$ ,  $F_3(x)$  ต่างเป็นปฏิยานุพันธ์ของ  $f(x)$

ดังนั้น  $F(x) = x^2 + 7x + c$  เมื่อ  $c$  เป็นค่าคงตัว ]

2. ครูกระตุ้นคำถามนักเรียนว่า ถ้าครูกำหนดอนุพันธ์ของฟังก์ชันมาให้ให้นักเรียนสามารถหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันได้หรือไม่

[ แนวคำตอบ ] ได้ จากบทนิยาม ฟังก์ชัน  $F$  เป็นปฏิยานุพันธ์หนึ่งของ  $f$  ถ้า  $F'(x) = f(x)$  สำหรับทุกค่าของ  $x$  ที่อยู่ในโดเมนของ  $f$  ]

3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนทราบ

### ขั้นสอน

1. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 โดยให้นักเรียนแต่ละคู่ได้แสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และช่วยเหลือกันหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันที่ครูกำหนดให้ได้ โดยนักเรียนคนใดสงสัยให้ปรึกษาครูได้ทันที โดยครูจะเดินรอบชั้นเรียน

2. เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูสุ่มนักเรียน 2 คู่ ได้แสดงแนวคิดของตนเอง เมื่อนักเรียนตอบถูกครูจะกล่าวชมเชย แต่ถ้านักเรียนตอบผิดครูจะชี้แนะวิธีการแก้ไขให้ถูกต้อง

3. ครูกระตุ้นคำถามนักเรียนว่า ถ้าครูกำหนดอนุพันธ์ของฟังก์ชันมาให้ นักเรียนสามารถหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันได้หรือไม่

[ แนวคำตอบ ได้ เช่น  $f'(x)=5$  จะได้  $f(x) = 5x$

หรือ  $f(x) = 5x + 10$

หรือ  $f(x) = 5x + 15$

หรือ  $f(x) = 5x - 1$

หรือ  $f(x) = 5x - 7$

หรือ  $f(x) = 5x + c$  เมื่อ  $c$  คือค่าคงตัว ]

4. ครูให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ทำแบบฝึกทักษะที่ 1.2 จากนั้นสุ่มตัวแทนนักเรียน 3 คนจากแต่ละกลุ่ม ออกมาเฉลยจากการที่ครูกำหนดอนุพันธ์ของฟังก์ชันมาให้ และนักเรียนสามารถหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันได้บนกระดานดำ พร้อมทั้งนำเสนอแนวความคิด ซึ่งมีครูและเพื่อนนักเรียนคนที่เหลือช่วยตรวจสอบความถูกต้อง

### ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปในการหาปฏิยานุพันธ์ และจากการกำหนดอนุพันธ์ของฟังก์ชันให้เป็นปฏิยานุพันธ์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

บทนิยาม ฟังก์ชัน  $F$  เป็นปฏิยานุพันธ์หนึ่งของ  $f$  ถ้า  $F'(x) = f(x)$   
สำหรับทุกค่าของ  $x$  ที่อยู่ในโดเมนของ  $f$

### ขั้นประเมินผล

1. การซักถามของนักเรียน
2. ครูแจกแบบฝึกทักษะที่ 1.2
3. ครูตรวจแบบฝึกทักษะที่ 1.2 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

### 8. ชิ้นงาน / ภาระงาน

-

### 9. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ (1)
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ (2)
3. แบบฝึกทักษะที่ 1.1 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ (1)
4. แบบฝึกทักษะที่ 1.2 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ (2)

### 10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	ตรวจจาก ใบกิจกรรมและแบบ ฝึกทักษะ	-ใบกิจกรรมที่ 1 และ 2 -แบบฝึกทักษะที่ 1.1 และ 1.2	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1.การแก้ปัญหา 2.การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ตรวจจาก ใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ และ การสังเกต	-ใบกิจกรรมที่ 1 และ 2 -แบบฝึกทักษะที่ 1.1 และ 1.2 -แบบประเมินความสามารถ ในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการพูด	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ 1.ความรับผิดชอบ 2.ความกระตือรือร้น 3.ความร่วมมือ	ประเมินคุณลักษณะ ระหว่างเรียนและ หลังการเรียนรู้	แบบประเมินคุณลักษณะ	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี

11. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้  
ผลการจัดการเรียนรู้

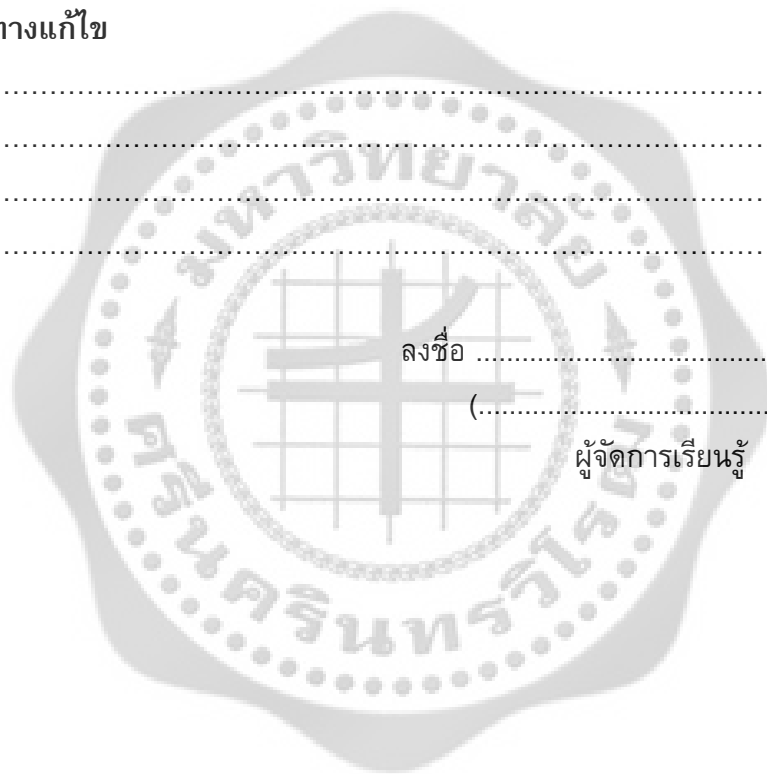
.....  
.....  
.....

ปัญหาและอุปสรรค

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

แนวทางแก้ไข

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



ลงชื่อ .....  
(.....)

ผู้จัดการเรียนรู้

## กิจกรรมที่ 1

### ปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชัน

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม. 6/.....เลขที่ .....

1. นักเรียนช่วยกันเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

$f(x)$	$y = F(x)$	$F'(x)$	$F'(x)$ เท่ากับ $f(x)$ หรือไม่
9			
7x			
12x + 1			
$3x^2 - 2x$			
$6x^2 + 3x^2 - 1$			

2. จงหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันต่อไปนี้

1.  $f(x) = 5$

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

4.  $f(x) = x^{10}$

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

2.  $f(x) = x^3$

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

5.  $f(x) = 3x^2 + 7$

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

3.  $f(x) = \frac{1}{x^5}$

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



ตั้งใจทำงานนะจ๊ะ



## เฉลยกิจกรรมที่ 1 ปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชัน

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม. 6/.....เลขที่ .....

