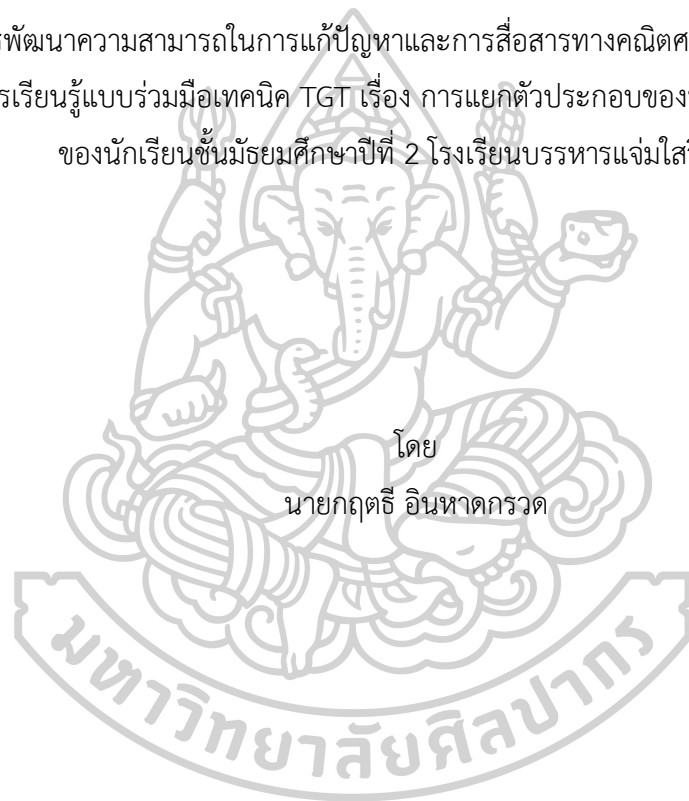




การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัด
การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบวรหารแจ่มใสวิทยา 6



โดย
นายกฤตธี อินทาดกรวด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต

ภาควิชาคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัด
การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรหารแจ่มใสวิทยา 6



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING
AND COMMUNICATION ABILITIES USING THE COOPERATIVE LEARNING
TECHNIQUE TGT
ON FACTORING QUADRATIC POLYNOMIAL OF MATHAYOM 2 STUDENTS AT
BANHARN JAMSAI WITTAYA 6 SCHOOL



By
MR. Kittee INHADKKRUAD

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Science MATHEMATICS STUDY
Department of MATHEMATICS
Academic Year 2023
Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ด้วยการจัด
การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของ
พหุนามดีกรีสอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6
โดย นายกฤตธี อินทาทกรวด
สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร. รัตนา ศรีทัศน์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นรงค์ ฉิมพาลี)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรกฤษณ์ ศุภพร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. รัตนา ศรีทัศน์)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินทร์ ศรีปัญญา)

61316317 : คณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโท

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้ปัญหา; ความสามารถในการสื่อสาร; การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

นาย กฤตธี อินทาดกรวด: การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. รัตนา ศรีทัศน์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70 4) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70 5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test for dependent samples และ t-test for one samples

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ

ผลการศึกษาพบว่า

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

61316317 : Major MATHEMATICS STUDY

Keyword : problem solving ability; mathematical communication ability; the cooperative learning technique TGT

MR. Kittee INHADKKRUAD : Development of Mathematical Problem Solving and Communication Abilities using the Cooperative Learning Technique TGT on Factoring Quadratic Polynomial of Mathayom 2 Students at Banharn Jamsai Wittaya 6 School Thesis advisor : Associate Professor Ratana Srithus, Ph.D.

The research aimed to: 1) compare the learning achievements in mathematics before and after learning by the cooperative learning technique TGT and the achievement after learning with 70 percent criterion 2) compare the problem solving abilities of students after learning by the cooperative learning technique TGT with 70 percent criterion 3) compare the mathematical communication ability of students after learning by the cooperative learning technique TGT with 70 percent criterion and 4) study the satisfaction of the students towards the cooperative learning technique TGT. The statistics used for data analysis were: mean, percentage, standard deviation, t-test for dependent samples and t-test for one samples.

The sample group consisted of 25 eighth-grade students at Banharn Jamsai Wittaya 6 School, derived by cluster random sampling. The research instruments were: 1) lesson plans 2) an achievement test 3) an ability test on problem solving and mathematical communication abilities and 4) a satisfaction assessment form.

The results showed that:

- 1) the students' learning achievement after learning by the cooperative learning technique TGT was higher than that of before and than 70 percent criterion with statistical significance at .05
- 2) the students' problem solving after learning was higher than 70 percent criterion at significant level .05
- 3) the students' mathematical communication ability after learning was higher than 70 percent criterion at significant level .05
- 4) the level of satisfaction from the student as a whole was the highest level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ต้องขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา ศรีทัศน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรกฤษณ์ ศุภพร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรินทร์ ศรีปัญญา ที่ได้ให้คำแนะนำ และความกระจำนงในเชิงวิชาการเพื่อความถูกต้องและชัดเจน จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี และเอาใจใส่คอยเฝ้าติดตามการทำงาน ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำการวิจัยแก่ผู้วิจัยด้วยความรัก และความเมตตาเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรณรัตน์ รุ่งโรจน์ธีระ ครูพิไลลักษณ์ ทองรอด และครูรุจิรัช ภัคมี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยซึ่งทำให้สามารถดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังให้คำแนะนำ และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้บริหาร คุณครู และบุคลากรทางการศึกษาของโรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 ที่คอยให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ และขอบคุณนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคุณ ครูธีระ อินทร์สว่าง และครูสิริธร ยิ้มประเสริฐ ที่ให้คำแนะนำในเรื่องเนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้มอบชีวิต สติปัญญาให้กับผู้วิจัยและอบรมเลี้ยงดูผู้วิจัยมาเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณพี่สาวของผู้วิจัยที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนส่งเสริมผู้วิจัยเสมอมา

กฤตธี อินทาดกรวด

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฅ |
| สารบัญภาพ..... | ฉ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย..... | 5 |
| วัตถุประสงค์การวิจัย..... | 5 |
| สมมติฐานการวิจัย..... | 6 |
| ขอบเขตของการวิจัย..... | 6 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 8 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... | 9 |
| บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... | 10 |
| หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)..... | 12 |
| หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)..... | 12 |
| หลักสูตรโรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์..... | 13 |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา..... | 20 |
| ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 20 |
| การพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 22 |

| | |
|---|----|
| กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 27 |
| ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 31 |
| การวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 35 |
| วิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 36 |
| เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 37 |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์..... | 43 |
| ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์..... | 43 |
| ความสำคัญของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์..... | 45 |
| แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์..... | 47 |
| การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์..... | 50 |
| วิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 52 |
| การให้คะแนนรูปค..... | 52 |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ..... | 59 |
| ความหมายของการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ..... | 59 |
| องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ..... | 62 |
| การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์..... | 64 |
| บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ..... | 66 |
| ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ..... | 67 |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค TGT (team game tournament)..... | 69 |
| ความหมายของเทคนิค TGT..... | 69 |
| องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT..... | 71 |
| การเตรียมการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT..... | 73 |
| ขั้นตอนการสอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT..... | 76 |
| ข้อดีของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TGT..... | 81 |

| | |
|--|-----|
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT | 82 |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบ ของพหุนามดีกรีสอง..... | 85 |
| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 86 |
| ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 86 |
| แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 90 |
| ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 92 |
| แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ | 94 |
| ความพึงพอใจ..... | 97 |
| ความหมายของความพึงพอใจ..... | 97 |
| แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ | 98 |
| การวัดความพึงพอใจ..... | 100 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 103 |
| ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 103 |
| การออกแบบการวิจัย | 104 |
| การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... | 104 |
| การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า | 104 |
| การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล | 111 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล | 113 |
| สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... | 114 |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 120 |
| ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ก่อนเรียนและหลังเรียน..... | 120 |

| | |
|---|-----|
| ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 | 121 |
| ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 | 121 |
| ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 | 122 |
| ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT..... | 123 |
| บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 124 |
| วัตถุประสงค์การวิจัย | 124 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 125 |
| อภิปรายผลการวิจัย..... | 125 |
| ข้อเสนอแนะ | 128 |
| ข้อเสนอแนะทั่วไป..... | 128 |
| ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป..... | 128 |
| รายการอ้างอิง..... | 129 |
| ภาคผนวก..... | 142 |
| ภาคผนวก ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือ | 143 |
| ภาคผนวก ข เอกสารการตรวจสอบเครื่องมือ..... | 145 |
| ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล | 154 |
| ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล | 180 |
| ภาคผนวก จ ตัวอย่างผลการทดลองที่เก็บจากกลุ่มทดลอง | 211 |
| ภาคผนวก ฉ ผลคะแนนการทดสอบและผลการประเมิน | 216 |
| ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 224 |

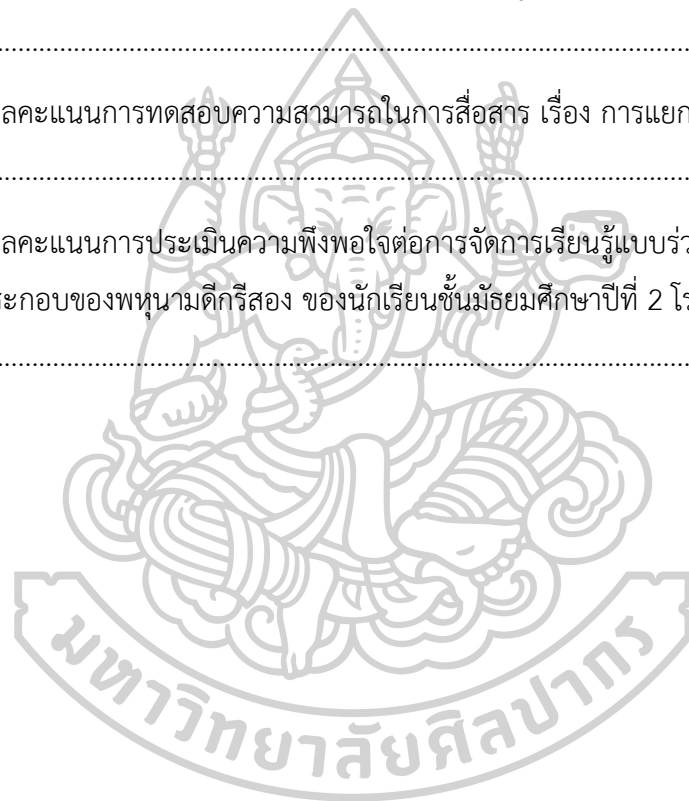


สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 1 กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร..... | 15 |
| ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ | 53 |
| ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ | 54 |
| ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ | 55 |
| ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีขของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ | 56 |
| ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ | 56 |
| ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ | 57 |
| ตารางที่ 8 แบบแผนการวิจัย..... | 104 |
| ตารางที่ 9 แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 106 |
| ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา | 112 |
| ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสาร..... | 113 |
| ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT | 120 |
| ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70 | 121 |
| ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบเกณฑ์ ร้อยละ 70..... | 122 |
| ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบเกณฑ์ ร้อยละ 70 | 122 |
| ตารางที่ 16 ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT | 123 |

| | |
|--|-----|
| ตารางที่ 17 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนการสอนที่ 1 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจง..... | 155 |
| ตารางที่ 18 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนการสอนที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว | 156 |
| ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนการสอนที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์..... | 157 |
| ตารางที่ 20 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนการสอนที่ 4 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง | 158 |
| ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 160 |
| ตารางที่ 22 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 168 |
| ตารางที่ 23 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... | 169 |
| ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 | 170 |
| ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... | 172 |
| ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... | 173 |
| ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 175 |
| ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 176 |
| ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 177 |

| | |
|---|-----|
| ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 178 |
| ตารางที่ 31 ผลคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง..... | 217 |
| ตารางที่ 32 ผลคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70..... | 218 |
| ตารางที่ 33 ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง..... | 219 |
| ตารางที่ 34 ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง..... | 220 |
| ตารางที่ 35 ผลคะแนนการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 | 222 |



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาประเทศต้องควบคู่ไปกับการพัฒนาคน การพัฒนาคนเริ่มต้นที่การให้การศึกษา เพราะเชื่อว่า การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความรู้ ความคิด ความประพฤติ ทักษะและค่านิยมของตัวบุคคล เพื่อให้เป็นพลเมืองดี มีคุณภาพและประสิทธิภาพ สอดคล้องกับนโยบายกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) โดยการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ให้มีความสำคัญกับการปลูกฝังทักษะการคิดขั้นสูงที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในการดำรงชีวิต ซึ่งประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ (analyzing) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) การคิดแก้ปัญหา (problem solving) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creative thinking) รวมถึงทักษะในการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะด้านสารสนเทศและการสื่อสาร การศึกษานับเป็นเครื่องมือสำคัญของการพัฒนาคน พัฒนาสังคม และพัฒนาประเทศชาติ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560)

ในสภาพปัจจุบันพบปัญหาของเด็กไทยที่ต้องเร่งพัฒนาเพื่อเพิ่มพูนทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งปัญหาดังกล่าวคือ ผู้เรียนยังขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถในการเขียนและการพูดสื่อสาร ขาดความสามารถในการสืบสอบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและการสร้างนวัตกรรม (พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์, 2560) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนบางคนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ และการสื่อสารจะช่วยให้ นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ ถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อมนุษย์ แต่ในสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันพบว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543: 2)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็น เครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถ

แข่งขัน และอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 1)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) กล่าวถึง ความสำคัญของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ความสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องพัฒนา ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ประกอบไปด้วย 5 ความสามารถ ได้แก่ การแก้ปัญหา การเชื่อมโยง การให้ เหตุผล การคิดสร้างสรรค์ และการสื่อสารและการสื่อความหมาย ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปความหมาย สรุปผล และ นำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน หรือแบบจำลองมาช่วยในการสื่อความหมายด้วย ยิ่งไปกว่านั้นการสื่อสารและการสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือ กระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การอภิปราย หรือการเขียนเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและ กัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้ อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้น

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนจะต้องอาศัย ความคิดรวบยอดการคิดคำนวณ หลักการต่าง ๆ นำไปใช้แก้ปัญหา การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ หรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อจะได้คำตอบ โดยอาศัยการวางแผน รวบรวมข้อมูล แสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยจะต้องอาศัยความรู้ที่มีอยู่ประยุกต์ความรู้ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหานั้นมาผสมผสานกับข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์ปัญหาเป็นแนวทางหรือ วิธีการในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ โดยการแก้ปัญหานั้นจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะ พัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ ขึ้นมา ทักษะการแก้ปัญหานั้นเป็นจุดเริ่มต้นของทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นทักษะการแก้ปัญหานั้นจึงเป็นหัวใจสำคัญของวิชา คณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหานั้นนักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะการคิด คำนวณ หลักการ กฎ และสูตรต่าง ๆ นำไปใช้แก้ปัญหา โดยทักษะในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อ ชีวิตทำให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง (สิริ พร ทิพย์คง, 2544: 4)

ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปแบบ และแบบจำลองเพื่อแสดงแนวความคิด มีความกระชับ

ชัดเจน และเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 79) และเป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555: 56)

การสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน เน้นการสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการหาคำตอบ โดยการคิดคำนวณหาคำตอบ การจดจำสูตรหรือวิธีการ และให้ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามวิธีที่หนังสือเรียนหรือวิธีการที่ครูผู้สอนกำหนด การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนจึงขึ้นอยู่กับครูผู้สอนเป็นหลัก นักเรียนมีหน้าที่เพียงจดจำ ทำความเข้าใจ ทำตามวิธีการที่ครูสอน จึงไม่ได้รับการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ทำให้ความรู้ที่ได้รับไม่มีความคงทน ไม่สามารถต่อยอดความรู้หรือประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างจากที่เรียนมาได้ สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายได้ ทำได้เพียงโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับที่เรียนในหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์หรือตัวอย่างโจทย์ปัญหาในชั้นเรียนซึ่งมีความแตกต่างจากปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ทำให้ไม่สามารถนำคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนไม่เห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554: 7)

จากผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 ในปีการศึกษา 2561 2562 และ 2563 รายวิชาคณิตศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ยคือ 30.04 20.74 และ 24.50 ตามลำดับ จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนลดลงเมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบตามตัวชี้วัด พบว่า 3 ปีที่กล่าวมา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 มีผลการทดสอบตามตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ต่ำกว่าเกณฑ์ทั้ง 3 ปี อีกทั้งในปีการศึกษา 2564 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 63.00 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ร้อยละ 65 เมื่อวิเคราะห์ตามตัวชี้วัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในตัวชี้วัด เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ต่ำกว่าเกณฑ์ สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากการไม่เข้าใจขั้นตอนการแก้ปัญหา ไม่สามารถสื่อสารกับผู้อื่นโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ รวมถึงขาดทักษะการทำงานร่วมกัน ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

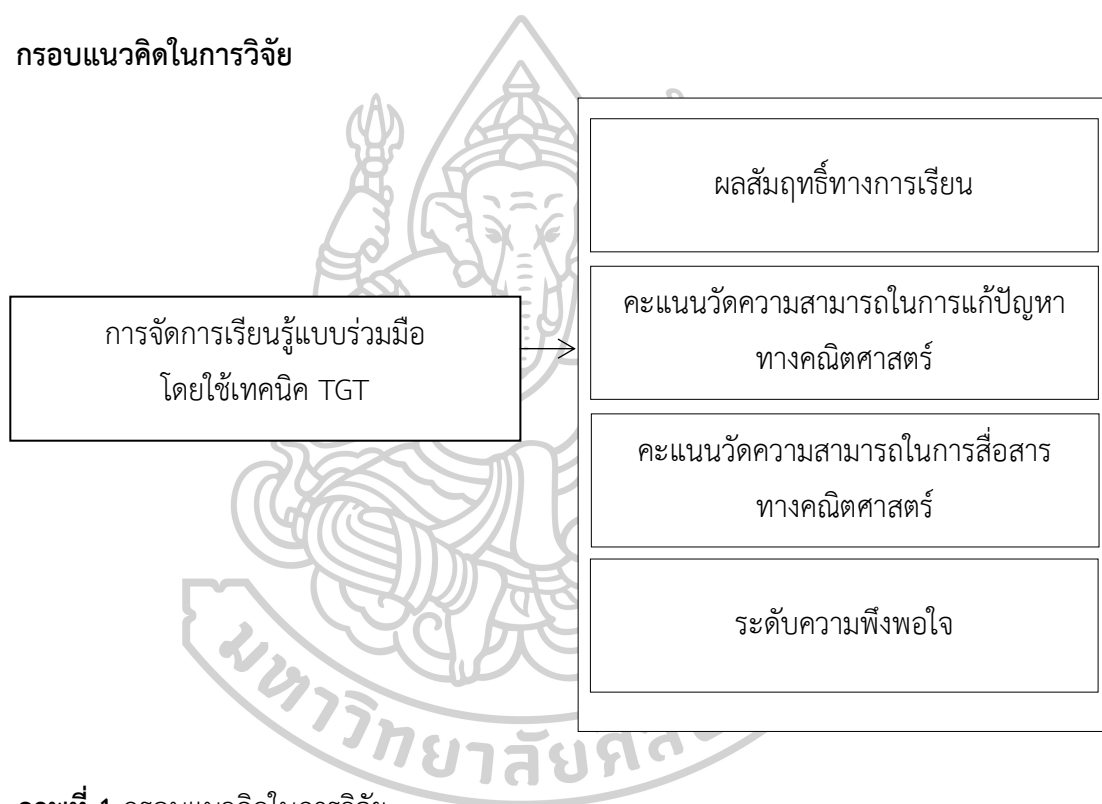
โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ยังคงเป็นปัญหาที่ครูผู้สอนต้องแก้ไขและพัฒนาต่อไป

การเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการเรียน ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดี ได้พัฒนาการทำงานเป็นกลุ่มให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คนอ่อนได้เรียนรู้จากคนที่เก่งกว่า เพื่อยกระดับผลงานของกลุ่มให้สูงขึ้น ทำให้ส่งผลดีกับสมาชิกในกลุ่ม (บุญชม ศรีสะอาด, 2537: 122) และทิสนา แคมมณี (2555: 265) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายเทคนิควิธี ซึ่งเหมาะกับการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ สำหรับเทคนิคการจัดทีมแข่งขัน (TGT: Team Games Tournament) เหมาะสำหรับการเรียนการสอนที่ต้องการให้กลุ่มผู้เรียนได้ศึกษาประเด็น หรือปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวซึ่งเป็นคำตอบที่ชัดเจน เช่น คณิตศาสตร์ การใช้ภาษา สังคมศึกษา เป็นต้น และวิธีการเรียนรู้จะช่วยพัฒนาและแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น ความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม การยอมรับความสามารถทางวิชาการของเพื่อน และความภาคภูมิใจในตนเอง นักเรียนจะให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียน เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มบรรลุจุดประสงค์ร่วมกัน จะเห็นได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้หรือทำกิจกรรมด้วยตนเอง รู้จักร่วมคิดร่วมทำร่วมใจกันแก้ปัญหาจนสำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่ม (สมศักดิ์ ขจรชัยกุล, 2543) การเรียนแบบร่วมมือมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบ STAD แบบ TGT และแบบจิกซอว์ เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4 คน นักเรียนร่วมกันภายในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันคือ เก่ง-กลาง-อ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 ทำงานร่วมกัน และใช้เกมการแข่งขันเชิงวิชาการประเมินความรู้ของสมาชิกในกลุ่ม โดยการแข่งขันจะแข่งขันตามความสามารถของนักเรียนความสำเร็จของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคลเป็นสำคัญ จากการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสารของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของทราภรณ์ อนุทุม (2558) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และสอดคล้องกับอุกฤษฏ์ทองอยู่ (2562: 85) ที่พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 75.75 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากข้อมูลข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารให้กับผู้เรียนได้ รวมทั้งยังส่งเสริมให้เกิดการทำงานร่วมกัน และอาจส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70

5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้อง โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 48 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งแต่ละห้องเรียนจัดนักเรียนแบบละความสามารถ

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT

2.2 ตัวแปรตาม

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

2.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

2.2.3 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

2.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์จากแบบเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จัดทำตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 10 ชั่วโมง 4 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจง จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง จำนวน 2 ชั่วโมง

4. ระยะเวลา

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยทำการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 10 คาบ คาบละ 50 นาที จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยไม่รวมสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

นียมศัพท์เฉพาะ

1. **ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการหรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยอาศัยความรู้ที่มีอยู่ประยุกต์ความรู้อับข้อมูลที่กำหนดให้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ โดยการแก้ปัญหาจะต้องมีการฝึกฝนบ่อยเพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ขึ้นมา ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric scoring)

2. **ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจ ผ่านการเขียน โดยการใช้อุปมาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายสรุปผล เพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric scoring)

3. **การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือที่แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยละความสามารถกลุ่มละ 4-5 คน เก่ง-ปานกลาง-อ่อนสมาชิกของกลุ่มได้แข่งขันกันในเกมการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้วทำการทดสอบความรู้โดยการแข่งขันตัวต่อตัวกับทีมอื่นตามความสามารถของนักเรียน และนำคะแนนมาบวกเป็นคะแนนรวมของทีม โดยเทคนิคนี้ต้องใช้การเสริมแรงลักษณะต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันทำงาน และทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จมากที่สุด ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ คือ

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนบทเรียนด้วยการซักถาม ตั้งปัญหา ตอบคำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะเรียนเพื่อเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาใหม่

ขั้นสอน ครูสอนเนื้อหาโดยใช้เทคนิควิธีสอนที่เหมาะสม

ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ครูจัดนักเรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ครูให้ใบความรู้ ใบงานให้นักเรียนได้ศึกษา และให้นักเรียนทำใบงานร่วมกัน

ขั้นแข่งขันเกมตอบปัญหา ครูกำหนดเกม และให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มเป็นตัวแทนกลุ่มไปแข่งขันกับกลุ่มอื่น โดยจัดกลุ่มแข่งขันตามความสามารถที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น เมื่อแข่งขันเสร็จแล้วให้นักเรียนกลับมายังกลุ่มเดิม รวมแต้มของทุกคนในทีม ทีมใดที่มีแต้มสูงสุดจะได้รับรางวัล

ขั้นสรุป นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และมอบรางวัลให้กับทีมที่ได้คะแนนสูงสุดซึ่งการมอบรางวัลจะมอบในครั้งสุดท้ายหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และร่วมแข่งขันเกมจนครบตามที่กำหนด

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง หมายถึง คะแนนความสามารถในการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

5. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6 อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 25 คน

6. ความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม โดยผู้วิจัยประเมินจากแบบประเมินความพึงพอใจ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์สำหรับครูคณิตศาสตร์ และผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการศึกษา ในการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพการจัดกิจกรรมการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
 - 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
 - 1.2 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 การพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.4 ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.5 การวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.6 วิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.7 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความสำคัญของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 วิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 การให้คะแนนรูปิก
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ
 - 4.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ
 - 4.3 การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

- 4.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ
- 4.5 ประโยชน์ของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค TGT (Team Game Tournament)
 - 5.1 ความหมายของเทคนิค TGT
 - 5.2 องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT
 - 5.3 การเตรียมการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT
 - 5.4 ขั้นตอนการสอนของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT
 - 5.5 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TGT
 - 5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
 7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.3 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.4 แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ
8. ความพึงพอใจ
 - 8.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 8.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
 - 8.3 การวัดความพึงพอใจ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

หลักสูตรได้เน้นการจัดการศึกษา โดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และกำหนดสาระการเรียนรู้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ครูผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรให้เข้าใจเพราะหลักสูตรคือ แนวทางในการจัดการเรียนการสอน ในหลักสูตรได้กำหนดกรอบเนื้อหาสาระในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และบรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานและตัวชี้วัด โดยกำหนดหลักการ จุดหมาย วิสัยทัศน์ สมรรถนะที่สำคัญของนักเรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 6-7)

จุดหมาย

หลักสูตรมุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ความสามารถทั้งในด้านความคิด การแก้ปัญหา การสื่อสาร มีทักษะการใช้ชีวิตและการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี
4. มีความรักชาติ ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ และสืบสานวัฒนธรรม ประเพณีและภูมิปัญญาอันดีงามของไทย รักษาสิ่งแวดล้อม และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้

สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรมุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้นจะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร เพื่อพัฒนานักเรียนให้รู้จักเลือกรับและส่งสาร โดยใช้หลักเหตุผลพร้อมทั้งใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศในการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศพร้อมทั้งการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ให้เหมาะสม สามารถพัฒนาตนเองและสังคมในด้านต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสาร เป็นจุดหมายและสมรรถนะที่สำคัญในการพัฒนาเด็กและเยาวชน

หลักสูตรโรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กำหนดหลักสูตรเป็น 2 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียน ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 โดยชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กำหนดเวลาเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน 360 ชั่วโมง คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 120 ชั่วโมง แต่ประจำปีการศึกษามีเวลาเรียน 40 สัปดาห์ หรือ 200 วัน กำหนดให้เรียนปีละ 1,200 ชั่วโมง จัดเวลาเรียน 8 คาบ/วัน

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัด และเรขาคณิต และสถิติ และความน่าจะเป็น โดยจำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงอัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ และมีสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ดังนี้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการและอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้ง ตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาพ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิด ใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 3)

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน ค22104 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ศึกษาและฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อันได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดสร้างสรรค์ ในสาระ สถิติ การนำเสนอและการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย แผนภาพจุด แผนภาพต้นไม้ ฮิสโทแกรม การหาค่า กลางของข้อมูล การเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูล การอ่านการแปลความหมายและการวิเคราะห์ข้อมูล และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ความเท่ากันทุกประการ สมบัติของความเท่ากันทุกประการของ สามเหลี่ยม เส้นขนาน สมบัติของเส้นขนาน สมบัติของรูปสามเหลี่ยม การให้เหตุผลและการ แก้ปัญหาโดยใช้สมบัติของเส้นขนานและความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม การให้เหตุผลทาง เรขาคณิต ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางเรขาคณิต การสร้างและการให้เหตุผลเกี่ยวกับ การสร้าง และการให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม โดยการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง มี สาระคือ การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ดีกรีสองตัวแปรเดียว การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ และการ แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณ แก้ปัญหา การให้เหตุผล และ นำความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่า และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ มีระเบียบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

การวัดและการประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพที่เป็นจริงสอดคล้องกับเนื้อหา และทักษะที่ต้องการวัด

รหัสตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.2/2

ค 2.2 ม.2/1 , ม.2/2 , ม.2/4

ค 3.1 ม.2/1

รวมทั้งหมด 5 ตัวชี้วัด

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ซึ่งเป็นเนื้อหาในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้ ตัวชี้วัด ม.2/2 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนาม ดีกรีสองในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

| แผนการจัดการ การเรียนรู้ที่ | เรื่อง | เวลาเรียน (คาบ) |
|--------------------------------|--|--------------------|
| 1 | การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจง | 2 |
| 2 | การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว | 3 |
| 3 | การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสอง สมบูรณ์ | 3 |
| 4 | การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของ กำลังสอง | 2 |
| รวม | | 10 |

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในวิชาคณิตศาสตร์มีหลักการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากวิชาอื่น โดยครูผู้สอนต้องเข้าใจ หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเลือกหลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้เกิดความรู้ความเข้าใจ เกิดทักษะ สามารถนำความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ มี นักการศึกษากล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529: 24-25) กล่าวว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. สอนโดยคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียน คือ พร้อมในด้านร่างกาย อารมณ์สติปัญญา และพร้อมในแง่ความรู้พื้นฐานที่จะมาต่อเนื่องกับความรู้ใหม่ โดยครูต้องมีการทบทวนความรู้เดิมก่อน

เพื่อให้ประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ต่อเนื่องกัน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและมองเห็น ความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนได้ดี

2. การจัดกิจกรรมการสอนต้องให้เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของนักเรียนเพื่อมิให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง

3. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ครูจำเป็นต้องคำนึงถึงให้มากกว่าวิชาอื่น ๆ ในแง่ความสามารถทางสติปัญญา

4. ควรเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มก่อน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมตามวัย และความสามารถของแต่ละบุคคล

5. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบที่จะต้องเรียนไปตามลำดับชั้นการสอนเพื่อสร้างความคิด ความเข้าใจ ในระยะเริ่มแรกจะต้องเป็นประสบการณ์ที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง และทำให้เกิดความสับสน จะต้องไม่นำเข้ามาในกระบวนการเรียนการสอน การสอนจะเป็นไปตามลำดับชั้นตอนที่วางไว้

6. การสอนแต่ละครั้งจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอนว่าจัดกิจกรรมเพื่อสนองจุดประสงค์อะไร

7. เวลาที่ใช้สอน ควรใช้ระยะเวลาพอสมควรไม่นานจนเกินไป

8. ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการยืดหยุ่นให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกทำกิจกรรมได้ตามความพอใจ ตามความถนัดของตน และให้อิสระในการทำงานแก่นักเรียน สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือการปลูกฝังเจตคติที่ดีแก่นักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ถ้าเกิดมีขึ้นจะช่วยให้นักเรียน พอใจในการเรียนวิชานี้เห็นประโยชน์และคุณค่าย่อมจะสนใจมากขึ้น

9. การสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการวางแผนร่วมกับครูเพราะจะช่วยให้ครู เกิดความมั่นใจในการสอน และเป็นไปตามความพอใจของนักเรียน

10. การสอนคณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันหรือมีส่วนร่วมเป็นการค้นคว้า สรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองร่วมกับเพื่อน ๆ

11. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรสนุกสนานบันเทิงไปพร้อมกับการเรียนรู้ด้วย จึงจะสร้างบรรยากาศที่น่าติดตามให้แก่แก่นักเรียน

12. นักเรียนจะเรียนได้ดีเมื่อเริ่มเรียนโดยครูใช้อุปกรณ์ซึ่งเป็นรูปธรรมนำไปสู่นามธรรมตามลำดับ จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจมิใช่ความจำ ดังเช่น การสอนในอดีตที่ผ่านมาทำให้เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ง่ายต่อการเรียนรู้

13. การประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการต่อเนื่องและเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ครูอาจใช้วิธีการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด การสอบถามเป็นเครื่องมือในการวัดผล จะช่วยให้ครูทราบข้อบกพร่องของนักเรียนและการสอนของตน

14. ไม่ควรจำกัดวิธีคำนวณหาคำตอบของนักเรียน แต่ควรแนะนำวิธีคิดที่รวดเร็วและแม่นยำ
ภายหลัง

15. ฝึกให้นักเรียนรู้จักตรวจเช็คคำตอบด้วยตัวเอง

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 49-50) กล่าวถึง หลักการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาไว้
ดังนี้

1. สอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก
2. เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนรูปธรรมประกอบได้
3. สอนให้สัมพันธ์ความคิดเมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรทบทวนให้หมด การรวบรวมเรื่องที่เหมาะสมกันเข้าเป็นหมวดหมู่จะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจ และจำได้แม่นยำยิ่งขึ้น
4. เปลี่ยนวิธีการสอนไม่ซ้ำซากเบื่อหน่าย ผู้สอนควรจะสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจ
5. ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้นเป็นแรงดลใจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการสอนจึงนำไปสู่บทเรียนเข้าใจเสียก่อน
6. สอนให้ผ่านประสาทสัมผัสผู้สอนอย่าพูดเฉย ๆ โดยไม่ให้เห็นตัวอักษรไม่เขียนกระดานดำ เพราะการพูดลอย ๆ ไม่เหมาะกับวิชาคณิตศาสตร์
7. ควรจะคำนึงถึงประสบการณ์เดิมและทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ควรจะทำต่อเนื่องกับกิจกรรมเดิม
8. เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน
9. ให้นักเรียนเห็นโครงสร้างไม่ใช่เห็นแต่เนื้อหา
10. ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์มาก ๆ เกินหลักสูตรอาจจะทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย การสอนต้องคำนึงหลักสูตรและเนื้อหาที่เพิ่มเติมให้เหมาะสม
11. สอนให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดได้
12. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้
13. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขันเพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น
14. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้นหรือตื่นตัวอยู่เสมอ
15. ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อจะนำสิ่งที่แปลกและใหม่มาถ่ายทอดให้นักเรียน
16. ผู้สอนควรจะเป็นผู้ที่ศรัทธาในอาชีพของตน จึงจะทำให้สอนได้ดี

สุวัฒนา อุทัยรัตน์ (2542: 36-44) กล่าวว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. การสอนคณิตศาสตร์ให้เหมือนรูปแบบของศิลปะอย่างหนึ่ง การสอนลักษณะนี้เน้นให้นักเรียนซาบซึ้งและสามารถแสดงออกถึงความสำเร็จในทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและรัดกุม

2. การสอนคณิตศาสตร์ให้เหมือนกับเล่นเกมอย่างหนึ่ง การสอนลักษณะนี้ผู้สอนเน้นให้นักเรียนรู้จักกฎเกณฑ์ต่าง ๆ คล้ายกับการเล่นเกม แต่ละอย่างจะต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นในการปฏิบัติต่าง ๆ

3. การสอนคณิตศาสตร์ให้เหมือนกับเป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ การสอนลักษณะนี้ยึดระเบียบทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก โดยมีการตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน แล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์

4. การสอนคณิตศาสตร์ให้เหมือนกับแนวทางไปสู่เทคโนโลยีต่าง ๆ การสอนลักษณะนี้เป็นการสอนโดยใช้แผนภูมิสายงาน ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งในส่วนคณิตศาสตร์และในส่วนของการศึกษาสาขาต่าง ๆ จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับหลักการสอนคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 10-149) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจ มีความรู้และประสบผลสำเร็จในการเรียนมีดังนี้

1. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหามนามธรรม เช่น ครูต้องการสอนความคิดรวบยอดของห้าครูต้องหยิบส้มมา 5 ผล ให้นักเรียนนับพร้อมกับหยิบส้มก่อนเขียนสัญลักษณ์ 5

2. สอนในสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนก่อนสอนสิ่งที่อยู่ไกลตัวนักเรียน เช่น คำนวณความยาว ครูควรให้นักเรียนคำนวณความยาวของดินสอที่นักเรียนใช้ ความยาวของโต๊ะนักเรียน คำนวณความยาวของห้องเรียนตามลำดับ

3. สอนจากเรื่องที่ยากก่อนการสอนเรื่องที่ยาก เช่น สอนบวกก่อนการคูณ การแก้สมการตัวแปรเดียวก่อนแก้สมการสองตัวแปร

4. สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน เช่น การสอนเรื่องรูปวงกลมครูจะสอนเกี่ยวกับจุดศูนย์กลางรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง คอร์ด รูปทั่วไปของสมการวงกลม แทนที่จะกล่าวถึงโฟกัสของวงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา

5. สอนให้คิดไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล โดยขั้นตอนที่กำลังทำเป็นผลมาจากขั้นตอนก่อนหน้านั้น

6. สอนด้วยอารมณ์ขันทำให้นักเรียนเกิดความเพลิดเพลิน โดยครูอาจใช้เกมปริศนา เพลง

7. สอนด้วยหลักจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้แก่ผู้เรียน โดยการใช้คำพูด เช่น ดีมาก ทำได้ถูกต้องแล้ว ลองคิดอีกวิธีหนึ่ง

8. สอนโดยนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น เช่น วิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนของแมลงหวี่ ซึ่งต้องอาศัยความรู้เรื่องเลขยกกำลัง เพราะจำนวนแมลงหวี่มีค่าตอบอยู่ในรูปของเลขยกกำลัง

อัมพร ม้าคนอง (2546: 8 - 10) กล่าวถึง หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลายและเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. สอนให้ผู้เรียนได้มองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคู่อันดับ ความสัมพันธ์และฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างกราฟของความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลิมิต ความสัมพันธ์ของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ

3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร (what) และเรียนอย่างไร (how) คือต้องคำนึงทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียนรู้

4. สอนโดยใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม อธิบายนามธรรมหรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นหรือพอที่จะเกิดจินตนาการได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถที่จะหาสื่อมาอธิบายได้

5. จัดกิจกรรมสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนได้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมาก

7. สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผลเชื่อมโยงสื่อสารและคิดอย่างสร้างสรรค์ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปติดต่อสื่อสาร

8. สอนให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

9. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของผู้เรียนเพื่อจะได้จัดกิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียน

10. สอนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์นั้นไม่ยุ่งยากและมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม

11. สังเกตและประเมินผลการเรียนรู้และความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนในห้อง โดยใช้คำถามสั้น ๆ หรือการพูดคุยปกติ

จากหลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ข้างต้น อาจสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูผู้สอนควรมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนเพื่อเชื่อมโยงนำไปสู่ความรู้ใหม่ มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาที่ใช้สอนโดยเรียงจากง่ายไปยาก มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน โดยคำนึงถึง

ความแตกต่างระหว่างบุคคล ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งต้องมีจุดประสงค์ และระยะเวลาที่แน่นอน ผู้เรียนได้เรียนไปตามลำดับขั้นการสอนเพื่อสร้างความคิด ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นวลละออง ปิริยะ (2551: 37) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งโดยที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกัน ตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนี้ในการผสมผสานจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทมโนคติ ซึ่งเป็นความสามารถที่มองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้า เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลไปประยุกต์สู่สถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม เป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการที่สลับซับซ้อนต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดแบบวิเคราะห์ ประสพการณ์ วิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

ครูลิขิต และเรย์ส์ (Krulik & Reys, 1980: 3-4) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมาย (problem solving as a goal) จะพบคำถามว่า ทำไมต้องสอนคณิตศาสตร์ อะไรเป็นเป้าหมายในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักการศึกษา นักคณิตศาสตร์ และบุคคลอื่น ๆ เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อการแก้ปัญหาถูกนำมาพิจารณาว่าเป็นเป้าหมาย การพิจารณาที่สำคัญคือ จะต้องคำนึงถึงว่าแก้ปัญหาอย่างไร เป็นข้อพิจารณาที่มีความสำคัญต่อหลักสูตรและการนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน

2. การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ (problem solving as a process) จะเห็นได้ชัดเจน เมื่อนักเรียนตอบปัญหา ตลอดจนกระบวนการหรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อให้ได้คำตอบ สิ่งที่ควรนำมาพิจารณาคือ วิธีการ กระบวนการ และกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น อย่างยิ่งในกระบวนการแก้ปัญหา และเป็นสิ่งที่สำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐาน (problem solving as a basic skill) จะพิจารณาเฉพาะเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา โดยคำนึงถึงรูปแบบของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา การพิจารณาการแก้ปัญหาว่าเป็นทักษะพื้นฐานจะช่วยทำให้การจัดการเรียนการสอนของครูประกอบด้วยการสอนที่เป็นทักษะ (skill) มโนคติ (concept) และการแก้ปัญหา (problem solving) ในทุกครั้งของการสอน

โพลยา (Polya, 1980: 1) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น การหาวิธีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหาโดยหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป เป็นวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อจะได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความชัดเจน สิ่งเหล่านี้จะไม่เกิดขึ้นได้ในทันที

กาเย่ และวินตัน (Gagne & Winston, 1970: 186-187) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอด และหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ซุยแดม (Suydam, 1980: 36) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ความสามารถในการเข้าใจในความคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกัน ความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง ความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่า ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ และตีความหมายของข้อเท็จจริงเชิงปริมาณ

สภาครู คณิตศาสตร์ แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (National council of teachers of mathematics, 2000: 52) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ชิ้นงานที่ทำโดยยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันทีทันใด ในการหาคำตอบนักเรียนจะต้องอาศัยความรู้ที่มีอยู่เพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา การแก้ปัญหานั้นจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ ขึ้นมา การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการของการกระทำที่ได้มาของคำตอบ นักเรียนต้องฝึกฝนเป็นประจำทำการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น สะท้อนแนวคิดในการแก้ปัญหานั้นออกมาให้เห็นด้วย

สมเดช บุญประจักษ์ (2543: 1) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น การหาวิธีการ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

กรมวิชาการ (2544: 4) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ลักษณะเฉพาะที่สำคัญของมนุษย์ที่ต้องใช้อยู่เสมอในการปรับตัวอยู่ในสังคม การคิดแก้ปัญหาทำให้เกิดข้อความรู้ใหม่ทั้งด้าน เนื้อหา วิธีการ และเป็นทักษะที่สำคัญที่สมควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

สิริพร ทิพย์คง (2545: 112) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น กระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบในการแก้ปัญหา จะต้องมีการวางแผน รวบรวมข้อมูล กำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติมแสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และทดสอบการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปในการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 6-7) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น กระบวนการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขึ้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่นำประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา ผู้เรียน

สมควรจะเรียนรู้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้น การเรียนการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนมี แนวทางการคิดที่หลากหลายมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่

อัมพร ม้าคนอง (2554: 39) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น การทำงานโดยใช้กระบวนการที่ไม่ทราบล่วงหน้ามาก่อนในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทั้งทักษะที่เป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหา และการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีวิธีการหรือขั้นตอนในการทำงานที่ใช้การวิเคราะห์ และวางแผน โดยการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ

อรินา ปัดตาล (2562: 46-47) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ โดยนักเรียนต้องบูรณาการความรู้จากหลาย ๆ ส่วน สำหรับเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบที่นักเรียนต้องการ

ญาสุมิน สุวรรณไตรย์ (2563: 18) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น การดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาจสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการหรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อจะให้คำตอบของปัญหา โดยอาศัยความรู้ที่มีอยู่ประยุกต์ความรู้กับข้อมูลที่กำหนดให้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ โดยการแก้ปัญหาก็ต้องมีการฝึกฝน เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ขึ้นมา

การพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 31 - 33) กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และส่งผลโดยตรงต่อการเรียนคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจในปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่าน และการฟัง เมื่อพบปัญหานักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บทนิยาม มโนเมติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการระลึกถึงและสามารถนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งช่วยให้การทำความเข้าใจปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจด

บันทึกเพื่อแยกแยะประเด็นสำคัญ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา การเขียนปัญหาใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนมีโอกาสได้พบปัญหาต่าง ๆ หลากรูปแบบ ซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยมาก่อนบ้างหรือไม่ ปัญหาใหม่นั้นไม่สามารถแยกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่มีโครงสร้างของปัญหาคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาใหม่นี้ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาก็สามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการหาเหตุผล หลังจากที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปัญหาบางปัญหาจะต้องใช้การคิดคำนวณ และในบางปัญหาจะต้องใช้กระบวนการให้เหตุผล การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัด และวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่ประสบผลสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล นักเรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาในสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยและไม่สามารถหาวิธีการหาคำตอบได้ในทันทีทันใด นักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ นักเรียนผู้แก้ปัญหาจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหาซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ จะต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีการยืดหยุ่นการคิด คือ ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ความรู้พื้นฐาน ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ และสามารถนำความรู้นั้นมาใช้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหา จึงจะทำให้แก้ปัญหาได้

7. ระดับสติปัญญา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ

8. การอบรมเลี้ยงดู นักเรียนที่มาจากครอบครัวซึ่งมีการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และแบบเข้มงวด กวดขัน

9. วิธีสอนของครู กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิด อย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียน ย่อมส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนแบบที่ครูเป็นผู้บอกให้รู้

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Heimer & Trueblood, 1997: 31-32) กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญ บางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับภาษาหรือ ถ้อยคำ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เทคนิค
2. ความสามารถเกี่ยวกับการคำนวณ
3. การรวบรวมข้อมูลความรู้รอบตัว
4. ความสามารถในการตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ให้มา
5. ความสามารถในการให้เหตุผลของความสมเหตุสมผลตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
6. ความสามารถในการเลือกการดำเนินการเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องในการรองรับข้อมูล ที่ขาดหายไป

7. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

โพลยา (Polya, 1957: 225) กล่าวว่า สิ่งที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็น สิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. ความสามารถในการอ่านเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว จะต้องจับใจความสำคัญให้ได้ว่า โจทย์ปัญหาข้อนั้นต้องการให้หาคำตอบเกี่ยวกับอะไร โจทย์กำหนด อะไรมาให้บ้าง ข้อมูลที่กำหนดให้มีเงื่อนไขอย่างไรบ้าง
2. ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้ ความรู้ และประสบการณ์เดิมในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ความสามารถในการแปลงสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์

4. ความสามารถในการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา
5. ความสามารถในการคิดคำนวณ มีทักษะในการคำนวณอย่างคล่องแคล่ว
6. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 107) กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหาต้องอาศัย องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตีความ แยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้อง และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา และหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความสามารถในการคิดคำนวณ

สุร กาญจนมยุร (2532: 3-4) กล่าวว่า องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่ ความหมายของคำที่อยู่ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ
2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความเข้าใจ เป็นขั้นตีความ แปลความจากโจทย์ปัญหาออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบที่นักเรียนจะต้องคิดได้ด้วยตนเอง
3. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ นักเรียนจะต้องมีทักษะในการบวก ลบ คูณ และหาร ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ
4. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการแสดงวิธีทำ นักเรียนต้องฝึกการอ่านย่อความจากโจทย์แต่ละตอนโดยเขียนให้สั้น รัดกุม และมีความชัดเจนตามโจทย์
5. องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องเริ่มฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากง่ายไปหายาก คือ เริ่มฝึกทักษะตามตัวอย่าง
6. เลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้ดูแล้วจึงไปฝึกทักษะจากหนังสือเรียนต่อไป

สิริพร ทิพย์คง (2536: 165-167) กล่าวว่า หน้าที่ของครูในการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน
2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาถ้ามีไม่เพียงพอครูต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว
3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา
4. ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลางและง่ายเพื่อให้ นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจแก่นักเรียน
5. ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้น ๆ หรือไม่ โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้

6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

7. ควรช่วยนักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผังในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้

8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหาที่หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้ออื่น ๆ ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ

9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้ออื่น ๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ต่อบริการคิดและทำในการแก้ปัญหาข้ออื่น ๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน

10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยหรือให้นำปัญหามาเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชา (2537: 81-82) กล่าวว่า องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปลงได้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องมีทักษะทั้งการอ่าน การฟัง การคิด วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีความน่าเชื่อถือมากน้อยแค่ไหน และข้อมูลใดสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้

2. ทักษะในการแก้ปัญหา สามารถเกิดได้จากการฝึกการแก้ปัญหาบ่อย ๆ จนเกิดทักษะความชำนาญ หากเป็นปัญหารูปแบบใหม่สามารถนำประสบการณ์ ทักษะที่มีนำมาใช้แก้ปัญหาได้

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล ผู้เรียนสามารถอธิบายและให้เหตุผลถึงสาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไขได้

4. แรงขับ หากเจอปัญหาที่แปลกใหม่ ยุ่งยาก ผู้เรียนสามารถมีความสนใจแรงจูงใจเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องยึดติดกับรูปแบบวิธีการเดิม ๆ สามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ทักษะใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้

จากการศึกษาองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาจสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา เป็นการนำความรู้จากการอ่าน การฟัง มาตีความจากโจทย์ และแยกประเด็นสำคัญว่า โจทย์กำหนดอะไรให้ และต้องการให้ทำอะไร มีข้อมูลอะไรบ้างที่ให้มาที่ โดยขีดเส้นใต้ข้อความที่สำคัญแบ่งวรรคตอน มีการจดบันทึกเพื่อแยกแยะประเด็น การเขียนภาพหรือการเขียนปัญหาด้วยคำพูดของตนเอง

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาจะต้องได้รับการฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญ โดยเริ่มจากโจทย์ปัญหาที่ไม่ซับซ้อนตามด้วยโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน เมื่อฝึกฝนบ่อย ๆ จะเห็นความเหมือนและความต่างของปัญหาย่อยขึ้น ทำให้สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

3. การคิดคำนวณ หลังจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา ลงมือทำตามแผนแล้ว บางปัญหาต้องอาศัยการคิดคำนวณในการแก้ปัญหา ถ้าคำนวณผิดพลาดคำตอบที่ได้จะไม่ถูกต้องและถือว่าการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ

4. แรงขับ เป็นเจตคติความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความซาบซึ้งในการแก้ปัญหาโดยผ่านทางกิจกรรมการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา การมีความยืดหยุ่นในการคิดไม่ยึดติดกับรูปแบบที่คุ้นเคย ต้องปรับกระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ใหม่ ๆ โดยมีความเข้าใจ ทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ มาปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2545: 195 - 196) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา หรือวิเคราะห์ปัญหาซึ่งต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะในการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษา ซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรและโจทย์ต้องการทราบอะไรหรือพิสูจน์ข้อความใด

2. ขึ้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ หรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้วิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูปหรือแผนภาพ ตารางการสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่าคาดการณ์หรือคาดเดาคำตอบมาประกอบด้วย ผู้สอนจะต้องหาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

3. ขึ้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์ หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

4. ขึ้นตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ ที่ทำได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน (number sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (spatial sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

ทิตินา แคมมณี (2557: 312-313) กล่าวว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

ขั้นที่ 1 การสังเกต ให้นักเรียนทำการศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหานั้น สามารถสรุปและตระหนักในปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพสาเหตุและลำดับความสำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 3 สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย โดยทำการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้ผู้เรียน

ขั้นที่ 4 เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงานเพื่อรายงานและตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

ขั้นที่ 5 สรุป ผู้เรียนสรุปความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำในรูปของรายงาน โพลยา (Polya, 1957: 16-17) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา พิจารณาว่าปัญหาคืออะไร ต้องการอะไร คำตอบควรจะมีอยู่ในรูปแบบใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน พิจารณาว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา ปัญหาที่มีเคยมีประสบการณ์มาก่อนหรือไม่ หรือมีผู้ใดเคยแก้ปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ แล้วจึงกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจทานว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพเพียงใด

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1963: 135) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

1. การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด
2. การระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหา
3. การสรุปปัญหาและจัดลำดับความสำคัญของปัญหา
4. การระดมความคิดเพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหา
5. การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
6. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

โพลยา (Polya, 1973: 16-17) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจโดยการหาว่าสิ่งที่ต้องการคืออะไร เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอหรือไม่ ในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อย ๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาดีขึ้น

2. วางแผน เป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการ นักเรียนอาจเริ่มต้นด้วยการคิดก่อนว่าเคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหา จะแก้ปัญหาลงมือได้ก่อนบ้าง จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่ เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีอยู่สัมพันธ์กันมากขึ้นได้หรือไม่

3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

4. ตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปหที่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา พิจารณามีคำตอบหรือมีวิธีแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาก็ให้กะทัดรัด ชัดเจน เหมาะสมขึ้นกว่าเดิม ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากการแก้ปัญหาที่ผ่านมา ขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

ครูลิก และ รูดนิค (Krutik & Rudnick, 1993: 39-57) กล่าวว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีลำดับขั้นตอนแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและคิด (read and think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหาตีความเป็นภาษา สร้างความสัมพันธ์และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนดสิ่งที่ต้องการและ กล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน (explore and plan) ขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามองจะต้องวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 3 ขั้นการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (select a strategy) ในขั้นนี้ผู้ที่ทำการแก้ปัญหาต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ในการแก้ปัญหานี้ปัญหาอาจจะมีให้นำเอาหลาย ๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งวิธีแก้ปัญหานั้น ได้แก่ การค้นหารูปแบบ การทำย้อนกลับ การคาดเดาและตรวจคำตอบ การสรุป การรวบรวมหรือขยายความ การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (find an answer) เป็นขั้นที่ผู้ทำการแก้ปัญหาเข้าใจและเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้แล้วควรประมวลคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งต้องอาศัยทักษะการประมาณค่า การใช้ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะทางพีชคณิต ทักษะทางเรขาคณิต

ขั้นที่ 5 การมองย้อนและขยายผล (reflect and extend) เป็นขั้นที่คำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่

ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ซึ่งประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

เทราท์แมน และลิชเทินเบิร์ก (Troutman & Lichtenberg, 1995: 4-7) กล่าวว่า วิธีการแก้ปัญหา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา สามารถตั้งคำตอบเพื่อให้เข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

ขั้นที่ 2 กำหนดแผนในการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดวิธีการ แบบแผนที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้ซึ่งอาจจะมีการแบ่งงานกันให้แต่ละคนในกลุ่มช่วยกันทำ ทำให้ปัญหาสามารถเสร็จสิ้นไปได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 4 ประเมินแผนและคำตอบ เป็นการพิจารณาว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด อาจจะเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นหรือผู้อื่นก็ได้

ขั้นที่ 5 ขยายปัญหา สามารถเข้าใจโครงสร้างของปัญหาเพื่อหาระเบียบวิธีการหรือสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 บันทึกการแก้ปัญหา สามารถนำบันทึกหรือข้อมูลที่ได้จากปัญหานี้ไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545: 114) กล่าวว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่ปัญหา เป็นการศึกษาถึงสภาพของปัญหาว่า เป็นอย่างไร ปัญหาเกิดจากอะไรบ้าง เป็นการค้นพบปัญหาที่อาจจะเป็นไปได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการศึกษาวิเคราะห์ให้รู้ว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไรและอะไรบ้างที่ไม่ใช่ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นระบุปัญหา เป็นการนำเอาปัญหาที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงมาเป็นประเด็นสำคัญในการศึกษารวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาว่าจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด คุณค่าสูงต่ำเพียงใด

ขั้นที่ 5 ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการเสนอแนวทางวิธีการในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จ

ขั้นที่ 6 ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน เป็นการนำวิธีแก้ปัญหาในขั้นตั้งสมมติฐานไปใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 7 ขั้นสรุป เป็นการสรุปผลเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องและรวดเร็ว

ขั้นที่ 8 ขั้นนำไปใช้ เป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Fernandez & Hadaway, 1993: 1-24) กล่าวว่า การแก้ปัญหาโดยทั่วไปมักจะนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นขั้น ๆ ในลักษณะที่เป็นกรอบการแก้ปัญหาที่เป็นแนวทาง

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหามาแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957: 16-17) ซึ่งแบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา พิจารณาว่าปัญหาคืออะไร ต้องการอะไรคำตอบควรจะอยู่ในรูปแบบใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน พิจารณาว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา ปัญหาที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนหรือไม่ หรือมีผู้ใดเคยแก้ปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ แล้วจึงกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจทานว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพเพียงใด

ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553: 6-9) กล่าวว่า ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยยุทธวิธีเดาและตรวจสอบเป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดให้ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องนำมาใช้เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหา แล้วตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่ โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการเดาในครั้งแรก ๆ ใช้เป็นข้อมูลในการสร้างกรอบในการเดาครั้งต่อไปที่มีความชัดเจนขึ้นและเข้าถึงคำตอบของปัญหาได้เร็วขึ้น การเดาต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทางเพื่อให้สิ่งที่เดาเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

2. ยุทธวิธีประมาณคำตอบในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เมื่อกำหนดแนวทางและวิธีการคิดคำนวณได้แล้ว ในการหาคำตอบอาจใช้การประมาณค่าจำนวนต่าง ๆ ให้มีค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มหน่วย จำนวนเต็มสิบ จำนวนเต็มร้อย หรือจำนวนเต็มอื่น ๆ แล้วแต่กรณี แล้วประมาณคำตอบจากการคิดคำนวณอย่างคร่าว ๆ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ค่อนข้างรวดเร็วกว่าการคิดคำนวณตรง ๆ บันทึกราคาที่ได้จากการประมาณนี้ไว้ คำตอบที่ได้จากการประมาณจะช่วยให้มองเห็นภาพของคำตอบที่ต้องการและสามารถนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการคำนวณตามปกติเพื่อ

ตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ และในปัญหาบางปัญหาผลจากการประมาณคำตอบสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการหาคำตอบที่ต้องการได้

3. ยุทธวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพศักยภาพ ในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีข้อจำกัดจนกระทั่งเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เด็กเล็กค่อนข้างจะมีความยากลำบากในการใช้สัญลักษณ์เพื่อแก้ปัญหา ทางเลือกที่ดีทางหนึ่งที่เป็นรูปธรรมมากกว่า คือการใช้ภาพและแผนภาพ สำหรับเด็กเล็กสามารถใช้ภาษาที่แทนด้วยรูปภาพในการบันทึกข้อสนเทศเกี่ยวกับการแก้ปัญหา เมื่อเด็กมีวุฒิภาวะขึ้น สิ่งแทนด้วยรูปภาพและแผนภาพจะเปลี่ยนไปเป็นตัวเลขและนิพจน์อย่างอื่นทางคณิตศาสตร์ การเขียนภาพหรือแผนภาพช่วยให้เข้าใจปัญหาง่ายขึ้น และบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากเขียนภาพ หรือแผนภาพนั้น

4. ยุทธวิธีสร้างตัวแบบ ตัวแบบพบอยู่มากมายในคณิตศาสตร์ ตัวแบบมีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย นักเรียนควรจะได้รับภาระกระตุ้นให้ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมในการทำ ความเข้าใจ และกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา เราสามารถใช้สิ่งต่าง ๆ ในการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา

5. ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติ การลงมือปฏิบัติเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาประเภทหนึ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ โดยปกติอาจทำคร่าว ๆ ก่อน ไม่เน้นความละเอียดและประณีต เพื่อให้เห็นภาพรวมของงานที่ทำเป็นยุทธวิธีที่ดีที่ให้นักเรียนได้คิดผ่านการกระทำ และทำให้มองเห็นภาพของสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย

6. ยุทธวิธีแจกแจงรายการ การแจกแจงรายการเป็นการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่ ข้อมูลที่กำหนดกรณีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่กำหนด โดยนำเสนอให้เป็นระบบ มีระเบียบ ครบถ้วนเป็นหมวดหมู่ ป้องกันการเสนอซ้ำซ้อน อาจนำเสนอในรูปตาราง เพื่อให้การพิจารณาใช้ประโยชน์จากข้อมูลทำได้สมบูรณ์ การแจกแจงรายการอาจนำเสนออย่างครบถ้วนทุกประเด็น เมื่อกรณีต่าง ๆ ที่จะนำเสนอมีจำนวนจำกัด หรืออาจจะนำเสนอเพียงบางรายการที่จำเป็น และเพียงพอต่อการหาคำตอบของปัญหาก็ได้

7. ยุทธวิธีสร้างตาราง การจัดกระทำกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้เป็นระบบ มีระเบียบ โดยการนำมาเขียนลงในตาราง ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการ การใช้ยุทธวิธีสร้างตารางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่ควรพิจารณา ดังนี้

- 7.1 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด
- 7.2 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีที่เป็นไปได้บางกรณี
- 7.3 สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสองชุด (หรือมากกว่า)
- 7.4 สร้างตารางเพื่อค้นหาัยทั่วไปของความสัมพันธ์

8. ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป แบบรูปเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติและเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น แบบรูปเป็นสาระสำคัญที่เด่นชัดในคณิตศาสตร์ การค้นหาและการใช้แบบรูปสามารถประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เด็กเล็ก ๆ สามารถค้นหาและพรรณนาแบบรูปได้จากการ ร้อยลูกปัด การเล่นไม้บล็อก ในระดับประถมศึกษาเด็กสามารถค้นหาและอธิบายแบบรูปของจำนวน เช่น 2, 4, 6, 8, ..., 30, 27, 24, 21, ... เป็นต้น นักเรียนที่มีวุฒิภาวะสูงกว่าจะทำกิจกรรมเกี่ยวกับ แบบรูปที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนได้ดีกว่า

9. ยุทธวิธีเปลี่ยนมุมมอง การเปลี่ยนมุมมองดูเหมือนว่าเป็นแนวทางการคิดมากกว่าที่จะเป็น ยุทธวิธี ยุทธวิธีนี้บางที่เรียก หยุดคิดก่อน (breaking out) เพราะว่าผู้แก้ปัญหาต้องหยุดคิดมองปัญหา ในรอบด้าน ทาวิธี หามุมมองของปัญหาใหม่ ซึ่งอาจแปลกแยกไปจากวิธีปกติธรรมดา

10. ยุทธวิธีนี้ถึงปัญหาที่คล้ายกัน เมื่อเผชิญกับปัญหา สิ่งหนึ่งที่ผู้แก้ปัญหาคควรกระทำ คือ การพิจารณาว่าปัญหานี้คล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ ถ้าเป็นปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคย แก้มาก่อน หรือมีบางส่วนของปัญหาคคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อน ผู้แก้ปัญหาคต้องคิดทบทวนถึง วิธีการหรือยุทธวิธีที่เคยใช้แล้วพิจารณา เพื่อนำมาประยุกต์กับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

11. ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่าย หรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย ปัญหาบางปัญหาเหมือนเป็นปัญหาใหม่ อาจเป็นด้วยขนาดของจำนวนหรือความซับซ้อนของปัญหา การทำปัญหาให้ง่ายลงจะช่วยทำให้ สามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา และนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาที่กำหนดให้วิธีการหนึ่งในการ ทำปัญหาให้ง่ายคือ การแบ่งปัญหาออกเป็น ส่วน ๆ หรือเริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีระดับความซับซ้อน น้อยลง การทำปัญหาให้ง่ายสามารถนำมาใช้เพื่อให้สามารถค้นหาแบบรูปของคำตอบได้

12. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้กระทำโดยสมมติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบ ค่า สร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่ปัญหาคำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้นแล้ว พิจารณาหาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ปัญหาบางปัญหาสามารถสร้าง ความสัมพันธ์ในรูปสมการที่สอดคล้องกับปัญหาได้ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ทำโดยแก้สมการแล้ว พิจารณาความเป็นไปได้จากคำตอบของสมการนั้น

13. ยุทธวิธีให้เหตุผล การให้เหตุผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดให้ผนวกกับข้อความที่ทราบมาก่อน เป็นเหตุบังคับไปสู่ผลซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาและมัก ใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ

14. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ ยุทธวิธีทำย้อนกลับ เป็นยุทธวิธีเฉพาะซึ่งสามารถประยุกต์กับปัญหา บางปัญหา โดยที่การแก้ปัญหาเริ่มต้นจากสิ่งที่กำหนดให้แล้วหาความเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่ปัญหาต้องการ ทำได้ค่อนข้างยาก แต่ว่าการเริ่มต้นพิจารณาจากสิ่งที่ปัญหาต้องการแล้วหาความเชื่อมโยงย้อนกลับ ไปสู่สิ่งที่ปัญหาคำหนดให้ทำได้ง่ายกว่า เป็นยุทธวิธีที่มีคุณค่าสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ เป็นวิธีการ

ที่ชาญฉลาดในการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล เป็นยุทธวิธีที่ใช้การคิดวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุ

บิทเทอร์ (Bitter, 1990: 66–67) เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ
4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ
5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซากไม่ท้าทายความสามารถ
6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาบ่อย ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน
7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ข้อ โดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้
8. ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้น ๆ
9. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่
10. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา
11. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

จากการศึกษายุทธวิธีที่ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาจสรุปได้ว่า ยุทธวิธีที่ได้มาซึ่งคำตอบ มีได้หลายยุทธวิธี ครูต้องเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมกับปัญหา และทักษะความรู้ของนักเรียนว่า จะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา ต้องมีการฝึกฝนการแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

หลักการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 12-14) กล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลักการที่สำคัญดังนี้

1. การวัดและประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นสิ่งเร้าส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังคำถามต่อไปนี้ “นักเรียนแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร” “ใครมีวิธีการนอกเหนือจากนี้บ้าง” “นักเรียนคิดอย่างไรกับวิธีการที่เพื่อนเสนอมา” การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเองและระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ยังสามารถใช้คำตอบของนักเรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อีกด้วย

2. การวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของนักเรียนที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ และจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และต้องแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละเรื่องให้นักเรียนทราบโดยตรงหรือทางอ้อมเพื่อให้นักเรียนได้ปรับปรุงตนเอง

3. การวัดและประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งความรู้ ด้านความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ตามสาระการเรียนรู้ที่จัดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษาโดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงาน หรือทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้ง 3 ด้าน งานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะ ดังนี้

3.1 สาระในงานหรือกิจกรรมต้องใช้การเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง

3.2 ทางเลือกในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหามีหลายวิธี

3.3 เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหาที่เป็นปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตน

3.4 งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้นักเรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดรูป เป็นต้น

3.5 งานหรือกิจกรรมควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องช่วยให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมกับนักเรียน เช่น การมอบหมายงานให้ทำที่บ้าน

การเขียนแบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การจัดทำแฟ้มสะสมผลงานการทำงาน เป็นต้น รวมทั้งการให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง และนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่กำหนดไว้ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนอย่างครบถ้วน

5. การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งปรับปรุงการสอนของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องวัดและประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ และนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งแบ่งการประเมินผลเป็น 3 ระยะ คือ การวัดและประเมินผลก่อนเรียน การวัดและประเมินผลระหว่างเรียน และการวัดและประเมินผลหลังเรียน

จากการศึกษาหลักการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาจสรุปได้ว่า หลักการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการทำให้ต่อเนื่อง สม่ำเสมอ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน ในการวัดผลมีการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม และมีการแจ้งผลการประเมินให้แก่ นักเรียน เพื่อให้ นักเรียน ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

วิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เลสเตอร์ และดาฟเฟอร์ (Lester & Daffer, 1987: 2-30) กล่าวว่า วิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 4 วิธี ได้แก่

1. การสังเกตและการใช้คำถาม คือ การสังเกตและการใช้คำถามกับนักเรียน ขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการแสดงออก เจตคติ และความเชื่อต่าง ๆ การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการและการใช้คำถามกับนักเรียนสามารถใช้ประเมินเมื่อนักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลในกลุ่มเล็ก หรือในขณะที่อภิปรายร่วมกันทั้งชั้น คาดว่าน่าจะมีประสิทธิภาพที่สุดระหว่างที่นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลหรือในกลุ่มเล็ก เนื่องจากครูมีข้อจำกัดในด้านเวลาในการจดบันทึกขณะที่มีการอภิปรายทั้งชั้นเรียน เครื่องมือในการประเมินที่ครูต้องเตรียมไว้ล่วงหน้า เช่น แบบตรวจสอบ มาตรฐานค่า เป็นต้น

2. การใช้การประเมินข้อมูลด้วยตัวของนักเรียนเอง คือ การใช้การประเมินข้อมูลเฉพาะตัวของนักเรียนจะมีคุณค่ามากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเชื่อตรงที่นักเรียนรายงานหรือบันทึกออกมาถึงความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจและความคิดของนักเรียนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนด เครื่องมือสำหรับประเมินวิธีนี้ คือ สมุดรายงานผล ที่นักเรียนต้องเขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา ภายหลังจากที่แก้ปัญหาสำเร็จแล้ว ทั้งนี้ครูสามารถใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อช่วยให้นักเรียน

มองย้อนกลับและอธิบายความคิดของนักเรียนขณะที่แก้ปัญหาได้ เช่น นักเรียนทำอะไรเมื่อแรกพบปัญหา นักเรียนคิดถึงอะไร นักเรียนใช้หรือไม่ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ผลเป็นอย่างไรมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ยุทธวิธีนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาได้คำตอบเลยหรือไม่ ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จ นักเรียนพยายามหายุทธวิธีอื่นมาลองใช้อีกหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ นักเรียนรู้สึกอย่างไร นักเรียนตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีการอื่น ๆ บ้างหรือไม่ นักเรียนแน่ใจหรือไม่ว่าคำตอบที่หาได้ถูกต้อง ความรู้สึกของนักเรียนโดยภาพรวมเป็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้ปัญหานี้

3. การใช้แบบทดสอบ ได้แก่ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ และแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ โดยแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะมีตัวเลือกหลาย ๆ ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกตอบตัวเลือกที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว ส่วนแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้ เพื่อให้ให้นักเรียนเติมคำหรือใส่ประโยคที่ถูกต้องลงในช่องว่าง

4. การให้คะแนนแบบรูบรีค

4.1 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นวิธีการประเมินที่กำหนดค่าของคะแนนโดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ขั้นตอนแรก คือ การกำหนดขั้นตอนของการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่สอง คือ การกำหนดพิสัยของคะแนนที่เป็นไปได้ในแต่ละขั้น

4.2 การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นวิธีการประเมินที่เน้นภาพรวมของคำตอบ การให้คะแนนจะไม่กำหนดคะแนนแยกแยะในแต่ละประเด็น แต่จะกำหนดน้ำหนักคะแนนสำหรับภาพรวมของคำตอบทั้งหมด

จากการศึกษาวิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ อาจสรุปได้ว่า วิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์มีหลายวิธี ประกอบด้วย การสังเกตและการใช้คำถามกับนักเรียน การใช้การประเมินข้อมูลด้วยตัวของนักเรียนเอง การใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ และแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ การให้คะแนนแบบรูบรีค ครูผู้สอนต้องเลือกรูปแบบการประเมินผลให้เหมาะสม ตรงกับวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการสอนต่อไป ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้การประเมินโดยให้คะแนนแบบรูบรีค

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินผลการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 130) กล่าวว่า เกณฑ์ประเมินผลการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดี พอใช้ และปรับปรุง นอกจากนี้ครูอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสมได้ดังนี้

| รายการประเมิน | คะแนน (ระดับคุณภาพ) | เกณฑ์การพิจารณา |
|------------------------------------|---|---|
| 1. ความเข้าใจปัญหา | 3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง) | - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน - เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา |
| 2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา | 3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง) | - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ |
| 3. การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา | 3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง) | - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา |
| 4. การสรุปคำตอบ | 3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง) | - สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์ - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง |

ชรินทร์ สงสกุล (2559: 40) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด โดยแบ่งขั้นตอนการให้คะแนนออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (2 คะแนน)

2 หมายถึง ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการต้องถูกต้อง ครบถ้วน

1 หมายถึง ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้บางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2 หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และเขียนสูตรที่ใช้ในการคำนวณได้ถูกต้อง

1 หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบได้ แต่อาจจะเขียนสูตรที่ใช้ได้ไม่ถูกต้องหรือเขียนสูตรที่ใช้ในการคำนวณได้ถูกต้อง แต่เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบได้ไม่ถูกต้อง

0 หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องเขียนสูตรที่ใช้ได้ไม่ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2 หมายถึง แทนค่าในสูตรที่ใช้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ แสดงการคำนวณตามยุทธวิธีที่เลือกได้ถูกต้องและชัดเจนครบถ้วน

1 หมายถึง แทนค่าในสูตรที่ใช้ได้ถูกต้อง แสดงการคำนวณตามยุทธวิธีที่เลือกได้ถูกต้องเป็นบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงการคำนวณหรือแสดงแต่ไม่ถูก

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ (2 คะแนน)

2 หมายถึง สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์ และสามารถตรวจคำตอบได้

1 หมายถึง สรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วนหรือคำนวณผิดพลาดตอบได้ถูกต้องบางส่วน

0 หมายถึง สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่มีคำตอบ

อัมพร ม้าคนอง (2554: 173-174) กล่าวถึง การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถในการหาคำตอบและแนวทางการแก้ปัญหา
2. การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างโจทย์ปัญหาต่าง ๆ
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี
4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณา คำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ได้ว่าถูกต้อง เหมาะสมเพียงใด
5. การขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลจากการแก้ปัญหาไปคิดต่อ เช่น การมองเห็นรูปทั่วไป การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขของปัญหาเปลี่ยนไป

สิริพร ทิพย์คง (2544: 111-114) กล่าวว่า การประเมินความสามารถของนักเรียนทำได้หลายแบบ เช่น การใช้แบบทดสอบเลือกตอบ แบบเติมคำตอบ และแบบแสดงวิธีทำ ตลอดจนใช้การสัมภาษณ์และการใช้คำถาม สามารถกระตุ้นให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย

เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหา

1. ความเข้าใจปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน สำหรับการเข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย

2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง
- 1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง
- 0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

4. การตอบ

- 2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์
- 1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
- 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

5. การให้คะแนนในภาพรวม เป็นการมองผลผลิตการแก้ปัญหาทั้งหมด โดยกำหนดในช่วง 0-4 คะแนน ดังนี้

4 คะแนน เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาผิดพลาดเล็กน้อยและความผิดพลาดนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลอื่น ๆ นักเรียนแก้ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์ ได้คำตอบถูกต้อง

3 คะแนน เมื่อมีเครื่องมือที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่เข้าใจผิดพลาดบางส่วน ทำให้คำตอบผิดพลาดในบางส่วนทำให้คำตอบผิด มียุทธวิธีแก้ปัญหานั้นเหมาะสมแต่คำตอบผิดโดยไม่ปรากฏเหตุผล หรือ มีคำตอบบางส่วนถูกต้อง แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่การแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์

2 คะแนน เมื่อแสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่คำนวณผิดพลาด และ ร่องรอยปรากฏว่ามีความเข้าใจปัญหา แต่ไม่แสดงการแก้ปัญหาเพียงพอที่จะค้นพบคำตอบได้ หรือใช้วิธีการคำนวณผิดพลาดจึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนพบคำตอบของปัญหาย่อย แสดงวิธีทำได้ถูกต้องแต่กระบวนการทำงานไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงให้เห็นกระบวนการทำงาน

1 คะแนน เมื่อมีร่องรอยปรากฏว่าพบวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และคัดลอกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหาให้ เห็นว่ามีความเข้าใจปัญหา มีร่องรอยการแสดงยุทธวิธีในการหาคำตอบที่เหมาะสมแต่ไม่สำเร็จ

0 คะแนน เมื่อกระดาษว่างเปล่าหรือมีข้อมูลง่าย ๆ แต่ไม่ปรากฏหลักฐานการคิดคำนวณมีคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ

6. การให้คะแนนแบบประเมินค่า เป็นวิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาของนักเรียนที่แสดง การคิดคำนวณโดยการให้คะแนนตามอัตราส่วนของการคิดคำนวณ คะแนนอยู่ในช่วง 0-4 คะแนน มีหลักเกณฑ์ คือ ถ้าคิดคำนวณได้ถูกต้องสมบูรณ์ได้ 4 คะแนน ถ้าไม่ถูกต้องสมบูรณ์คะแนนจะลดลงตามลำดับ ก่อนการให้คะแนนด้วยวิธีการประเมินค่าจะต้องตั้งเกณฑ์ให้คะแนนไว้ก่อนจึงจะยุติธรรม แต่ถ้าครูที่มีประสบการณ์น้อยไม่ควรใช้วิธีการประเมินค่า เพราะการให้คะแนนนั้นครูต้องตอบได้ว่า นักเรียนคิดคำนวณได้มากน้อย สมบูรณ์อยู่ในระดับใด หากครูขาดประสบการณ์อาจทำให้เกิดการผิดพลาดได้ง่าย

อรินา ปัตताल (2562: 63-64) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน ที่เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ดังนี้

| รายการประเมิน | ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|--------------------|-------------|---|
| 1. ความเข้าใจปัญหา | 2 คะแนน | - นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องและสมบูรณ์ |
| | 1 คะแนน | - นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่ โจทย์ต้องการให้หาถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง |
| | 0 คะแนน | - นักเรียนไม่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ ต้องการให้หา หรือเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการให้หาไม่ถูกต้อง |

| รายการประเมิน | ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|------------------------------------|--|---|
| 2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา | 2 คะแนน 1 คะแนน 0 คะแนน | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์หรือเขียนวิธีการแก้ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบได้ถูกต้องและชัดเจน - นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้องบางส่วนหรือเขียนวิธีการแก้ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบได้ แต่ไม่ชัดเจน - นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนประโยคสัญลักษณ์ |
| 3. การใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา | 5 คะแนน 4 คะแนน 3 คะแนน 2 คะแนน 1 คะแนน 0 คะแนน | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาจากยุทธวิธีที่นักเรียนเขียนไปใช้ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับปัญหา และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์ - นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาจากยุทธวิธีที่นักเรียนเขียนไปใช้ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับปัญหาและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนและสรุปคำตอบได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ - นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาจากยุทธวิธีที่นักเรียนเขียนไปใช้ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับปัญหา และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนแต่ไม่สรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง - นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาจากยุทธวิธีที่นักเรียนเขียนไปใช้ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับปัญหาแต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจนและไม่สรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง - นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาจากยุทธวิธีที่นักเรียนเขียนไปใช้ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับ ปัญหาแต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ถูกต้องและไม่สรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง - นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหา หรือไม่มีการสรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง |

| รายการประเมิน | ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|---|--------------------|---|
| 4. เหตุผลในการเลือกวิธีการในการแก้ปัญหา | 1 คะแนน 0 คะแนน | - นักเรียนเขียนเหตุผลได้ถูกต้อง - นักเรียนไม่เขียนเหตุผลหรือเขียนไม่ถูกต้องทั้งหมด |

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ ชรินทร์ สงสกุล (2559: 40) ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยใช้แนวคิดของโพลยา (Polya, 1957: 16-17) และขั้นตอนในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อธิบายความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ความสามารถในการใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายสรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

คงรัฐ นวลแปง (2547: 8) กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะการใช้คำศัพท์ ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเพื่อสื่อความหรือนำเสนอเกี่ยวกับความคิดหรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

ศิริพรรณ ศรีอุทธา (2548: 30) กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาทักษะในด้านการสื่อสาร เช่น การเล่าเรื่อง การเขียนสรุป การทำรายงานหรือ การศึกษาค้นคว้าจากตำรา วารสาร เอกสาร และการนำเสนอด้วยปากเปล่า การใช้ศัพท์สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิด แลกเปลี่ยนความรู้ แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดของตนเองถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม และสามารถวิเคราะห์และประเมินค่าแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ปิยะรัตน์ เจาผ่อง (2551: 8) กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะในการฟัง การพูด การเขียน การนำเสนอและการอภิปราย โดยใช้คำศัพท์ ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิดระหว่างตนเองกับผู้อื่น

จิรากร สำเร็จ (2551: 15) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ภาษาพูดและเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิด

แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม

สัญญา ภัทรกร (2552: 118) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้าง แนวคิดและอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม

อัมพร ม้าคนอง (2559) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการสื่อสารและสื่อ ความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) กล่าวว่า การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียน สามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของ ผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและ จดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย

ชานนท์ ศรีผ่องงาม (2549) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็น ความสามารถในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในด้านการพูด หมายถึง การแสดงแนวคิดหรือความ คิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยการพูด ซึ่งสามารถวัดทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการพูดได้โดยการใช้แบบสังเกตพฤติกรรม