1. นักเรียนช่วยกันเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

$f(x)$	$y = F(x)$	$F'(x)$	$F'(x)$ เท่ากับ $f(x)$ หรือไม่
9	$9x - 2$	9	เท่ากัน
$7x$	$x^7 + 5$	$7x$	เท่ากัน
$12x + 1$	$x^{12} + x + 6$	$12x + 1$	เท่ากัน
$3x^2 - 2x$	$x^3 - x^2 + 2$	$3x^2 - 2x$	เท่ากัน
$6x^2 + 3x^2 - 1$	$2x^3 + x^3 - x$	$6x^2 + 3x^2 - 1$	เท่ากัน

2. จงหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันต่อไปนี้

1.  $f(x) = 5$

จาก  $f(x) = 5$

จะได้  $F(x) = 5x + c$

4.  $f(x) = x^{10}$

จาก  $f(x) = x^{10}$

จะได้  $F(x) = \frac{1}{11}x^{11} + c$

2.  $f(x) = x^3$

จาก  $f(x) = x^3$

จะได้  $F(x) = \frac{1}{4}x^4 + c$

5.  $f(x) = 3x^2 + 7$

จาก  $f(x) = 3x^2 + 7$

จะได้  $F(x) = x^3 + c$

3.  $f(x) = \frac{1}{x^5}$

จาก  $f(x) = \frac{1}{x^5}$   
 $= x^{-5}$

จะได้  $F(x) = -\frac{1}{4}x^{-4} + c$   
 $= -\frac{1}{4x^4} + c$



**แบบฝึกทักษะที่ 1.1**  
**ปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชัน**

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม. 6/.....เลขที่ .....

จงหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันที่กำหนดต่อไปนี้

1.  $f(x) = 4x^2$

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

5.  $f(x) = x^2 + 2$

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

2.  $f(x) = 6x^2$

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

6.  $f(x) = x^3 + 1$

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

3.  $f(x) = x\sqrt[3]{x}$

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

7.  $f(x) = \frac{1}{x^{-4}}$

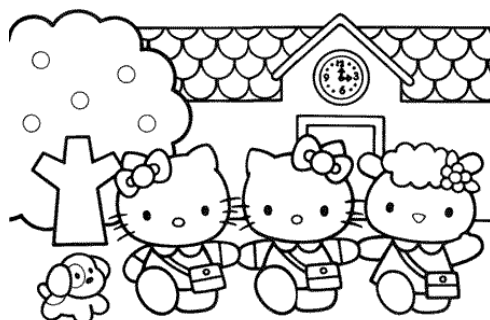
.....  
.....  
.....  
.....

4.  $f(x) = 4x^2 + 7x$

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

8.  $f(x) = 2x - 1$

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



**เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 1.1**  
**ปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชัน**

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม. 6/.....เลขที่ .....

จงหาปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันที่กำหนดต่อไปนี้

1.  $f(x) = 4x^2$

จาก  $f(x) = 4x^2$

จะได้  $F(x) = \frac{4}{3}x^3 + c$

5.  $f(x) = x^2 + 2$

จาก  $f(x) = x^2 + 2$

จะได้  $F(x) = \frac{1}{3}x^3 + 2x + c$

2.  $f(x) = 6x^2$

จาก  $f(x) = 6x^2$

จะได้  $F(x) = 3x^3 + c$

6.  $f(x) = x^3 + 1$

จาก  $f(x) = x^3 + 1$

จะได้  $F(x) = \frac{1}{4}x^4 + x + c$

3.  $f(x) = x^3\sqrt{x}$

จาก  $f(x) = x^3\sqrt{x}$   
 $= x^3 \cdot x^{\frac{1}{2}}$   
 $= x^{\frac{7}{2}}$

จะได้  $F(x) = \frac{2}{9}x^{\frac{9}{2}} + c$

7.  $f(x) = \frac{1}{x^{-4}}$

จาก  $f(x) = \frac{1}{x^{-4}}$   
 $= x^4$

จะได้  $F(x) = \frac{1}{5}x^5 + c$

4.  $f(x) = 4x^2 + 7x$

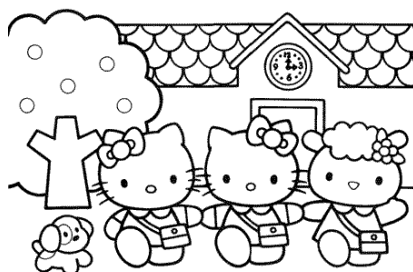
จาก  $f(x) = 4x^2 + 7x$

จะได้  $F(x) = \frac{4}{3}x^3 + \frac{7}{2}x^2 + c$

8.  $f(x) = 2x - 1$

จาก  $f(x) = 2x - 1$

จะได้  $F(x) = x^2 - x + c$







ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน												รวม
		ความรับผิดชอบ				ความกระตือรือร้น				ความร่วมมือ				
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	
49														
50														
51														
52														
53														