2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง แนวคิดในการทำแบบฝึกหัดที่มี อยู่ กิจกรรมการเรียนการสอน และสามารถประเมินได้โดยการใช้เกณฑ์การประเมิน

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 214) กล่าวว่า การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดง แนวคิดและสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด โดยได้ระบุความสามารถที่ ต้องการให้เกิดขึ้นในตัว of นักเรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดง ให้ เห็นภาพ

2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอ โดยการพูด การเขียน หรือภาพต่าง ๆ

3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบาย ความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994: 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการนำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้

รีส์ และคนอื่น ๆ (Reys & Other, 2001: 83) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ จัดการและขยายความคิดให้ชัดเจนขึ้น โดยอาศัยการพูดและการเขียน หรือการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อาจสรุปได้ว่าเป็นความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจผ่านการการเขียน โดยการใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล เพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ทั้งนี้ผู้วิจัยสนใจการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ตามแนวคิดของ ชานนท์ ศรีม่วงงาม (2549)

ความสำคัญของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) กล่าวว่า ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้และความคิด ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง และจดจำได้นานมากขึ้นด้วย

อัมพร ม้าคนอง (2553: 57) กล่าวว่า ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสารมีดังนี้

1. ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเรียน ทำให้เข้าใจงานที่ทำตรงกัน
2. ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นบริบทของการพูดจากัน
3. เพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับทั้งผู้สื่อสารและผู้รับสาร
4. ช่วยให้ผู้สอนมองเห็นความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้วางแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989: 26) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาทางคณิตศาสตร์ เป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึก ไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรม และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ คำพูด และการแทน

ความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน

มัมมี และเชพเพิร์ด (Mumme & Shepherd, 1993: 7-9) กล่าวว่า ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. การสื่อสารช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ด้วยการแสดงแนวคิด การอภิปราย และการรับฟังผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เชิงลึก และช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2. การสื่อสารช่วยแบ่งปันความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการพูดอภิปราย ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาการใช้ภาษาอย่างง่าย การเข้าใจในกฎนิยามและสัญลักษณ์ต่าง ๆ

3. การสื่อสารสามารถเพิ่มความสามารถให้นักเรียนในฐานะที่เป็นผู้เรียน นักเรียนได้ฝึกฝนความสามารถและควบคุมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาด้วยตนเอง โดยการนำเสนอสิ่งที่พวกเขาคิดด้วยการพูดและการเขียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น

4. การสื่อสารช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มให้นักเรียนได้พูดและรับฟังผู้อื่น อันเป็นการช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน

5. การสื่อสารเป็นการช่วยเหลือให้ครูได้รู้ถึงความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยครูสามารถรับรู้ถึงความคิดความเข้าใจของนักเรียนได้โดยการฟังสิ่งที่พวกเขาอธิบายหรือแสดงเหตุผล

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994: 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในความคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เนื่องจากสภาพสังคมแห่งเทคโนโลยีในปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาคอมพิวเตอร์และเครื่องมืออื่น ๆ ในการบริหารจัดการและส่งผ่านข้อมูล หรือความคิด ความเข้าใจให้แก่ผู้อื่น คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความหมายเป็นภาษาเฉพาะรัดกุม สามารถสื่อสารและนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันโดยใช้รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ตัวอักษร

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อาจสรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่สำคัญช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจภาษาทางคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ คำพูด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง และจดจำได้นานมากขึ้นด้วย

แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 26) กล่าวว่า แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนา และการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดย การอ่าน การพูด และการแสดงแนวคิด จัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้ นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ และทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ดังนั้นการพูด การฟัง การอ่าน การเขียนและการแสดงแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ จึงเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร

กรมวิชาการ (2545 : 201-203) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีแนวทางในการดำเนินการ ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ การฝึกทักษะกระบวนการนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่องโดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหายังไง จะใช้ภาพ ตารางหรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 74-75) กล่าวว่า แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ครูควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ ต่อไปนี้

1. มีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง (active participation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารมีโอกาสได้ซักถามหลังจากฟังคำอธิบาย มีโอกาสนำเสนอแนวคิดหรือเหตุผลที่ต่างออกไป หรือได้ลงมือปฏิบัติ
2. มีโอกาสทราบผลการกระทำทันที (immediate feedback) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้ส่งสารได้รับคำติชมวิพากษ์วิจารณ์ทันทีในโอกาสแรกที่เป็นไปได้ ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบว่าผู้รับสามารถรับสารได้ดีเพียงใด
3. มีความรู้สึกภาคภูมิใจที่เป็นความสำเร็จ (success experience) กล่าวคือ มีการท้าทายให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้คิดหรือได้ทำ ทั้งนี้เพราะเมื่อทำได้สำเร็จก็จะเกิดความภาคภูมิใจ
4. มีโอกาสได้รับสารทีละน้อยตามลำดับขั้น (gradual approximation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้ใคร่ครวญตามทีละน้อยจากง่ายไปยาก จนเข้าใจในเนื้อหาของสารที่จะได้รับ

ปริญญา สองสีดา (2550: 44) กล่าวว่า แนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทำได้หลายวิธี เช่น การให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการ พูด การเขียน การอ่าน การใช้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของเรา เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว หรืออาจจะให้นักเรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในงานกลุ่ม และที่สำคัญมากในการส่งเสริมการสื่อสารคือ ครูควรเป็นทั้งผู้ส่งสารและในขณะเดียวกันก็ต้องเป็นผู้รับสารด้วย ซึ่งการสื่อสารแบบนี้จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สิริพร ทิพย์คง (2545: 100) กล่าวว่า เพื่อให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ครูควรส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
2. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเองโดยผู้สอนช่วยชี้แนะ ทั้งนี้ควรฝึกความสามารถในการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร เขียนรูปภาพ ความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมาย

ศิริพรรณ ศรีอุท (2548: 31) กล่าวว่า แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้น สื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิตและเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียนจะทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิด จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และคิดอย่างสร้างสรรค์ การพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในที่นี่รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเองซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสนใจ

4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด การเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพื่อให้เด็กเห็นว่า การเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียน ซึ่งจะต้องชี้แจงกับนักเรียนให้ชัดเจน

5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การให้นักเรียนนั่งเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการ

เรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะโดยอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและการจัดการระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

มัมมี และเซฟเพิร์ด (Mumme & Shepherd, 1993: 9-11) กล่าวว่า แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. นำเสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาหรืออธิบายถึงสิ่งที่พบเห็น
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงการที่มี กิจกรรมการสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมลักษณะนี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิตและเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม ต้องเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนอง ออกมารวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสงสัย
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด และฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพราะการเขียนสื่อสารแนวคิดมีความสำคัญ จะทำให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย
5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การที่นักเรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย แต่การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่ม ถือเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง
6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน ควรชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

จากการศึกษาแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อาจสรุปได้ว่า แนวทางหนึ่งในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ ครูกำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน มีการใช้คำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดถามอย่างต่อเนื่อง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการอ่าน การพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิดโดยการใช้กลุ่มร่วมมือและช่วยเหลือกัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและนำเสนอความคิดมาสื่อสารและแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญของการ

เขียน เนื่องจากการเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญ เป็นช่องทางการสื่อสารที่ให้ผู้ส่งสารบันทึกแนวคิด หรือกระบวนการออกมาเป็นภาษาเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมเหตุสมผล

การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

หลักการประเมินผลการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 12-14) กล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. การวัดและประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นสิ่งเร้าส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังคำถามต่อไปนี้ “นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างไร” “ใครมีวิธีการนอกเหนือจากนี้บ้าง” “นักเรียนคิดอย่างไรกับวิธีการที่เพื่อนเสนอมา” การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเองและระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ยังสามารถใช้คำตอบของนักเรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อีกด้วย

2. การวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของนักเรียนที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ และจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และต้องแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละเรื่องให้นักเรียนทราบโดยตรงหรือทางอ้อมเพื่อให้นักเรียนได้ปรับปรุงตนเอง

3. การวัดและประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งความรู้ ด้านความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ตามสาระการเรียนรู้ที่จัดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษาโดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงาน หรือทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้ง 3 ด้าน งานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะ ดังนี้

3.1 สาระในงานหรือกิจกรรมต้องใช้ในการเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง

3.2 ทางเลือกในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหาหลายวิธี

3.3 เจื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหาที่เป็นปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตน

3.4 งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้นักเรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดรูป เป็นต้น

3.5 งานหรือกิจกรรมควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องช่วยให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมกับนักเรียน เช่น การมอบหมายงานให้ทำการบ้าน การเขียนแบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การจัดทำแฟ้มสะสมผลงาน การทำโครงการ เป็นต้น รวมทั้งการให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง และนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่กำหนดไว้ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนอย่างครบถ้วน

5. การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งปรับปรุงการสอนของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องวัดและประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ และนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งแบ่งการประเมินผลเป็น 3 ระยะ คือ การวัดและประเมินผลก่อนเรียน การวัดและประเมินผลระหว่างเรียน และการวัดและประเมินผลหลังเรียน

เคนนิตี และทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994: 112) แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (language of mathematics)
 - 1.1 ไม่ใช้หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้องสละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (mathematical representations)
 - 2.1 ไม่ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 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)

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้เสนอมาตรฐานด้านการสื่อสารและมาตรฐานด้านการนำเสนอไว้ ดังนี้

มาตรฐานด้านการสื่อสาร เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. รวบรวมและจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการสื่อสารได้
2. สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องและชัดเจน
3. วิเคราะห์และประเมินความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของบุคคลอื่นได้
4. ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็น

มาตรฐานด้านการนำเสนอ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สร้างและใช้การนำเสนอในการรวบรวม บันทึก และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้
2. เลือกใช้ ประยุกต์ และปรับเปลี่ยนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้
3. ใช้การนำเสนอในการจำลองและตีความปรากฏการณ์ทางกายภาพ ทางสังคม และทางคณิตศาสตร์ได้

วิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 149) กล่าวถึง วิธีการประเมินความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอประเมินได้จาก พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถของผู้เรียนไว้ดังนี้

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องและเหมาะสม
2. นำเสนอผลงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและเป็นระบบที่ชัดเจนเข้าใจง่าย
3. มีรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการและสมบูรณ์
4. มีการใช้เทคโนโลยีช่วยในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม
5. รูปแบบการนำเสนอดึงดูดความสนใจ

การให้คะแนนรูป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 18-19) กล่าวถึง การแบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม
2. ใช้ข้อความศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล
3. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล
4. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้
5. เสนอความคิดที่เหมาะสมกับปัญหา

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994: 112) กล่าวถึง การแบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 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)

จาแคบคส์ซิน และเลน (Jakabcsin & Lane, 1996: 238-246) กล่าวถึง กฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0-4 คะแนน ดังตาราง

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

| ระดับ | เกณฑ์การประเมิน |
|-------|--|
| 4 | อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล |
| 3 | อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงการสนับสนุนการให้ เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย |

| ระดับ | เกณฑ์การประเมิน |
|-------|--|
| 2 | อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน |
| 1 | อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจน ตีความหมายยาก |
| 0 | การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหาแผนภาพประกอบผิดหมด |

ที่มา: ไฉ่จินฟา จากัซซิน, แมรี่ และเลน, ซูซัน (Cai, Jinfa.; Jakabcsin, Mary and Lane, Suzanne. (1996, May). Assessing Student's Mathematical Communication. School Science and Mathematics. 96(5): 242.

กรมวิชาการ (2546: 121-124) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

| ระดับคะแนน/ ความหมาย | ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย | ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ |
|-------------------------|--|---|
| 4 ดีมาก | การแสดงวิธีทำชัดเจนสมบูรณ์ คำตอบถูกต้องครบถ้วน | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้เป็นระบบ กระชับชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์ |
| 3 ดี | การแสดงวิธีทำ ยังไม่ชัดเจน นักแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้องครบถ้วน | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟแผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์ |
| 2 พอใช้ | การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำคำตอบ ถูกต้องครบถ้วน หรือการ แสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์แต่ | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน |

| ระดับคะแนน/ ความหมาย | ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย | ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ |
|-------------------------|--|---|
| | คำตอบไม่ถูกต้องขาดการตรวจสอบ | |
| 1 ต้องปรับปรุง | การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางและการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน |
| 0 ไม่พยายาม | ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ | ไม่นำเสนอ |

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 94) กล่าวว่า การให้คะแนนของแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี โดยจะต้องพิจารณาคะแนนจากสมรรถภาพของผู้เรียนตามพฤติกรรมกรรมการแสดงออกในแต่ละทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมหรือเกณฑ์ย่อยได้ตามความเหมาะสมสำหรับตัวอย่างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ แบ่งระดับคะแนนเป็น 3 ระดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

| ระดับคะแนน/ ความหมาย | ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ |
|-------------------------|---|
| 3 ดี | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟแผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบขั้นตอนได้ถูกต้องขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์ |
| 2 พอใช้ | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ ชัดเจนบางส่วน |
| 1 ต้องปรับปรุง | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟแผนภูมิหรือตารางเลยและนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน |

เลน และคณะ (Lane & group, 1996: 16-23) นำเสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ไว้ 5 ระดับ คือ 0-4 คะแนน แสดงดังตาราง

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

| ระดับคะแนน | การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ |
|------------|---|
| 4 | อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ชัดเจน ไม่คลุมเครืออาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล |
| 3 | อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ชัดเจน ไม่คลุมเครืออาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพเพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงการสนับสนุน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย |
| 2 | อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยากการให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน |
| 1 | อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจนตีความหมายยาก |
| 0 | การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหาแผนภาพประกอบ ผิดหมด |

ธราทิศย์ เกตุหอม (2559) ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนไว้ดังนี้

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

| คะแนน | เกณฑ์การให้คะแนน |
|-------|--|
| 3 | คำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วนชัดเจน |
| 2 | คำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน |
| 1 | คำตอบไม่ถูกต้อง แต่เขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง |

| | |
|-------|--|
| คะแนน | เกณฑ์การให้คะแนน |
| | ทั้งหมดหรือถูกต้องบางส่วน |
| 0 | คำตอบไม่ถูกต้องและไม่เขียนอธิบายแนวคิดหรือเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง |

พรรณทิภา ทองนวล (2554: 135-137) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทำการวัด 2 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการเขียน ประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ซึ่งปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของ เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994: 181) จาแคบส์ซิน และเลน (Jakabcsin & Lane, 1996: 238-246) ทินรัตน์ กาญจนบุญชู (2550: 97-98) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 73-75) ดังนี้

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

| คะแนน/ความหมาย | ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น |
|--|---|
| 1. เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ | |
| 4 ดีมาก | เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญ |
| 3 ดี | เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้ครอบคลุมสาระสำคัญแต่ขาดความชัดเจนในบางส่วน |
| 2 พอใช้ | เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้ไม่ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญเพียงบางส่วน |
| 1 ต้องปรับปรุง | เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้เพียงเล็กน้อย ไม่ชัดเจน และไม่ครอบคลุมสาระสำคัญ |
| 0 ไม่พยายาม | ไม่สามารถเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ |
| 2. การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ | |

| | |
|--|--|
| คะแนน/ความหมาย | ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น |
| 4 ดีมาก | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม |
| 3 ดี | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย |
| 2 พอใช้ | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน |
| 1 ต้องปรับปรุง | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เพียงเล็กน้อย |
| 0 ไม่พยายาม | ไม่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ |
| 3. เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบได้ | |
| 4 ดีมาก | เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนอย่างเป็นระบบสมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ |
| 3 ดี | เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนเกือบสมบูรณ์ |
| 2 พอใช้ | เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนในบางส่วน |
| 1 ต้องปรับปรุง | เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้แต่ไม่ชัดเจนขาดรายละเอียด |
| 0 ไม่พยายาม | ไม่สามารถเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ หรือไม่ได้ทำ |

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพประเมินโดยนำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และผลการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 6 คน มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (rubric scoring) แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยประเมินโดยใช้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric scoring) แสดงในตารางต่อไปนี้

| คะแนน | ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น |
|--|--|
| 1. การเขียนสูตร | |
| 1 | เขียนสูตรถูกต้อง ครบถ้วน |
| 0 | เขียนสูตรไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียน |
| 2. การเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ | |
| 1 | เขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง ครบถ้วน |
| 0 | เขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียน |
| 3. การเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบและสรุปคำตอบ | |
| 2 | เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบได้ชัดเจน มีรายละเอียดครบ และสรุปคำตอบถูกต้อง |
| 1 | เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบได้ชัดเจน มีรายละเอียดครบ แต่สรุปคำตอบผิด หรือ เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบได้ไม่ชัดเจน มีรายละเอียดไม่ครบ แต่สรุปคำตอบถูกต้อง |
| 0 | เขียนแสดงวิธีทำในการหาคำตอบไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง และสรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียน |

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ความหมายของการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ

บุญชม ศรีสะอาด (2537:122) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการเรียน ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดี ได้พัฒนาการทำงานเป็นกลุ่มให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คนอ่อนได้เรียนรู้จากคนที่เก่งกว่า เพื่อยกระดับผลงานของกลุ่มให้สูงขึ้น ทำให้ส่งผลดีกับสมาชิกในกลุ่ม

ทิตนา แคมมณี (2555: 265) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายเทคนิควิธีซึ่งเหมาะกับการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ สำหรับเทคนิคการจัดทีมแข่งขัน (TGT: team games tournament) เหมาะสำหรับการเรียนการสอนที่ต้องการให้กลุ่มผู้เรียนได้ศึกษาประเด็น หรือปัญหาที่

มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวซึ่งเป็นคำตอบที่ชัดเจน เช่น คณิตศาสตร์ การใช้ภาษา สังคมศึกษา เป็นต้น

สิริพร ทิพย์คง (2545: 151) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือกัน เป็นกระบวนการซึ่งนักเรียนมีความสามารถแตกต่างกันอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายเดียวกัน ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือมีลักษณะสำคัญ 5 ประการ

1. ใช้การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันในทางบวก
2. ใช้ปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด
3. ใช้ความรับผิดชอบในตัวเองต่องานที่ได้รับมอบหมาย
4. ใช้ทักษะทางสังคม
5. ใช้ทักษะในกระบวนการกลุ่ม

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546: 121) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือหรือแบบมีส่วนร่วม เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสามารถแตกต่างกัน ได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและเต็มใจ รับผิดชอบในบทบาทหน้าที่กลุ่มของตนทำให้งานของกลุ่มดำเนินไปสู่เป้าหมายของงาน ดังนั้นการจัดการกิจกรรมแบบร่วมแรงร่วมใจจึงมีลักษณะดังนี้

1. มีการทำงานกลุ่มร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม
2. สมาชิกในกลุ่มมีจำนวนไม่ควรเกิน 6 คน
3. สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน เพื่อช่วยเหลือกัน
4. สมาชิกในกลุ่มมีบทบาทรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย เช่น
 - 4.1 เป็นผู้นำกลุ่ม
 - 4.2 เป็นผู้อธิบาย
 - 4.3 เป็นผู้จดบันทึก
 - 4.4 เป็นผู้ตรวจสอบ
 - 4.5 เป็นผู้สังเกตการณ์
 - 4.6 เป็นผู้ให้กำลังใจ

5. สมาชิกในกลุ่มรับผิดชอบร่วมกัน ยึดหลักว่า “ความสำเร็จของแต่ละคน คือ ความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่ม คือ ความสำเร็จของทุกคน”

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553: 134) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งเป็นลักษณะการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความ

รับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

วิลลาร์ด สุนทรโรจน์ (2555: 93) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ (co-operative learning) เป็นวิธีการเรียนที่มีการจัดกลุ่มการทำงานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มพูนแรงใจทางการเรียน โดยการจัดสถานการณ์และบรรยากาศให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่มีลักษณะแตกต่างกันในด้านสติปัญญา หรือความถนัดและสมาชิกแต่ละคนจะต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเอง และของสมาชิกในกลุ่มรับผิดชอบความสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน ความสำเร็จของกลุ่มพิจารณาจากความสำเร็จในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่จะพัฒนาผู้เรียนด้านสติปัญญา อารมณ์ และสังคม ทำให้นักเรียนที่เรียนเก่งได้รับการปลุกฝังให้มีความเสียสละในการดูแลรับผิดชอบสมาชิกในกลุ่มไม่เห็นแก่ตัว นักเรียนที่เรียนอ่อนก็จะได้รับการดูแลจากสมาชิกในกลุ่มไม่เห็นแก่ตัว นักเรียนที่เรียนอ่อนก็จะได้รับการดูแลจากสมาชิกในกลุ่ม จนทำให้เกิดความมั่นใจในตัวเองมากขึ้นไม่รู้สึกลดเดี่ยว ถูกทอดทิ้ง ซึ่งเป็นลักษณะที่สอดคล้องกับสภาพที่เหมาะสมในการอยู่ร่วมกันในสังคม

ศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย (2559: 131) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเพื่อผลประโยชน์และเกิดความสำเร็จร่วมกันของกลุ่ม

สลาวิน (Slavin, 1995: 84-93) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มเกม (teams games tournament หรือ TGT) เป็นเทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือวิธีหนึ่ง que จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีการจัดให้นักเรียนรวมกันเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 4 คน ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน สมาชิกภายในกลุ่มจะศึกษาค้นคว้าและทำงานร่วมกัน นักเรียนจะบรรลุเป้าหมายก็ต่อเมื่อเพื่อนร่วมกลุ่มบรรลุถึงเป้าหมายนั้นร่วมกัน นักเรียนจึงมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เพื่อช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงาน of เพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ นักเรียนได้อภิปรายซักถามซึ่งกันและกัน เพื่อให้เข้าใจบทเรียนหรืองานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีทุกคน ต่อจากนั้นจะมีกิจกรรมการแข่งขันปัญหา เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของ กลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนจะเป็นผู้แทนของกลุ่มในการเข้าร่วมแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการกับตัวแทนของกลุ่มอื่น ที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน จัดเป็นกลุ่มแข่งขันขึ้นใหม่ ซึ่งมีการแข่งขันอยู่ภายในกลุ่ม เมื่อเสร็จสิ้นการแข่งขันตอบปัญหาแต่ละครั้ง นักเรียนจะกลับมาสู่กลุ่มเดิมที่มีความสามารถแตกต่างกัน แล้วนำคะแนนที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนที่ได้จากการตอบปัญหามารวมกันเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม กลุ่มใดที่คะแนนได้สูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับรางวัล

นารี ศรีปัญญา (2556) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ทำงานร่วมกันได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รับผิดชอบต่อส่วนรวม มีความสนุกสนานในการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มร่วมมือทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ นักเรียนมีความรับผิดชอบทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม ทั้งนี้ยังเป็นการส่งเสริมประชาธิปไตยในชั้นเรียนเพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

วิดา ยืนสุข (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายโดยแบ่งกลุ่มเรียนรู้ออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คนสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกันตามอัตราส่วนของความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ เป็น 1 : 2 : 1 มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือกัน และรับผิดชอบร่วมกันเพื่อให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จรรยา ทารพรม (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ต้องอาศัยการทำงานร่วมกัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน โดยแบ่งหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้ความสำคัญกับสมาชิกบุคคลในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันช่วยเหลือกันในการทำงาน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันและมีเป้าหมายความสำเร็จในการทำงานร่วมกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถต่างกัน สมาชิกภายในกลุ่มจะศึกษาค้นคว้า มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำงานร่วมกันได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จ ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความสนุกสนานในการเรียนรู้

องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ

วันเพ็ญ ผลอุดม (2543: 43) กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือมี 7 ประการ ดังนี้

1. การเรียนแบบสร้างแรงจูงใจในการเรียนสร้าง ความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันภายในกลุ่ม
2. สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะเรียนรู้จากกันและกัน จะพึ่งพาอาศัยกันในการเรียนรู้
3. การปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม นอกจากจะพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนแล้วยังพัฒนาทักษะทางสังคมสติปัญญาและเพิ่มพูนการเรียนรู้
4. การร่วมมือกันเรียนจะเพิ่มพูนความรู้สึกในทางบวกต่อกัน ลดความรู้สึกโดดเดี่ยวและห่างเหิน
5. การร่วมมือกันเรียนจะพัฒนาความรู้สึกเห็นคุณค่าของตนเอง รู้จักตนเองมากขึ้น ตลอดจนการตระหนักว่าตนเองได้รับการยอมรับและได้รับการเอาใจใส่จากสมาชิกอื่นในกลุ่ม

6. ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพจากงานที่กำหนดให้กลุ่มรับผิดชอบ ผู้เรียนจะสามารถพัฒนาทักษะทางสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการทำงานร่วมกัน

7. ทักษะทางสังคมที่จำเป็นต่าง ๆ สามารถเรียนรู้และฝึกฝนได้เพื่อประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันตามสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันการจัดชั้นเรียนทุกระดับส่วนใหญ่จะจัดแบบสหศึกษา กล่าวคือห้องเรียนหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยนักเรียนชายและนักเรียนหญิง อีกทั้งยังมีระดับความสามารถพื้นฐานทางสังคม สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ทิตินา แคมมณี (2559: 99-101) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการดังนี้

1. การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (positive interdependence) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีความตระหนักว่าสมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญ และความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะที่เดียวกันสมาชิกแต่ละคนจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ความสำเร็จของบุคคลและของกลุ่มขึ้นอยู่กับกันและกัน ดังนั้นแต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตน และในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น ๆ ด้วย เพื่อประโยชน์ร่วมกัน การจัดกลุ่มเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกันนี้ทำได้หลายทาง เช่น ให้ผู้เรียนมีเป้าหมายเดียวกัน หรือให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงาน การเรียนรู้ร่วมกัน (positive goal interdependence) การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม(positive reward interdependence) การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้แต่ละคน (positive role interdependence)

2. การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (face-to-face promotive interaction) การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันในทางที่จะช่วยให้บรรลุกลุ่มเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะหวังใจไว้ว่างใจ ส่งเสริมและช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานต่าง ๆ ร่วมกันส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

3. ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (individual accountability) สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบและพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถไม่มีใครที่จะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตน ดังนั้นกลุ่มจึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบผลงาน ทั้งที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม วิธีการที่สามารถส่งเสริมให้ทุกคนได้ทำตามหน้าที่ของตนได้อย่างเต็มที่ที่มีหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มให้เล็ก เพื่อจะได้มีการเอาใจใส่กันและกันได้อย่างทั่วถึง การทดสอบเป็นรายบุคคล การสุ่มเรียกชื่อให้รายงาน ครูสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในกลุ่ม การจัดให้กลุ่มมีผู้สังเกตการณ์ การให้ผู้เรียนสอนกันและกัน เป็นต้น

4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (interpersonal and small-group skills) การเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ต้องอาศัยทักษะที่

สำคัญ ๆ หลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารและทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับ และไว้วางใจกันและกัน ซึ่งครูควรสอนและฝึกให้แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้ดำเนินงานไปได้

5. การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (group processing) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของกลุ่ม เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้และปรับปรุงการทำงานได้ดีขึ้น การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่มและผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำโดยครูหรือผู้เรียนหรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มนี้เป็นยุทธวิธีหนึ่งซึ่งส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงาน เพราะรู้ว่าจะได้รับข้อมูลย้อนกลับและช่วยฝึกทักษะการคิด (metacognition) คือความสามารถที่จะประเมินการคิดและพฤติกรรมของตนที่ได้ทำไป

จรรยา หารพรม (2560) กล่าวว่า องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือกันมี 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การพึ่งพาอาศัยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
2. มีความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่มร่วมกัน
3. สมาชิกมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันและมีสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน
4. มีทักษะทางสังคมในการช่วยเหลือพึ่งพาการสื่อสารการตัดสินใจและการแก้ปัญหา
5. มีทักษะกระบวนการกลุ่ม

จากการศึกษาองค์ประกอบของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ อาจสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ประกอบด้วย การมีความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่มร่วมกัน การพึ่งพาอาศัยช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มและมีทักษะการทำงานกลุ่ม

การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 56-57) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือใช้ได้กับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิดทางคณิตศาสตร์ เข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติและกระบวนการ สามารถที่จะประยุกต์ใช้ความรู้อย่างคล่องแคล่วและมีความหมาย ดังนี้

1. มโนคติและทักษะทางคณิตศาสตร์ สามารถเรียนได้ดี ในกระบวนการที่เป็นพลวัตรที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน การเรียนคณิตศาสตร์ควรเป็นลักษณะที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมมากกว่าที่จะเป็นเพียงผู้คอยรับความรู้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยปกติพื้นฐานที่ว่านักเรียนเรียนอย่างแข็งขันเป็นการท้าทายทางสมองสำหรับนักเรียนทุกคน และการอยากรู้อยากเห็นจะช่วยกระตุ้นให้มีการอภิปรายกับคนอื่น

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการอาสาซึ่งกันและกัน การพูดให้ปัญหาคณิตศาสตร์กับเพื่อนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจนว่าจะแก้ปัญหาได้ถูกต้องได้อย่างไร การอธิบายยุทธวิธี การแก้ปัญหาและวิเคราะห์ปัญหากับเพื่อนจะทำให้เกิดการหยั่งรู้และเกิดการเรียนรู้ระดับสูงในกลุ่มย่อยนักเรียนมีความสะดวกในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากกว่าการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้น

3. การเรียนเป็นกลุ่ม มีโอกาสในการสร้างความร่วมมือในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ปัญหาและเลือกยุทธวิธีร่วมกับคนอื่น ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลก็เป็นแบบไม่เต็มใจหรือให้ข้อมูลไม่สมบูรณ์

4. การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งเสริมการค้นพบ การเลือกใช้ยุทธวิธีให้สมเหตุสมผล ให้มีประสิทธิภาพ การสร้างแนวคิดใหม่ การถ้อยยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ และข้อเท็จจริงของปัญหาย่อย ๆ ไปสู่รายบุคคล

5. นักเรียนที่ทำงานร่วมกันในกลุ่ม มีแนวโน้มที่จะชอบและเห็นคุณค่าของแต่ละคนและเห็นคุณค่าในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของคนอื่น มีความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่างเพื่อนเกิดการเรียนในระดับสูง ตระหนักในคุณค่าของตนเอง เกิดการยอมรับความสามารถของตนเอง

เดวิดสัน (Davidson, 1990: 4-5) กล่าวถึง ความเหมาะสมของการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ซักถามปัญหากันอย่างอิสระ อธิบายให้สมาชิกของกลุ่มได้เข้าใจถึงแนวความคิดและมโนคติของตนเองให้กระจ่างชัดขึ้นตลอดจนได้แสดงความรู้สึกเกี่ยวกับการเรียนรู้ของเขา

2. การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนภายในกลุ่มจะไม่มีการแข่งขันในการแก้ปัญหา

3. คณิตศาสตร์แตกต่างไปจากวิชาอื่น ในแง่ที่ครูสามารถประมาณเวลาได้ว่าในการแก้ปัญหาแต่ละข้อควรใช้เวลานานเท่าไร และเป็นการเหมาะสมอย่างยิ่งในการอภิปรายกลุ่มเพื่อหาคำตอบที่พิสูจน์ได้จริง โดยที่นักเรียนสามารถโน้มน้าวเพื่อนให้ยอมรับได้โดยใช้เหตุผลประกอบ

4. ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละปัญหาสามารถแก้ได้หลายวิธีและนักเรียนก็สามารถอภิปรายถึงข้อดี และข้อเสียของการหาคำตอบนั้นได้

5. นักเรียนสามารถช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับความจริงที่เป็นพื้นฐานทำทนายทางคณิตศาสตร์ได้ เช่น เกม ปริศนา หรือการอภิปรายปัญหา

6. ในขอบเขตของวิชาคณิตศาสตร์เต็มไปด้วยความคิดที่ทำทนาย และตื่นเต้น จะทำให้มีการอภิปรายถึงข้อดีข้อเสีย ผู้ที่เรียนโดยการพูดคุย การฟัง การอธิบาย และการคิดร่วมกับผู้อื่นก็สามารถเรียนรู้ได้ดีเช่นเดียวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. คณิตศาสตร์เปิดโอกาสอย่างมากในการสร้างความคิด ค้นคว้าในสถานการณ์ต่าง ๆ มีการคาดคะเนและการตรวจสอบด้วยข้อมูล การตั้งปัญหาเพื่อกระตุ้นให้สนใจอยากรู้ อยากเห็น และมีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ซึ่งไม่เคยเห็นมาก่อน ความพยายามของนักเรียนแต่ละคนในการหาคำตอบจากปัญหาเดียวกัน จะทำให้เกิดความก้าวหน้าทีละน้อยและเป็นประสบการณ์ที่มีค่า จากลักษณะความเหมาะสมของการเรียนแบบร่วมมือกับการเรียนคณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้ เพื่อให้การเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 57 – 58) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

1. เริ่มทีละน้อย ในตอนเริ่มต้นใช้การเรียนแบบร่วมมือเป็นบางครั้ง แล้วใช้ถี่มากขึ้น
2. ใช้กลุ่มละ 4 คน กลุ่มเล็กเกินไปจะไม่เกิดการอภิปราย กลุ่มใหญ่เกินไปทำให้การมีส่วนร่วมในการมีปฏิสัมพันธ์ลดลงในกลุ่ม 4 คน นักเรียนรู้สึกสะดวกและปลอดภัยที่จะขยายแนวคิดหรืออธิบายเหตุผลกันกลุ่ม
3. เตรียมประสบการณ์การแก้ปัญหาของนักเรียนอย่างหลากหลาย เตรียมโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาทั้งรายบุคคล ทั้งชั้น และกิจกรรมกลุ่ม
4. เน้นปัญหาของกลุ่ม โดยสนับสนุนให้นักเรียนได้อภิปรายและสรุปปัญหา โดยกลุ่มและควรให้มีการอภิปรายประเด็นทางสังคมด้วย
5. ต้องมั่นใจว่าสมาชิกแต่ละคนมีความรับผิดชอบซึ่งนักเรียนต้องเข้าใจก่อนว่าข้อผิดพลาดของกลุ่มก็คือข้อผิดพลาดของทุกคนในกลุ่ม ผลงานของกลุ่มเป็นผลมาจากสมาชิกทุกคนการสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคลจะช่วยให้เกิดความรับผิดชอบ
6. ส่งเสริมความพยายามร่วมกัน กลุ่มต้องรับผิดชอบต่อการพัฒนาของสมาชิกทุกคน
7. ส่งเสริมให้เกิดทักษะทางสังคม โดยการช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการทำงานร่วมกัน การร่วมมือกันช่วยลดข้อขัดแย้งหรือความสับสนต่าง ๆ
8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้เขียนสรุป เพราะการเขียนสรุปทำให้ครูได้ติดตามและควบคุมการร่วมมือกันในกลุ่ม

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ อาจสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันและได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 34) กล่าวถึง บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนไว้ดังนี้

บทบาทผู้สอน

1. กำหนดขนาดของกลุ่ม (โดยประมาณ 2-6 คน ต่อกลุ่ม) และลักษณะกลุ่ม ซึ่งควรเป็นกลุ่มที่คล่องความสามารถ มีทั้งผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางและอ่อน
2. ดูแลการจัดลักษณะการนั่งของสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้สะดวกที่จะทำงานร่วมกัน และง่ายต่อการสังเกตและติดตามความก้าวหน้าของกลุ่ม
3. ชี้แจงกรอบกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจวิธีการและกฎเกณฑ์การทำงาน
4. สร้างบรรยากาศที่เสริมสร้างการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม
5. เป็นที่ปรึกษาของทุกกลุ่มย่อย และคอยติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของกลุ่มและสมาชิกของกลุ่ม
6. ยกย่องนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้รางวัล คำชมเชยในลักษณะกลุ่ม
7. กำหนดว่าผู้เรียนควรทำงานร่วมกันแบบกลุ่มนานเพียงใด

บทบาทผู้เรียน

1. ไว้วางใจซึ่งกันและกันและพัฒนาทักษะการสื่อความหมาย
2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้งสมาชิกคนหนึ่งทำหน้าที่ผู้ประสานงาน คนหนึ่งทำหน้าที่เลขานุการกลุ่ม ส่วนสมาชิกที่เหลือทำหน้าที่เป็นผู้ร่วมทีม สมาชิกทุกคนต้องได้รับมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบ
3. ให้เกียรติและรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกกลุ่มทุกคน
4. รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ผู้เรียนจะร่วมมือกันทำกิจกรรมเพื่อกำหนดเป้าหมายของกลุ่ม แลกเปลี่ยนความรู้และวัสดุอุปกรณ์ ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน ดูแลให้ปฏิบัติตามหน้าที่และช่วยกันควบคุมเวลาในการทำงาน

ประโยชน์ของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2550: 98) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือเป็นการสร้างความสัมพันธ์และความสามัคคีกันระหว่างผู้เรียนในกลุ่ม ซึ่งมีสมาชิกในกลุ่มไม่ใหญ่เกินไปและทำให้ผู้เรียนเก่งได้มีโอกาสช่วยเหลือผู้เรียนอ่อน จึงเป็นการปลูกฝังคุณธรรมและจริยธรรมด้านความมีน้ำใจและเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่กัน รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น ตลอดจนมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย มีความร่วมมือกันในการทำงานเพราะความสำเร็จของกลุ่มถือเป็นเป้าหมายสำคัญนอกจากนั้นยังเป็นการฝึกทักษะทางสังคม ความเป็นประชาธิปไตยให้แก่ผู้เรียน ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสฝึกทักษะทางสังคม

ทิตินา แคมมณี (2559: 101) กล่าวถึง ประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือได้ส่งผลดีต่อผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. มีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น (greater efforts to achieve) การเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น (long-term retention) มีแรงจูงภายในและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ และคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น

2. มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนมากขึ้น (more positive relationships among students) การเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้น ใส่ใจในผู้อื่นมากขึ้น เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ความหลากหลายการประสานสัมพันธ์และการรวมกลุ่ม

3. มีสุขภาพจิตดีขึ้น (greater psychological health) การเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีสุขภาพจิตดีขึ้น มีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม ความสามารถในการเผชิญกับความเครียด และความผันแปรต่าง ๆ การดำเนินวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชา จึงมีข้อดีหลายประการ

บุญชม ศรีสะอาด (2537: 122) กล่าวว่า ผู้เรียนได้ร่วมกันเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีการชักถามทำให้ผู้เรียนเกิดความกล้าและได้ทราบคำตอบในเรื่องที่ตนสนใจหรือยังไม่กระจ่าง การพูด อธิบายให้เพื่อนฟังจะทำให้ผู้อธิบายมีความแม่นยำในเรื่องที่เรียนมากขึ้นเพื่อน ๆ ที่ฟังมีความเข้าใจอย่างชัดเจน ผู้เรียนได้พัฒนาการทำงานเป็นกลุ่มให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คนอ่อนได้เรียนรู้จากคนที่เก่งกว่า ซึ่งจะมีความตั้งใจช่วยเหลือเพื่อน ๆ เพื่อให้กลุ่มของตนเองประสบผลสำเร็จ โดยยืนยันจากผลการวิจัยทั้งหลายว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลดีต่อผู้เรียนตรงกันในด้านต่าง ๆ ดังนี้

กรมวิชาการ (2546: 107) กล่าวว่า ประโยชน์ของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือมีดังนี้

1. มีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพให้เหตุผลดีขึ้น

2. มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนดีขึ้น การเรียนแบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีน้ำใจเป็นนักกีฬามากขึ้นใส่ใจผู้อื่นมากขึ้น เห็นคุณค่าของความแตกต่าง

3. มีสุขภาพจิตดีขึ้น การเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเอง และมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม และความสามารถในการเผชิญกับความเครียดและความแปรผันต่าง ๆ

สุภาพร ทองน้อย (2557) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือจะช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านความรู้ ด้านทักษะทางสังคม และในด้านคุณธรรมซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยสร้างเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ

รัชนี แก้วมุง (2558) กล่าวว่า ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือมีทั้งในด้านการมีส่วนร่วมในการเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และการทำให้ผู้เรียนรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของสังคม เพราะการเรียนแบบร่วมมือในห้องเรียนเป็นการฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รู้จักคิดรู้จักแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพในการช่วยประเทศต่อไปในอนาคต

รัตนา บุตรอุดม (2559) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือมีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายประการ ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริงจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยเสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าของตนเอง มีความภาคภูมิใจในตนเอง ช่วยให้ทัศนคติที่ดีต่อการเรียนเกิดการยอมรับตนเอง ช่วยพัฒนาความเป็นผู้นำทักษะทางสังคม และทักษะในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอีกด้วย

จากการศึกษาประโยชน์ของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ อาจสรุปได้ว่า การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือมีประโยชน์ต่อนักเรียน คือ ช่วยให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้กับผู้อื่น มีปฏิสัมพันธ์ มีน้ำใจในการช่วยเหลือเพื่อน และรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้อื่น ทำให้มีนักเรียนความพยายามที่จะเรียนให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค TGT (team game tournament)

ความหมายของเทคนิค TGT

สลาวิน (Slavin, 1955: 84-93) กล่าวว่า การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือประเภทกลุ่มแข่งขัน TGT (team-game-tournament) เป็นเทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือวิธีหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีการจัดให้นักเรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 4 คน ที่มีระดับความสามารถต่างกัน สมาชิกภายในกลุ่มจะศึกษาค้นคว้าและทำงานร่วมกัน ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันเพื่อช่วยเหลือสนับสนุนกระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกกลุ่ม ให้ประสบผลสำเร็จ ผู้เรียนได้อภิปรายซักถามซึ่งกันและกัน เพื่อให้เข้าใจบทเรียนหรืองานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีทุกคน ต่อจากนั้นจะมีกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาเพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม โดยจัดให้มีการแข่งขันภายในกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน เมื่อเสร็จสิ้นการแข่งขันตอบปัญหาแต่ละครั้งผู้เรียนจะกลับมาสู่กลุ่มเดิมที่มีความสามารถต่างกัน แล้วนำคะแนนที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนสะสมได้จากการตอบปัญหารวมกันเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม กลุ่มใดทำคะแนนได้สูงที่สุดได้รับรางวัล

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553: 168) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมืออีกรูปแบบหนึ่งคล้ายกับ STAD ที่แบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน

ออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกัน กลุ่มละประมาณ 4-5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้แข่งขันกัน ในเกมการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้วทำการทดสอบความรู้ โดยการใช้เกมการแข่งขัน คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิกแต่ละคนในลักษณะการแข่งขันตัวต่อตัวกับทีมอื่น นำเอามาวงเป็นคะแนนรวมของทีม ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคการเสริมแรง เช่น ให้อัปยศ คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้น สมาชิกกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกันช่วยเหลือกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

วีชรา เล่าเรียนดี (2556: 168) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทีม TGT เป็นการดำเนินการเรียนการสอนตามลำดับขั้น เช่นเดียวกันกับเทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้แบบ STAD กล่าวคือ ครูต้องดำเนินการสอนในสาระความรู้ นั้น หรือรู้และเข้าใจแนวทางการปฏิบัติพอสมควรก่อน แล้วจึงจัดกลุ่มให้นักเรียนร่วมมือกันเรียนรู้ตามใบงาน หรือใบกิจกรรมที่เตรียมไว้ล่วงหน้าในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หรือแต่ละชั่วโมงสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนในกลุ่มได้ร่วมมือกันศึกษา และทำแบบฝึกหัด คนเก่ง คอยช่วยเหลือแนะนำอธิบายให้เพื่อนสมาชิกที่เรียนด้อยกว่าภายในกลุ่ม สมาชิกที่เรียนอ่อนกว่าจะต้องยอมรับ รวมทั้งพยายามถาม-ตอบร่วมเรียนรู้และฝึกปฏิบัติจนรู้และเข้าใจในสาระเหล่านั้นอย่างแท้จริง ที่สำคัญสมาชิกกลุ่มทุกคนต้องรู้ยอมรับว่าผลงานและผลการเรียนรู้จากการทดสอบคือ ผลงานที่ทุกคนมีส่วนร่วมรับผิดชอบและเป็นผลงานหรือผลการปฏิบัติของกลุ่ม

สารสิน เล็กเจริญ (2554) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค TGT เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน คละความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ภาระงานของกลุ่มคือ หลังจากที่ครูนำเสนอบทเรียนทั้งชั้น แล้วให้แต่ละกลุ่มทำงานตามที่ครูกำหนด และเตรียมสมาชิกทุกคนให้พร้อมสำหรับการแข่งขันในการแข่งขัน ครูจะจัดให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในระดับเดียวกันแข่งขัน คะแนนที่สมาชิกทำได้จะนำมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ได้รางวัลคือกลุ่มที่ทำคะแนนได้สูงสุด

ชนิดดา คงมีทรัพย์ (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4 คน นักเรียนร่วมกันภายในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันคือ เก่ง-กลาง-อ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 ทำงานร่วมกัน และใช้เกมการแข่งขันเชิงวิชาการประเมินความรู้ของสมาชิกในกลุ่ม โดยการแข่งขันแข่งขันตามความสามารถของนักเรียน ดังนั้นความสำเร็จของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคลเป็นสำคัญ โดยเทคนิคนี้ต้องใช้การเสริมแรงลักษณะต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันทำงาน และทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จมากที่สุด

กฤษกร สุขอนันต์ (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบหนึ่ง ที่แบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่ม เพื่อทำงานร่วมกันมีการแข่งขันกันในเกมการเรียนรู้ คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิกแต่ละคนเป็นคะแนนรวมของทีม

ดังนั้นสมาชิกกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

จากความหมายของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT อาจสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือที่แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยความสามารถ กลุ่มละ 4-5 คน เก่ง-ปานกลาง-อ่อน สมาชิกของกลุ่มได้แข่งขันกันในเกมการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้ว ทำการทดสอบความรู้โดยการแข่งขันตัวต่อตัวกับทีมอื่นตามความสามารถของนักเรียน และนำคะแนนมาบวกเป็นคะแนนรวมของทีม โดยเทคนิคนี้ต้องให้การเสริมแรงลักษณะต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันทำงาน และทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จมากที่สุด

องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทีมแข่งขันต้องมีองค์ประกอบดังนี้

1. การเสนอเนื้อหา เป็นการเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ รูปแบบการนำเสนออาจจะเป็นการบรรยายอภิปรายกรณีศึกษาหรืออาจจะมีสื่อการเรียนอื่น ๆ ประกอบด้วยเทคนิคทีมแข่งขันจะแตกต่างจากเทคนิคอื่น ๆ ตรงที่ผู้สอนต้องเน้นให้ผู้เรียนทราบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจในเนื้อหาสาระอย่างมาก เพราะจะช่วยให้ทีมประสบความสำเร็จในการแข่งขัน

2. การจัดทีม (team) เป็นการจัดทีมผู้เรียนโดยละกันทั้งเพศ และความสามารถ มีการแบ่งสมาชิกในห้องออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยสมาชิกในแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 อย่างไม่ก็ติ แต่ละทีมต้องประมาณว่ามีความสามารถทางการเรียนพอ ๆ กัน ตลอดช่วงการใช้กิจกรรมแบบทีมแข่งขัน สมาชิกจะต้องสังเกตอย่างจริงจัง ซึ่งแต่ละทีมจะได้รับการฝึกฝนที่เหมือนกัน สมาชิกในทีมจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทบทวนสิ่งที่ครูสอน เพื่อใช้ในการชิงชัยทางวิชาการ

3. เกม (games) เป็นเกมตอบคำถามง่าย ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ในการเล่น เกมผู้เรียนที่เป็นตัวแทนจากทีมแต่ละทีมจะมาเป็นผู้แข่งขัน อธิบายว่าเกมที่ใช้เป็นเกมเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจ โดยใช้การแข่งขันทางการต่อสู้เชิงวิชาการ โดยมีการจัดโต๊ะสำหรับแข่งขัน ซึ่งจัดไว้สำหรับผู้แข่งขันจากกลุ่มต่าง ๆ ใช้คำถามในบัตร (card) หรือเอกสาร (sheet) ชนิดเดียวกันผู้เรียนสลับกันหยิบบัตรซึ่งในบัตรจะมีคำถามอยู่ผู้แข่งขันจะตอบคำถามในบัตรของตนให้ได้ก่อนคนอื่น ถ้าตอบคำถามไม่ได้ผู้อื่นจะมีโอกาสตอบได้เช่นกัน เพราะกติกาที่กำหนดให้ผู้เล่นเปิดโอกาสแข่งขันกับคนอื่น ๆ ตอบคำถามของตนได้

4. การแข่งขัน (tournament) การจัดการแข่งขัน อาจจัดขึ้นท้ายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียนก็ได้ ซึ่งจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมา และผ่านการเตรียมความพร้อมจากกลุ่มมาแล้ว การ

จัดโต๊ะแข่งขันจะมีหลายโต๊ะ แต่ละโต๊ะมีตัวแทนของทีม แต่ละทีมร่วมการแข่งขันทุกโต๊ะการแข่งขันควรเริ่มดำเนินการพร้อมกัน เมื่อแข่งขันเสร็จแล้วจะจัดลำดับผลการแข่งขันแต่ละโต๊ะนำไปเทียบหาค่าคะแนนโบนัส

5. การยอมรับความสำเร็จของทีม มีการนำคะแนนโบนัสของสมาชิกแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของทีมหาค่าเฉลี่ยทีมที่มีคะแนนสูงสุดได้รับการยอมรับ และได้รับรางวัล ซึ่งกำหนดรางวัลให้กับกลุ่ม 3 รางวัลได้แก่ good team great team และสูงสุดคือ super team

วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2548) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการสอนด้วยวิธีการสอนแบบร่วมมือการเรียนรู้เทคนิคทีมการแข่งขันหรือ TGT มีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. การสอนเนื้อหา ครูต้องดำเนินการสอนในสาระความรู้หรือทักษะต่าง ๆ ให้นักเรียนทั้งชั้นก่อนจนแน่ใจว่านักเรียนทุกคนรู้และเข้าใจสาระความรู้ นั้น หรือรู้และเข้าใจแนวทางปฏิบัติพอสมควรก่อนที่จะให้นักเรียนจัดกลุ่ม

2. การจัดกิจกรรมกลุ่ม ครูจัดกลุ่มให้นักเรียนร่วมมือการเรียนรู้ตามใบงานหรือใบกิจกรรมที่เตรียมไว้ล่วงหน้าในแต่ละหน่วยการเรียนรู้หรือแต่ละชั่วโมงสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนในกลุ่มได้ร่วมกันศึกษาและทำแบบฝึกหัด คนเก่งคอยช่วยเหลือแนะนำอธิบายให้เพื่อนสมาชิกที่เรียนต่ำกว่าภายในกลุ่ม สมาชิกที่เรียนอ่อนกว่าจะต้องพยายามถาม ตอบร่วมเรียนรู้ และฝึกปฏิบัติจนรู้และเข้าใจในสาระเหล่านั้นอย่างแท้จริง ที่สำคัญสมาชิกกลุ่มทุกคนต้องรู้ ยอมรับว่าผลงาน และผลการเรียนรู้จากการทดสอบคือผลงานที่ทุกคนมีส่วนรับผิดชอบ เป็นผลการปฏิบัติของกลุ่ม

3. การแข่งขันนักเรียนแต่ละกลุ่ม จะแข่งขันตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน โดยครูจะเตรียมคำถามให้นักเรียนตอบ โดยอาจจะสร้างข้อคำถามให้มี 3 ระดับ คือ คำถามสำหรับเด็กเรียนเก่ง เด็กเรียนปานกลาง และเด็กเรียนอ่อน เป็นต้น หรืออาจจะเป็นข้อคำถามคละการท้าทายให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามเหล่านั้น คำถามอาจเหมือนกันก็ได้โดยให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน พร้อมจำแนกเวลาในการทำแบบฝึกหัดเพื่อการแข่งขันในแต่ละครั้งก็ได้

สารสิน เล็กเจริญ (2554) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค TGT มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การเสนอเนื้อหา เป็นการนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ การจัดทีมเป็นการจัดทีมผู้เรียน เกม เป็นเกมตอบคำถามง่าย ๆ การแข่งขัน การจัดการแข่งขันอาจจะขึ้นท้ายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียนก็ได้ และการยอมรับความสำเร็จของทีม

จากการศึกษาองค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT อาจสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT จะต้องมีส่วนประกอบคือ การนำเสนอเนื้อหาของครูผู้สอน การแลกเปลี่ยนความรู้และการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม การแข่งขัน และการเสริมแรง

การเตรียมการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT

สมบัติ การจนารักษ์พงศ์ (2547: 132-133) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT ควรคำนึงหรือเตรียมการ ดังนี้

1. จำนวนนักเรียนในกลุ่ม ควรมีกลุ่มละ 4-5 คน ไม่มากหรือน้อยเกินไปเหมาะสมในการจัดกิจกรรม เมื่อเข้ากลุ่มแล้วไม่นั่งแออัดกัน มีความสะดวกในการทำกิจกรรมร่วมกัน

2. ความแตกต่างกันในกลุ่มคือ ควรมีการจัดกลุ่มที่มีนักเรียนทั้งเพศชาย เพศหญิง ทั้งนักเรียนที่เรียนเก่ง เรียนปานกลาง และเรียนอ่อนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เป็นการทำงานที่สอดคล้องกับสังคมภายนอก เป็นการฝึกให้นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ แม้จะต่างเพศกันและความสามารถไม่เท่าเทียมกัน

3. ความรับผิดชอบร่วมกัน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT ผู้สอนควรทำความเข้าใจกับผู้เรียนให้เห็นความสำคัญของกลุ่ม การรับผิดชอบในงานร่วมกัน ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้นักเรียนตระหนักว่าความสำเร็จของกลุ่ม คือ ความสำเร็จของนักเรียน และความสำเร็จของนักเรียนก็นำมาซึ่งความสำเร็จของกลุ่ม โดยผู้สอนอาจช่วยเสริมแรงเมื่อทำงานกลุ่มสำเร็จคือ การให้รางวัลอาจเป็นคำชมเชย โบนัสพิเศษ หรืออื่น ๆ ตามความเหมาะสม

4. การทำงานร่วมกัน ครูควรย้าว่านักเรียนต้องทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีมนุษยสัมพันธ์ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน อดทน ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ร่วมทำกิจกรรม มีความพยายามและรู้จักทำหน้าที่ของตนให้ดีที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการเรียนร่วมกันโดยไม่แบ่งแยก

5. มีการจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหา ธรรมชาติวิชา วิธีสอนของครู วัย และภาวะของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งทางด้านวิชาการ อารมณ์ และสังคม

6. สื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนควรจัดหาสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง ฝึกการคิดแก้ปัญหาาร่วมกัน ครูจึงควรศึกษาหาความรู้อยู่เสมอ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและนำมาประยุกต์ใช้ ซึ่งอาจเป็นสื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย หรือแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เป็นต้น

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551: 165-166) กล่าวว่า ขั้นตอนการเตรียมการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT มีดังนี้

1. การจัดเตรียมเนื้อหาสาระ ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหาสาระหรือเรื่องที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้รวมทั้งใบงานต่าง ๆ

2. การเตรียมการฝึกฝนในทีม ผู้สอนต้องมีแบบฝึกหัดซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่สอนให้ผู้เรียนพร้อมทั้งกระดาษคำตอบ

3. การเตรียมการแข่งขัน ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมคำถามซึ่งเป็นคำถามจากเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนเรียนรู้ วิธีการให้คะแนนหรือโบนัสในการเล่นเกมส์ สื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้แต่ละเรื่อง เช่น ใบงาน ใบความรู้ ชุดคำถาม กระดาษคำถาม กระดาษบันทึกคะแนนแต่ละเกมส์ และกระดานบันทึกคะแนนกลุ่ม

4. การเตรียมจัดทำกระดานข่าวหรือประกาศสำหรับกลุ่มผู้ชนะ อาจติดประกาศที่บอร์ดหน้าชั้นเรียน ประกาศหน้าเสาธง หรือทำในรูปแบบของจดหมายข่าวก็ได้

สุพัตรา ไพบุลย์วัฒนกิจ (2561: 45) กล่าวว่า การเตรียมการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคTGT เป็นการเตรียมความพร้อมทางด้านผู้เรียนให้พร้อมเรียนรู้ด้วยการจัดผู้เรียนให้เหมาะสมและให้นักเรียนเห็นความสำคัญในการทำงานกลุ่ม ส่วนด้านผู้สอนเองต้องมีการเตรียมความพร้อมในเรื่องของเนื้อหา วิธีการและสื่อการเรียนการสอน รวมถึงมีการกำหนดขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน สร้างสรรค์กิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเห็นความสำคัญในการเรียนและการปฏิบัติงานกลุ่ม

วัชราน เล่าเรียนดี (2545 :16) ได้อธิบายถึงการเตรียมการก่อนสอนไว้ดังนี้

1. วัสดุการสอน ครูจะต้องเตรียมวัสดุการสอนที่ใช้ในการทำงานกลุ่ม ประกอบด้วย ใบงาน บัตรงาน บัตรกิจกรรม บัตรเฉลย และแบบฝึกหัด รวมทั้งแบบทดสอบย่อยสำหรับทดสอบนักเรียนแต่ละคน หลังจากเรียนบทเรียนในแต่ละหน่วยแล้ว

2. การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย นักเรียนจำนวน 4 คนซึ่งมีความสามารถทางวิชาการแตกต่างกัน กล่าวคือ ประกอบด้วย นักเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ถ้าเป็นไปได้ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศด้วย เช่น ชาย 2 คน และหญิง 2 คน วิธีการจัดการนักเรียนเข้ากลุ่มอาจทำได้ดังนี้

2.1 จัดลำดับนักเรียนในชั้นจากเก่งที่สุดไปหาอ่อนที่สุด โดยยึดตามผลการเรียนที่ผ่านมาซึ่งอาจจะเป็นคะแนนจากแบบทดสอบหรือการพิจารณาตัดสินใจของครูเองเป็นส่วนประกอบ

2.2 หากจำนวนทั้งหมดว่ามีกี่กลุ่ม แต่ละกลุ่มควรประกอบด้วยสมาชิกประมาณ 4 คน ฉะนั้นทั้งหมดจะมีกี่กลุ่มหาได้จากการหารจำนวนนักเรียนทั้งหมดด้วย 4 ผลหาร คือ จำนวนกลุ่มทั้งหมดถ้าหารไม่ลงตัวอนุโลมให้บางกลุ่มมีสมาชิก 5 คนได้

2.3 การกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่ม มีเทคนิคการจัด ดังตาราง

| ระดับผู้เรียน | อันดับผู้เรียน | กลุ่มที่สังกัด |
|-----------------------------|----------------|----------------|
| นักเรียนที่เรียนเก่ง | 1 | A |
| | 2 | B |
| | 3 | C |
| | 4 | D |
| | 5 | E |
| | 6 | F |
| นักเรียนที่เรียนปานกลาง | 7 | F |
| | 8 | E |
| | 9 | D |
| | 10 | C |
| | 11 | B |
| | 12 | A |
| | 13 | A |
| | 14 | B |
| | 15 | C |
| | 16 | D |
| | 17 | E |
| | 18 | F |
| นักเรียนที่เรียนอ่อน | 19 | F |
| | 20 | E |
| | 21 | D |
| | 22 | C |
| | 23 | B |
| | 24 | A |
| | 25 | A |
| รวมนักเรียนในชั้นทั้งหมดรวม | 25 คน | |

จากการศึกษาการเตรียมการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT อาจสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ครูจะต้องเตรียมเนื้อหาสาระ จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ เช่น ใบงาน ใบความรู้ คำถาม กระดาษบันทึกคะแนนแต่ละเกม และกระดาษบันทึกคะแนนกลุ่ม เป็นต้น

ครูจะต้องจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม โดยลดความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1 หรือ 1:3:1 ตามความเหมาะสมของจำนวนนักเรียนในห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 มาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม โดยเรียงคะแนนผลสัมฤทธิ์จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้

| | |
|-----------------|---|
| นักเรียนเก่ง | คือ นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ถึง 100 |
| นักเรียนปานกลาง | คือ นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ถึง 74 |
| นักเรียนอ่อน | คือ นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1 ถึง 24 |

ขั้นตอนการสอนของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT

สลาวิน (Slavin, 2015) กล่าวว่า เทคนิค TGT ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. **ขั้นแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้** ครูจะเป็นผู้แจ้งให้นักเรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ในการเรียนรู้รายวิชานั้น ๆ
 2. **ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนการสอน** เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมและกระตุ้นความสนใจที่จะเรียนโดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเล่นเกมการอภิปรายซักถามแบบฝึกทักษะทบทวน
 3. **ขั้นกิจกรรมการสอน**
 - 3.1 ครูสอนเนื้อหาสาระด้วยวิธีสาธิตบรรยายหรืออภิปรายโดยใช้สื่อประกอบการสอน หลังจากนั้นผู้เรียนหารือ และอธิบายในสิ่งที่สมาชิกทุกคนไม่เข้าใจ
 - 3.2 **ขั้นฝึกทักษะครูแจกเอกสารทักษะหรือเกมฝึกทักษะ** ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้ปรึกษาหารือกันร่วมกันในการแก้ปัญหาโจทย์
 - 3.3 **ใช้เกมฝึกทักษะหรือเกมแข่งขันวิชาการ (จัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง)** โดยแข่งขันตามความสามารถของนักเรียน เกมแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจในบทเรียน เกมประกอบด้วยผู้เล่น 4 คน ซึ่งแต่ละคนเป็นตัวแทนกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่ม การกำหนดผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อเล่นเกม จะยึดหลักผู้เรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกัน กล่าวคือผู้เรียนเก่งของแต่ละกลุ่มจะแข่งขันผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มแข่งขัน
 4. **ขั้นสรุปครูและนักเรียนช่วยกันสรุป** พร้อมประกาศผลการแข่งขันเกมแข่งขันทางวิชาการ
 5. **ขั้นการวัดและประเมินผล** จากการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถาม ทำแบบฝึกหัด การทำแบบทดสอบและเกมแข่งขันทางวิชาการ
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 165-167) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีดังนี้

1. **ขั้นเตรียมเนื้อหา** ประกอบด้วย
 - 1.1 การจัดเตรียมเนื้อหาสาระ ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหาสาระหรือเรื่องที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

1.2 การจัดเตรียมเกม ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมคำถามง่าย ๆ ซึ่งเป็นคำถามจากเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนรู้ วิธีการให้คะแนนโบนัสในการเล่นเกมน รวมทั้งสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ เช่น ใบงาน ใบความรู้ ชุดคำถาม กระดาษคำตอบ กระดาษบันทึกคะแนน เป็นต้น

2. ชั้นจัดทีม ผู้สอนจัดทีมผู้เรียนโดยคละกันทั้งเพศและความสามารถ ทีมละประมาณ 4-5 คน เช่น ทีมสมาชิก 4 คน อาจประกอบด้วยชาย 2 คน หญิง 2 คน เป็นคนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เป็นต้น เพื่อเรียนรู้โดยปฏิบัติกิจกรรมตามคำสั่ง หรือใบงานที่กำหนดไว้

3. ชั้นการเรียนรู้ ประกอบด้วย

3.1 ผู้สอนแนะนำวิธีการเรียนรู้

3.2 ทีมวางแผนการเรียนรู้และการแข่งขัน

3.3 สมาชิกในแต่ละทีมร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามคำสั่ง หรือใบงาน

3.4 กลุ่มหรือทีมเตรียมความพร้อมให้แก่สมาชิกในกลุ่มทุกคน เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียน และพร้อมที่จะเข้าสู่การแข่งขัน

3.5 แต่ละทีมทำการประเมินความรู้ความเข้าใจเนื้อหาของสมาชิกในทีม โดยอาจตั้งคำถามขึ้นมาเอง โดยให้สมาชิกของทีมทดลองตอบคำถาม

3.6 สมาชิกของทีมช่วยกันอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่บางคนยังไม่เข้าใจ

4. ชั้นการแข่งขัน ผู้สอนจัดการแข่งขัน ประกอบด้วย

4.1 ผู้สอนแนะนำการแข่งขันให้ผู้เรียนทราบ

4.2 จัดผู้เรียนหรือสมาชิกตัวแทนของแต่ละทีมเข้าประจำโต๊ะการแข่งขัน

4.3 ผู้สอนแนะนำเกี่ยวกับเกม โดยอธิบายจุดประสงค์และกติกาของการเล่นเกม

4.4 สมาชิกหรือผู้เรียนทุกคนเริ่มเล่นเกมพร้อมกัน ด้วยชุดคำถามที่เหมือนกัน ผู้สอนเดินตามโต๊ะการแข่งขันต่าง ๆ เพื่อตอบปัญหาข้อสงสัย

4.5 เมื่อการแข่งขันจบลงให้แต่ละโต๊ะตรวจคะแนน จัดลำดับผลการแข่งขัน และให้หาค่าคะแนนโบนัส

4.6 ผู้เข้าร่วมแข่งขันกลับไปเข้าทีมเดิมของตนเองพร้อมนำคะแนนโบนัสไปด้วย

4.7 ทีมนำคะแนนโบนัสของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนรวมของทีม อาจจะหาค่าเฉลี่ยด้วยหรือไม่ก็ได้ ทีมที่ได้คะแนนรวมสูงสุดจะได้รับการยอมรับว่าเป็นทีมชนะเลิศและรองชนะเลิศตามลำดับ

5. ชั้นยอมรับความสำเร็จของทีม ผู้สอนประกาศผลการแข่งขัน และเผยแพร่สู่สาธารณชนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ปิดประกาศที่บอร์ด ลงข่าวหนังสือพิมพ์ท้องถิ่น จดหมาย ข่าวประกาศหน้าเสาธง เป็นต้น รวมทั้งมอบรางวัล ยกย่อง ชมเชย

ฉันทดา คงมีทรัพย์ (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน ขั้นสรุป และขั้นวัดและประเมินผล

กฤษกร สุขอนันต์ (2558) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ TGT ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 การนำเสนอบทเรียน โดยครูผู้สอนใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสม ตามลักษณะเนื้อหาของบทเรียนโดยใช้สื่อการเรียนประกอบคำอธิบาย

ขั้นที่ 2 การเรียนกลุ่มย่อย โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาความรู้จากใบความรู้ ใบงานและตรวจคำตอบจากเฉลย โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือทำงาน มีการอภิปรายเพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา เน้นให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา เกมเป็นการแข่งขันตอบคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจในบทเรียน เกมประกอบด้วยผู้เล่น 4 คน ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทนกลุ่มย่อยของแต่ละกลุ่ม การกำหนดให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเล่นเกม จะยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถทัดเทียมการแข่งขันกัน คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน จะแข่งขันตามกลุ่มความสามารถของตนเอง

ขั้นที่ 4 ขึ้นยกย่องทีมที่ประสบผลสำเร็จ ทีมที่ได้คะแนนรวมถึงตามเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับรางวัลหรือได้รับการยกย่อง

รัตนา บุตรอุดม (2559) กล่าวว่า ขั้นตอนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค TGT ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ประกอบด้วย การแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ แจ้งคะแนนรายกลุ่มบอกเกณฑ์ และรางวัลทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนเรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นเสนอเนื้อหา เป็นขั้นกิจกรรมที่แนะนำเนื้อหาบทเรียนเรื่องใหม่ ด้วยกิจกรรมที่เหมาะสมจากนั้นให้กลุ่มนักเรียนช่วยกันสรุปความคิดรวบยอด ให้เข้าใจอย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนเป็นกลุ่มย่อย เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมมือกันทำกิจกรรมภายในกลุ่ม โดยนักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหา มีการแบ่งหน้าที่กันทำงาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และร่วมตรวจสอบผลงานที่ทำร่วมกัน และนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดฝึกทักษะ

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกฝนทักษะเป็นขั้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจในองค์ความรู้ของบทเรียนที่ครูกำหนดด้วยวิธีการที่เหมาะสม และสรุปความคิดรวบยอดในบทเรียน โดยแลกเปลี่ยนความรู้ในประเด็นถาม และตอบกรณีที่สงสัยและต้องการให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ซึ่งสามารถซักถามเพิ่มเติมจากครูด้วยก็ได้ นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของผลการทำงานชุดฝึกทักษะ และงานกลุ่ม เพื่อประเมินและทบทวนความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ชั้นเล่นเกมแข่งขัน เป็นการแข่งขันเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนที่มีจุดหมายเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจในบทเรียนเกมประกอบด้วยผู้เล่น 4 คนซึ่งแต่ละคนเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มโดยยึดหลักความเท่าเทียม กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถทัดเทียมกันแข่งกัน นักเรียนเก่งแต่ละกลุ่มแข่งกัน นักเรียนปานกลางแข่งกัน นักเรียนอ่อนแข่งกัน

ขั้นที่ 6 สรุปและมอบรางวัลทีมชนะเลิศ นำคะแนนโบนัสของแต่ละทีมมารวมกันเป็นคะแนนของทีมแล้วหาค่าเฉลี่ยทีม ที่มีค่าสูงสุดจะได้รับการยกย่องเป็นทีมชนะเลิศ และทีมรองลง และมอบรางวัล

วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2556: 168) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เทคนิค TGT ประกอบด้วย

1. ขั้นสอน ครูสอนบทเรียน
2. ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ร่วมกันศึกษา ฝึกปฏิบัติตามใบงาน
3. ขั้นการแข่งขัน ตอบปัญหาระหว่างกลุ่มใหม่ โดยจัดกลุ่มทีมละ 4-5 คน ตามจำนวนของนักเรียนในห้อง
4. ขั้นให้รางวัลกลุ่ม คะแนนกลุ่ม คำนวณได้จากคะแนนพัฒนาของสมาชิกร่วมกันเฉลี่ย
5. ขั้นสรุปบทเรียน

สำหรับเทคนิคทีมเกมแข่งขัน TGT นั้น นักเรียนจะไม่ทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล แต่จะแข่งขันกันตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนแทน โดยที่ครูจะต้องเตรียมคำถามให้นักเรียนตอบ โดยอาจจะสร้างข้อคำถามให้มี 3 ระดับ คือ คำถามสำหรับเด็กเรียนเก่ง เด็กเรียนปานกลาง และเด็กเรียนอ่อน เป็นต้น หรืออาจจะเป็นข้อคำถามคละกันทั้งยาก-ง่าย ให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามเหล่านั้น คำถามเหมือนกันก็ได้ โดยให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของนักเรียน พร้อมกับกำหนดเวลาในการทำแบบฝึกหัดเพื่อการแข่งขันแต่ละครั้งก็ได้

ทิตินา แคมมณี (2559: 268-269) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค TGT มีดังนี้

1. จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มคละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (home group)
2. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน
3. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา แยกย้ายกันเป็นตัวแทนกลุ่มไปแข่งขันกับกลุ่มอื่นโดยจัดกลุ่มแข่งขันตามความสามารถ คือ คนเก่งในกลุ่มบ้านของเราแต่ละกลุ่มไปรวมกัน คนอ่อนก็ไปรวมกับคนอ่อนของกลุ่มอื่น กลุ่มใหม่ที่รวมกันนี้เรียกว่า กลุ่มแข่งขัน กำหนดให้มีสมาชิกกลุ่มละ 4 คน
4. สมาชิกในกลุ่มแข่งขัน เริ่มแข่งขันกันดังนี้
 - ก. แข่งขันกันตอบ 10 คำถาม
 - ข. สมาชิกคนแรกจับคำถามขึ้นมา 1 คำถาม และอ่านคำถามให้กลุ่มฟัง

ค. ให้สมาชิกที่อยู่ซ้ายมือของผู้อ่านคำถามคนแรกตอบคำถามก่อน ต่อไปจึงให้คนถัดไปตอบจนครบ

ง. ผู้อ่านคำถาม เปิดคำตอบ แล้วอ่านเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้กลุ่มฟัง

จ. ให้คะแนนคำตอบ ดังนี้ ผู้ตอบถูกต้องเป็นคนแรกได้ 2 คะแนน ผู้ตอบถูกต้องคนต่อไปได้ 1 คะแนน ผู้ตอบผิดได้ 0 คะแนน

ฉ. ต่อไปสมาชิกกลุ่มที่สองจับคำถามที่ 2 และเริ่มเล่นตามขั้นตอน ข-ค ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งคำถามหมด

ช. ทุกคนรวมคะแนนของตนเอง

ผู้ได้คะแนนสูงอันดับ 1 ได้โบนัส 10 คะแนน

ผู้ได้คะแนนสูงอันดับ 2 ได้โบนัส 8 คะแนน

ผู้ได้คะแนนสูงอันดับ 3 ได้โบนัส 5 คะแนน

ผู้ได้คะแนนสูงอันดับ 4 ได้โบนัส 4 คะแนน

5. เมื่อแข่งขันเสร็จแล้ว สมาชิกกลุ่มกลับไปกลุ่มบ้านของเรา แล้วนำคะแนนที่แต่ละคนได้รวมเป็นคะแนนของกลุ่ม

จากการศึกษาขั้นตอนการสอนของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของ วัชรวิภา เถาเรียนดี (2556: 168) มากำหนดเป็นขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือ TGT ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนบทเรียนด้วยการซักถาม ตั้งปัญหา ตอบคำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะเรียนเพื่อเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาใหม่

ขั้นสอน ครูสอนเนื้อหาโดยใช้เทคนิควิธีสอนที่เหมาะสม

ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ครูจัดนักเรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ครูให้ความรู้ ใ้ทำงานให้นักเรียนได้ศึกษา และให้นักเรียนทำใบงานร่วมกัน

ขั้นแข่งขันเกมตอบปัญหา ครูกำหนดเกม และให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มจะเป็นตัวแทนกลุ่มไปแข่งขันกับกลุ่มอื่น โดยจัดกลุ่มแข่งขันตามความสามารถที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น เมื่อแข่งขันเสร็จแล้วให้นักเรียนกลับมายังกลุ่มเดิม รวมแต้มของทุกคนในทีม ทีมใดที่มีแต้มสูงสุดจะได้รับรางวัล

ขั้นสรุป นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และมอบรางวัลให้กับทีมที่ได้คะแนนสูงที่สุดซึ่งการมอบรางวัลจะมอบในครั้งสุดท้ายหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และร่วมแข่งขันเกมจนครบตามที่กำหนด

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TGT

วิลลาร์ด สุนทรโรจน์ (2555: 109-110) กล่าวว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TGT มีดังนี้

1. ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ มากกว่าวิธีเรียนตามปกติ เนื่องจากจะต้องให้เวลาผู้เรียนในการศึกษาเรื่องที่มีขอบหมายร่วมกัน ภายในกลุ่มซึ่งมีการอธิบายอภิปรายซักถามซึ่งกันและกัน รวบรวมผลงานและนำเสนอผลงานที่ได้ศึกษาร่วมกันต่อเพื่อนร่วมชั้น รวมทั้งกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาเพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม ดังนั้นจึงอาจจะต้องใช้เวลามากกว่าการเรียนปกติ
2. เกิดเสียงดังรบกวนห้องข้างเคียงและขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อยขณะเคลื่อนย้ายผู้เรียน เนื่องจากการเรียนแบบร่วมมือประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมจะมีการจัดผู้เรียนให้เคลื่อนย้ายจากกลุ่มที่ผู้เรียนเรียนด้วยกัน หรือกลุ่มบ้านซึ่งเป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน มาจัดกลุ่มใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มแข่งขันที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกันเพื่อแข่งขันตอบปัญหาด้วยกัน เมื่อแข่งขันเสร็จก็กลับมารวมกันยังกลุ่มบ้านที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันอีกครั้ง เพื่อรวมคะแนนจากการแข่งขันของสมาชิกภายในกลุ่ม ดังนั้นครูจะต้องหาวิธีการที่จะทำให้การเคลื่อนย้ายกลุ่มของผู้เรียนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและไม่เกิดเสียงดัง
3. มีผลต่อความรู้สึกของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนที่เข้าร่วมเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการในแต่ละกลุ่มทำการแข่งขันเสร็จสิ้นลง ผู้เรียนที่ได้คะแนนต่ำสุดในแต่ละกลุ่มการแข่งขันจะต้องเคลื่อนย้ายไปแข่งขันยังกลุ่มที่มีระดับความสามารถน้อยกว่าในการแข่งขันครั้งต่อไป ซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนเสียใจเสียความรู้สึกจนเกิดความรู้สึกท้อแท้ก็ได้ แต่ในทางกลับกันก็อาจเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องเพิ่มความพยายามและให้ความสนใจในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TGT ดังกล่าว ผู้สอนต้องรู้จักจัดการควบคุมการทำงานกิจกรรมให้อยู่ภายในเวลาที่กำหนด ถ้าผู้สอนขาดการเอาใจใส่ต่อนักเรียนจะทำให้เสียงดังรบกวนห้องข้างเคียงและขาดความเป็นระเบียบ และสมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องมีความมุ่งมั่นที่จะทำงานร่วมกัน
4. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองและตระหนักถึงคุณค่าตนเอง เนื่องจากเทคนิคนี้มีเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ ผู้เรียนได้ร่วมเล่นเกมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ที่มีความสามารถใกล้เคียงกันโดยมีการจัดกลุ่มแข่งขันซึ่งประกอบไปด้วยสมาชิกที่มาจากกลุ่มต่าง ๆ ที่มีความสามารถใกล้เคียงกันและแข่งขันภายในกลุ่มที่จัดขึ้นใหม่นี้ ดังนั้นผู้เรียนเก่งหรือผู้เรียนอ่อนก็มีโอกาสทำคะแนนให้กับกลุ่มของตนเองได้เท่าเทียมกัน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจมั่นใจ และตระหนักถึงคุณค่าของตนเองที่เป็นส่วนหนึ่งในความสำเร็จของกลุ่ม
5. ส่งเสริมการเรียนรู้และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้ร่วมกันเรียนและร่วมกันเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนและ

การที่ผู้เรียนเก่งหรือเรียนช้าจะรู้สึกอับอายไม่โดดเด่นหรือรู้สึกเป็นกันเอง และกล้าซักถามปัญหาที่ไม่เข้าใจกับเพื่อนจนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

6. พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นเป้าหมายที่สำคัญของวิธีการเรียนประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมคือ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทักษะการร่วมมือ และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สิ่งนี้เป็นทักษะที่สำคัญของสังคมที่คนเราต้องทำงานร่วมกันภายใต้ระบบที่ทุกคนต่างต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการปรับตัวเพื่อให้สามารถทำงานในสังคมได้อย่างมีความสุข

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและความรับผิดชอบเนื่องจากกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมตอบปัญหาทางวิชาการจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง และของเพื่อนร่วมกลุ่มเพื่อจะมีความสามารถทำคะแนนสะสมได้สูงถึงเกณฑ์ตามเป้าหมายและขณะที่เล่นเกม นักเรียนจะต้องคิดคำนวณคิดแก้ไขปัญหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่จะตอบปัญหานั้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและในการทำงานกลุ่ม มีการอภิปรายและแก้ไขปัญหาพร้อมกับเพื่อนพร้อมกับลงมือปฏิบัติร่วมกันตามขั้นตอนที่กำหนดไว้จากมติของกลุ่มในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาข้อดีของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TGT อาจสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เทคนิค TGT เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีการช่วยเหลือ และแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้ร่วมกันเรียนและร่วมกันเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ผู้วิจัยรวบรวมไว้บางส่วน ดังนี้

หัตถยาภรณ์ ตุงยะ (2565) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดไผ่ล้อม (พูลประชาอุปถัมภ์) โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดสี่สหาย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

อดิวัฒน์ เรือนริน (2563) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองเค็ด โดยใช้วิธีการสอนแบบ TGT พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบ TGT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ

ละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่อง จำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ TGT อยู่ในระดับมาก

เมลดา รุ่งเรือง (2562) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และ STAD ในรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม อยู่ในระดับดี

อุกฤษฏ์ ทองอยู่ (2562) ศึกษาการพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนทุกกลุ่มมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดี ความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อำภา บริบูรณ์ (2561) ศึกษาผลการพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และทีมแข่งขัน (TGT) ที่เสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอนคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และทีมแข่งขัน (TGT) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.95/76.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพัตรา ไพบูลย์วัฒนกิจ (2561) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสร้างคำ ในภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันโดยใช้เทคนิค TGT ร่วมกับแบบฝึก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันโดยใช้เทคนิค TGT ร่วมกับแบบฝึกโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ธนพร ดวงพรกชกร (2559) ศึกษาผลสัมฤทธิ์การเขียนสะกดคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับแบบฝึก พบว่า ผลสัมฤทธิ์การเขียนสะกดคำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับแบบฝึกในภาพรวมมีความเห็นเชิงบวกอยู่ในระดับมากที่สุด