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

- คะแนน 8 – 9 หมายถึง ดีมาก
- คะแนน 6 – 7 หมายถึง ดี
- คะแนน 4 – 5 หมายถึง ปานกลาง
- คะแนน 0 – 3 หมายถึง ควรปรับปรุง



เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
<b>1. ด้านความรับผิดชอบ</b>	
3 / ดีมาก	ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย
2 / ดี	ส่งงานช้ากว่ากำหนดเล็กน้อย และมีเหตุผลที่พอรับฟังได้
1 / พอใช้	ส่งงานช้ากว่ากำหนดโดยไม่มีเหตุผล
0 / ควรปรับปรุง	ไม่ส่งงานเลย
<b>2. ด้านความกระตือรือร้น</b>	
3 / ดีมาก	ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทันทีที่ได้รับมอบหมาย
2 / ดี	ลงมือปฏิบัติกิจกรรมค่อนข้างช้า แต่มีความสนใจและตั้งใจปฏิบัติ
1 / พอใช้	ลงมือปฏิบัติกิจกรรมช้ามาก ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ
0 / ควรปรับปรุง	ไม่ปฏิบัติงานเลย
<b>3. ด้านความร่วมมือ</b>	
3 / ดีมาก	ร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดี
2 / ดี	ร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดี เป็นส่วนใหญ่
1 / พอใช้	ร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดี เป็นบางเวลา
0 / ควรปรับปรุง	ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็นและไม่ร่วมปฏิบัติกิจกรรมใดๆ เลย

แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ที่	ชื่อ-สกุล	การประเมิน				รวม
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						



ที่	ชื่อ-สกุล	การประเมิน				รวม
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						

ที่	ชื่อ-สกุล	การประเมิน				รวม
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
49						
50						
51						
52						
53						

### เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 2 ดี	พูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เหมาะสมในการสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน
ระดับ 1 พอใช้	พูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเป็น บางส่วน ในการสื่อสารแนวคิด
ระดับ 0 ต้องปรับปรุง	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการใช้ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด

### การแปลผลของคะแนน

โดยนำผลรวมคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดทั้ง 4 ครั้ง  
ของนักเรียนแต่ละคน มาแปลผลคะแนนโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

คะแนน 6 – 8 หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด  
อยู่ในระดับสูง

คะแนน 3 – 5 หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด  
อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 0 – 2 หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด  
อยู่ในระดับต่ำ



ภาคผนวก

แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ปฏิยานุพันธ์

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปรวิญานุพัันธ์

### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 3 หน้า มีข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ 20 คะแนน ใช้เวลา 55 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เมื่อนักเรียนเลือกได้แล้วให้กากบาท (x) ลงในช่อง ก, ข, ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างการตอบข้างล่างนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0				X

กรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับลงบนเครื่องหมายกากบาทเดิม แล้วกากบาทเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยนจากตัวเลือก ง เป็น ข

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		X		X

3. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลย ถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
4. ห้ามขีดเขียนหรือทำสัญลักษณ์ใดๆ ลงในข้อสอบ
5. เมื่อสอบเสร็จแล้ว ให้ส่งกระดาษคำตอบ และแบบทดสอบที่กรรมการคุมสอบ