ทราภรณ์ อนุทุม (2558) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 อยู่ในระดับมากที่สุด

สุรดา โคนีสื่ออำนวย (2557) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความพึงพอใจของนักเรียน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันกับหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาคิน อนันตกิจบำรุง (2557) ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ TGT พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ TGT มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ STAD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คมกฤษ คำวง (2555) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่าระดับดีมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับไม่ต่ำกว่าระดับเห็นด้วยมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณัฐนรินทร์ เจริมปรู (2555) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TAI พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนออย่าง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วูแลนซารี (Wulansari, 2020: บทคัดย่อ) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านจับใจความของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

ฟาจรี (Fajri, 2019: บทคัดย่อ) ศึกษาการสอน SIMPLE PRESENT TENSE โดยใช้ TGT พบว่าครูควรนำ TGT มาใช้ในการสอน SIMPLE PRESENT TENSE เพราะสามารถปรับปรุงความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้ SIMPLE PRESENT TENSE และมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีทั่วไป

อะดิลลา (Adilla, 2017: บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้การอ่านโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าการใช้เทคนิค TGT มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้การอ่านสำหรับนักเรียน

อาซิช และฮอสเซน (Aziz & Hossain, 2010: 53 - 62) ศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

สปูเลอร์ (Spuler, 1981: 3125-A) ศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ประสิทธิภาพของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือTGT เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่าร้อยละ 80 ของการศึกษาออกมาในเชิงสถิติผลสัมฤทธิ์สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนแบบดั้งเดิม ผลสัมฤทธิ์ สูงกว่าร้อยละ 51 และในการศึกษาวิจัยพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการเรียน TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าการเรียนแบบดั้งเดิม

บาร์บาโต (Barbato, 2000) ศึกษาการเปรียบเทียบผลกระทบของการใช้วิธีการเรียนแบบปกติกับวิธีการแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะคิดและการวางแผนการเรียนในหลักสูตรของชั้นเรียนเกรด 10 พบว่า ชั้นเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและพบว่า นักเรียนมีทัศนคติด้านบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนแบบปกติ ส่วนการวางแผนการเรียนในหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์พบว่ามี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือ นักเรียนชายมีการวางแผนที่จะลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรระดับสูงสุดทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายมากกว่านักเรียนหญิง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT อาจสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT จะช่วยให้ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

สำหรับงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง บางส่วนที่รวบรวมไว้ ดังนี้

เกศราภรณ์ บำรุงภักดี (2563) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนโดยรวมคิดเป็นร้อยละค่าเฉลี่ย 80.35 อยู่ในระดับดีมาก และจากการสัมภาษณ์นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ มีการวางแผน มีการดำเนินการแก้ปัญหาผิดพลาดน้อยลง และมีการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

พิชยาพร ราชคำ (2563) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

เบญจมาศ จันปุม (2562) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดมุกดาหาร พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.88/80.61 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง อาจสรุปได้ว่า การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เป็นเนื้อหาสำคัญในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เพราะเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์และนำไปต่อยอดในการเรียนในระดับที่สูงขึ้น จึงมีงานวิจัยที่ศึกษาเรื่องดังกล่าวจำนวนมาก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กู๊ด (Good, 1973: 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความสามารถในการได้รับความรู้หรือการพัฒนาทักษะจากการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบที่กำหนดคะแนนจากชิ้นงานที่มอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548: 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549: 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์

เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

วิลสัน (Wilson, 1971: 643 - 696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถทางสติปัญญา (cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และสามารถจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไว้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ ด้านการคิดคำนวณ (computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (knowledge of specific facts) คำถามที่วัดระดับความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและความรู้พื้นฐาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้วข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่าแบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (knowledge of principles, rules and generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งเป็นอีกแบบหนึ่ง (ability to transform problem from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ง่าย พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (ability to solve routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสออยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (ability to recognize patterns, isomorphisms, and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้อง

อาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้ปัญหาโจทย์ดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (ability to solve nonroutine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ (ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 สามารถในการพิสูจน์ (ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (ability to criticize proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วยคือ อาจจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างขบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้ขบวนการนั้น

จากการศึกษาความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ สิ่งที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้จัดกิจกรรมขึ้น ซึ่งวัดจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 146-147) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามที่นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ของนักเรียนที่ได้ในห้องเรียนว่า นักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมที่ไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดดูความพร้อมที่จะเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูผู้สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วยทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกันเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปด้วย แล้วจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ ซึ่งควรวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้ วัดด้านความรู้ความจำ วัดความเข้าใจ วัดการนำไปใช้ และวัดด้านการวิเคราะห์

บุญชม ศรีสะอาด (2553: 56) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์เชิงวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น

ชานนท์ จันทรา (2555: 79-81) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร รูปแบบของแบบทดสอบสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แบบทดสอบแบบปรนัยหรือแบบทดสอบที่ไม่ใช่ความเรียง (objective tests) เช่น แบบทดสอบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบจับคู่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบเติมคำ หรือแบบตอบสั้น ๆ และแบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ

2. แบบทดสอบแบบอัตนัย หรือแบบทดสอบแบบความเรียง เช่น แบบทดสอบ แบบแสดงวิธีทำ แต่จะพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ นั่นคือ แบบทดสอบเลือกตอบ และแบบทดสอบแสดงวิธีทำ เป็นต้น

แบบทดสอบเลือกตอบหรือแบบหลายตัวเลือก เป็นแบบทดสอบที่สามารถใช้วัดได้ทั้ง ความรู้ ความคิด ข้อเท็จจริง หลักการ ทฤษฎี การตัดสินใจ การแปล ความหมายของข้อมูล การนำไปใช้ การวิเคราะห์ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะและกระบวนการคณิตศาสตร์ โดย แบบทดสอบชนิดนี้มี ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนของคำถาม และส่วนของคำตอบที่เรียกว่า ตัวเลือก ซึ่งมีทั้งตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องและเป็นคำตอบที่ผิดเรียกว่า ตัวลวง

ชวาล แพร์ตกุล (2552: 74) กล่าวว่า แบบทดสอบประเภทผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่วัด ความรู้ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากทาง โรงเรียนและที่บ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัดและบุคลิกทางสังคม อันได้แก่ อารมณ์ และการปรับตัวเป็นต้น แบบทดสอบประเภทผลสัมฤทธิ์มุ่งที่จะวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการเป็น ส่วนใหญ่และมักเป็นข้อคำถามที่ให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (paper-and-pencil test) กับที่ให้นักเรียนปฏิบัติจริง ๆ (performance test) ดังที่เรียกว่า ข้อสอบภาคทฤษฎีกับภาคปฏิบัติ นั้นเอง ข้อสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหา และโจทย์ข้อคำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นเอง แบบทดสอบชนิดนี้จะยังคงมีและจะต้องดำรงความสำคัญ เป็นกระดุกสันหลังของการวัดผลอยู่ ตลอดไป คุณประโยชน์ที่สำคัญยิ่งของข้อสอบชนิดนี้อยู่ตรงที่ เราสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับ สภาพและเหตุการณ์ได้ต่าง ๆ เราอาจใช้ข้อสอบชนิดนี้เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียน ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดพื้นความรู้เดิม วัดความงดงามในการเรียนการสอน วัดดูความบกพร่องเพื่อ จะสอนซ่อมแซม วัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ และอีกสารพัดวัตถุประสงค์ตามที่ครูจะ ประารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบมาตรฐานนี้มีคุณค่ามหาศาล สามารถใช้เป็นหลัก สำหรับวัดและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้สำหรับวัด อัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้และจะใช้ในงานสอบวัดผลอื่น ๆ อีกริก็ได้

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2554: 16-28) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็น แบบสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความเข้าใจจาก การเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล ส่วนใหญ่แบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นมักจะมี ความมุ่งหมายที่สำคัญ คือ เพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละ สาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ของแต่ละโรงเรียน ลักษณะของแบบวัดผลสัมฤทธิ์มีทั้งที่เป็นข้อเขียน (paper and pencil test) และที่เป็นภาคปฏิบัติ จริง (performance test)

จากการศึกษาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญธรรม กิจปรีดาปิสุทธิ์ (2542: 75) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการ
2. เลือกชนิดและแบบของแบบทดสอบ
3. เขียน (ร่าง) ข้อคำถาม
4. จัดเรียงและทำรูปเล่ม
5. ตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข
6. ตรวจสอบคุณภาพ

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2544: 99-100) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตร และการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระ และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่คร่อมุ่งหวังให้เกิดกับนักเรียน ซึ่งครูจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษารายวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้ว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษาแล้วในขั้นที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมดจัดทำเป็นแบบทดลองฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบและจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อ ๆ ไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบหากพบว่า ข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีอาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

รัตนา วงศ์ล้ำ (2560: 61) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ต้องวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดชนิดของข้อสอบ และศึกษาวิธีสร้าง กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนข้อสอบตรวจทานข้อสอบ จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดลองสอน วิเคราะห์ข้อสอบ และจัดทำแบบทดสอบฉบับจริงเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้แล้ว ซึ่งมีทั้งแบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดชนิดของข้อสอบ และศึกษาวิธีสร้างเขียนข้อสอบ ตรวจทานข้อสอบ จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง โดยแบบทดสอบมาตรฐานจะสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขาวิชา ส่วนแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นนั้นมีหลายแบบ โดยครูจะสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลักษณะเนื้อหาวิชานั้นๆ และเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ ด้านการประเมินค่า และต้องเป็นแบบทดสอบที่ดีตามหลักการที่นักวิชาการกล่าวไว้ เพื่อใช้เป็นแนวทางการประเมินและสรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจสรุปได้ว่าการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์/เนื้อหาสาระที่จะออกข้อสอบ
3. กำหนดชนิดของข้อสอบ

4. สร้างตารางแสดงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วนและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบ
5. เขียนข้อสอบตามตารางที่สร้างขึ้น
6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรง
7. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
8. พิมพ์ข้อสอบฉบับจริง

แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 31-32) กล่าวว่า แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ มีดังนี้

1. การสร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้
 - 1.1 สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย
 - 1.2 ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้ามต้องเน้นด้วยการทำตัวหนาหรือขีดเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ
 - 1.3 คำถามแต่ละข้อจะเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่งจะต้องไม่ขึ้นหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง หรือใช้คำตอบของข้อหนึ่งเป็นคำถามอีกข้อหนึ่ง
 - 1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ขึ้นนำ หรือสื่อความไปถึงคำตอบถูก หรือคำตอบผิด
 - 1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้นข้อสอบเพื่อการวิเคราะห์ที่มีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ)
 2. การสร้างตัวเลือก โดยทั่วไปตัวเลือกของข้อสอบแบบเลือกตอบมีจำนวน 3-5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกในข้อสอบจะต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของผู้เรียน ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้
 - 2.1 แต่ละตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกันและมีความยาวใกล้เคียงกัน
 - 2.2 ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจยาก
 - 2.3 ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” “ผิดทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก” (เพราะเป็นการสื่อความหมายถึงความไม่แน่ใจในคำถาม หรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจ)
 - 2.4 ไม่ควรสร้างตัวเลือกโดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่งผิดครึ่ง หรือถูกต้องเพียงบางส่วน เพราะอาจทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ
- สมนึก ภัททิยธนี (2549: 63-84) กล่าวว่า แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ มีดังนี้
1. คำถามต้องชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจว่าต้องการถามอะไร
 2. พยายามใช้ตัวเลือกสั้น ๆ โดยตัดคำที่ไม่จำเป็นออก

3. อย่าให้มีรายละเอียด ในตัวคำถามมากเกินไป เพราะอาจเป็นการแนะนำคำตอบ
 4. ต้องมั่นใจว่าคำถามแต่ละข้อมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว
 5. พยายามใช้คำถามที่วัดสมองชั้นลึก ๆ เช่น ถามความเข้าใจ การนำไปใช้วิเคราะห์
 6. ระวังการใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูก” หรือ “ถูกทุกข้อ” ถ้าจะใช้ก็ให้ใช้อย่างเหมาะสม เช่น กรณีที่หาตัวเลือกอื่นไม่ได้อีกแล้ว
 7. ถ้าจะใช้คำปฏิเสธ ควรแสดงให้เห็นชัดว่าเป็นคำถามปฏิเสธ โดยการขีดเส้นใต้หรือใช้ตัวพิมพ์หนา แสดงข้อความที่แสดงคำถามปฏิเสธ
 8. ตัวเลือกที่ถูกควรมีความยาวใกล้เคียงกับตัวเลือกอื่น
 9. ตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและผิด ต้องผิดในแง่ความหมาย ไม่ใช่ผิดผิดในแง่การใช้ภาษา
 10. ตัวเลือกแต่ละตัวควรให้เป็นอิสระขาดจากกัน กล่าวคือ ไม่ควรกล่าวถึงกัน ไม่ควรให้ตัวเลือกตัวหนึ่งคลุมตัวเลือกอื่น ๆ
 11. การวางตำแหน่งตัวถูกควรกระจายกันออกไป ไม่ควรซ้ำกัน หรือเรียงกันอย่างมีระบบ ทางที่ดีควรเรียงตามลำดับความยาว ให้ตัวเลือกที่มีความยาวน้อยสุดเป็นข้อ ก.
 12. ตัวเลือกที่เป็นตัวถูกต้องมีเหตุผลที่จะใช้เป็นตัวถูก ไม่ใช่ผิดจนเห็นได้ชัดเจน
 13. ควรเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข
 14. ถ้าใช้รูปภาพประกอบคำถามให้ดี
 15. ข้อหนึ่งควรให้มีตัวเลือก 4-5 ตัวเลือก
 16. อย่าให้คำถามข้อแรก ๆ แนะนำคำตอบข้อหลัง
- ชานนท์ จันทรา (2555: 79-81) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบให้มีคุณภาพมีหลักการ ดังนี้

| คำถาม | ตัวเลือก |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - สั้น ชัดเจน ได้ใจความ และเป็นคำถามเดียว - ใช้ภาษาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย - เป็นตัวแทนของแนวคิดและเนื้อหาสำคัญที่ต้องการวัด - ควรใช้ประโยคบอกเล่า ถ้าจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธ ควรเน้นข้อความหรือขีดเส้นใต้ข้อความที่แสดงการปฏิเสธ - แต่ละข้อเป็นอิสระจากกัน โดยไม่ให้การตอบคำถามของข้อหนึ่งชี้แนะหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง - ในแต่ละข้อคำถามและคำตอบควรอยู่ในหน้าเดียวกัน ไม่ควรมีคำถามหรือตัวเลือกในข้อเดียวกันไปอยู่แยกกันคนละหน้า - ควรจัดวางรูปแบบและพิมพ์ให้เป็นระบบระเบียบเดียวกัน | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย หลีกเลียง การใช้คำหรือข้อความซ้ำ - ควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกัน - ถ้าตัวเลือกเป็นจำนวน ควรจัดเรียงลำดับจากมากไปน้อยหรือจากน้อยไปมากด้วย - ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อถูก” เพราะทำให้การสื่อความหมายไม่ชัดเจน - ควรสร้างตัวลวงต่าง ๆ ให้มีเหตุผลที่อาจจะเป็นไปได้ หรือมีบางส่วนถูก - ควรกระจายคำตอบที่ถูกไปยังตัวเลือกต่าง ๆ แบบสุ่มในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน - แต่ละข้อต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวซึ่งต้องมีความชัดเจนและถูกต้องไม่ทำให้นักเรียนที่เก่งเกิดความสับสน และไม่ควรรอยุ่ในตำแหน่งเดียวทุกข้อ หรือจัดอย่างเป็นระบบจนทำให้เดาได้ง่าย - ควรมีความยาวใกล้เคียงกัน ถ้ายาวไม่เท่ากัน ควรเรียงจากสั้นไปหายาว หรือ ยาวไปหาสั้น |

จากการศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ อาจสรุปได้ว่าการสร้างคำถาม ควรมีลักษณะสั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ควรใช้ประโยคบอกเล่า ถ้าจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธ ควรเน้นข้อความหรือขีดเส้นใต้ข้อความที่แสดงการปฏิเสธ แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว และการสร้างตัวเลือกควรมีลักษณะการใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย หลีกเลียงการใช้คำหรือข้อความซ้ำ เป็นเรื่องเดียวกับคำถาม เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข มีเหตุผลที่จะใช้เป็นตัวลวงไม่ผิดจนเห็นได้ชัดเจน ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อถูก” แต่ละข้อต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ควรให้มีตัวเลือก 4-5 ตัวเลือกในหนึ่งข้อ

ความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็น ความรัก ชอบใจ
 ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2535: 114) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกรวมของบุคคล
 ที่มีต่อการทำงานในทางบวก เป็นความสุขของบุคคลที่เกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลตอบแทน
 คือ ผลที่เป็นความพึงพอใจที่ทำให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2544: 321) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกที่ชอบหรือพอใจที่มี
 ต่อองค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่าง ๆ ของงาน และผู้ปฏิบัติงานนั้นได้รับการตอบสนองความ
 ต้องการของเขาได้

วิรุฬ พรรณเทวี (2542: 11) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่
 ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะมีความคาดหวังกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมี
 ความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดีจะมีความพึงพอใจมาก แต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวัง
 หรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่งเมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตั้งใจไว้ว่า
 จะมีมากหรือน้อย ซึ่งความพึงพอใจ ความรู้สึก หรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งหรือปัจจัย
 ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ความรู้สึกพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนอง หรือ
 บรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงหรือไม่เกิดขึ้น หากความต้องการหรือ
 จุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

อุทัยพรรณ สุดใจ (2545: 7) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกรักชอบ ยินดี เต็มใจ หรือ
 มีเจตคติที่ดีของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความพอใจจะเกิดเมื่อได้รับตอบสนองความต้องการทั้งด้านวัตถุ
 และด้านจิตใจ ความพึงพอใจเป็นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึกและทัศนคติของบุคคล อันเนื่องมาจาก
 สิ่งเร้าและสิ่งจูงใจ โดยอาจเป็นไปในเชิงประเมินค่าว่า ความรู้สึกหรือทัศนคติต่อสิ่งเหล่านั้นเป็นไปใน
 ทางบวกหรือทางลบ

กาญจนา อรุณสุขจรจี (2546: 6) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรม
 ของมนุษย์ที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึง
 พอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนและต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความ
 ต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้น สิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้
 เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ (2546: 3) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นท่าที ความรู้สึก หรือ
 ทัศนคติในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ปฏิบัติ ร่วมปฏิบัติ หรือได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติ โดย
 ผลตอบแทนที่ได้รับรวมทั้งสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ
 หรือไม่พึงพอใจ

ชริณี เดชจินดา (2535: 6) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกนึกคิดหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ความรู้สึกพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่งความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงและไม่เกิดขึ้นหากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

ชนิดา ทาระเนตร์ (2560: 36) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่เป็นความรู้สึกในทางบวก ความรู้สึกที่ดีต่อการปฏิบัติกิจกรรม เมื่อได้รับผลสำเร็จหรือผลตอบแทนจากการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง อาจสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกนึกคิดหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ความรู้สึกพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงและไม่เกิดขึ้นหากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

มาสโลว์ (Maslow, 1970: 69-80) กล่าวว่า ทฤษฎีเกี่ยวกับความต้องการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ ดังนี้

1. ลักษณะความต้องการของมนุษย์ ได้แก่

1.1 ความต้องการของมนุษย์เป็นไปตามลำดับชั้นความสำคัญ โดยเริ่มระดับความต้องการขั้นสูงสุด

1.2 มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ เมื่อความต้องการอย่างหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้ว ก็มีความต้องการสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่

1.3 เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่จูงให้เกิดพฤติกรรมต่อสิ่งนั้น แต่จะมีความต้องการในระดับสูงเข้ามาแทนและเป็นแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมนั้น

1.4 ความต้องการที่เกิดขึ้นอาศัยซึ่งกันและกัน มีลักษณะควบคู่ คือเมื่อความต้องการอย่างหนึ่งยังไม่หมดสิ้นไปก็มีความต้องการอีกอย่างหนึ่งเกิดขึ้นมา

2. ลำดับชั้นความต้องการของมนุษย์มี 5 ระดับ ได้แก่

2.1 ความต้องการพื้นฐานทางด้านร่างกาย (physiological needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิต เช่น ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศเครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และความต้องการทางเพศ ความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนก็เมื่อความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้รับการตอบสนอง

2.2 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (security needs) เป็นความรู้สึกที่ต้องการความมั่นคงปลอดภัยในปัจจุบันและอนาคตซึ่งรวมความก้าวหน้าและความอบอุ่นใจ

2.3 ความต้องการทางสังคม (social or belonging needs) ได้แก่ ความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคม ความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน

2.4 ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง (esteem needs) เป็นความต้องการระดับสูง ได้แก่ ความต้องการอยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ ความสามารถ ความเป็นอิสระและเสรี และการเป็นที่ยอมรับนับถือของคนทั้งหลาย

2.5 ความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จในชีวิต (self-actualization needs) เป็นความต้องการระดับสูงของมนุษย์ ส่วนมากจะเป็นการนึกอยากจะเป็น อยากจะได้ตามความคิดเห็นของตนเอง แต่ไม่สามารถแสวงหาได้

ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2535 : 115-116) กล่าวว่า ความต้องการพื้นฐานประกอบด้วย 3 อย่างดังนี้

1. ความต้องการดำรงชีวิต (existence needs) เป็นความต้องการที่จะตอบสนองเพื่อให้มีชีวิตอยู่ต่อไป ได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำ ที่พักอาศัย ความปลอดภัยทางร่างกาย

2. ความต้องการมีสัมพันธภาพกับคนอื่น (relatedness needs) เป็นบทบาทที่ซับซ้อนเกี่ยวกับคนและความพึงพอใจ การปฏิสัมพันธ์กันในสังคมนำมาสู่เรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ การเคารพนับถือ การยอมรับและความต้องการเป็นเจ้าของ ทำให้เกิดความพึงพอใจในบทบาทการทำงานกับตัวพนักงานเองรวมทั้งครอบครัวและเพื่อน

3. การต้องการความเจริญก้าวหน้า (growth needs) เป็นความต้องการสูงสุด เช่น ได้รับการยกย่อง ประสบความสำเร็จในชีวิต ความเจริญก้าวหน้า ซึ่งต้องใช้ความสามารถอย่างเต็มที่ ความต้องการนี้ประกอบด้วย การท้าทายอิสรภาพของตัวเอง ที่จะทำให้ความสามารถนั้นเกิดความเป็นจริงได้

การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจ เป็นสิ่งสำคัญที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมาย หรือต้องการปฏิบัติให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ครูซึ่งในสภาพปัจจุบันเป็นเพียงผู้อำนวยการความสะดวกหรือให้คำแนะนำ ปรึกษาจึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน มีแนวคิดพื้นฐานที่ต่างกัน 2 ลักษณะคือ

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงาน การตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการตอบสนอง ครูผู้สอนที่ต้องการให้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางบรรลุผลสำเร็จ จึงต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศ และสถานการณ์ รวมทั้งสื่ออุปกรณ์การเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียน เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้เรียน ให้มีแรงจูงใจในการทำกิจกรรมจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

2. ผลของการปฏิบัติงานนำไปสู่ความพึงพอใจ ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและผลการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ ผลการปฏิบัติงานที่ดีจะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสม ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจ ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองในรูปของรางวัล หรือผลตอบแทนซึ่งแบ่งออกเป็นผลตอบแทนภายใน (intrinsic rewards) และผลตอบแทนภายนอก (extrinsic rewards) โดยผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ นั่นคือ ความพึงพอใจในงานของผู้ปฏิบัติงานจะถูกกำหนดโดยความแตกต่างระหว่างผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริง และการรับรู้เรื่องเกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ความพึงพอใจย่อมเกิดขึ้น

สุเทพ พานิชพันธุ์ (2541: 5) กล่าวว่า แนวความคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจเป็นเครื่องมือกระตุ้นให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนี้

1. สิ่งจูงใจเป็นวัตถุ ได้แก่ เงิน สิ่งของ
2. สภาพทางกายที่ปรารถนา คือ สิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกาย
3. ผลประโยชน์ทางอุดมคติ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่สนองความต้องการของบุคคล
4. ผลประโยชน์ทางสังคม คือ ความสัมพันธ์อันดีมิตรกับผู้ร่วมกิจกรรมอันจะทำให้เกิดความผูกพัน ความพึงพอใจ และสภาพการอยู่ร่วมกันอันเป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในสังคม ซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกันและมีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดีที่ชอบ ที่พอใจ หรือที่ประทับใจของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับ โดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ บุคคลทุกคนมีความต้องการหลายสิ่งหลายอย่างและมีความต้องการหลายระดับ ซึ่งหากได้รับการตอบสนองก็จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ การจัดการเรียนรู้ใด ๆ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจ การเรียนรู้นั้นจะต้องสนองความต้องการของนักเรียน

การวัดความพึงพอใจ

กรมวิชาการ (2545: 61) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจนำมาจากแบบวัดเจตคติของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นมาตรวัดเจตคติ 5 ชั้น โดยการกำหนดค่าระดับ เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือในลักษณะอื่น ๆ ที่มี 5 ระดับ เช่นเดียวกันนี้ก็ได้ โดยแต่ละชั้นต้องมีการบอกน้ำหนักการประเมินข้อความต่าง ๆ ที่ได้กำหนดให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นออกมา โดยมีชั้นการสร้าง ดังนี้

1. รวบรวมข้อความที่ต้องการให้แสดงความคิดเห็น
2. กำหนดประเด็นและสร้างคำถาม โดยการใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่มีความหมายกำกวม

3. ตรวจสอบข้อความในคำถามให้สอดคล้องกับแนวทางการสอน เช่น เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย หรือ ชอบ ไม่ชอบ เป็นต้น

4. นำแบบวัดที่สร้างไปทดลองใช้ขั้นต้นเพื่อดูความชัดเจนของข้อความ

5. กำหนดค่าของน้ำหนักคะแนนตัวเลือกในแต่ละข้อ เช่น 5-1 หรือ 4-0

ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ (2546: 5) กล่าวว่า มาตรฐานวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริการ การบริหาร และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่แท้จริงได้

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจ โดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551: 138-140) กล่าวว่า การแบ่งแบบวัดตามลักษณะข้อความที่ถาม แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. แบบสำรวจปรนัย เป็นแบบวัดที่มีคำถามและคำตอบให้เลือกตอบ โดยที่ผู้ตอบตอบตามที่ตนเองมีความคิดเห็นและความรู้สึกเป็นข้อมูลที่มีการวิเคราะห์ด้วยเชิงปริมาณ

2. แบบสำรวจเชิงพรรณนา เป็นแบบสอบถามที่ผู้ตอบตอบด้วยคำพูดและข้อเขียนของตนเอง เป็นแบบสัมภาษณ์หรือคำถามปลายเปิดให้ผู้ตอบตอบได้โดยอิสระ

บุญชม ศรีสะอาด (2546: 70-71) กล่าวว่า หลักในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีคุณภาพสูง มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายแน่นอนว่าต้องการอะไร

2. สร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้และครอบคลุม

3. เรียงข้อคำถามตามลำดับตามหัวข้อที่ได้วางโครงสร้างไว้

4. ไม่ควรให้ผู้ตอบตอบมากเกินไป เพราะจะทำให้เบื่อ ไม่ให้ความร่วมมือ หรือตอบโดยไม่ได้ตั้งใจ

5. ให้ผู้ตอบแบบสอบถามมีความลำบากน้อยที่สุดในการตอบ ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ควรใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด ผู้ตอบแบบสอบถามเพียงแค่ตอบในแบบสอบถาม

6. สร้างข้อคำถามให้มีลักษณะดี กล่าวคือ มีลักษณะดังนี้

6.1 ใช้ภาษาที่ชัดเจนเข้าใจง่าย ไม่กำกวม ไม่มีความซับซ้อน

6.2 ใช้ข้อความที่สั้นกะทัดรัด ไม่มีส่วนฟุ่มเฟือย

6.3 เป็นข้อความที่เหมาะสมกับผู้ตอบ โดยคำนึงถึงสติปัญญา ระดับการศึกษา ความสนใจของผู้ตอบ

6.4 แต่ละข้อความมีปัญหาเดียว

6.5 หลีกเลี่ยงคำถามที่จะตอบได้หลายทาง

6.6 หลีกเลี่ยงคำถามที่จะให้ผู้ตอบเบื่อหน่าย ไม่รู้เรื่อง หรือไม่สามารถตอบได้

6.7 หลีกเลี่ยงคำที่พูดตอบตีความแตกต่างกัน เช่น บ่อย ๆ เสมอ ๆ รวย โง่ ฉลาด

6.8 ไม่ใช้คำถามที่เป็นการนำผู้ตอบให้ตอบแนวใดแนวหนึ่ง

6.9 ไม่เป็นคำถามที่จะทำให้ผู้ตอบเกิดความลำบากใจหรืออึดอัดที่จะตอบ

6.10 ไม่ถามในสิ่งที่รู้แล้วหรือวัดด้วยวิธีอื่นได้ดีกว่า

6.11 ไม่ถามในเรื่องที่เป็นความลับ

6.12 คำตอบที่เลือกในข้อความควรมีให้ครอบคลุมกลุ่มตัวอย่าง ทุกคนสามารถเลือกตอบได้ตรงกับความเป็นจริงตามความคิดเห็นของเขา บางครั้งอาจมีตอนให้เติม เช่น อื่น ๆ (โปรดระบุ)

พร้อมพรรณ อุตมสิน (2538: 78-79) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจสามารถทำได้ 3 วิธี ดังนี้

1. การศึกษาพฤติกรรมของนักเรียน
2. การให้นักเรียนเขียนบรรยายความรู้สึก
3. การให้นักเรียนตอบแบบสอบถาม

จากการศึกษาการวัดความพึงพอใจ อาจสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจ สามารถวัดได้หลายวิธีโดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกต ซึ่งการเลือกใช้รูปแบบการวัดจะแตกต่างกันไปตามสิ่งที่ต้องการวัด ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้แบบประเมินความพึงพอใจ วัดตามมาตราส่วนแบบลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งประกอบด้วย ข้อความที่แสดงถึงความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ มีระดับความรู้สึก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6 มีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบการวิจัย
3. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
5. ดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. วิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

โดยแต่ละขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเอกสาร บทความและงานวิจัยต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ โดยรวบรวมข้อมูลจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสาร
4. ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
5. ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TGT (Team Game Tournament)
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหนังสือเรียนและเอกสารอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง
7. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการวิจัย ระเบียบวิธีวิจัย และวิธีการสร้างแบบทดสอบ รวมทั้งหลักการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

8. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการวัดและประเมินผลความพึงพอใจของผู้เรียน

การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในลักษณะของการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) รูปแบบที่ใช้ศึกษาคือ one group pretest - posttest design (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2559: 289) ซึ่งมีรูปแบบตามตารางที่ 8

| ทดสอบก่อนใช้ชุดกิจกรรม | ทดลอง | ทดสอบหลังใช้ชุดกิจกรรม |
|------------------------|-------|------------------------|
| T ₁ | X | T ₂ |

ตารางที่ 8 แบบแผนการวิจัย

| | | | |
|-------|----------------|-----|--|
| เมื่อ | T ₁ | แทน | การทดสอบก่อน (pretest) ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง |
| | X | แทน | การใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง |
| | T ₂ | แทน | การทดสอบหลัง (posttest) ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง |

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้อง โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 48 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งแต่ละห้องเรียนจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดแบบร่วมมือเทคนิค TGT
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร
5. แบบประเมินความพึงพอใจ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดแบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และขอบเขตเนื้อหา
2. ศึกษาสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และคู่มือครูสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT วิธีสอนคณิตศาสตร์ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้จากตำรา และเอกสารต่าง ๆ
4. ศึกษาการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT จากคู่มือและตำราต่าง ๆ และนำความรู้ดังกล่าวมาดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนบทเรียนด้วยการซักถาม ตั้งปัญหา ตอบคำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะเรียนเพื่อเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาใหม่

ขั้นสอน ครูสอนเนื้อหาโดยใช้เทคนิควิธีสอนที่เหมาะสม

ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ครูจัดนักเรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ครูให้ความรู้ ใบงานให้นักเรียนได้ศึกษา และให้นักเรียนทำใบงานร่วมกัน

ขั้นแข่งขันเกมตอบปัญหา ครูกำหนดเกม และให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มเป็นตัวแทนกลุ่มไปแข่งขันกับกลุ่มอื่น โดยจัดกลุ่มแข่งขันตามความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เมื่อแข่งขันเสร็จแล้วให้นักเรียนกลับมายังกลุ่มเดิม รวมแต้มของทุกคนในทีม ทีมใดที่มีแต้มสูงสุดจะได้รับรางวัล

ขั้นสรุป นักเรียนและครูร่วมกันสรุปบทเรียน และมอบรางวัลให้กับทีมที่ได้คะแนนสูง ซึ่งการมอบรางวัลจะมอบในครั้งสุดท้ายหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และร่วมแข่งขันเกมจนครบตามที่กำหนด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียดดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| แผนการจัด การเรียนรู้ที่ | เรื่อง | เวลาเรียน (คาบ) |
|-----------------------------|--|--------------------|
| 1 | การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจง | 2 |
| 2 | การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว | 3 |
| 3 | การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ | 3 |
| 4 | การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง | 2 |
| รวม | | 10 |

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขและนำไปแก้ไขปรับปรุง

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย การวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objective congruence; IOC) ของการจัดการเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้จัดกิจกรรม ปรับปรุงตามคำแนะนำ นำข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำตารางวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

| | | |
|----|---------|--|
| +1 | หมายถึง | แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |
| -1 | หมายถึง | แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |

นำคะแนนที่ได้คำนวณหาค่า IOC ด้วยสูตร ดังนี้

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

| | | | |
|-------|-----|-----|---|
| เมื่อ | IOC | แทน | ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ |
| | R | แทน | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน |
| | N | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ |

โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2549: 177)

7. นำข้อบกพร่องมาแก้ไขปรับปรุง และให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาอีกครั้ง ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับใช้ทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 20 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยมีขั้นตอนดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา สารการเรียนรู้ และวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อกำหนดอัตราส่วนของเนื้อหาจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสารต่าง ๆ แล้วดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริง จำนวน 20 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแบบทดสอบใน

ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจนของข้อความ ตัวเลือก ตัวลวงและตรวจสอบภาษา จากนั้นผู้วิจัยนำมาปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสม

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการปรับปรุงและแก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์/เนื้อหานั้น
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์/เนื้อหานั้น
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาวิเคราะห์ข้อมูล หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC เลือกข้อสอบที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบฉบับทดลองใช้ (try out) ต่อไป

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 จำนวน 24 คน

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดให้ 0 คะแนน และนำผลคะแนนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบ KR20 ของริชาร์ดสัน (Richardson, 1937, อ้างถึงใน พิเชิต ฤทธิ์จรูญ, 2564: 171) โดยมีเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยากง่าย (difficulty; p) ของแบบทดสอบแต่ละข้อซึ่งต้องอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (discrimination; R) ของแบบทดสอบแต่ละข้อซึ่งต้องมีค่า 0.20 ขึ้นไป

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมาทำการเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์การประเมิน โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ และนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารมีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ

ทักษะการแก้ปัญหาและแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร จากหนังสือคู่มือการวัดและประเมินผล

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริง จำนวน 5 ข้อ โดยให้ครอบคลุมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เกณฑ์การให้คะแนนมี 4 รายการประเมิน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ส่วนการวัดความสามารถในการสื่อสาร เกณฑ์การให้คะแนนมี 3 รายการประเมิน ได้แก่ การเขียนสูตร การเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบและสรุปคำตอบ

3. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย การวัดและประเมินผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบค่า IOC ของแบบทดสอบ ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

5. ปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทาง ที่สร้างขึ้นโดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 จำนวน 24 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองมาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบต่อไป

8. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ และนำผลคะแนนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ของครอนบัค (Cronbach, 1970, อ้างถึงใน พิเชิต ฤทธิจรูญ, 2564: 171-172) โดยมีเกณฑ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ ซึ่งต้องอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อต้องมีค่า 0.20 ขึ้นไป

9. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมาทำการเลือกข้อสอบจำนวน 5 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์การประเมินโดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ และนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

แบบประเมินความพึงพอใจ

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดความพึงพอใจ
2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ
3. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ คือ พึงพอใจระดับมากที่สุด พึงพอใจระดับมาก พึงพอใจระดับปานกลาง พึงพอใจระดับน้อย และพึงพอใจระดับน้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อคำถาม ซึ่งถามใน 3 ประเด็น คือ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม
4. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข
5. นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบค่า IOC ของแบบวัดความพึงพอใจ
6. นำแบบประเมินความพึงพอใจมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ
7. นำแบบประเมินความพึงพอใจไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
8. นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจตามแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า มาเทียบค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้
 - 5 หมายถึง พึงพอใจระดับมากที่สุด
 - 4 หมายถึง พึงพอใจระดับมาก
 - 3 หมายถึง พึงพอใจระดับปานกลาง
 - 2 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อย
 - 1 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อยที่สุด

จากนั้นนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อและภาพรวม แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมายตามเกณฑ์ของพรุณี ลีกิจวัฒน์ (2559:171-172) ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง พึงพอใจระดับมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง พึงพอใจระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.50 - 1.49 หมายถึง ฟังพอใจระดับน้อยที่สุด

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยแบ่งเวลาเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 10 ชั่วโมง การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร และแบบประเมินความพึงพอใจ รวม 2 ชั่วโมง รายละเอียดการดำเนินการทดลอง มีดังนี้

1. ดำเนินการติดต่อผู้อำนวยการโรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 เพื่อขออนุญาตใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
2. ชี้แจงนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยชี้แจงหลักการเหตุผล และประโยชน์ของการวิจัยให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง พร้อมทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอน เพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
3. ผู้วิจัยจัดนักเรียนเป็นกลุ่มที่คละความสามารถ กลุ่มละ 5 คนประกอบด้วย นักเรียนเก่ง นักเรียนปานกลาง และนักเรียนอ่อน ในอัตราส่วน 1:3:1 ตามความเหมาะสมของจำนวนนักเรียนในห้องเรียน เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม เรียงคะแนนผลสัมฤทธิ์จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้
 - นักเรียนเก่ง คือ นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ถึง 100
 - นักเรียนปานกลาง คือ นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ถึง 74
 - นักเรียนอ่อน คือ นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1 ถึง 24
 และให้นักเรียนนั่งตามโต๊ะเรียนที่ครูจัดให้
4. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 20 ข้อ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน
5. ผู้สอนจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 10 ชั่วโมง
6. ผู้วิจัยเก็บข้อมูล โดยผู้สอนทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 5 ข้อ และความสามารถในการสื่อสาร จำนวน 5 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

| รายการประเมิน | ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|-------------------------|-------------|--|
| 1. การทำความเข้าใจปัญหา | 2 คะแนน | - นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง ครบถ้วน |
| | 1 คะแนน | - นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้บางส่วน |
| | 0 คะแนน | - นักเรียนไม่ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ |
| 2. การวางแผนแก้ปัญหา | 2 คะแนน | - นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และเขียนสูตรที่ใช้ในการคำนวณได้ถูกต้อง |
| | 1 คะแนน | - นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหานำไปสู่คำตอบได้ แต่อาจจะเขียนสูตรที่ใช้ได้ไม่ถูกต้อง หรือเขียนสูตรที่ใช้ในการคำนวณได้ถูกต้องแต่เลือกวิธีการแก้ปัญหานำไปสู่คำตอบได้ไม่ถูกต้อง |
| | 0 คะแนน | - นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องและเขียนสูตรที่ใช้ได้ไม่ถูกต้อง |
| 3. การดำเนินการแก้ปัญหา | 2 คะแนน | - นักเรียนแทนค่าในสูตรที่ใช้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ แสดงการคำนวณตามยุทธวิธีที่เลือกได้ถูกต้อง และชัดเจนครบถ้วน |
| | 1 คะแนน | - นักเรียนแทนค่าในสูตรที่ใช้ได้ถูกต้อง แสดงการคำนวณตามยุทธวิธีที่เลือกได้ถูกต้องเป็นบางส่วน |
| | 0 คะแนน | - นักเรียนไม่แสดงการคำนวณหรือแสดงแต่ไม่ถูก |
| รายการประเมิน | ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
| 4. การสรุปคำตอบ | 2 คะแนน | - นักเรียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์ และสามารถตรวจคำตอบได้ |
| | 1 คะแนน | - นักเรียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือคำนวณผิดพลาดตอบได้ถูกต้องบางส่วน |
| | 0 คะแนน | - นักเรียนสรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่มีคำตอบ |

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสาร

| คะแนน | ความสามารถในการสื่อสารที่ปรากฏให้เห็น |
|--|--|
| 1. การเขียนสูตร | |
| 1 | เขียนสูตรถูกต้อง ครบถ้วน |
| 0 | เขียนสูตรไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียน |
| 2. การเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ | |
| 1 | เขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง ครบถ้วน |
| 0 | เขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียน |
| 3. การเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบและสรุปคำตอบ | |
| 2 | เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบได้ชัดเจน มีรายละเอียดครบ และสรุปคำตอบถูกต้อง |
| 1 | เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบได้ชัดเจน มีรายละเอียดครบ แต่สรุปคำตอบผิด หรือ เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการหาคำตอบได้ไม่ชัดเจน มีรายละเอียดไม่ครบ แต่สรุปคำตอบถูกต้อง |
| 0 | เขียนแสดงวิธีทำในการหาคำตอบไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง และสรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียน |

7. สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 15 ข้อคำถาม แล้วนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

8. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ไปวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. นำคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT โดยใช้สถิติ t-test for dependent sample และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล

2. นำคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3. นำคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4. นำคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5. นำคะแนนรวมของแบบประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์ และแปลผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย สถิติพื้นฐาน สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1. ค่าเฉลี่ย (mean; \bar{x}) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2564: 195) ดังนี้

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

| | | | |
|-------|-----------|-----|------------------------|
| เมื่อ | \bar{x} | แทน | ค่าเฉลี่ย |
| | x | แทน | คะแนน |
| | N | แทน | จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง |

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2564: 195) ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

| | | | |
|-------|----|-----|---------------------|
| เมื่อ | SD | แทน | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|-------|----|-----|---------------------|

| | | |
|---|-----|------------------------|
| x | แทน | คะแนน |
| N | แทน | จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง |

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่

1. ค่าความตรง (validity) ใช้ตรวจค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร และแบบวัดความพึงพอใจ ซึ่งมีสูตรการคำนวณ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2564: 166) ดังนี้

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

| | | | |
|-------|-----|-----|--|
| เมื่อ | IOC | แทน | ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |
| | R | แทน | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |
| | N | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ |

2. การหาค่าความยาก (difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบปรนัยใช้เทคนิค 50% ของจุง เต๋ฟ ฟาน (Chung teh fan, 1952: 6-32, อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2564: 156-157) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

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

| | | | |
|-------|---|-----|-------------------------------|
| เมื่อ | P | แทน | ค่าความยาก |
| | R | แทน | จำนวนผู้สอบที่ทำข้อสอบนั้นถูก |
| | N | แทน | จำนวนผู้สอบทั้งหมด |

เกณฑ์ความยากมีความหมาย ดังนี้

| | |
|-----------|------------------------------------|
| 0.81–1.00 | เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก |
| 0.60–0.80 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้) |
| 0.40–0.59 | เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี) |
| 0.20–0.39 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) |
| 0.00–0.19 | เป็นข้อสอบที่ยากมาก |

โดยเกณฑ์ความยากที่ยอมรับต้องอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.80

$$R = \frac{R_H - R_K}{\frac{n}{2}}$$

| | | | |
|-------|-------|-----|---|
| เมื่อ | R | แทน | ค่าอำนาจจำแนก |
| | R_H | แทน | จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง |
| | R_K | แทน | จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน |
| | n | แทน | จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน |

เกณฑ์อำนาจจำแนกมีความหมาย ดังนี้

| | | |
|-------------|-----------------------|-----------------|
| 0.40-ขึ้นไป | อำนาจจำแนกสูง | คุณภาพดี |
| 0.30-0.39 | อำนาจจำแนกปานกลาง | คุณภาพดีพอสมควร |
| 0.20-0.29 | อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | คุณภาพพอใช้ |
| 0.00-0.19 | อำนาจจำแนกต่ำ | คุณภาพใช้ไม่ได้ |

โดยเกณฑ์อำนาจจำแนกที่ยอมรับต้องไม่น้อยกว่า 0.20

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบ KR20 ของริชาร์ดสัน (Richardson, 1937, อ้างถึงใน พิเชิต ฤทธิ์จรูญ, 2564: 171) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

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

| | | | |
|-------|----------|-----|---|
| เมื่อ | r_{tt} | แทน | สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น |
| | n | แทน | จำนวนข้อสอบ |
| | p | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้เรียนทั้งหมด |
| | q | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด |
| | s_t | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบทั้งฉบับ |

4. การหาค่าความยาก (difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้ของ

วิทนีย และซาเบอร์ส (Whitne and Sabers, 1970, อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิจรูญ, 2564: 165) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

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

| | | | |
|-------|------------|-----|---------------------------------------|
| เมื่อ | P_E | แทน | ค่าดัชนีความง่าย |
| | S_U | แทน | ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง |
| | S_L | แทน | ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน |
| | X_{\max} | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด |
| | X_{\min} | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด |
| | N | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |

เกณฑ์การแปลความหมายค่าดัชนีความยากของแบบทดสอบ ดังนี้

| | |
|--------------|-----------------------------------|
| ต่ำกว่า 0.20 | เป็นข้อสอบยากมาก (ยากเกินไป) |
| 0.20 – 0.39 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก |
| 0.40 – 0.59 | เป็นข้อสอบที่ยากปานกลาง |
| 0.60 – 0.80 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย |
| มากกว่า 0.80 | เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก (ง่ายเกินไป) |

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

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

5. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารแบบอัตนัย โดยใช้การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ของครอนบัค (Cronbach, 1970, อ้างถึงใน พิเชิต ฤทธิ์จรูญ, 2564: 171-172) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

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

| | | | |
|-------|----------|-----|--------------------------------------|
| เมื่อ | α | แทน | สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น |
| | k | แทน | จำนวนข้อสอบ |
| | s_i | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรายข้อ |
| | s_t | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งฉบับ |

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติ t-test for dependent samples ซึ่งใช้เพื่อเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2559: 274-277) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

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

| | | | |
|-------|---|-----|--|
| เมื่อ | t | แทน | ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution |
| | D | แทน | คะแนนการทดสอบก่อนเรียนลบคะแนนการทดสอบหลังเรียน |
| | n | แทน | ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง |

2. ค่าสถิติ t-test for one sample ซึ่งใช้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ที่คาดหวังที่กำหนดขึ้นหรือเกณฑ์มาตรฐาน (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560: 134) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$T = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

| | | | |
|-------|-----------|-----|---|
| เมื่อ | T | แทน | ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution |
| | \bar{x} | แทน | ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง |
| | μ_0 | แทน | ค่ามาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70) |
| | s | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง |
| | n | แทน | ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง |



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 ครั้งนี้เป็นการวิจัยในลักษณะของการวิจัยทดลอง รูปแบบที่ใช้ศึกษาคือ one group pretest-posttest design

ในบทนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ก่อนเรียนและหลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ผู้วิจัยใช้สถิติ t-test for dependent samples ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | ทดสอบก่อนเรียน | | ทดสอบหลังเรียน | | T | df | Sig. (1-tailed) |
|-----------------------|----------------|-------|----------------|-------|--------|----|-----------------|
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | | | |
| คะแนน | 8.16 | 1.179 | 16.52 | 1.939 | -20.71 | 24 | .000 |

จากข้อมูลในตารางที่ 12 พบว่าค่าสถิติทดสอบที่มีค่าเท่ากับ -20.71 ที่องศาอิสระเท่ากับ 24 ด้วยค่านัยสำคัญเท่ากับ 0.000 ทำให้สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ผู้วิจัยใช้สถิติ t-test for one samples ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70

| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | N | \bar{x} | SD | T | df | Sig. |
|-----------------------|----|-----------|-------|-------|----|------------|
| | | | | | | (1-tailed) |
| คะแนน | 25 | 16.52 | 1.939 | 6.498 | 24 | .000 |

จากข้อมูลในตารางที่ 13 พบว่า ค่าสถิติทดสอบที่มีค่าเท่ากับ 6.498 ที่องศาอิสระเท่ากับ 24 ด้วยนัยสำคัญเท่ากับ 0.000 ทำให้สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ผู้วิจัยใช้สถิติ t-test for one samples ในการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบเกณฑ์ ร้อยละ 70

| ความสามารถในการแก้ปัญหา | N | \bar{x} | SD | T | df | Sig. (1-tailed) |
|-------------------------|----|-----------|------|------|----|-----------------|
| คะแนน | 25 | 34.88 | 4.21 | 8.18 | 24 | .000 |

จากข้อมูลในตารางที่ 14 พบว่า ค่าสถิติทดสอบที่มีค่าเท่ากับ 8.18 ที่องศาอิสระเท่ากับ 24 ด้วยนัยสำคัญเท่ากับ 0.000 ทำให้สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ผู้วิจัยใช้สถิติ t-test for one samples ในการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบเกณฑ์ ร้อยละ 70

| ความสามารถในการสื่อสาร | N | \bar{x} | SD | T | df | Sig. (1-tailed) |
|------------------------|----|-----------|------|--------|----|-----------------|
| คะแนน | 25 | 17.96 | 1.59 | 12.424 | 24 | .000 |

จากข้อมูลในตารางที่ 15 พบว่า ค่าสถิติทดสอบที่มีค่าเท่ากับ 17.96 ที่องศาอิสระเท่ากับ 24 ด้วยนัยสำคัญเท่ากับ 0.000 ทำให้สรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ ผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

ตารางที่ 16 ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

| ด้าน | รายการประเมิน | \bar{x} | SD | ความหมาย |
|--------------|--|-----------|------|-----------|
| 1 | ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ | 4.78 | 0.41 | มากที่สุด |
| 2 | ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ | 4.86 | 0.35 | มากที่สุด |
| 3 | ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม | 4.78 | 0.44 | มากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยรวม | | 4.80 | 0.11 | มากที่สุด |

จากข้อมูลในตารางที่ 16 พบว่า ค่าสถิติผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT อยู่ในระดับมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยความพึงพอใจมีค่าเท่ากับ 4.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.11 โดยเรียงตามลำดับ ดังนี้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.86$, $SD = 0.35$) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.78$, $SD = 0.41$) และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม ($\bar{x} = 4.78$, $SD = 0.44$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 ครั้งนี้เป็นการวิจัยในลักษณะของการวิจัยทดลอง รูปแบบที่ใช้ศึกษาคือ one group pretest-posttest design โดยประชากรที่ใช้ในการทดลองนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้อง โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 48 คน สำหรับกลุ่มตัวอย่างของการทดลองนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 25 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ด้วยวิธีจับสลากซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งแต่ละห้องเรียนจัดนักเรียนแบบละความสามารถ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ในบทนี้จะนำเสนอผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะต่างๆ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กับเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐาน ทั้งนี้เป็นเพราะว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม ทำให้สมาชิกในกลุ่มมีโอกาสจับคู่ร่วมกันคิด อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ในประเด็นที่ศึกษาอย่างทั่วถึง เนื่องจากนักเรียนทุกคนจะได้ร่วมแข่งขันในฐานะตัวแทนกลุ่ม จึงทำให้สมาชิกภายในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการเรียน การทำความเข้าใจปัญหา ค้นหาวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา และถ่ายทอดความรู้ให้กับสมาชิกในกลุ่มที่ เป็นเหตุให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อมากกว่าปรกติ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับอดิวัฒน์ เรือนริน (2563) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองเค็ด โดยใช้วิธีการสอนแบบ TGT พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบ TGT อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ อุกฤษฏ์ ทองอยู่ (2562) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังสอดคล้องกับเมลดา รุ่งเรือง (2562) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และ STAD ในรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนที่

ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราส่วน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดี

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบ ของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะว่านักเรียนได้มีการฝึก ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แบ่งเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจนตลอดชั่วโมงเรียนผ่านการเล่นเกมน ทำให้ มีการใช้กระบวนการเดิมซ้ำ ๆ จนผู้เรียนเกิดความเข้าใจแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา และมีความ ชำนาญเพิ่มขึ้น อีกทั้งการเล่นเกมนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและจดจ่อในเนื้อหา และการ แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับหัตถยาภรณ์ ตุงยะ (2565) ที่ศึกษาความสามารถใน การแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดไผ่ล้อม (พุลประชาอุปถัมภ์) โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TGT ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดสี่สหาย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และสอดคล้องกับอุกฤษฏ์ ทองอยู่ (2562) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การ จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาของนักเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 75.75 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ คมกฤษ คำยวง (2555) ที่ศึกษาการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหทาง คณิตศาสตร์และเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่าระดับดีมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การ แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีคะแนนหลัง เรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการจัดการ เรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เป็นการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์อยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังเกิดการซักถาม การช่วยเหลือ ซึ่งกันและกัน จึงทำให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และการดำเนินทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด เกิด การปฏิสัมพันธ์กันภายในชั้นเรียน จึงทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดของผู้อื่นได้ ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของหัตถยาภรณ์ ตุงยะ (2565) ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดไผ่ล้อม (พุลประชาอุปถัมภ์) โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ เทคนิคเพื่อนคู่คิดสี่สหาย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 สอดคล้องกับงานวิจัยของจිරนันท์ แก้วปินตา (2562) ที่ศึกษาการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนที่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดังนี้ ด้านการพูดอยู่ในระดับดีมากและดีร้อยละ 91.43 และ 8.57 ตามลำดับ และด้านการเขียนอยู่ในระดับดีมาก และดี ร้อยละ 71.43 และ 28.57 ตามลำดับ และยังสอดคล้องกับณัฐรินทร์ เจริญ (2555) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TAI พบว่าความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.79 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.11 โดยในด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน และมีการแข่งขัน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีการช่วยเหลือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจมั่นใจและตระหนักถึงคุณค่าของตนเองที่เป็นส่วนหนึ่งในความสำเร็จของกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอดิวัฒน์ เรือนริน (2563) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองเค็ด โดยใช้วิธีการสอนแบบ TGT พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ TGT อยู่ในระดับมาก สุรดา โคนสีอำนาย (2557) ที่ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันกับหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับบาร์บาโต (Barbato, 2000) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลกระทบบของการใช้วิธีการเรียนแบบปกติกับวิธีการแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะคิดและการวางแผนการเรียนในหลักสูตรของชั้นเรียนเกรด 10 พบว่า นักเรียนมีทัศนคติด้านบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนแบบปกติ

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเสนอข้อเสนอแนะใน 2 ส่วน คือ ข้อเสนอแนะทั่วไป และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ต้องใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมาก และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียนค่อนข้างจำกัดและในการสอนแต่ละคาบ ควรมีการยกตัวอย่างอย่างหลากหลาย เพื่อให้ให้นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหาหลายวิธี ครูควรมีการเตรียมพร้อมในทุกด้าน ทั้งในด้านสาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้และที่สำคัญต้องมีการบริหารเวลาในแต่ละคาบสอนให้ดี เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ก่อนการจัดการเรียนรู้ครูควรมีการวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน เพื่อที่ครูจะได้มีแนวทางสำหรับการจัดเนื้อหาในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ตามกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับ เก่ง ปานกลาง อ่อน แยกแต่ละระดับ กลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

3. ควรมีการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารด้านของความคงทนในความสามารถ

4. ควรมีการศึกษากาการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เพื่อให้เกิดทักษะด้านอื่น เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). แนวทางการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษกร สุขอนันต์. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI และเทคนิค TGT. (ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- กาญจนา อรุณสุขจุ. (2546). ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์ การเกษตรไชยปราการจำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่. (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต)2 เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เกศราภรณ์ บำรุงภักดี. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- คงรัฐ นวลแปง. (2547). การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน. (ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- คมกฤษ คำยวง. (2555). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

- จรรยา หารพรม. (2560). การพัฒนาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยการจัดการเรียนรู้ แบบ STAD ร่วมกับ KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิรากร สำเร็จ. (2551). ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์(STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนิดา ทาระเนตร์, รักษพร ดอกจันทร์ และอภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น โดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน. ประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ 2560.มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชรินทร์ สงสกุล. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ เทคนิคเพื่อนคู่คิด. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ชรินิ เดชจินดา. (2535). ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อศูนย์บริการจัดการอุตสาหกรรม แขวง สหมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์สังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สิ่งแวดล้อม). มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : อาร์แอนด์เอ็นปรีน.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2560). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.
- ญาสุมิน สุวรรณไตรย์. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC.). (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- ณัฐนรินทร์ เจริญปรุ. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการ สื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา

- ปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TAI. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน). ลพบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ทราภรณ์ อนุทุม. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTGT. (ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.
- ทิตนา แคมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พิมพ์ครั้งที่ 20. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนพร ดวงพรกชกร. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเขียนสะกดคำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับแบบฝึก. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธันดดา คงมีทรัพย์. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Team-Game Tournament (TGT) กับแบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต). ลพบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ธราทิพย์ เกตุหอม. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สาขาการ ส อ น คณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นวลละออง ปิริยะ. (2551). กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านช่องไทร จังหวัดสตูล. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นารี ศรีปัญญา. (2556). การพัฒนาทักษะการอ่านและการเขียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD . (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. (2529). พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). เทคนิคการสร้างและการรวบรวมข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : ปีแอนด์ ปี.
- ปราณี กองจินดา. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบซิปปา โดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ. (2546). ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตและผู้ใส่เสปียงสัตว์จังหวัดสุพรรณบุรี กิจกรรมนำหญ้าและพัฒนาอาชีพผลิตเสปียงสัตว์เพื่อการจำหน่าย. สุพรรณบุรี: กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์.
- ปริญญา สองสีดา. (2550). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2555). การบริหารงานวิชาการ. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2551). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2535). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปิยะรัตน์ เกาผ่อง. (2551). การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในชั้นเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารภีพิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เบญจมาศ จันปูน. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดมุกดาหาร. มหาวิทยาลัย (ครุศาสตรมหาบัณฑิต). นครพนม.
- พรรณทิภา ทองนวล. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์

- ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา). คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. .
- พรรณณี ลีกิจวัฒน์. (2559). วิธีการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: มีน เซอร์วิส ซัพพลาย.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชยาพร ราชคำ (2563) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญาวิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหา บัณฑิต สาขาวิชา วิจัยหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- พิชิต ฤทธิ์จรรย์. (2544). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- พิชิต ฤทธิ์จรรย์. (2564). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2560). ทักษะ 7C ของครู 4.0. กรุงเทพมหานคร:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียววี ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ภาคิน อนันต์กิจบำรุง. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเจตคติ ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ แบบกลุ่มร่วมมือ STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ TGT. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยสารคาม.
- มาเรียม นิลพันธ์. (2549). วิธีวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม.
- เมตตา รุ่งเรือง. (2562). ผลสัมฤทธิ์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และ STAD ในรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2537). ประมวลสาระชุดวิชาการบริหารสถานศึกษาปฐมวัยหน้ที่ 12-15. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยฯ
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. 2556. การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนา บุตรอุดม. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT โดยใช้ชุดฝึกทักษะการอ่าน และเขียนภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ภาษาถิ่นในชีวิตประจำวัน. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- รัตนา วงศ์ล้ำม. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ TAI, STAD เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นานมี บุ๊คส์พับลิเคชันส์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2556). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 10 ฉบับปรับปรุง. นครปฐม. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2556). ศาสตร์การนิเทศการสอนและการโค้ช: การพัฒนาวิชาชีพ ทฤษฎี กลยุทธ์สู่การปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 12. นครปฐม. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2548). เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2545). เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : แอลทีเพรส.
- วันเพ็ญ ผลอุดม. (2543). การพัฒนากิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้. ขอนแก่น: (ปริญญาานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2553). 19 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2555). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย

มหาสารคาม.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2555). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ Backward Design.

พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิดา ยืนสุข. (2557). ผลการใช้แบบฝึกทักษะวิชาภาษาไทย เรื่องหลักภาษาโดยใช้การเรียนรู้แบบ ร่วมมือ เทคนิค STAD สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

วิรุฬ พรรณเทวี. (2542). ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงาน กระทรวงมหาดไทยใน อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริพรรณ ศรีอุทธา. (2548). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกัน เรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการ สอน).

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย. (2559). วิธีสอนทั่วไป (Method of Teaching) .พิมพ์ครั้งที่2. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ:

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ตัวอย่างการประเมินผลวิทยาศาสตร์ นานาชาติ: PISA และ TIMSS. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2543). การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- ภาคคุศนิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 214) National Council of Teachers of Mathematics. (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, Virginia: Author.
- สภาคุศนิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000) National Council of Teachers of Mathematics.(2000).Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, Virginia: Author.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2543). การแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. (ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). การวัดผลการศึกษา. กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์. (2547). 29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่1หลากหลาย การเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ : 21 เซ็นจูรี
- สมศักดิ์ ขจรชัยกุล. ร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมใจในการรวมกลุ่มเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วารสารพัฒนาหลักสูตร (พฤษภาคม 2534) : 19-23.
- สัญญา ภัทรากร. (2552). ผลการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาที่มีผลต่อความสามารถ ในการแก้ไขปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความน่าจะเป็น. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตการมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สารสิน เล็กเจริญ. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนสละกค่าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TGT กับการสอนแบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). รายงานการเสวนาทางวิชาการ มิติใหม่ของการประเมินผล: การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์และเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด
- สิริพร ทิพย์คง. (2536). ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2521-2542. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2550). สุตยอดวิธีสอนสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ยุคใหม่. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- สุเทพ พานิชพันธุ์. (2541). ความพึงพอใจของเกษตรกรในการเข้าร่วมโครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตร จังหวัดอุบลราชธานี (รายงานผลงานวิจัย). มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- สุพัตรา ไพบุลย์วัฒนกิจ. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสร้างคำในภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน โดยใช้เทคนิค TGT ร่วมกับแบบฝึก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนภาษาไทย ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุภาพร ทองน้อย. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TGT และเทคนิค STAD. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุรดา โคนสีอำนวย (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณหารเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ TGT วิทยานิพนธ์ (ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2544). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2532). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เล่ม 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุวัฒนา อุทัยรัตน์ (2546). วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 21 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. (2551). การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2553). 20 วิธีการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และการเรียนรู้ โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

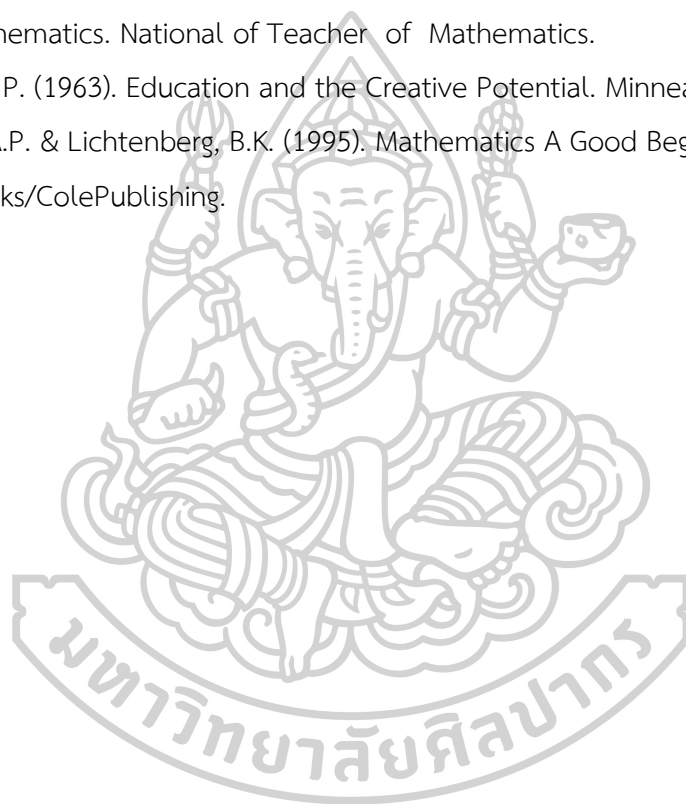
- หัตถยาภรณ์ ต่งยะ. (2565). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบ เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดไผ่ล้อม (พุลประชาอุปถัมภ์) โดยใช้การ จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดสี่สหาย. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อดิวัฒน์ เรือนริน. (2563). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็มของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบ TGT (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อรินา ปัดตาล. (2562). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนที่เน้น การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม.
- อัมพร ม้าคอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). หลักการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- อำภา บริบูรณ์. (2561). การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ โดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน PBL และ ทีมแข่งขัน TGT ที่เสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เจตคติ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อุกฤษฏ์ ทองอยู่. (2562). การพัฒนาความสามารถการแก้ไขโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTGT ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- อุทัยพรรณ สุดใจ. (2545). ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อการให้บริการขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยจังหวัดชลบุรี. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสังคมวิทยาประยุกต์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาต่างประเทศ

- Adilla, A. N. (2017). The Effectiveness Of Teams Games Tournament (TGT) Technique In Teaching Reading At The Tenth Grade Of SMA N I Wonosari In Academic Year 2015/2016. Retrieved.
- Aziz, Z. & A. Hossain. (2010). A comparison of Cooperative Learning and Conventional teaching on Students' Achievement in Secondary Mathematics. *Procedia Social and Behavioral Sciences Journal*, 9(54), 53-62.
- Barbato, R. A. (2000). "Policy Implications of Cooperative Learning on the Achievement and Attitudes of Secondary School Mathematics Students," *Dissertation Abstracts International*. 61(06) : 2113-A.
- Bitter, G.G. (1990). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle Schools: A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Cai, Jinfa.; Jakabcsin, Mary S.; & Lane, Suzanne. (1996, May). Assessing Student's Mathematical Communication. *School Science and Mathematics*. 96(5): 242.
- Davidson, N. (1990). *Cooperative Learning in Mathematics*. New York : Addison Wesley.
- Fengfeng. Impact of cooperative and individualistic learning on high - ability students' achievement, self-esteem, and social acceptance. *Journal of Social Psychology*, 133, 6, 839-844, 2007.
- Fajri, N. (2019). *Teaching Simple Present Tense by Using TGT*. (Skripsi thesis). UIN ARRANIRY,
- Gagne, Rober M. (1970). *The Condition of Learning*. New York: Hoklt, Rinehart and Winston. Gender, Confidence, and Attribution Style in Third - grade Mathematics. *Dissertation Abstracts International*. 63 - 03A.
- Good, Carter. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : McGraw Hill.
- Heimer, R.T. & Trueblood, Cecil R. (1997). *Strategies for Teaching Children Mathematics*. Washington D.C.: Addison - Wesley Publishing Company, Inc. Hurtado Sylvia; Carter Deborah Fage; & Spuler Albert. (1996, March - April). Latino Student Transition to College : Assessing Difficulties and Factors in Successful College Adjustment, *Reserch in Higher Education*. 37 (2): 135 - 157.
- Jakabcsin; & Lane. 1996: 238-246). Assessing students' mathematical communication. *School Science and Mathematics*, 96(5), 238-246

- Kennedy, L. M., & Tipp, S. (1994). *Guiding children's learning of mathematics* (5th ed.). Belmont, California: Wadsworth Publishing.
- Krulik, Stephen & Jesse A. Rudnick. (1987). *Problem Solving. A Handbook for Teachers*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Krulik, Stephen & Robert E., Reys. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Washington D.C. : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Krulik, Stephen & Rudnick, Jesse A. (1993). *The New Sourcebook for Teaching and Problem Solving in Elementary School*. Massachusetts: Allen and Bacon.
- Lester & Daffer. (1987). *How to evaluate progress in problem solving*. The National Council of Teachers of Mathematics
- Lenz, B.K., Ellis, E.S. and Scanlon, D. (1996). *Teaching Learning Strategies to Adolescents and Adults with Learning Disabilities*. Austin, TX :Pro-Ed, Inc.
- Maslow. A.H. (1970). *Motivation and Personality*. 2nd ed. New York : Harper & Row .
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston Virginia: NCTM, Inc., 1991.
- Mumme; & Shepherd. 1993: 7-9) *Communication in Mathematics*. in *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standard*. The National Council of Teachers of Mathematics.
- Polya, G. (1980). *On Solving Mathematical Problems in High School*. In S., Krulik, and R., Reys (eds.), *Problem Solving in School Mathematics* (1980 Yearbook), pp.1-10. Virginia : The National Council of Teacher of Mathematics.
- Polya, G. (1973). *How to Solve it : A New Aspect of Mathematical Method*. New Jersey: Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Pugalee, D.K. 2004. *A comparison of verbal and written descriptions of students problem solving process* [Electronic version]. *Educational Studies in Mathematics*.
- Reys, Robert E.; et al. (2001). *Helping Children Learn Mathematics*. 6th ed. New York : John Wiley and Sons.
- Richardson, V. L. (2003). *The relationship between principal leadership styles and the maturity of schools as professional learning communities*. (Doctoral Dissertation), The George Washington University, Washington.

- Slavin, R.E. (1995). Cooperative Learning Theory Research and Practice. Needham Heights, Massachusetts: Simon and Schuster Company.
- Slavin, R.E. 1990. Cooperative Learning : Theory, Research and Practice. New Jersey :Prentice - Hall.
- Spuler Albert. (1996, March – April). “Latino Student Transition to College : Assessing Difficulties and Factors in Successful College Adjustment,” Reserch in Higher Education. 37 (2): 135 – 157.
- Suydam, M.N. (1980). Untangling clues from research on problem solving in school mathematics. National of Teacher of Mathematics.
- Torrance, E. P. (1963). Education and the Creative Potential. Minneapolis: The Lund Press.
- Troutman, A.P. & Lichtenberg, B.K. (1995). Mathematics A Good Beginning.5thed. USA : Brooks/ColePublishing.





ภาคผนวก



รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือ

- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรณรัตน์ รุ่งโรจน์ธีระ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 2. ครูพิไลลักษณ์ ทองรอด | ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนธรรมโชติศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี |
| 3. ครูรุจจิรัช ภัคมี | ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี |





ที่ อว 8606 (พ.ศ.)/4414
 ๒๓



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
 พระราชวังสนามจันทร์
 อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

9 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณรัตน์ รุ่งโรจน์ธีระ

ด้วย นายกฤติ อินหาดกรวด รหัสประจำตัว 61316317 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การ
 พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่องการแยกตัว
 ประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา6 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
 เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต นีรัดิษฐ์)

ผู้รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
 นครปฐม โทร.088-2292013



ที่ อว 8606 (๖๖) | 4๗15

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

9 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวพิไลลักษณ์ ทองรอด

ด้วย นายกฤตธี อินหาครวค รหัสประจำตัว 61316317 นักศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา6 "

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต นิรดิษฐ์)

ผู้รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.088-2292013

ที่ อว 8606 (วช)/4716



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

9 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขอลาเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางรุจจิรัช ภัคมี

ด้วย นายกฤตธี อินทาคกรวด รหัสประจำตัว 61316317 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การ
พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่องการแยกตัว
ประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา6 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอลาเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต นีรัตติชัย)

ผู้รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.088-2292013

ที่ ตว 8606 (๙๕) 4118



งานสารบรรณ
 วันที่ ๖ ธ.ค. ๒๕๖๕
 เลขที่ ๑๕๖๒
 เวลา ๑๖:๑๐ น.

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
 พระราชวังสนามจันทร์
 อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

9 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบริหารแม่โสวิทยา 6

ด้วย นายฤกษ์ อิมหาศรกวร รหัสประจำตัว 61316317 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชา
 สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การ
 พัฒนาศักยภาพการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่องการแยกตัว
 ประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบริหารแม่โสวิทยา 6" มีความ
 ประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
 จำนวน 25 คน เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดแจ้งผู้
 เกี่ยวข้องทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูลให้แก่ นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ อีกขอขอบพระคุณยิ่ง

- เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบริหารแม่โสวิทยา 6
- เพื่อโปรดทราบ
 - ศึกษาแจ้งการ
 - แจ้งมอบ *ศิวกร*

ขอแสดงความนับถือ

ศิวกร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต นริศศีล)

ผู้อำนวยการแทนคณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ศิวกร
 หัวหน้างานธุรการ
 หัวหน้าฝ่ายบริหารบุคคล

-ทนาย ศิวกร นริศศีล

ศิวกร
 ศิวกร

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
 นครปฐม โทร. 088-2292013

| รายการประเมิน | ความสอดคล้อง | | | หมายเหตุ |
|--|--------------|---|-----|----------|
| | + 1 | 0 | - 1 | |
| 4. กิจกรรมการเรียนการสอน | | | | |
| 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | ✓ | | | |
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | ✓ | | | |
| 4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล | ✓ | | | |
| 4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน | ✓ | | | |
| 5. สื่อการเรียนรู้ | ✓ | | | |
| 6. การวัดและประเมินผล | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | ✓ | | | |
| 6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | ✓ | | | |


ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..........ผู้ประเมิน
 (...ระพีพร ภูมิพรดิษฐ์...)



| รายการประเมิน | ความสอดคล้อง | | | หมายเหตุ |
|--|--------------|---|-----|----------|
| | + 1 | 0 | - 1 | |
| 4. กิจกรรมการเรียนการสอน | | | | |
| 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | ✓ | | | |
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | ✓ | | | |
| 4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล | ✓ | | | |
| 4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน | ✓ | | | |
| 5. สื่อการเรียนรู้ | ✓ | | | |
| 6. การวัดและประเมินผล | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | ✓ | | | |
| 6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | ✓ | | | |

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางราตรี ภัทน์)



ภาคผนวก ค

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6
2. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
5. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6
6. ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
7. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
8. ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
9. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
10. ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
11. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินดังนี้

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6 ดังตาราง

ตารางที่ 17 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนการสอนที่ 1 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจง

| รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|---|-----------------------|----|----|-----|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 2. สาระสำคัญ | | | | | | |
| 2.1 การระบุความรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |
| 3.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและการวัดประเมินผล | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |

| รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|-----------------------|----|----|-----|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 4. กิจกรรมการเรียนการสอน | | | | | | |
| 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 5. สื่อการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 6. การวัดและประเมินผล | | | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| ค่า IOC เฉลี่ยรวม | | | | | 1.00 | เหมาะสม |

ตารางที่ 18 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนการสอนที่ 2
เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

| รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|---|-----------------------|----|----|-----|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียน การสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 2. สารสำคัญ | | | | | | |
| 2.1 การระบุความรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |
| 3.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและการวัด ประเมินผล | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |

| รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|-----------------------|----|----|-----|-------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 4. กิจกรรมการเรียนการสอน | | | | | | |
| 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 5. สื่อการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 6. การวัดและประเมินผล | | | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| ค่า IOC เฉลี่ยรวม | | | | | 1.00 | เหมาะสม |

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนการสอนที่ 3
เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์

| รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|---|-----------------------|----|----|-----|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียน การสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 2. สาระสำคัญ | | | | | | |
| 2.1 การระบุความรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |
| 3.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและการวัด ประเมินผล | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |

| รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|-----------------------|----|----|-----|-------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 4. กิจกรรมการเรียนการสอน | | | | | | |
| 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 5. สื่อการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 6. การวัดและประเมินผล | | | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| ค่า IOC เฉลี่ยรวม | | | | | 1.00 | เหมาะสม |

ตารางที่ 20 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนการสอนที่ 4
เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง

| รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|---|-----------------------|----|----|-----|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียน การสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 2. สารสำคัญ | | | | | | |
| 2.1 การระบุความรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |
| 3.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 3.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและการวัด ประเมินผล | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |

| รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|-----------------------|----|----|-----|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 4. กิจกรรมการเรียนการสอน | | | | | | |
| 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 5. สื่อการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 6. การวัดและประเมินผล | | | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| 6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | เหมาะสม |
| ค่า IOC เฉลี่ยรวม | | | | | 1.00 | เหมาะสม |



2. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏ ดังตาราง

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| จุดประสงค์ | แบบทดสอบ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|--|--------------|----|----|-----|------|----------|
| | | คนที่ | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจงได้ | 1. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง ก. $3x - 6y = 3(x - y)$ ข. $12mn - 21 = 3(mn - 21)$ ค. $15a + 12b = 3(5a + 4b)$ ง. $18m + 15n^2 = 3(6m + 5n)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 2. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ $a^2b - 2ab$ ก. $2ab(a - 0)$ ข. $ab(a - 2)$ ค. $ab(a - 0)$ ง. $a(b - 2)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 3. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง ก. $2ab - ba = 2(ab - ba)$ ข. $10m^2 - 18mn = m(10m - 18)$ ค. $12y + 6 = 6(y + 0)$ ง. $14ab - 7a^2 = 7a(2b - a)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |

| จุดประสงค์ | แบบทดสอบ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|--|--------------|----|----|-----|------|----------|
| | | คนที่ | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | 4. $2m + 3n$ เป็นตัวประกอบของพหุนามในข้อใด ก. $12mn + 18n$ ข. $6mn^2 + 9m^2n$ ค. $8m^2 + 12mn$ ง. $12n^2 + 15mn$ | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.66 | สอดคล้อง |
| 1. นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจงได้ | 5. ข้อใดแสดงการแยกตัวประกอบของพหุนามไม่ถูกต้อง ก. $4x^2 - 20 = 4(x^2 - 5)$ ข. $3c^2 - 12c = 3c(c - 4)$ ค. $5y^2 - 10y = 5y(y + 2)$ ง. $14w^2 - 21w = 7w(2w - 3)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 6. ตัวประกอบของ $a^3 + 5a^2 - a - 5$ คือข้อใด ก. $a^2 - 1$ ข. $2a - 1$ ค. $a^2 + 2a - 5$ ง. $a^2 + 4a - 5$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 7. ข้อใดแสดงการแยกตัวประกอบของพหุนามไม่ถูกต้อง ก. $4x^2 - 28 = 4(x^2 - 7)$ ข. $3c^2 - 12c = 3c(c - 4)$ ค. $5y^2 - 10y = 5y(y + 2)$ ง. $14w^2 - 56w = 7w(2w - 3)$ | +1 | 0 | 0 | 1 | 0.33 | ปรับปรุง |

| จุดประสงค์ | แบบทดสอบ | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|---|-----------------------|----|----|-----|------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | 8. $6x^2 + 3xy - 2ax - ay$ แยกตัวประกอบได้ผลลัพธ์ตรงกับข้อใด ก. $(2x - y)(3x - a)$ ข. $(2x + y)(3x + a)$ ค. $(2x - y)(3x + a)$ ง. $(2x + y)(3x - a)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 2. นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ | 9. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของพหุนาม ของ $8x^2 + 22x - 21$ ก. $(2x + 3)(4x - 7)$ ข. $(2x + 7)(6x - 3)$ ค. $(2x + 7)(4x - 3)$ ง. $(x - 3)(8x + 7)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 10. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องเกี่ยวกับพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ ได้ถูกต้อง เมื่อกำหนดให้ $a = 1, b = -7$ และ $c = 0$ ก. $-7x + 1$ ข. $x^2 - 7x$ ค. $x - 7x^2 + 0$ ง. $x^2 + 7x + 0$ | +1 | -1 | +1 | 1 | 0.33 | ปรับปรุง |
| | 11. $t^2 - 9t + 8t - 12$ แยกตัวประกอบได้ผลลัพธ์ตรงกับข้อใด ก. $(t + 2)(t - 6)$ ข. $(t - 2)(t + 6)$ ค. $(t - 4)(t + 3)$ ง. $(t + 4)(t - 3)$ | +1 | 0 | 0 | 1 | 0.33 | ปรับปรุง |

| จุดประสงค์ | แบบทดสอบ | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|---|-----------------------|----|----|-----|------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | 12. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของ $x^2 + 3x - 18$ ก. $(x-9)(x+2)$ ข. $(x-3)(x+6)$ ค. $(x-6)(x+3)$ ง. $(x-6)(x-3)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 2. นักเรียน สามารถ แยกตัว ประกอบของ พหุนามดีกรี สองตัวแปร เดียวได้ | 13. ข้อใดถูกต้อง ก. $x^2 - 5x - 24 = (x-3)(x+8)$ ข. $x^2 + 11x + 28 = (x+2)(x+12)$ ค. $x^2 + 3x - 12 = (x+6)(x-2)$ ง. $x^2 - 7x + 6 = (x-6)(x-1)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 14. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ พหุนาม $8x^2 + 22x - 21$ ก. $(2x+3)(4x-7)$ ข. $(2x+7)(6x-3)$ ค. $(2x+7)(4x-3)$ ง. $(x-3)(8x+7)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 15. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ $x^2 - 16x + 64$ ก. $(x+8)^2$ ข. $(x-8)^2$ ค. $(x+8)(x-8)$ ง. $(x+4)(x-16)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |

| จุดประสงค์ | แบบทดสอบ | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|---|--|-----------------------|----|----|-----|------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | 16. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของ $6x^2 + 13x + 6$ ก. $(3x+2)(2x+3)$ ข. $(3x-2)(2x+3)$ ค. $(3x-2)(2x-3)$ ง. $(3x+2)(2x-3)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 3. นักเรียน สามารถ แก้ปัญหการ แยกตัว ประกอบของ พหุนามดีกรี สองที่เป็น กำลังสอง สมบูรณ์ได้ | 17. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ $x^2 - 24x + 144$ ก. $(x+12)^2$ ข. $(x-12)^2$ ค. $(x+12)(x-12)$ ง. $(x+12)(x-12)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 18. ถ้า $x^2 - 10x + c$ เป็นพหุนามที่เป็น กำลังสองสมบูรณ์ แล้ว c มีค่าเท่าใด ก. 5 ข. 10 ค. 25 ง. 100 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.66 | สอดคล้อง |
| | 19. พหุนาม $x^2 - 4x + 4$ แยกตัวประกอบ ได้ตามข้อใด ก. $(x+2)^2$ ข. $(x+4)^2$ ค. $(x-2)^2$ ง. $(x-4)^2$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |

| จุดประสงค์ | แบบทดสอบ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|--|--------------|----|----|-----|------|----------|
| | | คนที่ | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | 20. พหุนาม $49x^2 - 70x + 25$ แยกตัวประกอบได้ตามข้อใด ก. $(7x+3)^2$ ข. $(7x-5)^2$ ค. $(49x+5)^2$ ง. $(49x-5)^2$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 3. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้ | 21. พหุนาม $x^2 + 6x + 9$ แยกตัวประกอบได้ตามข้อใด ก. $(x+3)^2$ ข. $(x+9)^2$ ค. $(x-3)^2$ ง. $(x-9)^2$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 22. $(2x+3)^2$ เป็นตัวประกอบของพหุนามข้อใด ก. $2x^2 - 6x + 9$ ข. $2x^2 + 6x + 9$ ค. $4x^2 - 12x + 9$ ง. $4x^2 + 12x + 9$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็น | 23. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของพหุนาม $(x+5)^2 - 1$ ก. $(x+6)(x+4)$ ข. $(x+6)(x-4)$ ค. $(x+4)(x-1)$ ง. $(x+4)(x+1)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |

| จุดประสงค์ | แบบทดสอบ | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--|--|-----------------------|----|----|-----|------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| ผลต่างของกำลังสองได้ | | | | | | | |
| 4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสองได้ | 24. $(2x-10)(2x+10)$ เป็นการแยกตัวประกอบของพหุนามในข้อใด ก. $2x^2-10$. ข. $4x^2-20$ ค. $2x^2-100$ ง. $4x^2-100$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 25. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของพหุนาม x^2-64 ก. $(x+64)(x-1)$ ข. $(x+32)(x-2)$ ค. $(x+16)(x-4)$ ง. $(x+8)(x-8)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 26. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของพหุนาม $x^2 - 81$ ก. $(x-9)(x+9)$ ข. $(x-9)(x-9)$ ค. $(x-81)(x-81)$ ง. $(x+81)(x-81)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 27. ข้อใดถูกต้อง ก. $A^2-B^2=(A-B)(A-B)$ ข. $A^2-B^2=(A-B)(A+B)$ ค. $A^2-B^2=(A+B)(A+B)$ ง. $A^2+B^2=(A-B)(A+B)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |

| จุดประสงค์ | แบบทดสอบ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|---|---|--------------|----|----|-----|------|----------|
| | | คนที่ | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 4. นักเรียน สามารถ แก้ปัญหการ แยกตัว ประกอบของ พหุนามดีกรี สองที่เป็น ผลต่างของ กำลังสองได้ | 28. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ $x^2 - 225$ ก. $(x+15)(x-15)$ ข. $(x+15)(x+15)$ ค. $(x+15)^2$ ง. $(x-15)^2$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 29. ข้อใดถูกต้อง ก. $x^2 - 169 = (x-13)^2$ ข. $x^2 - 36 = (x+36)(x-36)$ ค. $x^2 - 225 = (x-15)(x+15)$ ง. $x^2 - 36x + 324 = (x-18)(x+18)$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | 30. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ $49x^2 - 16$ ก. $(7x-4)(7x-4)$ ข. $(7x-4)(7x+4)$ ค. $(7x+4)^2$ ง. $(7x-4)^2$ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| ค่า IOC เฉลี่ยรวม | | | | | | 0.91 | สอดคล้อง |

3. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏ ดังตาราง

ตารางที่ 22 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| ข้อ | รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|-----|---|--------------|----|----|-----|------|----------|
| | | คนที่ | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. | แต่ละรายการประเมินสามารถจำแนกพฤติกรรมการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 2. | กำหนดระดับคะแนนมีความเหมาะสม | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 3. | เกณฑ์การพิจารณามีความเหมาะสมชัดเจน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 4. | เกณฑ์การพิจารณามีความสอดคล้องกับระดับคะแนน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 5. | กำหนดค่าน้ำหนักในแต่ละรายการประเมินได้อย่างเหมาะสม | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 6. | เกณฑ์การประเมินผลสามารถสะท้อนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริง | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 7. | เกณฑ์การประเมินมีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |

4. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏ ดังตาราง

ตารางที่ 23 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| ข้อ | รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|-----|---|--------------|----|----|-----|------|----------|
| | | คนที่ | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. | แต่ละรายการประเมินสามารถจำแนกพฤติกรรมการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 2. | กำหนดระดับคะแนนมีความเหมาะสม | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 3. | เกณฑ์การพิจารณามีความเหมาะสมชัดเจน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 4. | เกณฑ์พิจารณามีความสอดคล้องกับระดับคะแนน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 5. | กำหนดค่าน้ำหนักในแต่ละรายการประเมินได้อย่างเหมาะสม | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 6. | เกณฑ์การประเมินผลสามารถสะท้อนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริง | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 7. | เกณฑ์การประเมินมีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |

5. ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏ ดังตาราง

ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6

| ข้อ | รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|------------------------|---|-----------------------|----|----|-----|------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| ด้านบรรยากาศ | | | | | | | |
| 1. | นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 2. | นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 3. | นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | | |
| 4. | กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 5. | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยน ความรู้ ความคิด | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 6. | กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 7. | กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหา มากขึ้น | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 8. | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| ประโยชน์ที่ได้รับ | | | | | | | |
| 9. | นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |

| ข้อ | รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ | | | รวม | IOC | แปลผล |
|---------------|--|-----------------------|----|----|-----|------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 10. | นักเรียนจำเนื้อหาได้นาน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 11. | นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง และกลุ่ม | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 12. | นักเรียนได้รับทั้งความรู้และความสนุกสนาน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 13. | นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 14. | นักเรียนได้ฝึกการสื่อสาร | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 15. | นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ง่าย ขึ้นและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| ค่าเฉลี่ย IOC | | | | | | 1.00 | สอดคล้อง |



6. ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ในส่วนของคุณค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| ข้อสอบข้อที่ | ความยากง่าย | | ค่าอำนาจจำแนก | |
|--------------|-------------|--------------|---------------|-------------|
| | p | ระดับคุณภาพ | R | ระดับคุณภาพ |
| 1 | 0.79 | ค่อนข้างง่าย | 0.25 | พอใช้ได้ |
| 2 | 0.71 | ค่อนข้างง่าย | 0.42 | ดี |
| 3 | 0.71 | ค่อนข้างง่าย | 0.42 | ดี |
| 4 | 0.71 | ค่อนข้างง่าย | 0.58 | ดี |
| 5 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.33 | พอใช้ได้ |
| 6 | 0.79 | ค่อนข้างง่าย | 0.25 | พอใช้ได้ |
| 7 | 0.71 | ค่อนข้างง่าย | 0.25 | พอใช้ได้ |
| 8 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.50 | ดี |
| 9 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.33 | พอใช้ได้ |
| 10 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.33 | พอใช้ได้ |
| 11 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.50 | ดี |
| 12 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.33 | พอใช้ได้ |
| 13 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.33 | พอใช้ได้ |
| 14 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.50 | ดี |
| 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.50 | ดี |
| 16 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.50 | ดี |
| 17 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.50 | ดี |
| 18 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.33 | พอใช้ได้ |

| ข้อสอบข้อที่ | ความยากง่าย | | ค่าอำนาจจำแนก | |
|--------------|-------------|--------------|---------------|-------------|
| | p | ระดับคุณภาพ | R | ระดับคุณภาพ |
| 19 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.50 | ดี |
| 20 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.00 | จำแนกไม่ได้ |
| 21 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.50 | ดี |
| 22 | 0.71 | ค่อนข้างง่าย | 0.25 | พอใช้ได้ |
| 23 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.33 | พอใช้ได้ |
| 24 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.50 | ดี |
| 25 | 0.71 | ค่อนข้างง่าย | 0.08 | จำแนกไม่ได้ |

7. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้สูตร KR 20 ในกาคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| ข้อสอบข้อที่ | สัดส่วนของ นักเรียนที่ตอบ ถูก (p) | สัดส่วนของ นักเรียนที่ตอบ ผิด (q) | pq | $\sum pq=4.75$ $S^2= 27.74$ KR 20 = 0.86 |
|--------------|---|---|------|---|
| 1 | 0.79 | 0.21 | 0.16 | |
| 2 | 0.71 | 0.29 | 0.21 | |
| 3 | 0.71 | 0.29 | 0.21 | |
| 4 | 0.71 | 0.29 | 0.21 | |
| 5 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 6 | 0.79 | 0.21 | 0.16 | |
| 7 | 0.71 | 0.29 | 0.21 | |
| 8 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 9 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 10 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 11 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 12 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 13 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 14 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 15 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 16 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 17 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 18 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 19 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 20 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 21 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 22 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 23 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 24 | 0.75 | 0.25 | 0.19 | |
| 25 | 0.71 | 0.29 | 0.21 | |

8. ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ในส่วนของค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ใช้สูตรของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitne & sabers,1970,อ้างถึงในพิชิต ฤทธิ์จรูญ,2564: 165) ได้ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| ข้อสอบข้อที่ | ความยากง่าย | | ค่าอำนาจจำแนก | |
|--------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| | p | ระดับคุณภาพ | R | ระดับคุณภาพ |
| 1 | 0.62 | ง่าย | 0.50 | จำแนกได้ |
| 2 | 0.78 | ง่าย | 0.31 | จำแนกได้ |
| 3 | 0.62 | ง่าย | 0.50 | จำแนกได้ |
| 4 | 0.75 | ง่าย | 0.37 | จำแนกได้ |
| 5 | 0.75 | ง่าย | 0.37 | จำแนกได้ |
| 6 | 0.71 | ง่าย | 0.31 | จำแนกได้ |
| 7 | 0.78 | ง่าย | 0.43 | จำแนกได้ |
| 8 | 0.81 | ง่ายมาก | 0.25 | จำแนกได้ |
| 9 | 0.81 | ง่ายมาก | 0.37 | จำแนกได้ |
| 10 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.00 | จำแนกไม่ได้ |

9. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้สูตรของครอนบัก

| คนที่/ข้อ | คะแนน | | | | | | | | | | รวม |
|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| ค่าความเชื่อมั่น | 0.50 | 0.33 | 0.40 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.32 | 0.29 | 0.32 | 13.33 |
| ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาช (Cronbach) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 | | | | | | | | | | | |

10. ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ในส่วนของค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสื่อสาร ผู้วิจัยได้ใช้สูตรของวิทนียและซาเบอร์ส (Whitne & sabers,1970,อ้างถึงในพิชิต ฤทธิจรูญ,2564: 165) ได้ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| ข้อสอบข้อที่ | ความยากง่าย | | ค่าอำนาจจำแนก | |
|--------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| | p | ระดับคุณภาพ | R | ระดับคุณภาพ |
| 1 | 0.75 | ง่าย | 0.25 | จำแนกได้ |
| 2 | 0.56 | ปานกลาง | 0.87 | จำแนกได้ |
| 3 | 0.56 | ปานกลาง | 0.87 | จำแนกได้ |
| 4 | 0.68 | ง่าย | 0.37 | จำแนกได้ |
| 5 | 0.62 | ง่าย | 0.25 | จำแนกได้ |
| 6 | 0.56 | ปานกลาง | 0.87 | จำแนกได้ |
| 7 | 0.56 | ปานกลาง | 0.87 | จำแนกได้ |
| 8 | 0.93 | ง่ายมาก | 0.12 | จำแนกไม่ได้ |
| 9 | 0.50 | ปานกลาง | 1.00 | จำแนกได้ |
| 10 | 0.50 | ปานกลาง | 1.00 | จำแนกได้ |

11. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบวัดความสามารถในการสื่อสารเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach alpha procedure) ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| คนที่/ชื่อ | คะแนน | | | | | | | | | | รวม |
|------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 37 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 39 |
| 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 37 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 40 |
| 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 34 |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 39 |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 31 |
| 8 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 36 |
| 9 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 34 |
| 10 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 40 |
| 11 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 40 |
| 12 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 35 |
| 13 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 36 |
| 14 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 33 |
| 15 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 36 |
| 16 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 39 |
| 17 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 32 |
| 18 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 39 |
| 19 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 34 |

| คนที่/ข้อ | คะแนน | | | | | | | | | | รวม |
|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 20 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 34 |
| 21 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 32 |
| 22 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 40 |
| 23 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 35 |
| 24 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 36 |
| ค่าความ เชื่อมั่น | 0.22 | 0.24 | 0.25 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | 0.11 | 0.25 | 0.25 | 7.72 |
| ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาช (Cronbach) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 | | | | | | | | | | | |





ภาคผนวก ง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร
5. แบบประเมินความพึงพอใจ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

| | |
|---|-----------------------|
| รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค22104 | ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง | จำนวน 10 ชั่วโมง |
| เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ | จำนวน 2 ชั่วโมง |

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ม.2/2 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

2. สาระสำคัญ

การแยกตัวประกอบของพหุนาม คือ การเขียนพหุนามให้อยู่ในรูปการคูณกันของตัวประกอบของพหุนามนั้นตั้งแต่ 2 พหุนามขึ้นไป ซึ่งเป็นการเขียนที่ตรงข้ามกับการกระจายพหุนาม และพหุนามสามารถแยกตัวประกอบได้โดยใช้สมบัติการแจกแจง

สมบัติการแจกแจง $a(b + c) = ab + ac$ แต่ถ้าเขียนใหม่เป็น $ab + ac = a(b + c)$ เรียกว่า การแยกตัวประกอบโดยวิธีดึงตัวร่วม โดยเรียก a ว่า ตัวประกอบร่วม (common factor) ซึ่ง ถ้า a เป็นตัวเลข หาได้จาก ท.ร.ม. แต่ถ้าเป็นตัวแปร หาได้จากตัวแปรที่มีเลขชี้กำลังน้อยที่สุด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจงได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจงได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานและใฝ่เรียนรู้

4. กิจกรรมการเรียนรู้

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน โดยครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และบทวนความรู้เดิมของนักเรียน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนและแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
3. ครูทบทวนความรู้เดิม โดยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนในเรื่องของเอกนาม

เอกนาม คือ นิพจน์และพหุนามในรูปการคูณของค่าคงตัวกับตัวแปรตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป และเลขชี้กำลังของตัวแปรแต่ละตัวเป็นศูนย์หรือจำนวนเต็มบวก

ตัวอย่าง นิพจน์ที่เป็นเอกนาม

$$-2x, 5x^4, 7 \text{ (เพราะเขียนในรูป } 7 \text{ คูณ } x \text{ กำลังศูนย์ หรือ } 7x^0 \text{)}$$

พหุนาม คือ นิพจน์ที่เขียนในรูปเอกนาม หรือเขียนในรูปการบวกของเอกนามตั้งแต่สองเอกนามขึ้นไป เช่น

16 เป็นทั้งเอกนามและพหุนาม เพราะเขียนในรูป 16 คูณ x กำลังศูนย์ หรือ $16x^0$

$3x$ เป็นทั้งเอกนามและพหุนาม

$3x^2 + 2x$ เป็นพหุนามที่เขียนอยู่ในรูปการบวกของเอกนามสองเอกนาม คือ $3x^2$ และ $2x$ และ $2x^2 + 4x + 3$ เป็นพหุนามที่เขียนอยู่ในรูปการบวกของเอกนามสามเอกนาม

4. ครูอธิบาย สมบัติการแจกแจง โดยเขียนสมบัติการแจกแจงบนกระดาน ดังนี้

$$a(b + c) = ab + ac \text{ ถ้า } a, b \text{ และ } c \text{ เป็นพหุนาม}$$

เราสามารถใช้สมบัติข้างต้นได้เลย และเรียก a ว่า ตัวประกอบร่วมของ ab และ ac หรือตัวประกอบร่วมของ ba และ ca ตัวอย่างการหาตัวประกอบร่วมดังนี้

พิจารณาการแยกตัวประกอบของ $6x^2 - 3x$ โดยใช้สมบัติการแจกแจง และครูอธิบายเพิ่ม จากที่นักเรียนเคยเรียนเรื่องการแยกตัวประกอบของจำนวนนับมาแล้ว โดยหาตัวประกอบร่วมที่มากที่สุดหรือตัวหารร่วมมาก (ห.ร.ม.) ของจำนวนนับที่กำหนดให้ เราสามารถขยายแนวคิดไปสู่การแยกตัวประกอบของพหุนามได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ตัวอย่างที่ 1} \quad 6x^2 &= 2 \cdot \boxed{3} \cdot \boxed{x} \cdot x \\ 3x &= \boxed{3} \cdot \boxed{x} \\ 6x^2 - 3x &= 3(2x^2 - x) \\ &= 3 \cdot x(2x - 1) \\ &= 3x(2x - 1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ตัวอย่างที่ 2} \quad 24x^3 - 6x^2 &= 6(4x^3 - x^2) \\ &= 6 \cdot x^2(4x - 1) \\ &= 6x^2(4x - 1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ตัวอย่างที่ 3} \quad 36x^4 - 27x^3 &= 9(4x^4 - 3x^3) \\ &= 9 \cdot x^3 (4x - 3) \\ &= 9x^3 (4x - 3) \end{aligned}$$

2. ชั้นสอน โดยครูสอนบทเรียน

1. ครูเขียนตัวอย่างโจทย์ $x^2 + 2x = x(x + 2)$, $4x^2 - 8x = 4x(x - 2)$ บนกระดาน

2. ครูอธิบายกับนักเรียนว่า “การเขียนพหุนามที่กำหนด ให้อยู่ในรูปการคูณของสองพหุนาม ดังตัวอย่างบนกระดาน เป็นตัวอย่างหนึ่งของการแยกตัวประกอบของพหุนาม ซึ่งจะเรียนกันใน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจง”

3. ครูอธิบายการแยกตัวประกอบของพหุนามว่าอาจเขียนได้มากกว่า 1 แบบ เช่น

$$\begin{aligned} 27x^2 - 9x &\text{ แยกตัวประกอบได้ } 9(3x^2 - x) \text{ หรือ} \\ 27x^2 - 9x &\text{ แยกตัวประกอบได้ } 9x(3x - 1) \end{aligned}$$

ซึ่งต่างจากการแยกตัวประกอบของจำนวนนับที่แยกได้ในรูปผลคูณของตัวประกอบเฉพาะ เช่น 12 แยกตัวประกอบได้ $2 \times 2 \times 3$

3. **ชั้นกิจกรรมกลุ่ม** ครูกระตุ้นนักเรียนร่วมกันศึกษาและฝึกปฏิบัติตามใบงานแบ่งกลุ่มนักเรียน โดย ละเอียดความสามารถ เก่งกลาง อ่อน ยึดหลักที่มีความสามารถระดับเดียวกันให้แข่งขันกัน

1. ครูนำผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนในภาคการศึกษาที่ผ่านมา มาจัดอันดับ ความสามารถจากเก่งไปอ่อน โดยนักเรียนระดับความสามารถเก่ง ร้อยละ 20 นักเรียนความสามารถ อ่อนร้อยละ 20 และ ในส่วนที่เหลือเป็นนักเรียนความสามารถระดับปานกลาง

2. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยความสามารถระดับเก่ง 1 คน ความสามารถระดับปานกลาง 3 คน และความสามารถระดับอ่อน 1 คน

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและปฏิบัติใบงาน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ดีกรีสองตัวแปรเดียว โดยใช้สมบัติการแจกแจง ในระหว่างการทำใบงานกลุ่มที่ครูแจกให้ ครูเดินสังเกตพร้อมตอบข้อสงสัย

4. ชั้นแข่งขัน มีขั้นตอนดังนี้

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมานั่งประจำโต๊ะ ซึ่งมีทั้งหมด 5 โต๊ะ โดยแบ่งตามความสามารถ ของนักเรียน ดังนี้

โต๊ะที่ 1 เป็นโต๊ะแข่งขันสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถระดับ เก่ง

โต๊ะที่ 2-4 เป็นโต๊ะแข่งขันสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถระดับ กลาง

โต๊ะที่ 5 เป็นโต๊ะแข่งขันสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถระดับ อ่อน

2. ครูเขียนโจทย์บนกระดาน 10 ข้อ และแจกบัตรคำตอบในการจับคู่ให้กับนักเรียนทุกคน

3. ครูเลือกโจทย์ 2 ข้อ จาก 10 ข้อ ให้กับนักเรียนในแต่ละโต๊ะ เพื่อใช้ในการแข่งขัน โดยนักเรียนจะต้องนำบัตรคำตอบมาจับคู่กับโจทย์ที่ได้รับของโต๊ะที่ตนเองประจำอยู่ โดยมีการให้คะแนนดังนี้

| | |
|-----------------------------|---------------|
| ผู้ตอบถูกเป็นคนแรก | จะได้ 3 คะแนน |
| ผู้ตอบถูกเป็นคนที่สอง | จะได้ 2 คะแนน |
| ผู้ตอบถูกเป็นคนที่สาม | จะได้ 1 คะแนน |
| ผู้ตอบถูกเป็นคนที่สี่และห้า | จะได้ 0 คะแนน |
| ผู้ที่ไม่ตอบผิดหรือไม่ตอบ | จะได้ 0 คะแนน |

4. ครูบันทึกคะแนนของแต่ละกลุ่มลงในใบบันทึกคะแนน

5. การแข่งขันจะเริ่มจากโต๊ะที่ 1 ถัดไปจนถึงโต๊ะที่ 5 เมื่อจบการแข่งขัน นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับมานั่งกลุ่มเดิม เพื่อรอผลการแข่งขัน

6. ครูรวมคะแนน และประกาศคะแนนของแต่ละกลุ่ม

5. **ขั้นสรุปการแข่งขันและมอบรางวัล** โดยครูรวมคะแนนสมาชิกในกลุ่มนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุดจะได้รับยกย่องเป็นกลุ่มชนะเลิศและมอบรางวัล

ครูกล่าวชื่นชมกลุ่มที่ได้คะแนนมากที่สุด มอบรางวัล และให้กำลังใจกลุ่มที่ได้คะแนนน้อย

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว โดยใช้สมบัติการแจกแจง
2. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

7. การวัดและประเมินผล

| รายการวัด | วิธีการ | เครื่องมือ | เกณฑ์การประเมิน |
|---|-------------|--|-----------------------|
| 1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจงได้ | - ตรวจใบงาน | - ใบงาน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว โดยใช้สมบัติการแจกแจง | - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ |
| 2. นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจงได้ | - ตรวจใบงาน | - ใบงาน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว โดยใช้สมบัติการแจกแจง | - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ |

| รายการวัด | วิธีการ | เครื่องมือ | เกณฑ์การประเมิน |
|---|------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| | - สังเกตพฤติกรรม | - แบบสังเกตพฤติกรรม การร่วมกิจกรรม | - ระดับคุณภาพ ดี ผ่านเกณฑ์ |
| 4. นักเรียนมีความมุ่งมั่นใน การทำงานและใฝ่เรียนรู้ | - สังเกตพฤติกรรม | - แบบสังเกตพฤติกรรม | - ระดับคุณภาพ ดี ผ่านเกณฑ์ |



ใบงาน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติการแจกแจง
คำสั่ง จงแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวต่อไปนี้ โดยใช้สมบัติการแจกแจง

1. $x^2 + 2x$

.....

.....

.....

2. $6x^2 - 24x$

.....

.....

.....

3. $5x^2 - 26x + 5$

.....

.....

.....

4. $4x^2 - 20x$

.....

.....

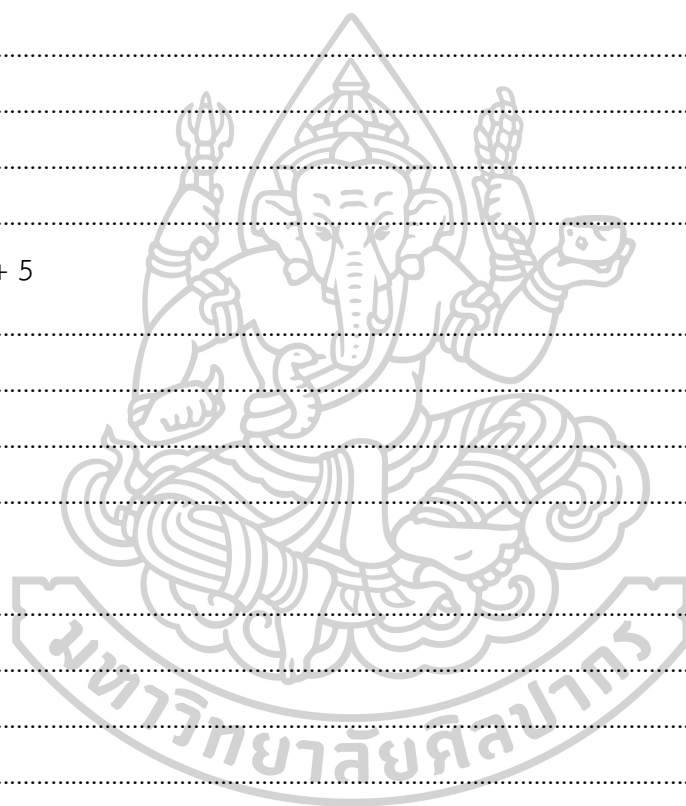
.....

5. $-15x^2 + 12x$

.....

.....

.....



6. $x^2 - 5x$

.....

.....

.....

.....

7. $-5x^2 - 10x$

.....

.....

.....

.....

8. $x^3 + 4x^2$

.....

.....

.....

.....

9. $12x^3 - 6x^2$

.....

.....

.....

.....

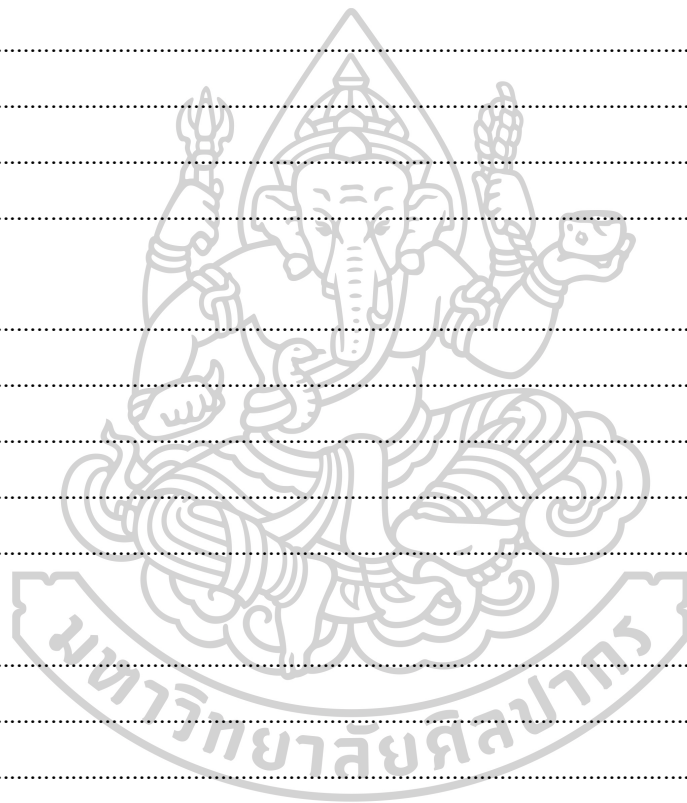
10. $6x^4 - 6x^3$

.....

.....

.....

.....



เฉลย

ใบงาน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติการแจกแจง
คำสั่ง จงแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวต่อไปนี้ โดยใช้สมบัติการแจกแจง

1. $x^2 + 2x$

...วิธีทำ... $x^2 + 2x = x \cdot x + 2x$
.....
..... $= x(x+2)$
.....
.....

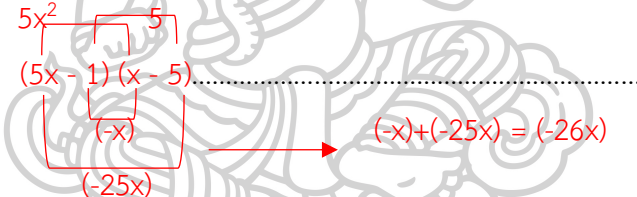
2. $6x^2 - 24x$

...วิธีทำ... $6x^2 - 24x = 6(x^2 - 4x)$
.....
..... $= 6x(x-4)$
.....
.....

3. $5x^2 - 26x + 5$

...วิธีทำ... $(5x - 1)(x - 5)$
.....

.....ตรวจสอบ $(5x - 1)(x - 5)$
.....
..... $(-x) + (-25x) = (-26x)$



4. $4x^2 - 20x$

...วิธีทำ... $4x^2 - 20x = 4(x^2 - 5x)$
.....
..... $= 4x(x-5)$
.....
.....

5. $-15x^2 + 12x$

...วิธีทำ... $-15x^2 + 12x = (-3)(5x^2 - 4x)$
.....
..... $= (-3x)(5x-4)$
.....
.....

6. $x^2 - 5x$

...วิธีทำ... $x^2 - 5x = x \cdot x - 5x$
 $= x(x-5)$

7. $-5x^2 - 10x$

...วิธีทำ... $-5x^2 - 10x = (-5)(x^2 + 2x)$
 $= -5x(x+2)$

8. $x^3 + 4x^2$

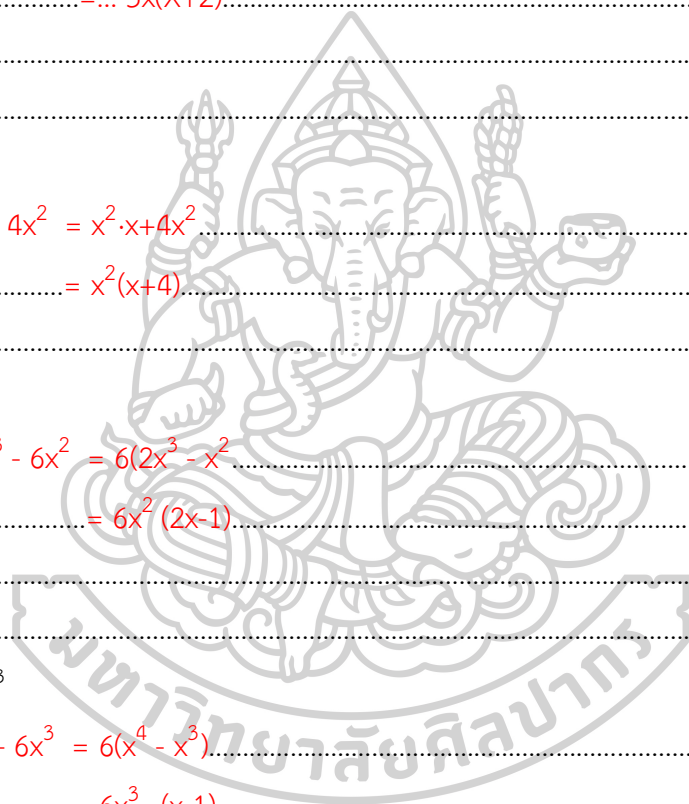
...วิธีทำ... $x^3 + 4x^2 = x^2 \cdot x + 4x^2$
 $= x^2(x+4)$

9. $12x^3 - 6x^2$

...วิธีทำ... $12x^3 - 6x^2 = 6(2x^3 - x^2)$
 $= 6x^2(2x-1)$

10. $6x^4 - 6x^3$

...วิธีทำ... $6x^4 - 6x^3 = 6(x^4 - x^3)$
 $= 6x^3(x-1)$



โจทย์เกมจับคู่

- คำชี้แจง** 1. ครูเขียนโจทย์บนกระดาน 10 ข้อ และแจกบัตรคำตอบในการจับคู่ให้กับนักเรียนทุกคน
2. ครูเลือกโจทย์ 2 ข้อ จาก 10 ข้อ ให้กับนักเรียนในแต่ละโต๊ะ เพื่อใช้ในการแข่งขัน โดยนักเรียนจะต้องนำบัตรคำตอบมาจับคู่กับโจทย์ที่ได้รับของโต๊ะที่ตนเองประจำอยู่ โดยมีการให้คะแนนดังนี้

| | |
|-----------------------------|---------------|
| ผู้ตอบถูกเป็นคนแรก | จะได้ 3 คะแนน |
| ผู้ตอบถูกเป็นคนที่สอง | จะได้ 2 คะแนน |
| ผู้ตอบถูกเป็นคนที่สาม | จะได้ 1 คะแนน |
| ผู้ตอบถูกเป็นคนที่สี่และห้า | จะได้ 0 คะแนน |
| ผู้ที่ไม่ตอบผิดหรือไม่ตอบ | จะได้ 0 คะแนน |

- โจทย์**
- $x^2 + 6x$
 - $6x^2 - 30x$
 - $5x^2 - 25x$
 - $-5x^2 - 20x$
 - $x^2 + 13x$
 - $x^3 + 5x^2$
 - $-15x^2 - 24x$
 - $6x^3 + 18x^2$
 - $8x^4 + 16x^2$
 - $5x^2 - 20x$

คำตอบในการจับคู่

- $x(x+6)$
- $6x(x-5)$
- $5x(x-5)$
- $5x(-x-4)$
- $x(x+13)$
- $x^2(x+5)$
- $3x(-5x-8)$
- $6x^2(x+3)$
- $8x^2(x^2+2)$
- $5x(x-4)$

เฉลย

โจทย์เกมจับคู่

คำชี้แจง 1. ครูเขียนโจทย์บนกระดาน 10 ข้อ และแจกบัตรคำตอบในการจับคู่ให้กับนักเรียนทุกคน
 2. ครูเลือกโจทย์ 2 ข้อ จาก 10 ข้อ ให้กับนักเรียนในแต่ละโต๊ะ เพื่อใช้ในการแข่งขัน โดยนักเรียนจะต้องนำบัตรคำตอบมาจับคู่กับโจทย์ที่ได้รับของโต๊ะที่ตนเองประจำอยู่ โดยมีการให้คะแนนดังนี้

| | |
|-----------------------------|---------------|
| ผู้ตอบถูกเป็นคนแรก | จะได้ 3 คะแนน |
| ผู้ตอบถูกเป็นคนที่สอง | จะได้ 2 คะแนน |
| ผู้ตอบถูกเป็นคนที่สาม | จะได้ 1 คะแนน |
| ผู้ตอบถูกเป็นคนที่สี่และห้า | จะได้ 0 คะแนน |
| ผู้ที่ไม่ตอบผิดหรือไม่ตอบ | จะได้ 0 คะแนน |

$$1. x^2 + 6x = x(x+6)$$

$$2. 6x^2 - 30x = 6x(x-5)$$

$$3. 5x^2 - 25x = 5x(x-5)$$

$$4. -5x^2 - 20x = 5x(-x-4)$$

$$5. x^2 + 13x = x(x+13)$$

$$6. x^3 + 5x^2 = x^2(x+5)$$

$$7. -15x^2 - 24x = 3x(-5x-8)$$

$$8. 6x^3 + 18x^2 = 6x^2(x+3)$$

$$9. 8x^4 + 16x^2 = 8x^2(x^2+2)$$

$$10. 5x^2 - 20x = 5x(x-4)$$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกากบาท ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. $3x - 6y = 3(x - y)$

ข. $12mn - 21 = 3(mn - 21)$

ค. $15a + 12b = 3(5a + 4b)$

ง. $18m + 15n^2 = 3(6m + 5n)$

2. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ $a^2b - 2ab$

ก. $2ab(a - 0)$

ข. $ab(a - 2)$

ค. $ab(a - 0)$

ง. $a(b - 2)$

3. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. $2ab - ba = 2(ab - ba)$

ข. $10m^2 - 18mn = m(10m - 18n)$

ค. $12y + 6 = 6(y + 0)$

ง. $14ab - 7a^2 = 7a(2b - a)$

4. $2m + 3n$ เป็นตัวประกอบของพหุนามในข้อใด

ก. $12mn + 18n$

ข. $6mn^2 + 9m^2n$

ค. $8m^2 + 12mn$

ง. $12n^2 + 15mn$

5. ข้อใดแสดงการแยกตัวประกอบของพหุนามไม่ถูกต้อง

ก. $4x^2 - 20 = 4(x^2 - 5)$

ข. $3c^2 - 12c = 3c(c - 4)$

ค. $5y^2 - 10y = 5y(y + 2)$

ง. $14w^2 - 21w = 7w(2w - 3)$

6. ตัวประกอบของ $a^3 + 5a^2 - a - 5$ คือข้อใด

ก. $a^2 - 1$

ข. $2a - 1$

ค. $a^2 + 2a - 5$

ง. $a^2 + 4a - 5$

7. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของ $6x^2 + 3xy - 2ax - ay$

ก. $(2x - y)(3x - a)$

ข. $(2x + y)(3x + a)$

ค. $(2x - y)(3x + a)$

ง. $(2x + y)(3x - a)$

8. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของพหุนาม ของ $8x^2 + 22x - 21$

ก. $(2x + 3)(4x - 7)$

ข. $(2x + 7)(6x - 3)$

ค. $(2x + 7)(4x - 3)$

ง. $(x - 3)(8x + 7)$

9. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของ $x^2 + 3x - 18$

ก. $(x-9)(x+2)$

ข. $(x-3)(x+6)$

ค. $(x-6)(x+3)$

ง. $(x-6)(x-3)$

10. ข้อใดถูกต้อง

ก. $x^2 - 5x - 24 = (x-3)(x+8)$

ข. $x^2 + 11x + 28 = (x+2)(x+12)$

ค. $x^2 + 3x - 12 = (x+6)(x-2)$

ง. $x^2 - 7x + 6 = (x-6)(x-1)$

11. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของพหุนาม $8x^2 + 22x - 21$

ก. $(2x+3)(4x-7)$

ข. $(2x+7)(6x-3)$

ค. $(2x+7)(4x-3)$

ง. $(x-3)(8x+7)$

12. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของ $x^2 - 16x + 64$

ก. $(x+8)^2$

ข. $(x-8)^2$

ค. $(x+8)(x-8)$

ง. $(x+4)(x-16)$

13. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของ $6x^2 + 13x + 6$

ก. $(3x+2)(2x+3)$

ข. $(3x-2)(2x+3)$

ค. $(3x-2)(2x-3)$

ง. $(3x+2)(2x-3)$

14. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของ $x^2 - 16x + 64$

ก. $(x+8)^2$

ข. $(x-8)^2$

ค. $(x+8)(x-8)$

ง. $(x+4)(x-16)$

15. ถ้า $x^2 - 10x + c$ เป็นพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ แล้ว c มีค่าเท่าใด

ก. 5

ข. 10

ค. 25

ง. 100

16. พหุนาม $x^2 - 4x + 4$ แยกตัวประกอบได้ตามข้อใด

ก. $(x+2)^2$

ข. $(x+4)^2$

ค. $(x-2)^2$

ง. $(x-4)^2$

17. พหุนาม $49x^2 - 70x + 25$ แยกตัวประกอบได้ตามข้อใด

ก. $(7x+3)^2$

ข. $(7x-5)^2$

ค. $(49x+5)^2$

ง. $(49x-5)^2$

18. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของ $x^2 - 81$

ก. $(x+9)(x-9)$

ข. $(x+9)(x+9)$

ค. $(x+9)^2$

ง. $(x-9)^2$

19. ข้อใดถูกต้อง

ก. $x^2 - 169 = (x-13)^2$

ข. $x^2 - 36 = (x+36)(x-36)$

ค. $x^2 - 225 = (x-15)(x+15)$

ง. $x^2 - 36x + 324 = (x-18)(x+18)$

20. ข้อใดคือการแยกตัวประกอบของ $49x^2 - 16$

ก. $(7x-4)(7x-4)$

ข. $(7x-4)(7x+4)$

ค. $(7x+4)^2$

ง. $(7x-4)^2$



แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงวิธีแยกตัวประกอบของพหุนามตามขั้นตอนให้ถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์

1. x^2-x-20

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

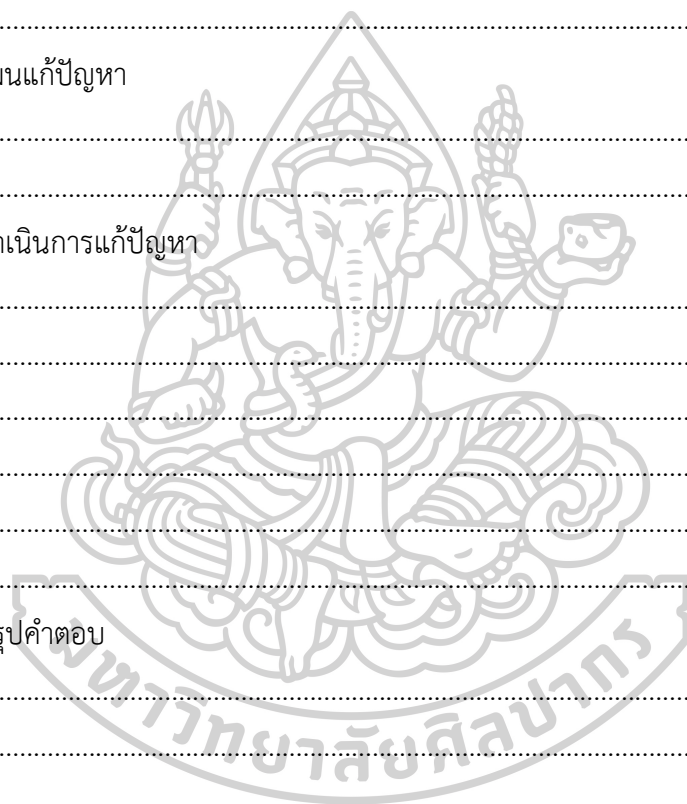
ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

.....