\*\*\*\*\*

1. ถ้าฟังก์ชัน  $F$  เป็นปฏิยานุพันธ์ของ  $f$  แล้วข้อใด  
ไม่ถูกต้อง

- ก. ถ้า  $f(x)=3$  แล้ว  $F(x)=3x+c$   
 ข. ถ้า  $f(x)=2x$  แล้ว  $F(x)=x^2+c$   
 ค. ถ้า  $f(x)=5x^4$  แล้ว  $F(x)=x^5+c$   
 ง. ถ้า  $f(x)=\frac{6}{x^5}$  แล้ว  $F(x)=\frac{1}{x^6}+c$

2. ถ้า  $F(x)$  เป็นปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชัน  
 $f(x)=-2x+4$  แล้ว  $F(x)$  ในข้อใดเป็นไปได้

- ก.  $F(x)=-x^2+4x$   
 ข.  $F(x)=x^{-2}+4x$   
 ค.  $F(x)=-x^2+4x+5$   
 ง.  $F(x)=-x^2+4x-3$

3. กำหนดให้  $F'(x) = f(x) = (1-x)^2$  แล้ว

$F(x)$  มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก.  $\frac{x^3}{3} - x^2 + x + c$   
 ข.  $-2(1-x) + c$   
 ค.  $2x^2 - 2x + c$   
 ง.  $\frac{(1-x)^2}{3} + c$

4. กำหนด  $f'(x)=x^2-2x$  สำหรับจำนวนจริง  $x$   
ทุกตัวและ  $f(0)=1$  แล้ว ค่าของ  $f(1)$  มีค่าเท่ากับ  
ข้อใด

- ก.  $\frac{1}{3}$   
 ข.  $\frac{4}{3}$   
 ค.  $\frac{5}{3}$   
 ง.  $\frac{7}{3}$

5.  $\int (2x + x^{-2}) dx$  ตรงกับข้อใด

- ก.  $x^2 + x^{-1} + c$   
 ข.  $x^2 - x^{-1} + c$   
 ค.  $x^2 - x^{-2} + c$   
 ง.  $x^2 + x^{-2} + c$

6. ค่าของ  $\int (x^3 + 2)^2 (3x^2) dx$  ตรงกับข้อใด

- ก.  $\frac{1}{3}(x^3 + 2) + c$   
 ข.  $\frac{1}{3}(x^3 + 2)^2 + c$   
 ค.  $\frac{2}{3}(x^3 + 2)^3 + c$   
 ง.  $\frac{1}{3}(x^3 + 2)^3 + c$

7.  $\int \frac{du}{2u^5}$  ตรงกับข้อใด

- ก.  $-\left(\frac{u^4}{8}\right) + c$   
 ข.  $\left(\frac{u^4}{8}\right) + c$   
 ค.  $-\left(\frac{u^{-4}}{8}\right) + c$   
 ง.  $\left(\frac{u^{-4}}{8}\right) + c$

8. ให้  $f'(x)=x^3+4x^2-6$  จงหา  $f(x)$   
เมื่อกำหนดให้  $f(1)=5$

- ก.  $\frac{x^4}{4} - \frac{4x^3}{3} - 6x - \frac{113}{12}$   
 ข.  $\frac{x^4}{4} - \frac{4x^3}{3} - 6x + \frac{113}{12}$   
 ค.  $\frac{x^4}{4} + \frac{4x^3}{3} - 6x - \frac{113}{12}$   
 ง.  $\frac{x^4}{4} + \frac{4x^3}{3} - 6x + \frac{113}{12}$

9. ถ้าเส้นโค้งเส้นหนึ่งมีสมการเป็น  $y=f(x)$  มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของความชันของเส้นโค้งที่จุดใด ๆ เท่ากับ 2 และความชันของเส้นโค้งที่จุด  $(1,4)$  มีค่าเท่ากับ 4 จงหาความชันของเส้นสัมผัสเส้นโค้งที่จุด  $(-1,0)$
- ก. -2  
ข. -1  
ค. 0  
ง. 1
10. สมการของเส้นโค้งที่มีความชันที่จุด  $(x,y)$  ใด ๆ เป็น  $4x^3 + 2x$  และเส้นโค้งผ่านจุด  $(1,0)$  คือสมการในข้อใด
- ก.  $y=x^4 + x^2 - 2$   
ข.  $y=4x^4 + 2x^2 + 1$   
ค.  $y=x^4 + x^3 - 2$   
ง.  $y=3x^4 + 2x^2 + 1$
11. วัตถุชิ้นหนึ่งเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรงจากจุดเริ่มต้น ถ้าความเร่งของวัตถุในขณะเวลา  $t$  มีค่าเท่ากับ  $6t-4$  และเมื่อ  $t=1$  จะได้ระยะทาง  $s=2$  หน่วย แล้วความเร็วของวัตถุขณะเวลา  $t$  มีค่าตรงกับข้อใด
- ก.  $3t^2$   
ข.  $3t^2 - 4$   
ค.  $3t^2 - 4t$   
ง.  $3t^2 + c$
12. ให้  $f''(x)=6x$  จงหาสมการของเส้นโค้ง  $y=f(x)$  ถ้าเส้นโค้งผ่านจุด  $P(1,2)$  และมีความชันที่จุด  $P$  เท่ากับ 3
- ก.  $3x^2 - 1$   
ข.  $3x^2 + 1$   
ค.  $x^3 - 1$   
ง.  $x^3 + 1$
13. ค่าของ  $\int_1^3 (x^2 - \frac{1}{x}) dx$  มีค่าเท่ากับข้อใด
- ก.  $\frac{32}{3}$   
ข. 8  
ค.  $\frac{28}{3}$   
ง. 10
14. ค่าของ  $\int_1^2 6(x + \sqrt{x}) dx$  มีค่าเท่ากับข้อใด
- ก.  $8\sqrt{2} + 5$   
ข.  $-8\sqrt{2} - 5$   
ค.  $5 + 8\sqrt{2}$   
ง.  $5 - 8\sqrt{2}$
15. บริษัทผลิตขนมแห่งหนึ่ง มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาขนมเท่ากับ  $4 + 2x$  บาทต่อชิ้น เมื่อ  $x$  คือจำนวนขนม จงหาราคาขนมที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อจำนวนขนมเปลี่ยนแปลง จาก 2 ชิ้น เป็น 8 ชิ้น
- ก. 84 บาท  
ข. 85 บาท  
ค. 86 บาท  
ง. 87 บาท
16. ปล่อยวัตถุชิ้นหนึ่งให้ตกลงในแนวตั้งจากยอดตึกซึ่งสูง 200 เมตร โดยวัตถุมีความเร่ง 8 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup> จงหาความเร็วเมื่อเวลา  $t$
- ก.  $8t + c$  เมตรต่อวินาที  
ข.  $4t^2 + c$  เมตรต่อวินาที  
ค.  $16t + c$  เมตรต่อวินาที  
ง.  $8 + c$  เมตรต่อวินาที

17. พื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยกราฟของ  $y=x^3-x^2-2x$

กับแกน  $x$  มีค่าเท่ากับข้อใด

ก.  $\frac{37}{12}$  ตารางหน่วย

ข.  $\frac{35}{12}$  ตารางหน่วย

ค.  $\frac{31}{12}$  ตารางหน่วย

ง.  $\frac{29}{12}$  ตารางหน่วย

18. จงหาพื้นที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้ง  $y=x^2-3x+2$

จาก  $x=0$  ถึง  $x=2$  เฉพาะส่วนที่อยู่เหนือแกน  $x$

ก.  $\frac{5}{6}$

ข.  $\frac{6}{5}$

ค.  $\frac{23}{6}$

ง.  $\frac{24}{6}$

19. จงหาพื้นที่ปิดล้อมรอบด้วยเส้นโค้ง

$$f(x)=6x-x^2 \text{ แกน } x \text{ ตั้งแต่ } x=1 \text{ ถึง } x=4$$

ก. 24 ตารางหน่วย

ข. 30 ตารางหน่วย

ค. 48 ตารางหน่วย

ง. 72 ตารางหน่วย

20. กำหนด  $f(x)=\begin{cases} x+3 & \text{เมื่อ } x < -1 \\ -2x^3 & \text{เมื่อ } x \geq -1 \end{cases}$

พื้นที่ปิดล้อมด้วยกราฟของ  $f$  บนช่วง  $[-4,0]$

มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 2 ตารางหน่วย

ข. 3 ตารางหน่วย

ค. 4 ตารางหน่วย

ง. 5 ตารางหน่วย











## เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
<b>1. เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้</b>	
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 3 ดี	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุมสาระสำคัญ แต่ขาดความชัดเจนในบางส่วน
ระดับ 2 พอใช้	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เพียงเล็กน้อย ไม่ชัดเจน และไม่ครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ
<b>2. ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์</b>	
ระดับ 4 ดีมาก	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
ระดับ 3 ดี	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
ระดับ 2 พอใช้	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เพียงเล็กน้อย
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถใช้ภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
3. เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้	
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนอย่างเป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ
ระดับ 3 ดี	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนเกือบสมบูรณ์
ระดับ 2 พอใช้	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนในบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้แต่ไม่ชัดเจน ขาดรายละเอียด
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ หรือไม่ได้ทำ



## ตัวอย่างการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์

3. จงหาสมการเส้นโค้ง เมื่อความชันเท่ากับ  $x^2 - 3x + 2$  และเส้นโค้งตัดแกน  $x$  ที่  $x = -1$

วิธีทำ จากความชัน  $y'$  คือ  $x^2 - 3x + 2$

จะได้ว่า

ใช้ภาษาหรือตัวแทน  
ทางคณิตศาสตร์ในการ  
นำเสนอแนวคิดทาง  
คณิตศาสตร์ได้อย่าง  
ถูกต้อง เหมาะสม  
(4 คะแนน)

$$\begin{aligned} y &= \int y' dx \\ &= \int (x^2 - 3x + 2) dx \\ &= \int (x^2) dx - \int (3x) dx + \int (2) dx \\ &= \int (x^2) dx - 3 \int (x) dx + \int (2) dx \\ &= \left( \frac{x^{2+1}}{2+1} \right) - \left( 3 \times \frac{x^{1+1}}{1+1} \right) + 2x + c \\ &= \frac{x^3}{3} - \frac{3}{2}x^2 + 2x + c \end{aligned}$$

เขียนแสดง  
แนวคิดทาง  
คณิตศาสตร์  
ของตนให้  
ผู้อื่นเข้าใจ  
ได้ชัดเจน  
และ  
ครอบคลุม  
สาระสำคัญ  
(4 คะแนน)

เขียนอธิบาย  
แสดงขั้นตอน  
ในการหา  
คำตอบได้  
ชัดเจนอย่าง  
เป็นระบบ  
สมบูรณ์  
มีรายละเอียด  
ครบ  
(4 คะแนน)

→ เส้นโค้งผ่านจุด  $(-1, 0)$  แทนลงในสมการ  $y = \frac{x^3}{3} - \frac{3}{2}x^2 + 2x + c$

$$0 = \frac{(-1)^3}{3} - \frac{3}{2}(-1)^2 + 2(-1) + c$$

$$c = \frac{23}{6}$$

ดังนั้นสมการเส้นโค้งนี้คือ  $y = \frac{x^3}{3} - \frac{3}{2}x^2 + 2x + \frac{23}{6}$  #



ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และแบบ  
ประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

1. อาจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. อาจารย์ ดร.คงรัฐ นวลแปง

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3. อาจารย์สุคนธ์ สุขศร

อาจารย์ 3 ระดับ 8

โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี







ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวกมลวรรณ ใจอารีย์
วันเดือนปีเกิด	13 มกราคม 2529
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	118/17 ถ.สันติเกษม ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20130
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ถนนพระยาสุรจา ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000

## ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
พ.ศ.2552	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา
พ.ศ.2556	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