.....



2. $x^2+7x-18$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญห

.....

.....

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญห

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....



3. $x^2 - 9x + 20$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญห

.....

.....

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญห

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

.....



4. $6x^2 - 10x - 4$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญห

.....

.....

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญห

.....

.....

.....

.....

.....

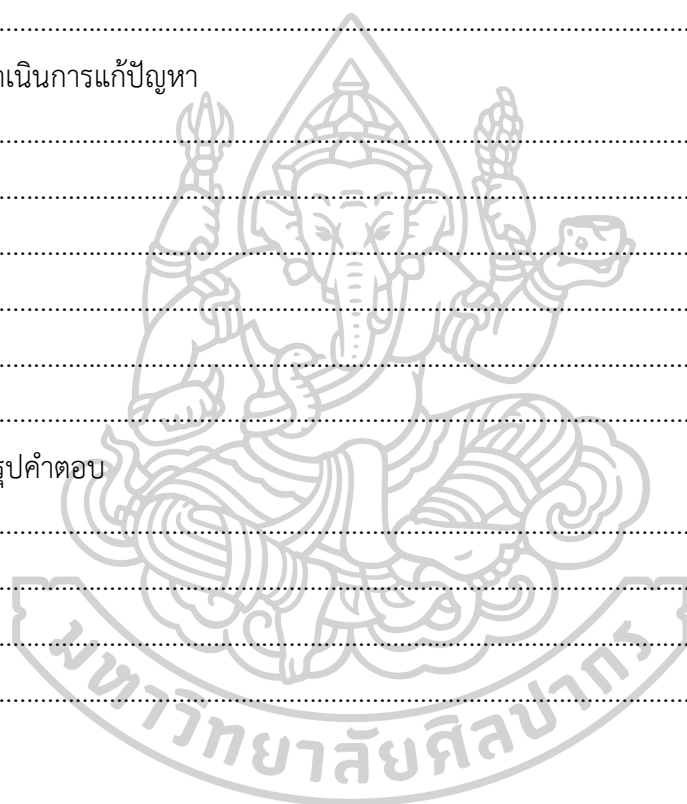
.....

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

.....



5. $3x^2+2x-1$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญห

.....

.....

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญห

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

.....



เฉลย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงวิธีแยกตัวประกอบของพหุนามตามขั้นตอนให้ถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์

1. $x^2 - x - 20$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

$\overbrace{(x \ m) (x \ n)}$ แยกตัวประกอบของ x^2 คือ x กับ x
 ตัวประกอบของ 20 คือ $2 \times 10, 4 \times 5, 20 \times 1$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

หาจำนวนเต็มสองจำนวนคูณกันได้เท่ากับพจน์ค่าคงตัว
 คือ -20 และบวกกันได้เท่ากับสัมประสิทธิ์ของ x คือ -1

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

จาก $m \cdot n = c$ และ $m+n = b$

จะได้ $x^2 + bx + c = (x+m)(x+n)$

$m \cdot n = c$ จะได้ $m \cdot n = -20 \longrightarrow (-5)(4) = -20$

$m+n = b$ จะได้ $m+n = -1 \longrightarrow (-5) + 4 = -1$

ดังนั้น $x^2 - x - 20 = (x+(-5))(x+4)$
 $= (x-5)(x+4)$

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

จาก $x^2 - x - 20 = (x-5)(x+4)$

ตรวจคำตอบ $= (x-5)(x+4)$

$\begin{array}{|c|} \hline (-5x) \\ \hline \end{array}$ $\xrightarrow{\text{ไขว้ไขว้}}$ $(-5x) + 4x = (-x)$
 $4x$ $\xrightarrow{\text{ไขว้ไขว้}}$

$$2. x^2 + 7x - 18$$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

$$\begin{array}{c} \overbrace{x^2} \\ (x \ m)(x \ m) \end{array} \text{ แยกตัวประกอบของ } x^2 \text{ คือ } x \text{ กับ } x$$

ตัวประกอบของ 18 คือ $9 \times 2, 6 \times 3, 18 \times 1$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

หาจำนวนเต็มสองจำนวนคูณกันได้เท่ากับพจน์ค่าคงตัว
คือ -18 และบวกกันได้เท่ากับสัมประสิทธิ์ของ x คือ 7

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

$$\begin{array}{l} \text{จาก } m \cdot n = c \text{ และ } m+n = b \\ \text{จะได้ } x^2 + bx + c = (x+m)(x+n) \\ m \cdot n = c \text{ จะได้ } m \cdot n = (-18) \longrightarrow (9) \cdot (-2) = -18 \\ m+n = b \text{ จะได้ } m+n = 7 \longrightarrow 9 + (-2) = 7 \\ \text{ดังนั้น } x^2 - 7x - 20 = (x+9)(x+(-2)) \\ = (x+9)(x-2) \end{array}$$

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

$$\begin{array}{l} \text{จาก } x^2 + 7x - 18 = (x+9)(x-2) \\ \text{ตรวจคำตอบ} = (x+9)(x-2) \\ \begin{array}{c} \overbrace{9x} \\ \underbrace{(-2x)} \end{array} \text{ โกล้กลี้} \quad \text{โกล้กลี้} \quad 9x + (-2x) = 7x \end{array}$$

$$3. x^2 - 9x + 20$$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

$\sqrt{x^2}$
 $(x + m)(x + n)$ แยกตัวประกอบของ x^2 คือ x กับ x
 ตัวประกอบของ 20 คือ $4 \times 5, 2 \times 10, 20 \times 1$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

หาจำนวนเต็มสองจำนวนคูณกันได้เท่ากับพจน์ค่าคงตัว
 คือ 20 และบวกกันได้เท่ากับสัมประสิทธิ์ของ x คือ (-9)

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

จาก $m \cdot n = c$ และ $m + n = b$
 จะได้ $x^2 + bx + c = (x+m)(x+n)$
 $m \cdot n = c$ จะได้ $m \cdot n = 20 \longrightarrow (-5) \cdot (-4) = 20$
 $m + n = b$ จะได้ $m + n = (-9) \longrightarrow (-5) + (-4) = -9$
 ดังนั้น $x^2 - 9x + 20 = (x + (-5))(x + (-4))$
 $= (x - 5)(x - 4)$

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

จาก $x^2 + 9x + 20 = (x - 5)(x - 4)$
 ตรวจสอบคำตอบ $= (x - 5)(x - 4)$
 $(-5x) \quad \text{ไขว้ไขว้} \quad (-5x) + (-4x) = (-9x)$
 $(-4x) \quad \text{ไขว้ไขว้}$

$$4. 6x^2 - 10x - 4$$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

$\overbrace{(2x \quad)}^{6x^2} \overbrace{(3x \quad)}^{6x^2}$ หรือ $\overbrace{(x \quad)}^{6x^2} \overbrace{(6x \quad)}$ หาพหุนามดีกรีหนึ่งสองพหุนามคูณกันแล้วได้พจน์หน้า
คือ $6x^2$ ซึ่งเป็น $2x$ กับ $3x$ หรือ x กับ $6x$

ตัวประกอบของ 20 คือ $4 \times 5, 2 \times 10, 20 \times 1$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญห

หาจำนวนเต็มสองจำนวนคูณกันแล้วได้พจน์หลังคือ -4 ซึ่งอาจจะเป็น -2 กับ 2
หรือ 2 กับ -2 หรือ -1 กับ 4 หรือ -4 กับ 1

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญห

หาพจน์กลางทีละกรณี จนได้พจน์กลางเป็น $-10x$ ดังนี้

$(2x + 4)(3x - 1)$ ได้พจน์กลางเป็น $12x + (-2x) = 10x$

$\overbrace{(12x)}^{12x} \overbrace{(-2x)}^{(-2x)}$ ไกล่ไกล่
ไกล่ไกล่

$(2x - 4)(3x + 1)$ ได้พจน์กลางเป็น $(-12x) + (2x) = -10x$

$\overbrace{(-12x)}^{(-12x)} \overbrace{2x}^{2x}$ ไกล่ไกล่
ไกล่ไกล่

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

จาก $6x^2 - 10x - 4 = (2x - 4)(3x + 1)$

ตรวจคำตอบ $\overbrace{(2x-4)}^{6x^2} \overbrace{(3x+1)}^{(-4)}$
 $\overbrace{(-12x)}^{(-12x)} \overbrace{(2x)}^{(2x)}$ ได้พจน์กลางเป็น $(-12x) + 2x = -10x$

$$5. 3x^2 + 2x - 1$$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

$$(3x \quad) (x \quad) \text{ หาพหุนามดีกรีหนึ่งสองพหุนามคูณกันแล้วได้พจน์หน้าคือ } 3x^2 \text{ ซึ่งเป็น } 3x$$

กับ x

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

หาจำนวนเต็มสองจำนวนคูณกันแล้วได้พจน์หลังคือ -1 ซึ่งอาจจะเป็น -1 กับ 1

หรือ 1 กับ -1

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

หาพจน์กลางทีละกรณี จนได้พจน์กลางเป็น $2x$ ดังนี้

$$(3x + 1) (2x - 1) \text{ ได้พจน์กลางเป็น } (-3x) + 2x = -x$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 2x \\ \hline (-3x) \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} \text{ใกล้ใกล้} \\ \text{ไกลไกล} \end{array}$$

$$(3x - 1) (2x + 1) \text{ ได้พจน์กลางเป็น } 3x + (-2x) = x$$

$$\begin{array}{|c|} \hline (-2x) \\ \hline 3x \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} \text{ใกล้ใกล้} \\ \text{ไกลไกล} \end{array}$$

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

$$\text{จาก } 3x^2 + 2x - 1 = (3x - 1)(x + 1)$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 3x^2 \quad -1 \\ \hline (3x-1) (x+1) \\ \hline -x \\ \hline 3x \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} \text{ใกล้ใกล้} \\ \text{ไกลไกล} \end{array}$$

ตรวจคำตอบ

ได้พจน์กลางเป็น $3x + (-x) = 2x$

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม

คำสั่ง ให้นักเรียนแยกตัวประกอบของพหุนามต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนอย่างเป็นระบบสมบูรณ์

1. $x^2 - 28x + 96$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. $x^2 - 64$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. $4x^2 - 169$

.....

.....

.....

.....

.....

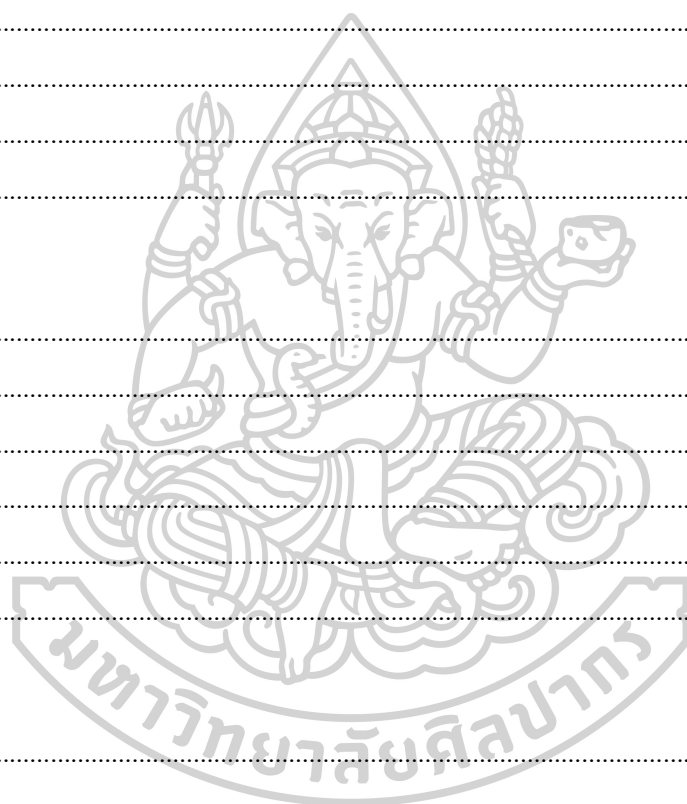
.....

.....

.....

.....

.....



4. $81x^2 - 49y^2$

.....

.....

.....

.....

.....

5. $6x^2 - 7x - 3$

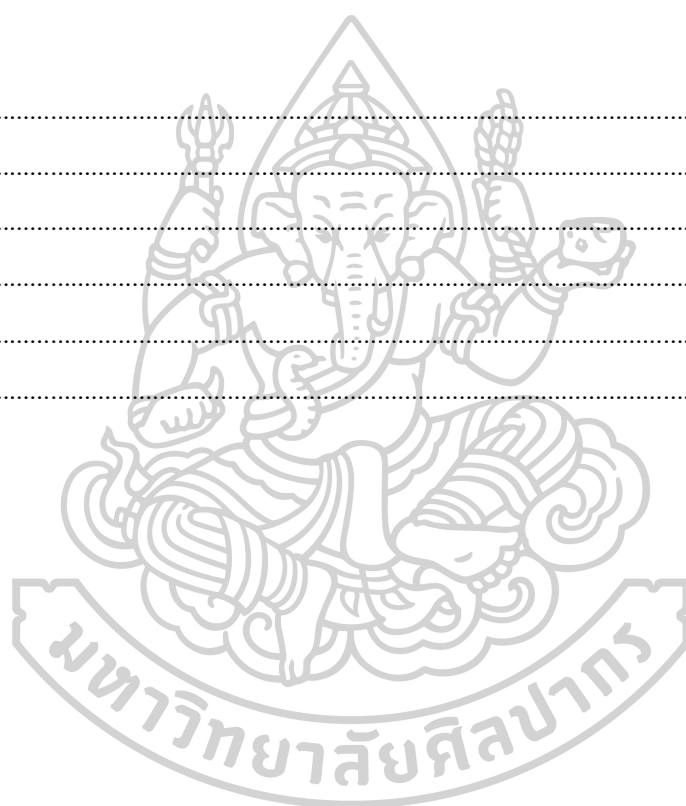
.....

.....

.....

.....

.....



เฉลย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม

คำสั่ง ให้นักเรียนแยกตัวประกอบของพหุนามต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนอย่างเป็นระบบสมบูรณ์

1. $x^2 - 28x + 96$

วิธีทำ แนวคิดจากรูปทั่วไป $x^2 + bx + c$

$$m \cdot n \text{ จะได้ } m \cdot n = 96 \longrightarrow (-24)(-4) = 96$$

$$m+n \text{ จะได้ } m+n = -28 \longrightarrow (-24)+(-4) = -28$$

$$\text{ดังนั้น } m = -24 \text{ และ } n = -4$$

ตอบ $x^2 - 28x + 96 = (x-24)(x-4)$

2. $x^2 - 64$

วิธีทำ ถ้าให้ x แทนพจน์หน้าและ 8 เป็นพจน์หลังเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{จาก } n^2 - l^2 = (n-l)(n+l)$$

$$\text{ได้ดังนี้ } x^2 - 64 = x^2 - 8^2$$

ตอบ $(x-8)(x+8)$

3. $4x^2 - 169$

วิธีทำ ถ้าให้ $2x$ แทนพจน์หน้าและ 13 เป็นพจน์หลังเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{จาก } n^2 - l^2 = (n-l)(n+l)$$

$$\begin{aligned} \text{ได้ดังนี้ } 4x^2 - 169 &= 2^2x^2 - 13^2 \\ &= (2x)^2 - 13^2 \end{aligned}$$

ตอบ $(2x - 13)(2x + 13)$

4. $81x^2 - 49y^2$

วิธีทำ ถ้าให้ $9x$ แทนพจน์หน้าและ $7y$ เป็นพจน์หลังจะเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{จาก } n^2 - l^2 = (n-l)(n+l)$$

$$\begin{aligned} \text{ได้ดังนี้ } 81x^2 - 49y^2 &= 9^2x^2 - 7^2y^2 \\ &= (9x)^2 - (7y)^2 \end{aligned}$$

ตอบ $(9x - 7y)(9x + 7y)$

5. $6x^2 - 7x - 3$

วิธีทำ 1) แยกตัวประกอบพจน์หน้าคือ $6x^2 = (3x)(2x)$

2) แยกตัวประกอบพจน์หลัง $3 = 3 \times 1$

3) เช็กพจน์กลาง

$$\begin{array}{l} (3x+3) (2x-1) \\ \quad \quad \quad \boxed{6x} \quad \text{โก๊ล้ขโก๊ล้} \\ \quad \quad \quad \boxed{-3x} \quad \text{โก๊ล้ขโก๊ล} \end{array}$$

ได้พจน์กลางเป็น $6x + (-3x) = 3x$

$$\begin{array}{l} \text{หรือ } (3x+1) (2x-3) \\ \quad \quad \quad \boxed{2x} \quad \text{โก๊ล้ขโก๊ล้} \\ \quad \quad \quad \boxed{-9x} \quad \text{โก๊ล้ขโก๊ล} \end{array}$$

ได้พจน์กลางเป็น $(-9x) + 2x = (-7x)$

4) ตรวจสอบคำตอบพจน์หลัง

$$\begin{array}{l} (3x+1)(2x-3) \\ \quad \quad \quad \boxed{\quad} \\ \quad \quad \quad (1) \cdot (-3) = (-3) \end{array}$$

ตอบ $6x^2 - 7x - 3 = (3x+1)(2x-3)$



แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT
เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 6

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ในด้านบรรยากาศ ด้านกิจกรรม และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้
2. คำตอบทุกข้อไม่มีข้อถูกหรือผิด ขอให้นักเรียนตอบตามความคิดเห็นหรือสภาพที่แท้จริง เพราะความคิดเห็นของนักเรียนจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างมาก
3. คำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

วิธีตอบ

1. นักเรียนอ่านคำอธิบายในการตอบคำถามของแต่ละตอนให้เข้าใจ
2. ขอให้นักเรียนตอบคำถามทุกข้อ

หมายเหตุ : ตัวเลขในช่องระดับความพึงพอใจของนักเรียนด้านขวามือของสอบถามซึ่งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาข้อความที่กำหนดให้มีความหมาย ดังต่อไปนี้

- 5 หมายถึง พึงพอใจระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง พึงพอใจระดับมาก
- 3 หมายถึง พึงพอใจระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อย
- 1 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อยที่สุด1 หมายถึง พอใจน้อยที่สุด

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับความรู้สึกของนักเรียน

| ข้อ | รายการประเมิน | ระดับความพึงพอใจ | | | | |
|---------------------|--|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| ด้านบรรยากาศ | | | | | | |
| 1. | นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม | | | | | |
| 2. | นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้ | | | | | |
| 3. | นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน | | | | | |
| ด้านกิจกรรมการเรียน | | | | | | |
| 4. | กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา | | | | | |
| 5. | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด | | | | | |
| 6. | กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบ | | | | | |
| 7. | กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น | | | | | |
| 8. | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน | | | | | |
| ประโยชน์ที่ได้รับ | | | | | | |
| 9. | นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย | | | | | |
| 10. | นักเรียนจำเนื้อหาได้นาน | | | | | |
| 11. | นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง และกลุ่ม | | | | | |
| 12. | นักเรียนได้รับทั้งความรู้และความสนุกสนาน | | | | | |
| 13. | นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา | | | | | |
| 14. | นักเรียนได้ฝึกการสื่อสาร | | | | | |
| 15. | นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้นและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ | | | | | |

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....



ภาคผนวก จ
ตัวอย่างผลการทดลองที่เก็บจากกลุ่มทดลอง

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา

การแยกตัวประกอบของพหุนาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีแยกตัวประกอบของพหุนามตามขั้นตอนให้ถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์

$1.x^2-x-20$

(8)

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

$(x+m)(x+n)$ แยกตัวประกอบพหุนาม x^2 คือ x กับ x
 ตัวประกอบของ 20 คือ $2 \times 10, 5 \times 4, 20 \times 1$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

นำจำนวนเดิมสองจำนวนคูณกัน ได้เท่ากับ พหุนามตัวเอก
 $10 \cdot -20$ และบวกกันได้เท่ากับสัมประสิทธิ์ของ x คือ -1

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

จาก $m \cdot n = c$ และ $m+n = b$
 สมมติ $x^2 + bx + c = (x+m)(x+n)$
 $m \cdot n = c$ จะได้ $m \cdot n = -20 \rightarrow (-5)(4) = -20$
 $m+n = b$ จะได้ $m+n = -1 \rightarrow (-5)+4 = -1$
 ดังนั้น $x^2 - x - 20 = (x+(-5))(x+4)$
 $= (x-5)(x+4)$

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

$x^2 - x - 20 = (x-5)(x+4)$
 ตรวจสอบ $(x-5)(x+4) = (-5x) + 4x = (-x)$
 $-5x + 4x = -x$

๕๐
 ๕ x 4
 10 x 2
 20 x 1



$$2x^2 + 7x - 18$$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ให้ความเข้าใจโจทย์ปัญหา

(x+m)(x+n) แยกตัวประกอบ x^2 คือ x กับ x

ตัวประกอบ 18 คือ $2 \times 9, 3 \times 6, 18 \times 1$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

หาจำนวนที่บวกกันได้เท่ากับค่าคงตัว

คือ -18 และบวกกันได้เท่ากับ x คือ 9 และ -2

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

จาก $m \cdot n = c$ และ $m + n = b$

จะได้ $x^2 + bx + c = (x+m)(x+n)$

$m \cdot n = c$ จะได้ $m \cdot n = -18 \rightarrow (9)(-2) = -18$

$m + n = b$ จะได้ $m + n = 7 \rightarrow 9 + (-2) = 7$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } x^2 + 7x - 18 &= (x+9)(x-2) \\ &= (x+9)(x-2) \end{aligned}$$

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

$$x^2 + 7x - 18 = (x+9)(x-2)$$

ตรวจสอบคำตอบ

$$(x+9)(x-2)$$

$$-2x$$

$$9x + (-2x) = (-7x)$$

7

$$3x^2 - 9x + 20$$

8

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

$(x+m)(x+n)$ แปลว่าประกอบของ x^2 คือ x กับ x / 2
 ตัวประกอบของ 20 คือ 4x5, 2x10, 20x1

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

หาจำนวนเต็มสองจำนวนคูณกันได้เท่ากับพจน์ x^2 และบวกกันได้ 20 / 2
 เท่ากับ หรือลบกันได้ x คือ -9

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

ถ้า $m \cdot n = c$ หรือ $m+n = b$ 20
5 4
10 2
20 1
 จะได้ $x^2 + bx + c = (x+m)(x+n)$
 $m \cdot n = c$ จะได้ $m \cdot n = 20 \rightarrow (-5)(-4) = 20$
 $m+n = b$ จะได้ $m+n = -9 \rightarrow -7(-5) + (-4) = -9$ / 2
 ดังนั้น $x^2 - 9x + 20 = (x-5)(x-4)$

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

$x^2 - 9x + 20 = (x-5)(x-4)$
 ตรวจสอบ $(x-5)(x-4)$
 $(-5x) + (-4x) = -9x$ / 2
 $(-4x) + (-5)$

แบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารด้านการเขียน

การแยกตัวประกอบของพหุนาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแยกตัวประกอบของพหุนามต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนอย่างเป็นระบบสมบูรณ์

1. $x^2 - 28x + 96$

วิธีทำ เหนือคือจากไป $x^2 + bx + c$

$$| \begin{array}{l} \checkmark \text{ ม.ท} = c \text{ คือ } \checkmark \text{ ม.ท} = 96 \rightarrow (-24)(-4) = 96 \\ \checkmark \text{ ม.ท} = b \text{ คือ } \checkmark \text{ ม.ท} = -28 \rightarrow (-24) + (-4) = -28 \end{array} \quad \begin{array}{l} \checkmark 2 \\ \checkmark 2 \end{array}$$

$$\text{ดังนั้น } m = -24 \text{ และ } n = -4$$

$$\text{ตอบ } x^2 - 28x + 96 = (x - 24)(x - 4) \quad \checkmark 1$$

(4)

2. $x^2 - 64$

วิธีทำ ถ้าได้ x แทนพจน์หน้า และ 8 เป็นพจน์หลัง เขียนตามลิมิตินี้ ได้ดังนี้

$$\text{จาก } a^2 - b^2 = (a - b)(a + b) \quad \checkmark 1$$

$$\text{ดังนั้น } x^2 - 64 = x^2 - 8^2 \quad \checkmark 1$$

$$\text{ตอบ } = (x - 8)(x + 8) \quad \checkmark 2$$

(4)

3. $34x^2 - 169$

วิธีทำ ถ้าได้ $2x$ แทนพจน์หน้า และ 13 เป็นพจน์หลัง เขียนตามลิมิตินี้ ได้ดังนี้

$$\text{จาก } a^2 - b^2 = (a - b)(a + b) \quad \checkmark 1$$

$$\text{ดังนั้น } 34x^2 - 169 = 9^2x^2 - 13^2 \quad \checkmark 1$$

$$= (9x)^2 - 13^2 \quad \checkmark 1$$

$$\text{ตอบ } = (9x - 13)(9x + 13) \quad \times$$

(2)

วิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ**ผลคะแนนการทดสอบและผลการประเมิน**

1. ผลคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
2. ผลคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
4. ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
5. ผลคะแนนการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 6



1. ผลคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบ
ของพหุนามดีกรีสอง

ตารางที่ 31 ผลคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัว
ประกอบของพหุนามดีกรีสอง

| นักเรียนคนที่ | ก่อนเรียน | หลังเรียน | พัฒนาการ |
|---------------|-----------|-----------|----------|
| 1 | 8 | 14 | 6 |
| 2 | 7 | 13 | 6 |
| 3 | 8 | 15 | 7 |
| 4 | 8 | 13 | 5 |
| 5 | 9 | 16 | 7 |
| 6 | 8 | 14 | 6 |
| 7 | 8 | 15 | 7 |
| 8 | 10 | 17 | 7 |
| 9 | 9 | 17 | 8 |
| 10 | 8 | 18 | 10 |
| 11 | 9 | 17 | 8 |
| 12 | 6 | 16 | 10 |
| 13 | 7 | 16 | 9 |
| 14 | 8 | 19 | 11 |
| 15 | 8 | 15 | 7 |
| 16 | 10 | 18 | 8 |
| 17 | 7 | 18 | 11 |
| 18 | 9 | 16 | 7 |
| 19 | 5 | 17 | 12 |
| 20 | 8 | 18 | 10 |
| 21 | 8 | 19 | 11 |
| 22 | 8 | 18 | 10 |
| 23 | 9 | 15 | 6 |
| 24 | 10 | 19 | 9 |

| นักเรียนคนที่ | ก่อนเรียน | หลังเรียน | พัฒนาการ |
|---------------|-----------|-----------|----------|
| 25 | 9 | 20 | 11 |
| คะแนนเฉลี่ย | 8.16 | 16.52 | 8.36 |

2. ผลคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 32 ผลคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

| นักเรียนคนที่ | หลังเรียน 20 คะแนน | คะแนนร้อยละ | สูงกว่าร้อยละ70 | ไม่สูงกว่าร้อยละ70 |
|---------------|--------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| 1 | 14 | 70 | 1 | 0 |
| 2 | 13 | 65 | 0 | 1 |
| 3 | 15 | 75 | 1 | 0 |
| 4 | 13 | 65 | 0 | 1 |
| 5 | 16 | 80 | 1 | 0 |
| 6 | 14 | 70 | 1 | 0 |
| 7 | 15 | 75 | 1 | 0 |
| 8 | 17 | 85 | 1 | 0 |
| 9 | 17 | 85 | 1 | 0 |
| 10 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 11 | 17 | 85 | 1 | 0 |
| 12 | 16 | 80 | 1 | 0 |
| 13 | 16 | 80 | 1 | 0 |
| 14 | 19 | 95 | 1 | 0 |
| 15 | 15 | 75 | 1 | 0 |
| 16 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 17 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 18 | 16 | 80 | 1 | 0 |

| นักเรียนคนที่ | หลังเรียน 20 คะแนน | คะแนนร้อยละ | สูงกว่าร้อยละ70 | ไม่สูงกว่าร้อยละ70 |
|---------------|-----------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| 19 | 17 | 85 | 1 | 0 |
| 20 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 21 | 19 | 95 | 1 | 0 |
| 22 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 23 | 15 | 75 | 1 | 0 |
| 24 | 19 | 95 | 1 | 0 |
| 25 | 20 | 100 | 1 | 0 |
| คะแนนเฉลี่ย | | | | |

3. ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม
ดีกรีสอง

ตารางที่ 33 ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของ
พหุนามดีกรีสอง

| นักเรียนคนที่ | คะแนน(40) | คะแนนร้อยละ (100) | สูงกว่า ร้อยละ70 | ไม่สูงกว่า ร้อยละ70 |
|---------------|-----------|----------------------|---------------------|------------------------|
| 1 | 28 | 70 | 1 | 0 |
| 2 | 28 | 70 | 1 | 0 |
| 3 | 30 | 75 | 1 | 0 |
| 4 | 28 | 70 | 1 | 0 |
| 5 | 36 | 90 | 1 | 0 |
| 6 | 30 | 75 | 1 | 0 |
| 7 | 28 | 70 | 1 | 0 |
| 8 | 36 | 90 | 1 | 0 |
| 9 | 38 | 95 | 1 | 0 |
| 10 | 38 | 95 | 1 | 0 |
| 11 | 32 | 80 | 1 | 0 |
| 12 | 30 | 75 | 1 | 0 |

| นักเรียนคนที่ | คะแนน(40) | คะแนนร้อยละ (100) | สูงกว่า ร้อยละ70 | ไม่สูงกว่า ร้อยละ70 |
|---------------|-----------|----------------------|---------------------|------------------------|
| 13 | 38 | 95 | 1 | 0 |
| 14 | 36 | 90 | 1 | 0 |
| 15 | 36 | 90 | 1 | 0 |
| 16 | 38 | 95 | 1 | 0 |
| 17 | 38 | 95 | 1 | 0 |
| 18 | 36 | 90 | 1 | 0 |
| 19 | 38 | 95 | 1 | 0 |
| 20 | 38 | 95 | 1 | 0 |
| 21 | 36 | 90 | 1 | 0 |
| 22 | 40 | 100 | 1 | 0 |
| 23 | 36 | 90 | 1 | 0 |
| 24 | 40 | 100 | 1 | 0 |
| 25 | 40 | 100 | 1 | 0 |

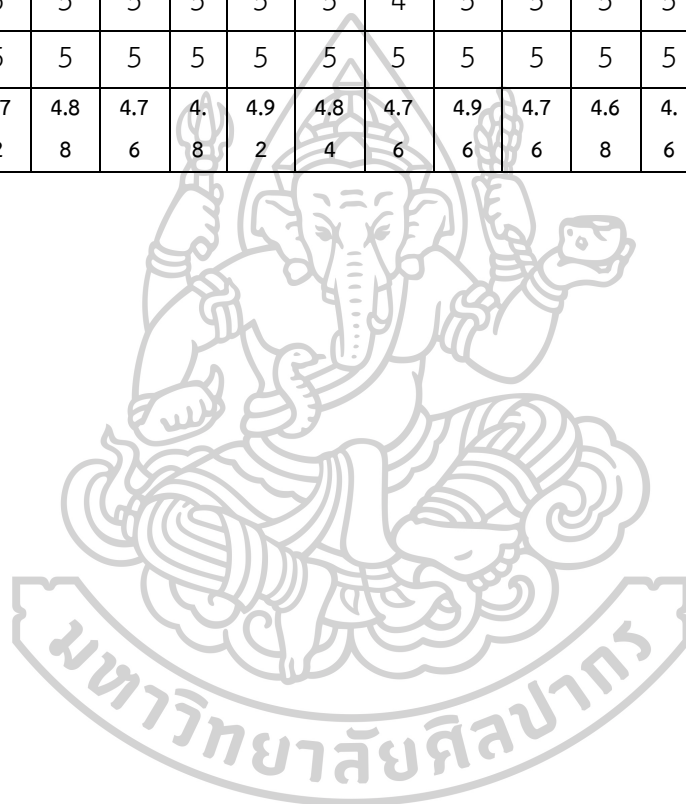
4. ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ตารางที่ 34 ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการสื่อสาร เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

| นักเรียนคนที่ | คะแนน(20) | คะแนนร้อยละ (100) | สูงกว่า ร้อยละ70 | ไม่สูงกว่า ร้อยละ70 |
|---------------|-----------|----------------------|---------------------|------------------------|
| 1 | 15 | 75 | 1 | 0 |
| 2 | 17 | 85 | 1 | 0 |
| 3 | 16 | 80 | 1 | 0 |
| 4 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 5 | 20 | 100 | 1 | 0 |
| 6 | 15 | 75 | 1 | 0 |
| 7 | 15 | 75 | 1 | 0 |

| นักเรียนคนที่ | คะแนน(20) | คะแนนร้อยละ (100) | สูงกว่า ร้อยละ70 | ไม่สูงกว่า ร้อยละ70 |
|---------------|-----------|----------------------|---------------------|------------------------|
| 8 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 9 | 20 | 100 | 1 | 0 |
| 10 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 11 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 12 | 16 | 80 | 1 | 0 |
| 13 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 14 | 20 | 100 | 1 | 0 |
| 15 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 16 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 17 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 18 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 19 | 19 | 95 | 1 | 0 |
| 20 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 21 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 22 | 20 | 100 | 1 | 0 |
| 23 | 18 | 90 | 1 | 0 |
| 24 | 20 | 100 | 1 | 0 |
| 25 | 20 | 100 | 1 | 0 |

| นักเรียน คนที่ | ข้อที่ | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 20 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 21 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 22 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 23 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 24 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 25 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| เฉลี่ย | 4.7 2 | 4.8 8 | 4.7 6 | 4. 8 | 4.9 2 | 4.8 4 | 4.7 6 | 4.9 6 | 4.7 6 | 4.6 8 | 4. 6 | 4.9 6 | 4. 8 | 4.8 4 | 4. 8 |



ภาคผนวก ฅ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
5. ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT



1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ก่อนเรียน และหลังเรียน

| Paired Samples Statistics | | | | | |
|---------------------------|----------|-------|----|----------------|-----------------|
| | | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| Pair 1 | pretest | 8.16 | 25 | 1.179 | .236 |
| | posttest | 16.52 | 25 | 1.939 | .388 |

| Paired Samples Correlations | | | | |
|-----------------------------|--------------------|----|-------------|------|
| | | N | Correlation | Sig. |
| Pair 1 | pretest & posttest | 25 | .235 | .257 |

| Paired Samples Test | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------|---|--------|---------|----|-----------------|
| | | Paired Differences | | | | | t | df | Sig. (2-tailed) |
| | | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | | | |
| | | | | | Lower | Upper | | | |
| Pair 1 | pretest - posttest | -8.360 | 2.018 | .404 | -9.193 | -7.527 | -20.711 | 24 | .000 |

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

| One-Sample Statistics | | | | |
|-----------------------|----|-------|----------------|-----------------|
| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| posttest | 25 | 16.52 | 1.939 | .388 |

| One-Sample Test | | | | | | |
|-----------------|-------|----|-----------------|-----------------|---|-------|
| Test Value = 14 | | | | | | |
| | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | Lower | Upper |
| posttest | 6.498 | 24 | .000 | 2.520 | 1.72 | 3.32 |

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

| One-Sample Statistics | | | | |
|-----------------------|----|-------|----------------|-----------------|
| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| score | 25 | 34.88 | 4.206 | .841 |

| One-Sample Test | | | | | | |
|-----------------|-------|----|-----------------|-----------------|---|-------|
| Test Value = 28 | | | | | | |
| | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | Lower | Upper |
| score | 8.178 | 24 | .000 | 6.880 | 5.14 | 8.62 |

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

→ T-Test

[DataSet0]

| One-Sample Statistics | | | | |
|-----------------------|----|-------|----------------|-----------------|
| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| score | 25 | 17.96 | 1.594 | .319 |

| One-Sample Test | | | | | | |
|-----------------|--------|----|-----------------|-----------------|---|-------|
| Test Value = 14 | | | | | | |
| | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | Lower | Upper |
| score | 12.424 | 24 | .000 | 3.960 | 3.30 | 4.62 |

5. ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เทคนิค TGT

| ข้อที่ | รายการ | ผลการวิเคราะห์ | | |
|-------------------------------|---|----------------|-------------|------------------|
| | | \bar{x} | SD | ระดับการประเมิน |
| ด้านบรรยากาศ | | | | |
| 1 | นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม | 4.72 | 0.46 | มากที่สุด |
| 2 | นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้ | 4.88 | 0.33 | มากที่สุด |
| 3 | นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน | 4.76 | 0.44 | มากที่สุด |
| เฉลี่ยรวม | | 4.78 | 0.41 | มากที่สุด |
| ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | |
| 4 | กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา | 4.80 | 0.41 | มากที่สุด |
| 5 | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด | 4.92 | 0.28 | มากที่สุด |
| 6 | กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบ | 4.84 | 0.37 | มากที่สุด |
| 7 | กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น | 4.76 | 0.44 | มากที่สุด |
| 8 | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน | 4.96 | 0.20 | มากที่สุด |
| เฉลี่ยรวม | | 4.86 | 0.35 | มากที่สุด |
| ด้านประโยชน์ที่ได้รับ | | | | |
| 9 | นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย | 4.60 | 0.44 | มากที่สุด |
| 10 | นักเรียนจำเนื้อหาได้นาน | 4.68 | 0.56 | มากที่สุด |
| 11 | นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง และกลุ่ม | 4.60 | 0.58 | มากที่สุด |
| 12 | นักเรียนได้รับทั้งความรู้และความสนุกสนาน | 4.96 | 0.20 | มากที่สุด |
| 13 | นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา | 4.80 | 0.41 | มากที่สุด |

| ข้อที่ | รายการ | ผลการวิเคราะห์ | | |
|--------------|--|----------------|------|-----------------|
| | | \bar{x} | SD | ระดับการประเมิน |
| 14 | นักเรียนได้ฝึกการสื่อสาร | 4.84 | 0.37 | มากที่สุด |
| 15 | นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้นและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ | 4.80 | 0.41 | มากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยรวม | | 4.78 | 0.44 | มากที่สุด |



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นายกฤตธี อินหาดกรวด

วุฒิการศึกษา

ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

